

経済産業省委託

平成24年度国際標準開発事業

窓の断熱性計算方法に関する標準化

成果報告書

平成25年3月

一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会

窓の断熱性計算方法に関する標準化

〔目 次〕

| | |
|--------------------------------|-----|
| 1. 成果報告書概要 | 1 |
| 2. 議事録 | |
| 委員会議事録 (第1回) | 4 |
| (第2回) | 8 |
| 分科会議事録 (第1回) | 11 |
| (第2回) | 14 |
| (第3回) | 18 |
| (第4回) | 22 |
| (第5回) | 25 |
| 3. 「窓付属物の断熱性能評価報告書」 | 28 |
| 4. 付帯資料 | |
| 1) 既往の研究調査：付属物の断熱性能 (文献) | 114 |

平成 24 年度国際標準開発事業
「テーマ名：窓の断熱性計算方法に関する標準化」
成果報告書概要

委託先名：一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会

1. 調査研究の目的

- ・ラウンドロビンテストによる窓表面の熱伝達率分布を測定し計算法 JIS の検証を行う。
また試験結果により ISO 改正案の原案を作成して ISO 提案活動を実施する。
（H 2 2 年度は NEDO 事業により窓の断熱性能実証試験委員会を実施した）
- ・H 2 3 年度：ラウンドロビンテストによる熱伝達率検討を実施し、計算法 JIS の検証を行う。この検証結果により ISO 改正案方向の検討を行う。
- ・H 2 4 年度：ISO 提案活動を実施する。
そのため、ISO 規格を JIS に翻訳した時に省かれた、窓付属物を取りあげ、その断熱性を測定して、日本の実情を ISO に報告する。

<平成 24 年度の目的の背景>

ISO10077-1 を翻訳して、JISA2102-1 を作った時に、窓付属物のシャッターは省かれた経緯がある。また、ロールスクリーンは、ISO10077-1 に入っていないが、ISO15099 には、入っている不整合が発生している。

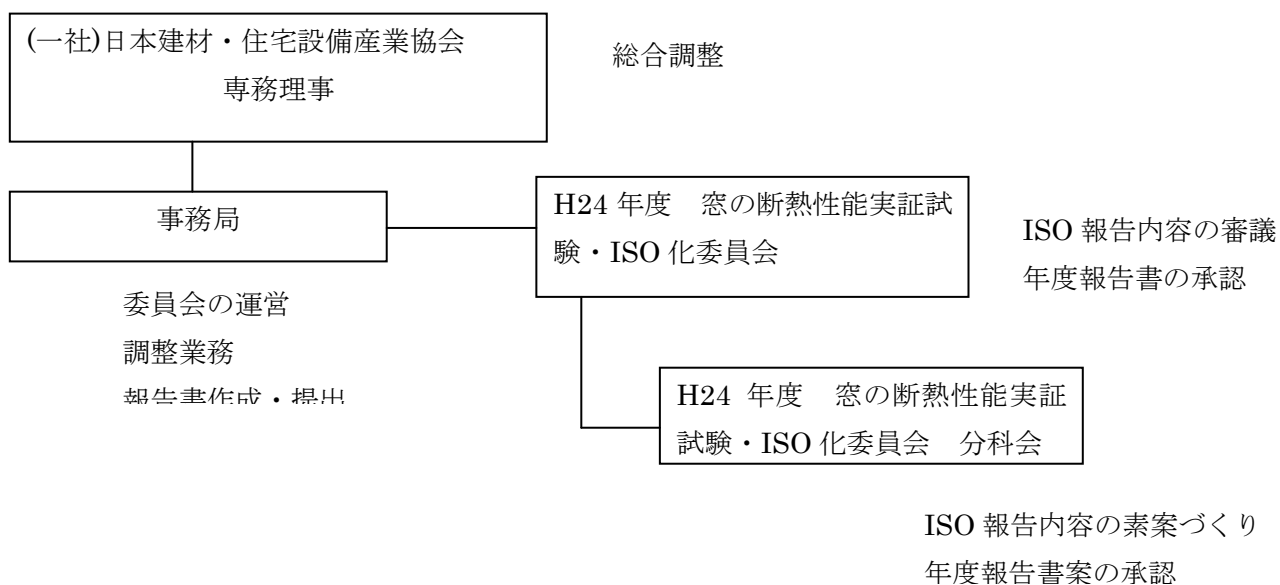
2. 国際標準提案に向けた調査研究スケジュール

| | | | | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|--------|------|
| スキーム | A：国際標準開発 | | | | |
| 分野／題目 | ※ISO/TC163/SC2（計算法） | | | | |
| 国際規格番号 | ※ISO10077 | JIS 番号 | ※JISA2102 | 規格の一致性 | ※NEQ |
| TC/SC/WG | ※ISO/TC163/SC2/WG9 | | 日本の地位 | ※Pメンバー | |
| 事業開始年度 | ※平成 23 年度 | | | | |
| 概要 | 1) 窓付属物の断熱性能評価の実施 ・シャッター、ロールスクリーンの断熱性能の測定 ・計算の実施、測定結果と結果の比較 2) ISO/TC163/SC2/WG9 に参加（H24.9、La Rochelle（フランス）） ・窓の断熱計算について情報提供を行い、日本と ISO と相違についてプレゼン、意見交換の実施 | | | | |
| 成功要因 | 測定を行うに当たり、関係団体・企業から、サンプル品の提供を受けた | | | | |

| | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 課題 | ISO への会議に、現状報告、課題提供を行ったが、提案まで至らなかった。平成24年度でテーマが終了のため、課題提供後の継続フォローが課題である。 |
| 本年度開始時 | ※— |
| 本年度の目標 | ※— |
| 本年度終了時 | ※— |
| 進捗状況 | 計画通り、推進 1) 窓付属物の断熱性能が把握できた。 2) ISO/TC163/SC2/WG9 に参加 ・日本の断熱計算の現状、及び ISO で規定するシャッターと日本との違いを説明 |
| 終了予定年度 | ※平成 24 年度 |
| 今後の展開 | (なし) |
| 備考 | 平成 24 年度で本テーマは、終了とする。 |

3. 事業の実施体制

①研究体制



②担当者

- ・ 秦 義一 (一社) 日本建材・住宅設備産業協会 標準部長
- ・ 富田育男 (一社) 日本建材・住宅設備産業協会 専務理事
- ・ 鎌田彩子 (一社) 日本建材・住宅設備産業協会

4. H24年度の実施結果

- 1) 窓付属物の断熱性能評価の実施
 - ・シャッター、ロールスクリーンの断熱性能の測定
 - ・計算の実施、測定結果と結果の比較
- 2) ISO/TC163/SC2/WG9に参加 (H24.9、La Rochelle (フランス))
 - ・窓の断熱計算について情報提供を行い、日本とISOと相違についてプレゼン、意見交換の実施
- 3) 委員会開催状況

| | | |
|---------|--------|----------|
| 委員会(2回) | 第1回委員会 | H24.8/1 |
| | 第2回委員会 | H25.2/15 |
| 分科会(5回) | 第1回分科会 | H24.4/17 |
| | 第2回分科会 | 5/25 |
| | 第3回分科会 | 7/23 |
| | 第4回分科会 | 10/11 |
| | 第5回分科会 | 12/20 |

6. 各年度の実施項目

| 実施項目 | 平成23年度 | 平成24年度 |
|--------------------------------------------------------------|--------|--------|
| 1) ラウンドロビンテストによる窓ガラス表面の熱伝達率分布の把握 2) 測定結果と計算結果(JIS法)との比較検証 | | |
| 1) 実施計画検討整合 2) 窓付加物の測定 3) ISO 会議出張参加 | | |

7. 委員構成名簿

「窓付属物の断熱性能評価報告書」の中に記載

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第1回委員会議事録

1. 開催日時；平成24年8月1日(水) 13:00～15:00
2. 開催場所；(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者；別紙参照(出席者26名、欠席者8名)
4. 議事内容

■議事進行：永田委員長

1)委員自己紹介

2)平成24年度の実施計画案の検討結果(○印は、決定事項、及び課題を示す)

○平成24年度の実施計画案は承認された

<実施内容>

- (1)窓の室内外遮蔽物(シャッター、スクリーン)について付加熱抵抗の測定を行い、ISO提案に向け検討を行う
- (2)ISO提案活動として
 - ・La Rochelle(フランス)にて開催される ISO/TC163/SC2、およびそのWG9に参加する
 - ・窓の断熱計算について情報提供を行い、日本との相違についてプレゼン、意見交換を行う
 - ・期間：平成24年9月2(日)～年9月8日(土)予定
 - ・出張者：齊藤 孝一郎 氏(1名)、YKKAP株式会社社員、分科会委員

3)検討内容

(1)平成24年度の実施計画案(資料2)、および第3回分科会議事録の説明(資料3)、(事務局)

(2)実施計画、推進方法について(委員長説明)

①平成22年度は、窓の表面熱伝達率測定装置を開発し、平成23年度は、その装置を用いラウンドロビントにて熱性能の測定値に違いが出るか詳細分析を行った。

狙いとして、窓の熱性能について計算法と試験法を合わせる。合わない理由は、窓表面の熱伝達率の分布であると仮定し、熱伝達率の分布を計算法に入れて計算精度を向上させるよう目論み、検証する目的で行った

・測定の結果、熱伝達率分布を再現して計算法で熱貫流率を計算すると、若干精度は向上することを確認した。しかし、熱伝達率の分布より、熱貫流率測定における熱箱の試験要因による差の方が大きいことがわかった。

・そこで今年度は、ISOを翻訳、JIS化した際に省かれたもの、また、ISOに載っていないものを対象にして検討する。

計算法JISを作る時に、ISO10077-1、および10077-2をJIS化したのが、その際付属物のシャッターは、ISOにはあったが、国内仕様納まりと海外のディテールとに違いがあり、そのままJIS化するには問題があった。そのため、シャッター付属物を省いた経緯がある。

また、室内の遮蔽物は、ISO10077に入っていないが、遮熱がメインのISO15099には、入っているという状況である

②シャッター、及び室内遮蔽物(スクリーン)を取りあげ、計算法に盛り込めるようにする。それを日本からの提案として、ISO提案につなげていけるよう進めたい

③この試験を行うため、今年度新たに、日本シャッター・ドア協会の伊澤さん、日本インテリアファブリックス協会の佐久間さんにも委員として参画していただいた

・今年度、3回の分科会を経て、付属物の試験を行う計画をたてた

・一般的なブラインドやスクリーンは既往の研究でデータが充実しているため、データが少なく、断熱性が高いことが見込まれ、特徴的な「低放射タイプのスクリーン」と「ハニカムスクリーン」について試験を行う予定

- ④9月にフランス、La Rochelleで行われるTC163会議の中で、窓WGも開かれる。本事業の目的は、ISO提案を行うことなので、そこに委員を派遣してまだ直接成果は出ていないが、現状報告と情報収集を行う
- ⑤建物の評価で、窓の断熱性を考えるとき、断熱性に付属物を入れるかは議論の分かれるところであるが、実際どのように運用されるか、この委員会では、立ち入らない

(3)遮蔽物試験体検討、シャッター断熱試験水準について（資料5、佐久間委員、上乘委員説明）

①商品種類が多く、試験には限りがあるので、断熱効果のあるものを対象に行う

・シャッター、スクリーンともサンプルを提供していただく

②シャッターについて

・シャッタータイプは色々あるが、ガラスとシャッター間の距離が異なる、正巻きと逆巻きの二タイプについて行う

・シャッターを付けたときの熱抵抗値は、ISO10077に載っている。そこには、シャッターの材質、およびシャッター周囲のすき間によって熱抵抗値のテーブルがある。その値を精査出来ればと考えている（委員長）

③屋内遮蔽物（スクリーン）について

・遮熱性能が高いことに加え断熱性能が高い「低放射タイプのスクリーン」とセル状の空気層により断熱性能が高いことが見込まれる「ハニカムスクリーン」について計、4タイプを計画している

・窓側面にアルミ蒸着されたスクリーンは、放射による熱移動が抑制される。このデータが少ないので、測定していきたい

・ハニカムスクリーンは、窓枠とスクリーンの隙間の影響を受けにくいようにするため、窓枠見込部にガイド付を検討する。

○(4)試験の課題として、

①測定では、室内外の熱伝達率を同じにするため、窓面に送風している。シャッターボックスなどの付属物がつくと、送風が困難になる。文献に載っている測定方法を参考にして検討する

②窓見込部から逃げる熱量をどのように評価するか、試験前迄に検討して決める

(5)文献の説明

①「開口部の断熱性能に関する研究」（参考1）、「面部材が非気密性に付属する開口部の熱貫流率に関する数値計算法の提案と断熱効果の検討」（参考2）（清水委員説明）

②昨年度実施したラウンドロビンテストにおいて、JIS法(A4710)と窓見込み部から逃げていく熱量はサッシ部から逃げたとしているBL法(BLTWDW-1)とを比べると、窓から逃げていく熱量はほぼ同じであった（清水委員）

③文献(参考1)において、カーテンボックスあり、なしで中空層の抵抗はほぼ変わらないと思うが、熱貫流抵抗は、おおきく変わっている(委員長)。これは、すき間寸法の影響と思われる(清水委員)

④今年度実施する試験に、すき間の影響は入っていないので、文献を精査して行きたい(委員長)

(6)ISOへの情報提供について（資料6、事務局説明）

○計画通り進める

(7)計算法について

○既往研究を見ると特殊なことを行っている訳ではない。原理的には通気層も類似である。中空層

の熱抵抗についてはISO 6946にも記述がある。付属物がついた時にどのように計算したら良いか
継続して整理を進める

(8)主な意見、質問事項

- ①窓に付属物を付けたときを基準化しようとする考え方もあるが、付属物を付けたことにより変わる境界条件は、付属物の影響とする考え方もある。試験を行うとき迄に試験の考え方を明確にしておく必要がある（伊藤委員）
- ②窓見込み部から逃げる熱量について
- ・ISOでは、窓見込み部から逃げる熱量を計算している。それと同じ様に行うのがいいと思う。試験では、与えた熱量、窓、枠から直接逃げる熱量などを明確にしておく必要がある（伊藤委員）
 - ・バツフルと遮蔽物表面の表面熱伝達率は、付加物を変えると変わる。窓から逃げた熱量は、窓見込み部から逃げていく熱量を含めた付属物の性能とする考えもできる。BL法(BLTWDW-1)では、窓見込み部から逃げていく熱量は窓サッシ部から逃げた熱量としている（清水委員）
- ③Q:JIS化の時に、ISO10077から外した付属物を入れるとすると、ISO10077に近いものになる。逆提案において提案する要素はどんなものになるのですか（富田委員）
- A:・シャッターボックスは国内と海外で異なり、外されたことが大きい。今回、シャッターボックスの評価は行わないので、シャッターボックスによる熱橋の影響は確認できない。外壁に取り付けるので、熱橋の影響は少ないと考えている
- ・室内の付加物は、ISO10077に記載なく、ISO15099には、記載されている。提案しなくても、自然に記載される方向になるかも知れないが、提案していく予定である
 - ・JIS化するときに、日本はISOにないドア廻りを入れた。そちらの方を提案する方法もあるが、本委員会の「窓」と異なるので、対象外としている（以上、委員長）
- ④ハニカムスクリーンについて
- Q:ハニカムスクリーンは、海外でも使われていますか（伊丹委員、副委員長）
- A:・国際的にも古くから欧米のメーカーが商品化しポピュラーな製品である（資料5、2ページ目 NFRC資料参照）。むしろ、日本の方が出遅れている
- ・一般的なスクリーン同様上げ下げでき、意匠性というよりも機能性(断熱性)を重視したものである（以上、佐久間委員）

5.その他

- (1)次回の第2回委員会は、年度の報告として、H25年1月を予定する。日時は、別途調整
窓の遮熱 第2回委員会と同日に行う
- (2)試験内容の整合、確認を行うため第4回分科会を試験開始前に行う
開催日時:10月11日(木) 12:30~14:30
場所:(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室

以上

【委員会配布資料】

第1回 平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会(2012年8月1日)

ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 副委員長 | 二宮 秀與 | 鹿児島大学 大学院 理工学研究科 教授 | 中 |
| 3 | × | 委員 | 三橋 敏宏 | 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 課長 | 中 |
| | ○ | (代) | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 4 | × | 委員 | 橋本 公博 | 国土交通省 住宅局 住宅生産課 課長 | 中 |
| 5 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 6 | ○ | 委員 | 伊丹 清 | 滋賀県立大学 講師 | 中 |
| 7 | × | 委員 | 蛭間 功 | (一財)日本規格協会 規格開発部 規格開発ユニット | 中 |
| 8 | ○ | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 9 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 10 | ○ | 委員 | 小南 和也 | (一財)日本建築総合試験所 室長 | 中 |
| 11 | ○ | 委員 | 伊藤 春雄 | ISO/TC163 専門委員 | 中 |
| 12 | ○ | 委員 | 二宮 正道 | 国土交通省 大臣官房官庁営繕部 整備課 課長補佐 | 使 |
| 13 | × | 委員 | 斎藤 卓三 | (一社)住宅性能評価・表示協会 調査部 参事 | 使 |
| 14 | × | 委員 | 菊地 裕明 | (独)都市再生機構 技術調査室企画チーム 主幹 | 使 |
| 15 | ○ | 委員 | 久保田 浩 | (社)日本建設業連合会 仕上げ材料研究会副主査 | 使 |
| 16 | ○ | 委員 | 里 仁 | (社)住宅生産団体連合会 住宅性能部長 | 使 |
| 17 | × | 委員 | 宮嶋 仁一 | (社)全国中小建築工事業団体連合会 | 使 |
| 18 | ○ | 委員 | 瀬古 修司 | (一社)日本サッシ協会 事務局長 | 生 |
| 19 | ○ | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 20 | ○ | 委員 | 宮澤 千頭 | (株)LIXIL | 生 |
| 21 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 22 | ○ | 委員 | 高田 和規 | プラスチックサッシ工業会 主任 | 生 |
| 23 | ○ | 委員 | 高橋 光雄 | 日本木製サッシ工業会 副会長 | 生 |
| 24 | ○ | オブザーバー | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 25 | ○ | オブザーバー | 菊池 クリス | 輸入建材事業者連絡会 事務局長 | |
| 26 | × | オブザーバー | 椿 啓仁 | ハウディー(株) 取締役 第二営業本部本部長 | |
| 27 | ○ | オブザーバー | 小川 雄二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 28 | × | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 29 | ○ | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 30 | ○ | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 31 | ○ | 関係者 | 富田 育男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 専務理事 | |
| 32 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 33 | × | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 34 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第2回委員会議事録

1. 開催日時 ; 平成25年2月15日(金) 10:00~12:00
2. 開催場所 ; (一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者 ; 別紙参照 (出席者 23名、欠席者 10名)
4. 議事内容

■議事進行 : 永田委員長

1) 第1回委員会議事録の確認(資料2:事務局)

・追加、修正なし

2) 平成24年度の実施結果について報告(資料3:永田 委員長、一部担当者説明)

・「窓付属物の断熱性能評価報告書」に基づき説明

・結果:内容は承認された。

但し、記載内容は精査して、更に完成度を挙げ、最終報告書とする。

(計算結果、昨年度実施したラウンドロビンテストでの熱貫流率の測定結果との差異、記載された値の見直し、図、表題記入、など)

<主な内容、質疑について>

(1)スクリーンとシャッターの測定において、各々ブランク(Low-E複層ガラス、樹脂枠窓のみ)の測定結果があるのは、試験法が異なるためである。

(スクリーンは、JISA4710:2004準拠、シャッターは、BLT WDW-1:2006による)

(2)図3.24のブランクの熱貫流率の測定は、昨年度ラウンドロビンテストで測定した窓枠と同じであるが、ラウンドロビンテストでの測定結果(約2.0)より、今回は、 $2.2[W/(m^2 \cdot K)]$ と大きくなっている。

これは、窓取り付け見込み部から逃げていく熱量をラウンドロビンテストでは、無視したが、今回は、サッシ本体から逃げていくとしたためである(清水委員)

(3)ダブルハニカムロールスクリーンの熱貫流率は、ブランクの $2.2[W/(m^2 \cdot K)]$ に比べ半分位の1.2程度になり、かなり低い値で、断熱性が高い

(4)海外でのシャッター納まりは、外壁内に取り付けられている。日本では、外壁面に取り付けられていてシャッタースラットは、外壁面から露出している点が異なる

(5)海外のシャッターに比べ、日本の屋外シャッターは、サッシ一体枠タイプが多い(日本の出荷実績の内2/3がサッシ一体枠タイプ、2009年度)。サッシ一体枠だと熱橋部から逃げる熱量が多くなる。熱橋を考慮しない場合に比べ、考慮すると計算で10%以上、熱貫流率が小さくなる。

今後、ISOへの提案として、シャッター一体枠タイプの熱橋部の評価方法の取組も必要と思われる

(6)4.2.3に記載のハニカムスクリーンの熱抵抗値は、表4.4と図4.8で大きく異なっている。見直す必要がある

(7)スクリーンを設置した場合、周囲のすき間はどの程度か(二宮 副委員長)

⇒今回、全て窓枠内に取り付けた。ダブルハニカムスクリーンのみ両サイドにレール付きであるが、それ以外は、レールはない。レールがない場合のものは、通常取付(両サイドに10mm程度のすき間がある)状態での測定結果である(佐久間 委員)

(8)付属物の測定結果で、断熱性が高いものがある。今後、参考としたい場合、測定した結果は、公開されるのか(二宮 副委員長)

⇒受託事業の報告書は、最終MRI(三菱総合研究所)へ提出。その後、国会図書館で公開されます(事務局)

- (9)窓の断熱性向上には、付加物が効果的であると思う。課題として、ダブルハニカムスクリーンのように、付属物の断熱性能が高くなるほど、窓・フレームでの結露リスクは増大する。測定結果から、中空層部分での上下温度分布が大きいことから、結露のリスクが発生する。今後、付属物の断熱性評価は、結露の問題とセットで考えていく必要がある
(永田 委員長)

5. その他、連絡事項

- (1) 窓の断熱性能実証試験・ISO 化事業は、今年度で終了です
- (2) 「窓付属物の断熱性能評価報告書」は、一部修正、追記して最終報告書とする(～2/22)

以上

【委員会配布資料】

第2回 平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会(2013年2月15日)

ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 副委員長 | 二宮 秀與 | 鹿児島大学 大学院 理工学研究科 教授 | 中 |
| 3 | × | 委員 | 三橋 敏宏 | 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 課長 | 中 |
| | ○ | (代) | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 4 | × | 委員 | 伊藤 明子 | 国土交通省 住宅局 住宅生産課 課長 | 中 |
| | ○ | (代) | 植村 義幸 | 国土交通省 住宅局 住宅生産課 係長 | |
| 5 | × | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 6 | × | 委員 | 伊丹 清 | 滋賀県立大学 講師 | 中 |
| 7 | × | 委員 | 蛭間 功 | (一財)日本規格協会 規格開発部 規格開発ユニット | 中 |
| 8 | × | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 9 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 10 | ○ | 委員 | 小南 和也 | (一財)日本建築総合試験所 室長 | 中 |
| 11 | × | 委員 | 伊藤 春雄 | ISO/TC163 専門委員 | 中 |
| 12 | ○ | 委員 | 二宮 正道 | 国土交通省 大臣官房官庁営繕部 整備課 課長補佐 | 使 |
| 13 | ○ | 委員 | 斎藤 卓三 | (一社)住宅性能評価・表示協会 調査部 参事 | 使 |
| 14 | ○ | 委員 | 菊地 裕明 | (独)都市再生機構 技術調査室企画チーム 主幹 | 使 |
| 15 | ○ | 委員 | 久保田 浩 | (社)日本建設業連合会 仕上げ材料研究会副主査 | 使 |
| 16 | ○ | 委員 | 里 仁 | (社)住宅生産団体連合会 住宅性能部長 | 使 |
| 17 | × | 委員 | 宮嶋 仁一 | (社)全国中小建築工事業団体連合会 | 使 |
| 18 | ○ | 委員 | 瀬古 修司 | (一社)日本サッシ協会 事務局長 | 生 |
| 19 | ○ | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 20 | ○ | 委員 | 宮澤 千頭 | (株)LIXIL | 生 |
| 21 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 22 | ○ | 委員 | 高田 和規 | プラスチックサッシ工業会 主任 | 生 |
| 23 | × | 委員 | 高橋 光雄 | 日本木製サッシ工業会 副会長 | 生 |
| 24 | ○ | オブザーバー | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 25 | ○ | オブザーバー | 菊池 クリス | 輸入建材事業者連絡会 事務局長 | |
| 26 | ○ | オブザーバー | 椿 啓仁 | ハウディー(株) 取締役 第二営業本部本部長 | |
| 27 | ○ | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 28 | × | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 29 | × | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 30 | ○ | 関係者 | 富田 育男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 専務理事 | |
| 31 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 32 | × | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 33 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第1回分科会議事録

1. 開催日時 ; 平成24年4月17日(火) 13:00~14:50
2. 開催場所 ; (一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者 ; 別紙参照 (出席者 16名、欠席者 5名)

4. 議事内容

- ・委員自己紹介、配布資料、参加者の確認(資料1)
- ・H23年度第4回分科会議事録の確認(資料2)
追加、修正なく、承認された

■議事進行 : 永田委員長

1)H24年度の狙い、スケジュール案について(資料3)

- ・ISO提案は、9月(フランス)に行う会議を最終の提案目的としない。9月はTC163全体会議のキックオフなので、参加して発言していく程度のものである。いつ、どこの会議をターゲットにするかは、TC163全体会議を調べて決める。特に10077-1改定の詳細スケジュールは調べる
- ・年間、委員会2回(7月、H25/1月)、分科会5回程度の開催として進める

2)今年度の取り組みについて(永田委員長)

- ①昨年度は、ラウンドロビンテストで熱流計による窓の表面熱伝達率の分布を測定した。伝達率測定結果の分布を考慮するとJISA2102による熱貫流率算出精度は、多少向上する。それに比べてJISA4710で規定する熱箱法で求めた熱貫流率測定結果は、ばらつきが大きく、熱箱の寸法・設置位置などの影響が大きい。表面熱伝達率の分布を考慮しても、熱貫流率の精度は格段によくない

- ②そこで、今年度は、ISO10077-1をA2102-1にJIS化されたときに省かれたものがある。その内容を検討していきたい。その中の付属物の付加熱抵抗、シャッターについて検討していきたい。本年度は、その意味でシャッター協会にも分科会に参画していただいた

- ・海外にあるシャッターをJIS化するとき、海外は日本仕様と異なるのでシャッターは省かれた経緯がある

- ・付加物熱抵抗は、おなじISOでも10077には入っていないが、15099には入っている

(以上、委員長)

- ③シャッターの評価は、JISA4706:サッシに基づきサッシを付けた状態で行っている。断熱評価の測定結果があるので、提供できるか検討する。測定条件を揃える必要があれば、今後揃えていきたい(伊澤委員)

- ・海外と日本とでは、シャッターの取り付け方が違うので試験を行う場合は、サンプルを提供して頂きたい。また、試験を行う場合は、首都大学では設備がないため、ベターリビングか建材試験センターに依頼する事になる(委員長)

- ・サンプル提供できるかは、協会に持ち帰り検討する(伊澤委員)

- ・断熱性を謳ったシャッター商品はない。一般的なシャッター商品訴求として、防犯性、冬暖かいイメージがある(伊澤委員)

④ISO10077-1とJISA2012-1の差異について

- ・ISO10077-1に木のシャッターはある(附属書G、Table G.2 P32)が、日本に木のシャッターはない

- ・附属書G、Table G.1に、気密性による熱抵抗値(R)の記載がある。シャッターのすき間についてR値が変化している。日本の実情に合わせて見直したい(齋藤委員)

3)窓の遮熱委員会の進捗について(倉山委員)

- ①計算法は、7月に完成をめどに進めている。ISO15099と異なる方法で計算を行っている
- ②試験方法については、今年度スタートしたところである

4) 資料6;文献「開口部の断熱性能に関する研究」の内容説明 (清水委員)

- ①一般的に使われている熱貫流率の式と主な測定結果のについて
 - ・開口部に付加物を取り付けることによる熱貫流率の増分(ΔR)について測定した
- ②外付けルーバーに比べて断熱雨戸(気密状態Ⅲ)では、 ΔR は0.2ほど増加する。気密性の高いものは、 ΔR は大きくなる
- ③一般複層ガラスとLow-E複層ガラスに付加物のついた ΔR を比較すると、その差はほとんどない

5)次回分科会に向けての実施事項と役割について

- ①ISO提案に向けて、TC163の全体スケジュール、及びISO10077-1の改定スケジュールの調査(齋藤委員)
- ②窓フレームの材質をPVCからアルミニウムに変えた場合の熱貫流率の計算を実施(宮澤委員、上乘委員)
 - ・断面が、PVCとアルミニウムと異なるが、先ず単純に材質のみ変えて結果を見る。変わるようであれば、詳細をその後、検討する。材質により、表面温度分布状態、対流熱伝達率が変わるかを確認したい(委員長)
 - ・計算に必要な窓データの準備、提供(委員長)
- ③付属物について、海外を含めた既往研究結果の調査(佐久間委員)
- ④対流熱伝達率を変えた場合の熱貫流率の違いについて、アメリカの情報を調べる(齋藤委員)
- ⑤シャッターの熱性能測定結果の提供、および測定の場合は、シャッターサンプル提供の可否について検討(伊澤委員)
- ⑥窓表面の気流シミュレーションについて実施(昨年度の継続、宮澤委員)
- ⑦付加物の熱抵抗の評価法は、窓の遮熱委員会での実施内容と同じにならないよう、遮熱委員会の二宮委員長に次回の分科会のご参加頂くよう調整する(事務局)

■試験の実施は、ベターリビングか建材試験センターで行う。実施内容が具体化した時点で計画する

6)連絡事項

- 1. 資料4;JIS A 2102-1、資料5;ISO 10077-1は、この委員会活動以外に使用しないよう取り扱いには、十分注意をお願いします
- 2. 次回: 第2回 分科会の開催日時 :5月25日(金) 9:00~11:00
場所 : (一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室

前日(5月24日)開催する窓 遮熱のWGに二宮委員長がご出席により、25日に設定。

⇒二宮委員長、25日AM 大学で授業あり、調整中(4/18 依頼)

二宮委員長ご都合悪く、ご欠席の場合は、永田委員長と相談しますが、当日の開催スケジュールは予定しておいてください

以上

【分科会配布資料】

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO 化委員会

第1回分科会(2012年4月17日) ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | × | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば | 中 |
| 5 | ○ | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | × | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | ○ | 委員 | 宮澤 千顕 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 9 | ○ | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | ○ | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | ○ | オブザーバー | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 12 | ○ | オブザーバー | 吉野 謙二 | (社)日本サッシ協会 | |
| 13 | × | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 14 | × | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 15 | ○ | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 16 | × | 関係者 | 宮内 光弘 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 17 | ○ | 関係者 | 高橋 朝子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 18 | ○ | 事務局 | 青山 尚昭 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 19 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 審議役 | |
| 20 | ○ | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 21 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第2回分科会議事録

1. 開催日時；平成24年5月25日(火) 9:00~11:20
 2. 開催場所；(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
 3. 出席者；別紙参照(出席者 18名、欠席者 3名)
 4. 議事内容
 - ・H24年度第1回分科会議事録の確認(資料2-2、事務局)
内容追加、修正なく、承認された。(誤字訂正:機密→気密、紀要→既往)
 - 議事進行：永田委員長
窓の断熱で試験を行うとすると、遮熱と調整して進めた方が効率的なので、遮熱の状況もお聞きして進めたいので、本日は遮熱の二宮委員長にも参画していただいた(委員長)
配布資料に基づき、内容の説明を行った。○印は、次回の課題、及び決定事項を示す
- 1) ISO提案スケジュール調査結果、及びISO10077-1におけるシャッター項の説明(資料2-3、齊藤委員)
 - (1)ISO/TC163/SC2 WG9におけるISO 10077-1検討スケジュールについて
 - ・2011年9月 ベルリン会議(Systematic Reviewを反映したAmendment作成決定)。
その後の2012年2月 ロンドン会議 具体的な進捗なし
次回会議 2012年9月第一週 場所:フランス/ラロシェル
 - 次回会議へは、窓の断熱を扱うISO/TC163/SC2 WG9へ日本の取組について情報提供を行い、各国の意見収集を行う(Ist Step)。次に、ISO10077-1の改訂・追加提案を行う(II nd Step)
 - ・情報提供は、Convenorへの根回し、3週間程度前に資料送付が必要
 - 情報提供には、昨年度実施した、熱伝達率分布の測定結果、その装置を入れるか、シャッターを扱うか、何らかの検討が必要である(委員長)
 - (2)ISOのJIS化に際して問題になった、閉鎖型シャッターの取扱いについて
 - ・日本仕様とISOとで異なる点
ISOでは、外壁の内側に取り付けられている。また、シャッター周囲にすき間が有り、すきまの寸法により空気漏れ(気密)性を5段階に分け、各々の気密レベルに付加熱抵抗を決めている(G. 1)。
シャッター+空気層(シャッター、ガラス表面間)の熱抵抗をここでは、付加熱抵抗と呼んでいる
 - ・シャッターの熱抵抗 R_{SH} が未知の場合、付加熱抵抗 ΔR はシャッターの材質・タイプにより、各々3段階に分けている。材質・タイプにより(G. 2)で R_{SH} がわかれば、(G. 1)で、 ΔR は計算できると思われるが、(G. 2)で何故、材質・タイプにより各々3段階に分けているのか、疑問である(委員長)
 - Q:(G. 2)の木製30mmは、木全体の厚さでしょうか(委員長)
A:わからないので調べます(齊藤委員)
 - 2)上下熱伝達率分布による影響(資料2-4:上乘委員)
 - (1)ガラス部低温側熱伝達率を変えた場合(25中心に、15もしくは35[W/(m²·K)])の、熱貫流率を計算した。ガラス表面の熱伝達率を変えず、上枠、縦枠、下枠、上・下枠の表面熱伝達率を変えても熱貫流率は、0.01[W/(m²·K)]未満に収まっている
 - (2)材質違いによる上下熱伝達率分布による影響
 - ・樹脂の熱伝導率のみをアルミのものに変えた場合の熱貫流率を各々計算した
高温側+低温側の表面熱伝達率の合計値(0.17)を変えず、低温側を変化させた(15,25,35[W/(m²·K)])。窓全体の熱貫流率への影響は、樹脂サッシでは、約0.01、アルミサッシでは、0.02[W/(m²·K)]となり、材質違いによる差は、少しあるが、窓全体の熱貫流率に及ぼす影響は小さい

- (3)材質違いによる表面(室内側、窓枠下部)温度の比較
- ・低温側熱伝達率(15、25、35[W/(m²·K)])に対し、樹脂枠は16.6、15.7、15.3℃、アルミ枠は、7.0、4.6、3.6℃であり、アルミ枠で差が大きい(7.0-3.6=3.4℃)
 - ・アルミ枠表面温度がこれだけ低いと、間違いなく結露する
- 全体でみると、平均化されるので、フレームの熱貫流率を示しておいた方が良い
- 継続検討であるが、計算ソフトが改定されてから検討する(委員長)
- 3) 付属物について、海外を含めた既往研究の調査結果(資料2-5:佐久間委員)
- (1) 海外を含めた調査で有るが、今回は、国内の付属物の断熱に関する既往研究をまとめた概要について説明
- ・計算ソフト「Windeye」における付属物の熱抵抗において、 ΔR (付加熱抵抗増加)は、補正を行っている。計算していく方法(上下、面、放射率など)で難しくないロジックを組み立てて、それに役立つ試験を行っていくのが望ましい。補正を行うやり方は、理屈が有れば良い
- 既往研究は、上乘委員のものが多いので、ロジック作りは、上乘委員が協力する
- (2)No. 10 断熱性能試験データ(2012年 ニチベイ)について
- Q:アルミ蒸着で熱抵抗値がかわる。蒸着面の放射率は?
- A:0.2~0.3位です(佐久間委員)
- Q:アクリル板単体の熱抵抗値が違うが、原因は何でしょうか
- A:測定時期による差です
- ・最新データを含め多くのデータが有るので、試験を行う場合、参考にして、有意義なデータにする
- No. 10断熱性能試験データは、まだ公開されていないので、取り扱いには注意してください
- (3)全体について
- ・すき間の影響を入れた試験結果の多いのがわかった。同じ条件でまとめられるかが問題である。執筆者が分科会のメンバーなので整理する必要がある
 - ・試験データを追加したい。建材試験センターに放射率測定結果はないでしょうか。分析するには、データが不足している。放射率測定は、数種類行ってもよいかもしれない。予算は厳しい
- データは、これ以上、ないと思われる。放射率測定は可能か検討する。行うとしても、垂直放射率である(藤本委員)
- 海外への提案となると、海外との比較も必要なので、海外の既往研究は、継続調査とする。特に、ISO15099-1において付属物のまとめの根拠になっていると思われる。ASHRAE, NFRCも同様である。計算ロジックについても調べる。計算ロジックは、海外でも同じであると思われる。付加熱抵抗がどうなっているか、調査する(佐久間委員)
- 4) 各国規格の境界条件によるフレーム熱貫流率について(資料2-6:齊藤委員)
- 各規格の境界条件の違いが熱貫流率にどう影響するかを見ている。熱貫流率は、同じモデルで計算した(参考 アルミ非断:アルミ型材を断熱していない アルミ形断:アルミ型材を樹脂で断熱を示す)
- (1)境界条件について
- ・NFRC100では、フレーム材質により、室内側対流熱伝達率がことなる。他規格は、材質により一定
- ガラス中央部は、規格によって変わらないので有れば、その値を表に記載しておくこと
- (2)フレームの熱貫流率について
- ・NFRC100では、フレームがアルミ非断の場合室内側対流熱伝達率によりフレームの熱貫流率に最大10%以上の差がある
 - ・フレームが樹脂の場合は、NFRC100とJISA2102-2、ISO10077-2と冬期条件のISO15099と大きく変らない

- ・フレームの熱貫流率の小さなものもある。JISでは、想定外なのか継続して検討する(齊藤委員)
- 5) 窓シャッター断熱性能試験データ(資料2-7:伊澤委員)
 - ・スラットによる区分3タイプ、収納方式3タイプ、サッシとの組み合わせ2タイプの概要説明
 - ・スラットによる区分:①一般的で多く出ているクローズタイプ(鋼板厚 0.3~0.4mm)、②アルミロールホームの中にウレタンが入ったスリットタイプ、③シャッターカーテン部がアルミ型材のブラインドタイプがある
 - ・収納方式:正巻きは、収納部が取付面より約100mm出る。逆巻きは、プレハブ住宅に多く採用されており、収納部の出が40~50mmと少ないのが特長
 - ・サッシとの組み合わせ:サッシ枠一体タイプ(サッシメーカーに多い)、サッシ枠別体タイプ(シャッターメーカーに多い)
 - ・窓シャッター断熱性能試験は、ガラス単板5mmでクローズタイプ、スリットタイプの計6件行った。スリットタイプの開は、完全に巻きあげた状態、閉は完全に閉め切った状態である、途中の状態のデータはない
 - ・ガラス間すき間に送風が入りこむと、測定値がかわるので、送風なしで実施した
 - ・正巻きは、シャッターガラス間の空間が大きくなり、表面熱伝達抵抗がかわるので、送風なしの試験データを補正している
 - ・スリットタイプの熱貫流率において、ウレタンの断熱材の影響は少なく、それよりも型材の熱橋による影響が大きい。ウレタンは、強度UPを狙って入れている。
 - ・シャッター単体の気密性の測定は、行っていない。気密性は、窓で確保するが前提です
- ・サンプル提供は、①クローズタイプで2体、②スリットタイプで2体、可能である。③ブラインドタイプは、高価格でもあり、提供は難しい
 - ・収納部がついていると、試験は出来るか、検討が必要である。
収納部を取ると正巻き、逆巻きによる収納部の出寸法は関係がなくなる
 - ・試験体枠を作る必要がある
- ・試験体提供は、計画が具体的になってから、願います。代表的なもので、ディテール、納まり図面を提供していただく。データは、計算法にも必要である(伊澤委員)
- 6) 流体解析による熱伝達率の把握(昨年度の振り返り)(資料2-8;宮澤委員)
 - 断熱試験を流体解析でシュミレートし試験体表面の熱伝達率を把握する
 - ・課題として、風速が遅くなっているか所の熱伝達率が大きくなっている。通常風速が大きくなると、対流熱伝達率は大きくなる。逆の現象である
 - ・乱流エネルギーとの関係を検討したが、上記現象とは、関係ないようである
 - Q:熱伝達率が結果に大きく寄与しないと考えれば、これ以上解析検討しなくてもよいのでは(宮澤委員)
 - A:熱伝達率の精度を上げれば、熱貫流率の精度は良くなる。ただ、試験精度がそこまで到達していないのが、問題である。分布を考慮すると精度は、良くなる(委員長)
- ・差異は継続検討する(宮澤委員)

5. 連絡事項

- 1)次回: 第3回 分科会の開催日時、それまでの実施項目、担当決めは別途行う
 - 2)第1回、窓の断熱、遮熱委員会の開催日時: 8月1日(水) 13:00~17:15
 - ・窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会 13:00~15:00
 - ・窓の遮熱性能計算・試験方法JIS改正原案作成委員会 15:15~17:15
- 場所(いずれも):(一社)日本建材・住宅設備産協会A、B会議室

以上

【分科会配布資料】

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO 化委員会

第2回分科会(2012年5月25日) ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | ○ | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 5 | ○ | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | × | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | ○ | 委員 | 宮澤 千顕 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 9 | ○ | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | ○ | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | ○ | 委員 | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 12 | ○ | オブザーバー | 二宮 秀與 | 鹿児島大学 大学院 理工学研究科 教授 | |
| 13 | ○ | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 14 | ○ | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 15 | ○ | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 16 | × | 関係者 | 宮内 光弘 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 17 | × | 関係者 | 高橋 朝子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 18 | ○ | 事務局 | 青山 尚昭 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 19 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 審議役 | |
| 20 | ○ | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 21 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第3回分科会議事録

1. 開催日時；平成24年7月23日(月) 13:00～15:30
2. 開催場所；(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者；別紙参照(出席者13名、欠席者5名)
4. 議事内容

・H24年度第2回分科会議事録の確認(資料2-2、事務局)
ISO会議開催場所をラロシェ→ラロシェルに訂正の上、承認された。

■議事進行：永田委員長

窓の断熱に効果のある付加物について、評価をしていきたいと考えている。今年度は、日本シャッター・ドア協会、日本インテリアファブリックス協会から委員に参画していただいたので、室内外の遮蔽物(シャッター、スクリーン)について、試験を行う方向で検討したい(委員長)

配布資料に基づき、内容の説明を行った。○印は、次回の課題、及び決定事項を示す

1) シャッター納まり図面の検討(資料3-3:伊澤委員説明)

(1)資料について

・資料の図面は、正巻、逆巻それぞれの一般的な図面である

(2)試験体について

○窓試験体は、前年度使用した熱伝達率分布測定装置を用い、取り付け枠は昨年度試験のものがBLに保管してあるのでそれを使用する

○シャッター試験体は、通常タイプとし、正巻、逆巻各1計2とする

○シャッター取付は、シャッターメーカーにお願いする

(3)注意点など

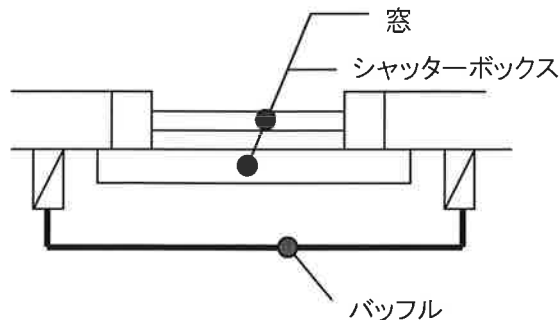
・シャッターボックスは、熱橋にならないか注意が必要である

・過去の関連試験においてシャッターは、伝熱面積に入れていない(清水委員)

・サッシ一体型シャッター(サッシメーカー製品)では、フィン効果が問題となるが、シャッターメーカーのものではほとんど影響が無いと想定される

・送風は必要であるが、シャッターボックスがあり、普通の送風ができないので、検討が必要である

・シャッターの気密性の測定は試験項目にないが、BLで過去に圧力補償法により測定した例がある(取付例)



(4)課題など

○取付方法、納まり図面の検討(伊澤委員、清水委員)

○送風の仕方は、検討する

2) 屋内遮蔽物と断熱性試験結果について(資料3-4、3-6:佐久間委員説明)

(1) 資料について

- ・資料3-4の試験は、アクリル板に100mm中空層の場合で、試験条件は同じである
- ・資料3-6(菅原正則、他:面部材が非気密性に付属する開口部の熱貫流率に関する数値計算法の提案と断熱効果の検討)の試験では、すき間を考慮している

(2) 試験体について

- 内付け(窓枠見込取付)にした方が、遮蔽物と周囲のすき間は小さく、結果に及ぼす影響は少ない。すき間条件は、同じで行うため、スクリーンにガイドを付けて行うことも検討する
- ・サンプルは5体程度を無償で提供可能(佐久間委員)
- スクリーンの試験サンプルは、性能の良いものを行う。そのため、ガラス繊維の一般メッシュタイプ生地(資料3-4、No.2)、その遮熱タイプ(同No.3)、ハニカムスクリーンの一般生地タイプ(No.4、もしくはNo.5)、そのダブルハニカム(No.6、もしくはNo.7)の4タイプを考える
- サンプルは、穴があいているように見える。放射率の測定は、建材試験センターで測定した。データは出せるので、エビデンスを調べる(佐久間委員)
- 窓見込部から逃げる熱量をどのように評価するか、試験前迄に決めておく必要がある。付属物前後で見込部を介しての熱移動は無視できない大きさである。熱流計を貼って直接評価する方法がとれると良いが、スクリーンのガイドが有るため、熱流計を貼るスペースがない。BL法では、見込部から逃げる熱量はサッシ部から逃げたとしている(清水委員)

3) シャッター熱貫流抵抗測定事例(資料3-4:齊藤委員説明)

- ・測定事例、試験方法は、継続して調べる(送風の仕方、バツフル板など)

○4) 試験について

- ・試験体数計7タイプで計画する
- ・ブランク1タイプ、シャッター2タイプ(逆巻き、正巻き)、スクリーン4タイプを想定
- ・試験場所は、(一財)ベターリビング つくば を第一候補とする
- ・試験期間:10/22～、10日間位
- ・試験計画作成(清水委員中心、取付納まりは、伊澤委員協力)

5) 試験費用について

- ・試験に関わる運搬、試験、消耗品費で計52万円(税抜き)を計上している。試験体数からみて、試験予算が少ないので、人件費の削減、未確定の海外出張費などを精査する(事務局)

6) 計算法について

- 既往研究を見ると特殊なことを行っている訳ではない。原理的には通気層も類似である。中空層の熱抵抗についてはISO 6946にも記述がある。継続して整理を進める

5. 第1回委員会(8/1 13:00～15:00)の資料は、以下とする

- 1) 試験の計画書(試験方法含む) …担当:清水委員
- 2) 屋内遮蔽物試験体(案) …分科会資料3-4(佐久間委員資料)
- 3) シャッター断熱試験 …分科会資料3-4(佐久間、上乘委員資料)
- 4) ISOへの情報提供、調査内容 …担当:委員長、齊藤委員
- 5) 文献
 - ・開口部の断熱性能に関する研究…分科会資料1-6(清水委員資料)
 - ・部材が非気密性に付属する開口部の熱貫流率に関する数値計算法の提案と断熱効果の検討…分科会資料3-6(佐久間委員資料)

6・その他

- 1) 次回分科会の開催日時は、第 1 回委員会終了時に決める
- 2) ISO/TC163/SC2/WG9 への海外出張は、早めに手配する(予算削減のため、航空機予約は早めに行う)
出張者は、齊藤委員 1 名とする

以上

【分科会配布資料】

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会

第3回分科会(2012年7月23日)ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|-----|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | ○ | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 5 | ○ | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | ○ | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | ○ | 委員 | 宮澤 千顕 | ㈱LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | × | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 9 | ○ | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | ○ | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | ○ | 委員 | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 12 | × | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 13 | ○ | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 14 | × | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 15 | × | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 16 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 17 | × | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 18 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第4回分科会議事録

1. 開催日時；平成24年10月11日(月) 12:30～14:30
2. 開催場所；(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者；別紙参照(出席者14名、欠席者5名)
4. 議事内容

■議事進行：永田委員長

配布資料に基づき、内容の説明を行った。○印は、決定事項、及び次回の課題を示す

- 1) 試験を行うに当たり、首都大学東京の卒論生 于海源(ウカイゲン)さんに手伝って頂くため、今回からオブザーバーとして分科会に参加してもらいます
 - 2) H24年度第1回委員会議事録の確認(資料4-2、事務局)
修正、訂正なく承認された。
 - 3) 付属物による断熱性能の向上効果確認試験と試験スケジュールについて説明(資料4-3、清水委員、資料4-4、伊澤委員)
 - 内容とスケジュールは、承認された(具体的な決定内容は、下記に記載)
下記、記載以外に要望などあれば、至急、永田委員長、事務局に連絡する
 - (1) 付属物の種類：ロールスクリーン4種類、シャッター2種類とする
 - (2) 試験方法：JIS A 4710:2004「建具の断熱性能試験」を基本とする
 - ・ ΔR の算出は、下記①、②の2種類で行う
 - ① サッシのガラス部分に取付けた熱流計の測定値から ΔR を求める
 - ② 加熱箱へのインプット熱量 Q から試験体枠の見付面からの流出熱量 Q_w (熱流計により測定)と加熱箱から室内側恒温室への流出熱量 Q_b を差し引いた熱量を試験体通過熱量 Q_s として ΔR を求める。試験体通過熱量 $Q_s = Q - Q_w - Q_b$
 - (3) 試験方法：JIS A 4710:2004「建具の断熱性能試験」を基本とする
 - ・窓枠見込み部分からの流出熱量は無視(サッシ部から逃げたこと)とする。窓枠見込み部分から逃げた熱量を出そうとすると、標準試験体を準備して行う必要があり、試験数が多くなり、現実的でないので、今回は行わない
 - ・外気側、気流発生装置がシャッターに当たり、下から送風した状態で測定出来ない。よってBL試験で行っている、シャッター表面に風を当てるやり方で行う。そのため、環境温度の算出ができなくなるため、空気温度を使用する。外気側は、対流成分が大部分を占める。断熱性の良いLow-Eガラスを使うので、環境温度と空気温度の差は、小さくなり、問題ないと思う
 - ・センサーコードの引き出しは、窓枠近くで行うと、測定結果に影響しやすい。窓枠からの引き出し部は、テープを貼り付けるなどして気密性確保、断熱欠損にならないように特に注意する
- <シャッターについて>
- シャッターの気密性測定は、今回行わない。気密性測定は、首都大学東京で行うよう考える(永田委員長)
 - 周囲が閉った状態で行う(ISO記載のように、すき間を開けない)
 - スリット正巻きタイプは、スリットがあるので、スリット開状態の測定についても実施を検討する(清水委員)
 - シャッター、ガラス間の中空層の熱抵抗も求めたいので、シャッター屋内側表面、および空気層の温度も測定する
- <スクリーン>について(資料4-5:佐久間委員)
- ・試験体案においてスクリーンタイプNO2, 3、ハニカムスクリーンタイプNO4, 6の計4タイプについて行う。NO7タイプも断熱性能はよいが、メーカーが外資系なので、手続き上、問題あるかもしれない、また問い合わせの都合上、NO6を選択した
 - 気密性の測定は、ベターリビングでは行わない。周囲のすき間寸法は、測定しておく
気密性の測定は、圧力をかけると、スクリーンが変形して、正しく測定できない可能性がある。首都大学東京で測定できるかを検討する(永田委員長)

- 窓枠内に取り付ける。ガラスとスクリーン間寸法は、一定にして測定する
 - スクリーンの表面温度を測定する。測定位置は、首都大学が指定する
 - ・資料に記載の試験体 N06, 7のイメージ図が抜けているので、入っている資料と入れ替える
- (4)スケジュールについて

- ・試験期間は、10/26～11/16 とする。10/31 から測定を開始する
- ・試験体枠製作は、10/26 予定であるが、業者に枠製作可能か日程確認する(伊澤委員)
- ・ロールスクリーンの測定は、取り付けの難しいレール取付けタイプから先に行う。
 - 初日(11/6)、佐久間委員取り付け立会い(朝～15時予定)
- 測定の準備、測定は、首都大学の干海源 さんに協力していただく
 - 特に、首都大学から窓一式をベターリビングへ送る前に、熱流計などに断線がないか、よく確認してから送る(干海源 オブザーバー)

4)費用、その他

- ・全体予算 90 万円である。試験費用は、そこから、運送費を差し引いた額となる
- ・運送費用は、見積りで 15.5 万円(梱包は、依頼者側で実施)であった。相見積りなどで更に安くならないか検討する(事務局)
- ・梱包は、昨年度と同じ仕様とする(首都大学東京、及びベターリビングで行う)
- ・試験体枠製作費用は、日本シャッター・ドア協会が負担する
- ・首都大学東京への窓一式借用書の内容は、昨年と同様であるので、手続きを進める(事務局)
- ・その他、書類準備は、事務局で進める(試験依頼、運送契約など)

5)ISO/TC163(建築環境における熱的性能とエネルギー使用)/SC2(計算方法)/WG9

(at LaRochelle) 出張報告;(資料 4-7、齊藤委員)

- ・フランスのシャッター窓は、外壁見込み内に取り付けられていた。日本の窓は外壁面、シャッターは、その外側に取り付ける。窓、シャッターの取り付け位置が異なっている。日本のシャッターは、窓の熱橋になり易い。特に、窓シャッター一体型は、熱橋の影響が大きいと思われる
- 窓シャッター一体型の熱橋解析を行い、一体型でないものとも比べて熱橋がどの程度か把握する(齊藤委員)
 - ・フランス(LaRochelle)のシャッターは、周囲に ISO10077-1 に記載するようなすき間はなかった。記載のすき間は、シャッターのスリットを網羅した開口かと思われる
 - ・内付け付属物も ISO の中に、入れるよう提案したが、スコープに載っていないということで、却下された
 - ・一体型は、正巻きで、住宅会社で多く見られる
- 一体型の測定データが有れば、開示するようにする(齊藤委員)
 - ・内付けの付属物の扱いは、ISO10077 に記載はない。あるとすれば、EN13367 と思われる

6)今後の取り組みとして

- ・窓の断熱性を高めるには、付加物が有効である。付加物を使用した時の ΔR (熱抵抗)を評価できるようにしていくことは、大切である。来年度も継続が必要と考えている(永田委員長)

7)伝熱解析プログラム TB2D/BEM Ver. 3 講習会のご案内(資料 4-6、:宮澤委員)

- ・伝熱解析プログラムであるが、遮熱計算もできる。ソフトは、ALIA((一社)リビングアメニティ協会)で作成した
- ・放射と対流熱伝達率の分離は出来ていない。総合熱伝達率を入力する
- ・Ver. 3 で追加されたのは、要素数の増加、機能の増加(フレームの熱貫流率U値をそのまま出すことができる、など)である
- ・首都大学東京 でも今後、使えるよう検討する(永田委員長)

5. その他

1)次回分科会の開催日時: 12月20日(木) 15:00～17:00

場所: (一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室

議題: 試験結果について

以上

【分科会配布資料】

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会

第4回分科会(2012年10月11日)ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | ○ | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 5 | × | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | × | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | ○ | 委員 | 宮澤 千顕 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 9 | ○ | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | ○ | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | ○ | 委員 | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 12 | ○ | オブザーバー | 于海源 | 首都大学東京 永田研究室 卒論生 | |
| 13 | ○ | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 14 | × | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 15 | × | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 16 | ○ | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 17 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 18 | × | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 19 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO化委員会
第5回分科会議事録

1. 開催日時；平成24年12月20日(木) 15:00～17:15
2. 開催場所；(一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
3. 出席者；別紙参照(出席者14名、欠席者5名)
4. 議事内容

■議事進行：永田委員長

配布資料に基づき、内容の説明を行った。○印は、決定事項、及び次回の課題を示す

- 1)H24年度第4回分科会議事録の確認(資料5-2、事務局)
 - ・内容は、修正、訂正なく議事録は、承認された
 - ・第4回分科会で紹介のあった、伝熱解析プログラムTB2D/BEM Ver. 3 講習会に于 オブザーバーが参加した(永田委員長)
- 2)付属物による断熱性能の向上効果確認試験結果について(資料5-3、清水委員、資料5-4、永田委員長)
 - (1)試験は、大きな問題なく終了した
 - ・ブランク1タイプ、スクリーン4タイプ、シャッター2タイプ(逆巻き、正巻きでスリット閉、開)を実施した
 - 資料5-3の文化シャッターは逆巻き、三和シャッターは正巻きである
 - ・スクリーンタイプ詳細は、配布資料:参考 スクリーン試験体を参照
 - (2)試験について
 - ・スクリーンの試験はJISA4710によって、シャッターは正面から送風するためBLT WDW-01によって行なった
 - ・窓枠の見込み部から逃げていく熱量は、サッシ本体から逃げていくとした。
 - 熱量は、ガラス面に貼った熱流計の測定結果である
 - ・ガラス表面温度は、熱流計の中央部分で測定した
 - ・窓枠表面温度は、横枠で上下各1点、縦枠で左右各3点の計8点を測定した
 - ・シャッターの測定において、シャッター表面に風を当てるため、室外バツフルは測定できない。環境温度の測定が出来ないので、空気温度を測定して熱貫流率を求めた
 - (3)結果について
 - ・測定結果の表示は、室内側から見た向きで表している。
 - よって記載の位置は、室内外とも同じ位置を表している
- データのみまとめ、データを計算へ利用する場合は、データ異常値が有るので、それを削除する
- 上下温度分布を考慮して計算を行い、試験結果と合わせることが出来るかを検討する(永田委員長)
 - ・シャッターの測定を見ると熱貫流率は、シャッター正巻きの方が逆巻きより大きい、熱抵抗は、逆巻きの方が逆に大きくなっている。精査が必要である
- 3)日本のシャッター一体枠熱橋効果の評価方法について(資料5-5、齊藤委員)
 - ・窓枠材質による線熱貫流率(例えば、内障子側上部)を見ると、アルミ樹脂複合窓は0.109、樹脂窓は0.045であり、約半分となる。これは、材質による熱橋の影響である
 - ・どこまでを完全断熱として計算しているのか、わかりにくい(永田委員長)
 - 外装材表面までである(齊藤委員)
 - ・シャッターのない場合とシャッター一体形のフィン効果がどうなるのか、わかりにくい
 - シャッターを巻きあげた状態では、シャッターボックスをモデル化していない。外気と同じとしている
 - ・ISO1077-1での計算は、何をベースに付加熱抵抗を加えているのか。ISOではシャッターを巻きあげ、シャッターがなくなった状態をモデル化しているとするれば、シャッター一体枠の必要性はないと思われる
 - ・窓の召合せ部は、空気が薄くなっている分、熱抵抗が変わる。召合せ部を入れずに、窓四周だけで評価した方がよい(上乘委員)
 - ・熱橋効果は、窓枠によって異なる。熱橋効果をPR・説得させるとすると多量に多くの計算バリエーション

があった方がよい(永田 委員長)

- 線熱貫流率を部位ごとに出している計算プロセスをもっと詳しく記載する。また、ISO1077-1 の計算はどうしているかも明確にする

4)まとめ、その他

- (1)今回の試験結果の課題として、窓上下の温度差が大きいことがわかった。熱流なら平均してしまうので問題にならないが、温度の場合、結露の問題が出てくる。これを計算に入れるか入れないかが課題である
- (2)報告書には今回の検討結果と課題を分けて記載する
 - ・付加物について、今後も検討が必要と思う。断熱性の良い窓に断熱性の良い付加物を付ければ、結露しないということをしていきたい
- (3)このテーマは今年度で終了の計画であった。予算的なものもあり、継続は見送った。業界が必要とすれば、そこから費用を出して貰い、検討してH26 年度テーマ申請する方法はある(永田 委員長)

5)成果報告書の作成分担、 委員会名簿(事務局)

- (1)序文 (事務局案作成、永田委員長確認)
- (2)付属物の状況
 - 1. 屋外付属物 (伊澤 委員)
 - 2. 屋内付属物 (佐久間 委員)
- (3)付属物による断熱性能の向上試験(清水 委員、于オブザーバー、永田 委員長)
- (4)付属物による断熱性計算結果 (上乘 委員、宮澤 委員、于オブザーバー)
- (5)シャッター一体枠形の熱橋効果の評価方法(齊藤委員)
- (6)ISO/TC163/SC2(計算方法)/WG9 への出張報告(齊藤 委員)
- (7)まとめ (永田 委員長)

上記、成果報告書を作成し、永田委員長が全体を確認する。それを本員会で報告する

5. その他

- 1)本員会の開催日時: H25 年2月15日(金) 10:00~12:00
(分科会終了後、上記に変更)
場所: (一社)日本建材・住宅設備産業協会 A、B会議室
議題: 最終年度テーマ報告

以上

【分科会配布資料】

平成24年度 窓の断熱性能実証試験・ISO 化委員会

第5回分科会(2012年12月20日)ご出席者名簿

| | 出欠 | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | ○ | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | ○ | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | × | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | ○ | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば 総括試験研究役 | 中 |
| 5 | ○ | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | × | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | ○ | 委員 | 宮澤 千顕 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | ○ | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山株式会社 三協アルミ社 主事 | 生 |
| 9 | ○ | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | ○ | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | ○ | 委員 | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 12 | × | オブザーバー | 于 海源 | 首都大学東京 永田研究室 卒論生 | |
| 13 | ○ | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 14 | ○ | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 15 | ○ | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 16 | × | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 17 | ○ | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 18 | × | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 19 | ○ | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

経済産業省委託
平成24年度国際標準開発事業

窓の断熱性計算方法に関する標準化
「窓付属物の断熱性能評価報告書」

平成25年3月

一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会

窓の断熱性能実証試験・ISO化 委員会

委員会委員名簿

| | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | 副委員長 | 二宮 秀與 | 鹿児島大学 大学院 理工学研究科 教授 | 中 |
| 3 | 委員 | 三橋 敏宏 | 経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 課長 | 中 |
| 4 | 委員 | 伊藤 明子 | 国土交通省 住宅局 住宅生産課 課長 | 中 |
| 5 | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 6 | 委員 | 伊丹 清 | 滋賀県立大学 講師 | 中 |
| 7 | 委員 | 蛭間 功 | (一財)日本規格協会 規格開発部 規格開発ユニット | 中 |
| 8 | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 9 | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば | 中 |
| 10 | 委員 | 小南 和也 | (一財)日本建築総合試験所 環境試験室 室長 | 中 |
| 11 | 委員 | 伊藤 春雄 | ISO/TC163 専門委員 | 中 |
| 12 | 委員 | 二宮 正道 | 国土交通省 大臣官房官庁営繕部 整備課 課長補佐 | 使 |
| 13 | 委員 | 斎藤 卓三 | (一社)住宅性能評価・表示協会 調査部 | 使 |
| 14 | 委員 | 菊地 裕明 | 独立行政法人 都市再生機構都市再生機構 技術調査室企画チーム 主幹 | 使 |
| 15 | 委員 | 久保田 浩 | (社)日本建設業連合会 仕上げ材料研究会 副主査 | 使 |
| 16 | 委員 | 里 仁 | (社)住宅生産団体連合会 住宅性能部長 | 使 |
| 17 | 委員 | 宮嶋 仁一 | (社)全国中小建築工事業団体連合会 | 使 |
| 18 | 委員 | 寺尾 孝雄 | (社)日本サッシ協会 | 生 |
| 19 | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 20 | 委員 | 宮澤 千頭 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 21 | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山アルミ株式会社 主事 | 生 |
| 22 | 委員 | 高田 和規 | プラスチックサッシ工業会 主任 | 生 |
| 23 | 委員 | 高橋 光雄 | 日本木製サッシ工業会 副会長 | 生 |
| 24 | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 25 | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 26 | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 27 | 関係者 | 富田 育男 | (社)日本建材・住宅設備産業協会 専務理事 | |
| 28 | オブザーバ- | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | |
| 29 | オブザーバ- | 菊池 クリス | 輸入建材事業者連絡会 事務局長 | |
| 30 | オブザーバ- | 椿 啓仁 | ハウディー(株) 取締役 | |
| 31 | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 32 | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 33 | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

表2 分科会委員名簿

| | 区分 | 氏名 | 所属 | 種別 |
|----|--------|--------|--------------------------------------------------|----|
| 1 | 委員長 | 永田 明寛 | 首都大学東京 大学院 都市環境科学研究科 准教授 | 中 |
| 2 | 委員 | 倉山 千春 | 国土交通省 国土技術政策総合研究所 立原庁舎 建築研究部 環境・設備基準研究室 主任研究官 | 中 |
| 3 | 委員 | 藤本 哲夫 | (一財)建材試験センター 経営企画部 | 中 |
| 4 | 委員 | 清水 則夫 | (一財)ベターリビング つくば | 中 |
| 5 | 委員 | 石積 広行 | (一社)日本サッシ協会 住宅技術部会 委員 | 使 |
| 6 | 委員 | 泉谷 健介 | 板硝子協会 規格委員会 SC2/WG2 委員 | 生 |
| 7 | 委員 | 宮澤 千顕 | (株)LIXIL IT推進本部 | 生 |
| 8 | 委員 | 上乘 正信 | 三協立山アルミ株式会社 主事 | 生 |
| 9 | 委員 | 齊藤孝一郎 | YKK AP(株)開発本部 技術開発部 技術解析室 | 生 |
| 10 | 委員 | 伊澤 秀観 | (社)日本シャッター・ドア協会 | 生 |
| 11 | 委員 | 佐久間 英二 | (一社)日本インテリアファブリックス協会 | 生 |
| 11 | 関係者 | 川崎 健彦 | 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室 係長 | |
| 12 | 関係者 | 岩村 公隆 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 13 | 関係者 | 遠藤 薫 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 課長補佐 | |
| 14 | 関係者 | 蔵方 美佐子 | 経済産業省製造産業局住宅産業窯業建材課 係長 | |
| 15 | オブザーバー | 于 海源 | 首都大学東京 永田研究室 卒論生 | |
| 16 | 事務局 | 河合 一男 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 事務局長 | |
| 17 | 事務局 | 小林 勝 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 国際部長 | |
| 18 | 事務局 | 秦 義一 | (一社)日本建材・住宅設備産業協会 標準部長 | |

「窓付属物の断熱性能評価報告書」

【目次】

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 1章 | はじめに | |
| 1.1 | 背景 | 1 |
| 1.2 | 平成23年度の実施事項 | 1 |
| 1.3 | 平成24年度の実施事項の背景と目的 | 1 |
| 2章 | 窓の付属物 | |
| 2.1 | 屋外側付属物 | 3 |
| 2.1.1 | 窓シャッターの種類 | 3 |
| 2.1.2 | 試験体仕様 | 4 |
| 2.2 | 屋内側付属物 | 5 |
| 2.2.1 | はじめに | 5 |
| 2.2.2 | 付属物の種類 | 6 |
| 3章 | 付属物による断熱性能の向上試験 | |
| 3.1 | 試験概要 | 11 |
| 3.2 | 試験方法 | 11 |
| 3.3 | 標準試験体概要 | 15 |
| 3.4 | 付属物概要 | 20 |
| 3.4.1 | セル内遮熱タイプダブルハニカムスクリーン(左右両サイドにレール付き) | 20 |
| 3.4.2 | 一般生地ハニカムスクリーン | 21 |
| 3.4.3 | ガラス繊維遮熱メッシュタイプロールスクリーン | 22 |
| 3.4.4 | ガラス繊維一般メッシュタイプロールスクリーン | 23 |
| 3.4.5 | 逆巻シャッター | 24 |
| 3.4.6 | 正巻シャッター(スリット閉、開) | 25 |
| 3.5 | 熱箱法による熱貫流率と付加熱抵抗の測定結果 | 26 |
| 3.6 | 温度分布 | 28 |
| 3.7 | 熱流密度 | 30 |
| 3.8 | 放射熱伝達率分布 | 31 |
| 3.9 | 対流熱伝達率分布 hc | 32 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|----|
| 4章 | 付属物による断熱性計算 | |
| 4.1 | 計算方法 | 33 |
| 4.1.1 | 窓試験体概要 | 33 |
| 4.1.2 | 窓試験体のみ算出方法 | 33 |
| 4.1.3 | スクリーンを取り付けた試験体の算出方法 | 35 |
| 4.2 | スクリーンの計算結果 | 39 |
| 4.2.1 | 中空層の相当熱伝導率 | 39 |
| 4.2.2 | ロールスクリーン | 40 |
| 4.2.3 | ハニカムスクリーン | 41 |
| 4.3 | シャッターの計算結果 | 42 |
| 5章 | 日本のシャッター付窓の計算方法 | |
| 5.1 | シャッター付窓の形態 | 44 |
| 5.2 | 窓の熱貫流率計算法規格でのシャッターの取扱い | 44 |
| 5.2.1 | JIS A 2102 | 44 |
| 5.2.2 | ISO 10077-1 | 47 |
| 5.2.3 | 日本のシャッター付窓と ISO 10077-1 の相違点 | 47 |
| 5.3 | ISO/TC163/SC2 (計算方法) /WG9 への情報提供と協力要請 | 48 |
| 5.3.1 | 出張概要 | 48 |
| 5.3.2 | 会議議事概要 (ISO 10077-1 でのシャッターの取り扱いについて) | 50 |
| 5.3.3 | 今後の見通し | 53 |
| 5.3.4 | ヨーロッパ (ラロッシュェル) のシャッター付窓 | 53 |
| 5.4 | シャッター一体枠タイプの熱橋部の計算方法検討 | 55 |
| 5.4.1 | 熱橋部の計算方法 | 55 |
| 5.4.2 | 窓-シャッター一体枠の熱橋による線熱貫流率 | 55 |
| 5.4.3 | 算出結果比較 | 59 |
| 5.4.4 | 熱橋部計算方法の提案 | 60 |
| 5.5 | 今後の取り組み | 60 |
| 6章 | まとめ | 61 |
| | 添付資料 | |
| 1. | 窓付属物の断熱性能の測定結果 | 62 |
| 2. | 試験成績表 | 73 |

1章 はじめに

1.1 背景

一般的に、窓は外壁と比べて熱抵抗が小さく、熱損失が大きいことが知られている。また、省エネルギーの観点から建物の高断熱化が推進されている。そのため、窓の断熱性能の改善は急務であり、それに伴い窓の断熱性能評価方法の定義付けが求められている。

現在、窓の断熱性能評価方法として使われている JIS A 4710「建具の断熱性能試験方法」(試験法)による熱貫流率測定は容易に行うことができず、また窓のサイズや形状は数多くあるためすべてを試験によって評価することは現実的に困難な状況になっている。そのため、計算によって窓の熱貫流率を導き出すことができる「JIS A 2102 窓及びドアの熱性能-熱貫流率の計算-」(計算法)が平成 22 年度に公示された。

窓の断熱性能評価方法としての試験法 JIS A 4710 では室内側と室外側の表面熱伝達抵抗の和が定められているが、室内側と室外側の個々の値は示されていない。しかし、熱伝達抵抗の和が一定であっても、熱貫流率は室外側熱伝達抵抗の値に影響を受けることが既にわかっている。また、窓面内の熱伝達抵抗分布は明らかになっておらず、試験設備や試験方法によっては異なる分布となることが想定される。更に試験設備の形状や試験方法によっても熱貫流率が変化しうることが想定される。

また、計算法 JIS A 2102 では室内側と室外側熱伝達抵抗の和が試験法 JIS A 4710 とは異なる値で定義されており、これが試験法との誤差を発生させていると考えられる。JIS A 2102 では、隅角部においては定義された熱伝達抵抗を適用させるのみとなっており、更に、窓面内熱伝達抵抗分布に関しては考慮されていない。隅角部や窓面内熱伝達抵抗分布によって熱貫流率は変化することが想定され、これらの影響を把握することも必要不可欠と言える。

1.2 平成 23 年度の実施事項

1.1 で述べたように、試験法 JIS A 4710 と計算法 JIS A 2102 では熱伝達抵抗の和は異なる値で設定されているので、これら二つの整合性を確認することを目的として実施した。JIS A 4710 の試験設備を有する国内 6 機関においてラウンドロビンテストを実施し、試験装置による差異や窓面内での熱伝達抵抗分布を把握した。計算法 JIS A 2102 において、隅角部における熱伝達抵抗や窓面内熱伝達率分布の影響を把握した。

その結果、伝達率測定結果の分布を考慮すると JISA2102 による熱貫流率算出精度は、多少向上する。それに比べて JISA4710 で規定する熱箱法で求めた熱貫流率測定結果は、ばらつきが大きく、熱箱の寸法やその設置位置などの影響が大きい。表面熱伝達率の分布を考慮しても、熱貫流率の精度は格段によくないことがわかった。

1.3 平成 24 年度の実施事項の背景と狙い

1.2 の結果から、表面熱伝達率の分布を検討する事よりも、ISO10077-1 を A2102-1 に JIS

化されたときに、省かれた窓の付加物について検討する事になった。屋外付属物の海外シャッターは日本仕様と異なるので JIS では、シャッターを省いた経緯がある。また、屋内熱付属物であるロールスクリーンは、同じ ISO でも ISO10077-1 に入っていないが、ISO15099 に入っている不整合がある。

そこで、屋外付属物のシャッターと屋内付属物のロールスクリーンについて熱抵抗値を測定して、断熱性の向上を確認する。合わせて、計算結果との検証を行うことを目的として実施する。また、テーマ設定当初の目的であった ISO/TC163/SC2/WG 会議に出席して、窓の断熱における日本の現状について、報告を行う。

2章 窓の付属物

2.1 屋外側付属物

窓の屋外側付属物として一般的に「窓シャッター」、「横引き雨戸」などの「雨戸」が付設される。日本サッシ協会が定期発刊する「住宅建材使用状況調査」によると、2011年は新設住宅に対して雨戸の取付率が64.4%（10年65.9%）と微減。雨戸のうち窓シャッターの構成比は86.4%（同85.3%）、横引き雨戸13.6%（同14.7%）となり、シャッター化率が微増している。

カロス出版調べによると10～11年度における窓シャッターの需要は134万7,000台と横這いする見通しで12年度も1.4%増の微増にとどまる予測をしている。横引き雨戸は利便性の高い窓シャッターへの移行が続き、今後もその傾向が続くと思われる。

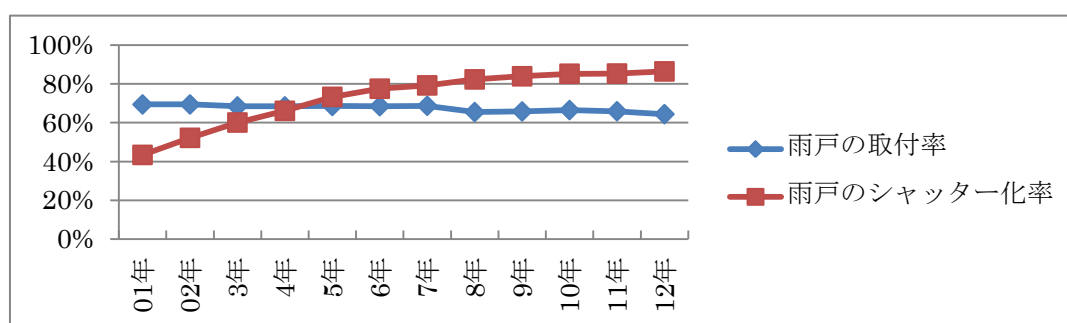


図-1 雨戸の取付率及びシャッター化率

2.1.1 窓シャッターの種類

◆スラットによる区分(図-2)

①クローズタイプ

スラットが連結されており、通風採光ができないもの

②スリットタイプ

スラットの間に小孔があいており、通風採光ができるもの

③ブラインドタイプ

各スラットがブラインドのように

回転し通風採光ができるもの

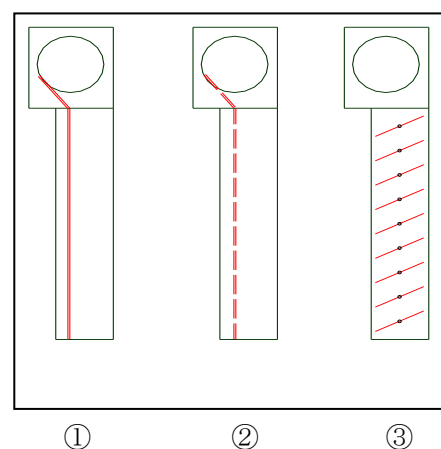


図-2 スラットによる区分

◆シャッターケースへの収納方法による区分(図-3)

①巻取りタイプ(正巻き)

スラットを部屋外側から部屋内側へ巻取り、シャフトに巻いて収納するもの。

②巻取り式(逆巻き)

スラットを部屋内側から部屋外側へ巻取り、シャフトに巻いて収納するもの。

③重ね合わせタイプ

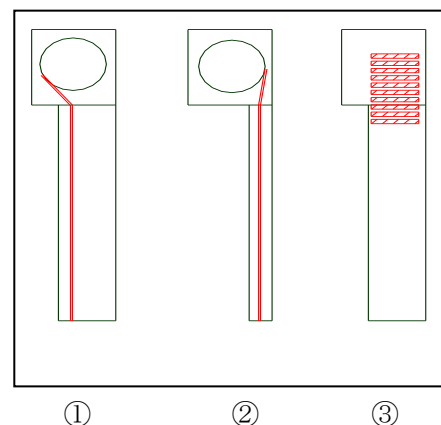


図-3 収納方法による区分

スラットを重ね合わせて収納するもの

◆サッシとの組み合わせによる区分

①サッシ枠一体タイプ

サッシとシャッターの枠が一体となっているもの

②サッシ枠別体タイプ

サッシとシャッターの枠が別体となっているもの

2.1.2 試験体仕様

◆スリットタイプ (マドモアスリットS)

- ・寸法 : シャッター開口 W1619 mm×シャッター開口 H1437.5 mm
- ・スラット : アルミロールフォーミング (ウレタン充填)
- ・ケース : アルミ形材 (上面)、カラー鋼板 (正面)
- ・枠 : アルミ形材
- ・シャッターケースへの収納方法 : 巻取り式 (正巻き)
- ・サッシとの組み合わせによる区分 : サッシサッシ枠別体タイプ

◆スクリーンタイプ (マドマスタータップ スタンダードモデル)

- ・寸法 : シャッター開口 W1656 mm ×シャッター開口 H1418 mm
- ・スラット : カラー鋼板
- ・ケース : カラー鋼板
- ・枠 : アルミ形材
- ・シャッターケースへの収納方法 : 巻取り式 (逆巻き)
- ・サッシとの組み合わせによる区分 : サッシサッシ枠別体タイプ

2.2 屋内側付属物

2.2.1 はじめに

窓の屋内側付属物（屋内側日射遮蔽物）は、住宅・建築物に一般的に取り付けられるものとしてブラインドやカーテン、スクリーンなどが上げられる。（一社）日本インテリアファブリックス協会が集計した「市場規模の策定」では平成23年度国内実績でカーテン879億円、ブラインド類278.6億円、スクリーン類316億円の市場規模である。

近年の地球温暖化問題や東日本大震災によるエネルギー問題を背景に、窓開口部からの熱損失抑制に注目が集まる中、ガラスは複層ガラス、エコガラス（Low-E ガラス）、フレームは樹脂サッシ、2重窓などにより遮熱・断熱性能が向上した。

但し、窓の効率的な使い方として、夏の日中は日射熱の侵入を防ぐ、冬の日中は自然エネルギーである日射熱を積極的に取り入れる、夜は付属物による層を作り熱の流出入を抑制するなど、開閉などの可変機能のある付属物は、窓の総合熱性能をコントロールし、省エネルギー性能を高めるために高いパフォーマンスを持ち、不可欠な存在であると言えます。

そのような中、窓の付属物メーカーは遮熱・断熱のデータを整理した上で、高機能商品の商品化してきました。代表的なものとして、ブラインド類では横型ブラインドのスラット（羽）に遮熱塗料を塗るなどにより日射反射性能を高めた「遮熱ブラインド」や生地への金属コーティングや遮熱糸などを使用し日射反射率を高めた「遮熱スクリーン」、高断熱商品では「ハニカムスクリーン」などが上げられます。

但し、このような高機能商品についてメーカーとして独自に性能を示すものの、公に評価する規格が存在せず、各社独自に試験や計算を行い、ユーザーに提示しているのが現状であります。

唯一公の指標として環境省環境技術実証事業「E T V」ヒートアイランド対策技術分野に登録するなどPRしている例を下表（表2.2.1）に示します。

表 2.2.1ー環境省環境技術実証事業実証済技術一覧

| 実証番号 | 種類 | 技術 | 実証技術名 |
|----------|---------|-----------|---------------------|
| 051-0924 | 横型ブラインド | 高反射率ブラインド | 遮熱スラットブラインド（遮熱塗料仕様） |
| 051-0925 | | | 遮熱スラットブラインド（2コート仕様） |
| 051-1027 | | | 遮熱スラットブラインド（メタリック） |
| 051-0923 | | | ニューセラミー25 |
| 051-1021 | | | 遮熱コート |
| 051-1031 | スクリーン | 日射遮蔽スクリーン | ソフィー シルバースクリーン |
| 051-1030 | | | プリーツスクリーン ペルレ・フェンス |
| 051-1111 | | | ロールスクリーン ラルク・シルト |
| 051-1112 | | | ロールスクリーン ラルク・セルカ |

そのような背景の中、付属物の評価を含む窓の遮熱性能の計算方法及び測定方法については、平成 23 年度から「窓の遮熱性能計算・測定方法の J I S 原案作成委員会」が発足により J I S 化を推進し、平成 25 年中には計算法 J I S の公示を予定している。ただし、付属物の断熱性能に関する J I S 化については進捗がないのが現状であり、遮熱同様に断熱 J I S 制定化が望まれる。

2.2.2 .付属物の種類

付属物の種類として、主な屋内側付属物の体系図（図 2.2.1）、および屋内側付属物の概要（表 2.2.2）を以下に示す。

本事業では、特に高断熱性能が見込まれる（期待できる）付属物として、「低放射型ロールスクリーン」と「ハニカムスクリーン」を取上げ、実証試験を行った。

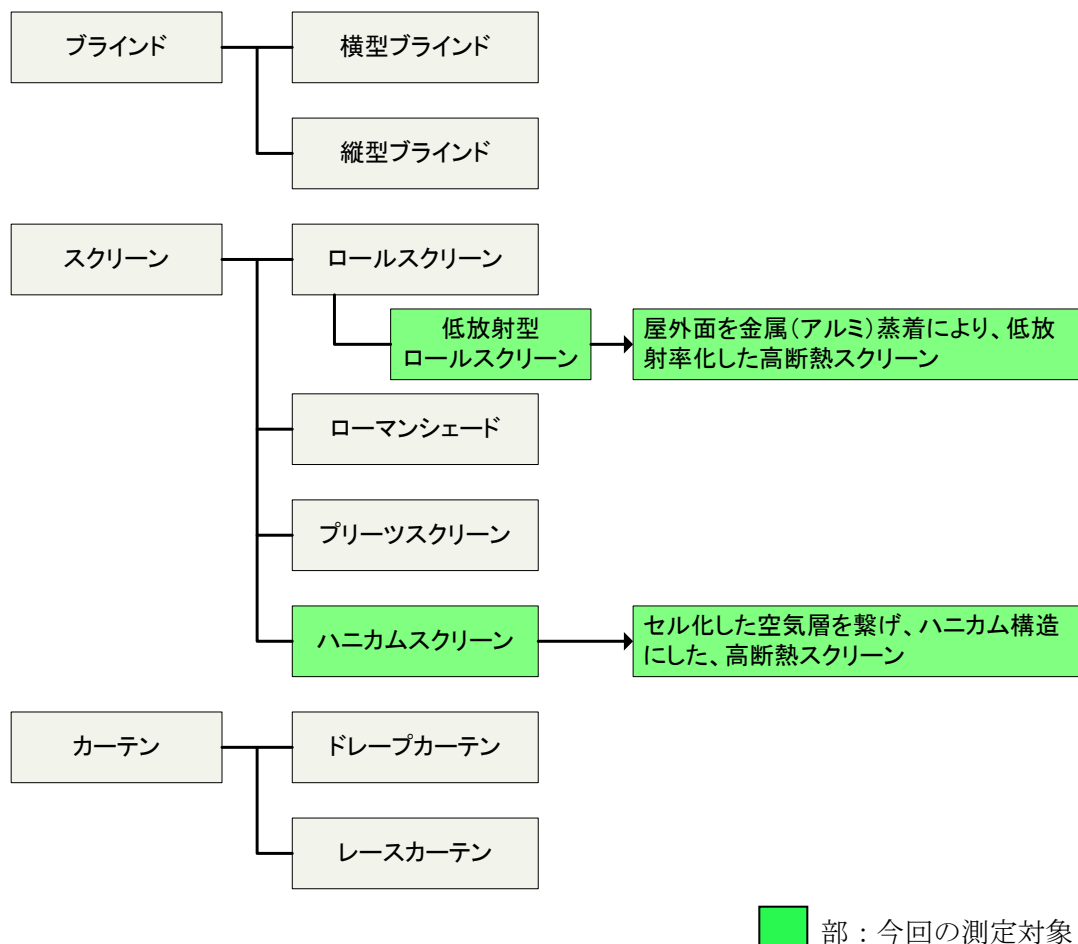


図 2.1ー主な屋内側付属物の体系図





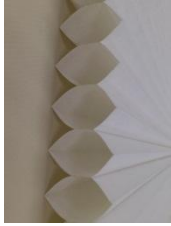

表 2.2.2-屋内側付属物の概要


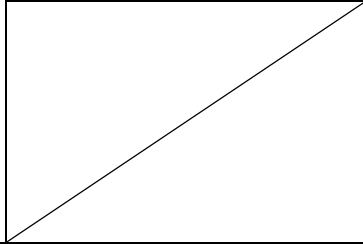
| 付属物種類 | 主な特徴 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p data-bbox="363 434 566 465">横型ブラインド</p>  | <p data-bbox="676 434 1366 607">ブラインドは横型ブラインドと縦型ブラインドに大別でき、ブラインド類の市場規模 278.6 億円の中で横型ブラインドは 219.7 億円（約 79%）あり、ビル・住宅マーケットにおいて定着している。</p> <p data-bbox="676 613 791 645"><特徴></p> <ul data-bbox="676 658 1366 1070" style="list-style-type: none"> ・多数のスラット（羽）を水平に組立てたものでスラットの角度が調整でき、かつブラインドを上下に開閉可能な室内向けベネシャンブラインド。 ・スラットの素材はアルミニウム合金、天然木、プラスチックなどがある。 ・スラットの形状・素材・色などの違いにより多様な光学特性を持つ。 ・スラットの角度調節により視野の調節に併せ、調光機能をもつことにより昼光のコントロールが可能。 |
| <p data-bbox="309 1084 512 1115">縦型ブラインド</p>  | <p data-bbox="676 1084 1366 1256">ブラインドはヨコ型ブラインドと縦型ブラインドに大別でき、ブラインド類の市場規模 278.6 億円の中で縦型ブラインドは 58.9 億円（約 21%）あり、ビル・住宅マーケットにおいて定着している。</p> <p data-bbox="676 1263 791 1294"><特徴></p> <ul data-bbox="676 1308 1366 1615" style="list-style-type: none"> ・多数のルーバーを垂直に並べ組み立てたもので、ルーバーの回転により調光でき、かつブラインドを水平方向開閉することができる。 ・ルーバーの素材は化学繊維生地、ガラス繊維複合ビニル製、アルミニウム合金製など多種に及ぶ。 ・ルーバーの幅、素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持つ。 |

| 付属物種類 | 主な特徴 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p data-bbox="359 347 587 376">ロールスクリーン</p>  | <p data-bbox="691 347 1367 555">スクリーン類の市場規模は 316 億円ありブラインド類の市場規模を上回っている。その中でロールスクリーンは 193.1 億円でありヨコ型ブラインドとほぼ均衡した規模がある。主にビル・住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="691 571 802 600"><特徴></p> <ul data-bbox="691 616 1367 958" style="list-style-type: none"> ・平滑なスクリーンが上下に可動し調光するものであり、主にロールスクリーンと呼び窓の室内に取付けるものである。 ・スクリーンの素材は化学繊維生地、ガラス繊維複合ビニル製など多種に及ぶ。 ・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸や金属蒸着により遮熱・断熱性能を高めたものが普及している。 |
| <p data-bbox="359 974 587 1003">ローマンシェード</p>  | <p data-bbox="691 974 1367 1093">ローマンシェードの市場規模は 68.1 億円あり、スクリーン類全体の 22%にあたる。主に住宅マーケットやホテルなどに定着している。</p> <p data-bbox="691 1108 802 1137"><特徴></p> <ul data-bbox="691 1153 1367 1451" style="list-style-type: none"> ・上下に開閉するカーテンであり主にプレーンスタイル、バルーンスタイル、オーストリアンスタイルの3つのスタイルに分類される。 ・カーテン同様レースとドレープを2重に使うことも多い ・スクリーンの素材は主に化学繊維主体である。 ・素材・色などの違いにより多様な光学特性をもつ。 |
| <p data-bbox="343 1467 603 1496">プリーツスクリーン</p>  | <p data-bbox="691 1467 1367 1585">プリーツスクリーン市場規模は 54.8 億円あり、スクリーン類全体の 17.3%にあたる。主に住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="691 1601 802 1630"><特徴></p> <ul data-bbox="691 1646 1367 1944" style="list-style-type: none"> ・プリーツ（ひだ）状に仕上げたスクリーンが上下に可動し調光する。 ・スクリーンの素材は化学繊維が主体であり、通常の織布に加え不織布も定着している。 ・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸などにより遮熱性能を高めたものが普及しつつある。 |

| 付属物種類 | 主な特徴 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p data-bbox="343 353 600 385">ハニカムスクリーン</p>  | <p data-bbox="687 344 799 376"><特徴></p> <p data-bbox="687 389 1366 510">セル構造をハニカム状に結び合わせ、セル化した空気層を持つスクリーン。スッキリとした意匠と高い断熱性能を併せ持つ。</p> <ul data-bbox="687 524 1155 696" style="list-style-type: none"> ・上下方向に開閉できる。 ・近年ではセル構造を改良したダブルハニカムなど、更に断熱性能を向上したのも商品化されている。  |
| <p data-bbox="360 808 585 840">ドレープカーテン</p>  | <p data-bbox="687 808 1366 929">カーテン市場規模 879 億円の内、ドレープカーテンは 628 億円（約 72%）あり、古くから主に住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="687 943 799 974"><特徴></p> <p data-bbox="687 987 1366 1064">主に厚手のカーテンを総称してドレープカーテンと呼ぶ。</p> <ul data-bbox="687 1077 1366 1198" style="list-style-type: none"> ・水平方向に開閉できる。 ・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持つ。 |
| <p data-bbox="373 1267 572 1299">レースカーテン</p>  | <p data-bbox="687 1267 1366 1388">カーテン市場規模 879 億円の内、レース（シアー）カーテン 251 億円（約 28%）あり、古くから主に住宅マーケットに定着している。</p> <p data-bbox="687 1402 799 1433"><特徴></p> <p data-bbox="687 1447 1366 1568">主に織機にて織るボイルと編機を用いて編むレースを用いた比較的光透過性のあるカーテンを総称してレースカーテンと呼ぶ。</p> <ul data-bbox="687 1581 1366 1792" style="list-style-type: none"> ・水平方向に開閉でき、光透過性のある生地により調光・採光する。 ・素材・色・柄などの違いにより多様な光学特性を持ち、近年では日射反射性の高い糸や金属蒸着により遮熱性能を高めたものが普及しつつある。 |
| <p data-bbox="284 1805 1366 1881">注記：表中の市場規模数値は（社）日本インテリアファブリックス協会発行の「平成 23 年度のインテリアファブリックス事業の概況」によるものとする。</p> | |

表 2. 2. 3. 一試験体の選定（7種類の候補からNo.2, 3, 4, 6 を選定し実証試験を実施した）

| No. | 種類 | イメージ図 | 材質 | 試験体サイズ |
|-----|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 一般スクリーン |  | ポリエステル 繊維 | |
| 2 | 一般スクリーン (メッシュタイプ) |  | ガラス繊維 PVCコーティング | 製造元 : ㈱ニチベイ 商品名 : ソフィー 生地No. : N6433(504) 生地名 : 平織メッシュ 製品幅 : 1,690 mm 製品高さ : 1,375 mm 生地厚 : 0.45 mm |
| 3 | 遮熱・断熱 低放射型スクリーン (メッシュタイプ) |  | ガラス繊維 PVCコーティング +屋外側アルミ蒸着 | 製造元 : ㈱ニチベイ 商品名 : ソフィー 生地No. : N5731(2856) 生地名 : シルバースクリーン 製品幅 : 1,690 mm 製品高さ : 1,375 mm 生地厚 : 0.5 mm |
| 4 | ハニカム 細幅 (25 mm幅など) |  | ポリエステル 繊維 | 製造元 : ㈱ニチベイ 商品名 : レフィーナ 生地No. : H1004(3129) 生地名 : ココン 製品幅 : 1,690 mm 製品高さ : 1,375 mm 生地厚 : 約 15 mm (中空含む) |
| 5 | ハニカム 広幅 (45 mm幅など) |  | ポリエステル 繊維 | |
| 6 | ダブルハニカム (35mm幅など) |  | ポリエステル繊維 (内側アルミ箔付あり) | 製造元 : セイキ総業㈱ 商品名 : ハニカムサーモスクリーン 断熱レール仕様 生地No. : ND-02(キャメルベージュ (BG))※遮光タイプ 幅 : 1695 mm 高さ : 1375 mm 生地厚 : 約25mm (中空含む) |

| | | | | |
|---|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 | ハニカムin ハニカム |  | ポリエステル繊維 (内側アルミ箔付あり) |  |
|---|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

3章 付属物による断熱性能の向上試験

3.1 試験概要

内外付属物による断熱性能の向上を検討するため、一昨年度開発した表面熱伝達率分布測定装置を標準試験体とし、内外に付属物を取り付け熱箱法による試験を実施した。

試験は、一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センターにて2012年10月30日から11月16日の間に試験を行った。

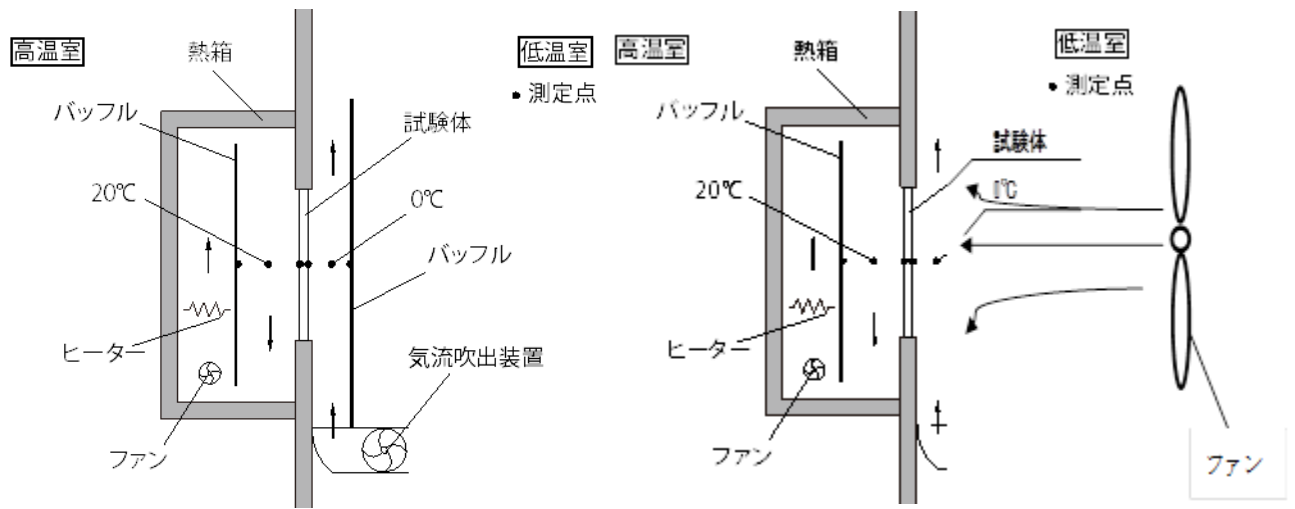
3.2 試験方法

測定試験はJIS A4710:2004「建具の断熱性能試験方法」にて規定されている校正熱箱法に従って、高温室内に熱箱を、窓の両側にバッフル板を設置し、低温側空気温度0℃、加熱箱内空気温度20℃とし、低温室内及び加熱箱内での送風・攪拌は各装置の既存の設備によって通常行われている方法に従い、定常状態で行った(図3.1(a))。

JIS A4710:2004「建具の断熱性能試験」では、窓の取り付けにより生じる壁の厚みからの損失熱量 Q_e (図3.2)は、製品からの損失熱量とは見なさず Q_s を試験体通過熱量として熱貫流率を求める。 Q_e は計算や標準版を設置して事前に測定した値を使用する。室内側に付属物を取付けると Q_e は製品ごとに変化する。そこで、室内側の付属物の測定では、 Q_e も製品性能として「 Q_s+Q_e 」を試験体通過熱量として熱貫流率を求めることとした。

また、シャッターの場合、シャッターが窓回りの室外側の空間を大きく占め、バッフル板を取り付けることができないため、風を直接窓に当てて試験を行った(図3.1(b))。この扱いはBLT WDW-1:2006「ベターリビング優良住宅部品性能試験方法(木造住宅用サッシ)断熱性試験(測定法)」に準じたものであるが、この場合、室外側環境温度の正確な算出が困難となる。しかし、低温室内の壁表面温度が空気温度とほぼ一致することを確認したため空気温度を室外側環境温度とみなすこととした。なお、窓両側での熱伝達抵抗の和は $0.165[m^2 \cdot K/W]$ とした。

表3.1に試験装置の概要を、また、図3.3、図3.4に試験装置の断面図、平面図、外観写真を示す。



(a) 熱箱法 (JIS A 4710)

(b) 外側バッフルを取り除いた試験法

図3.1-試験方法

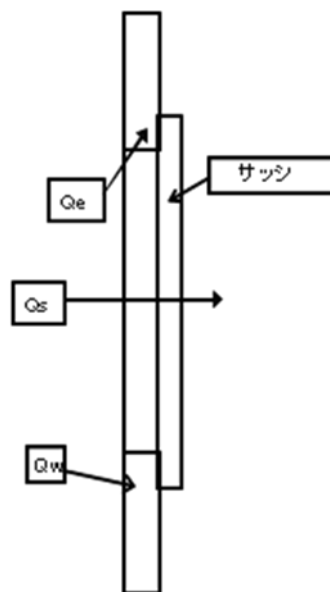


図3.2-試験時の熱流

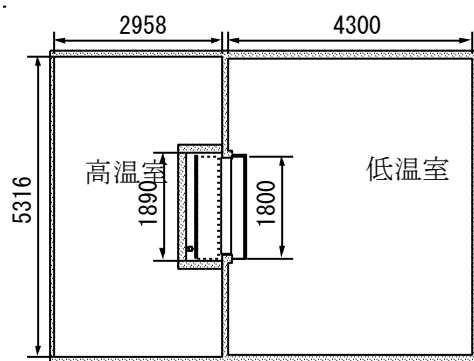
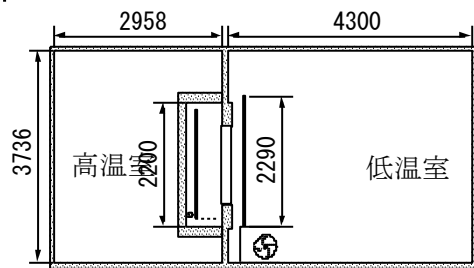
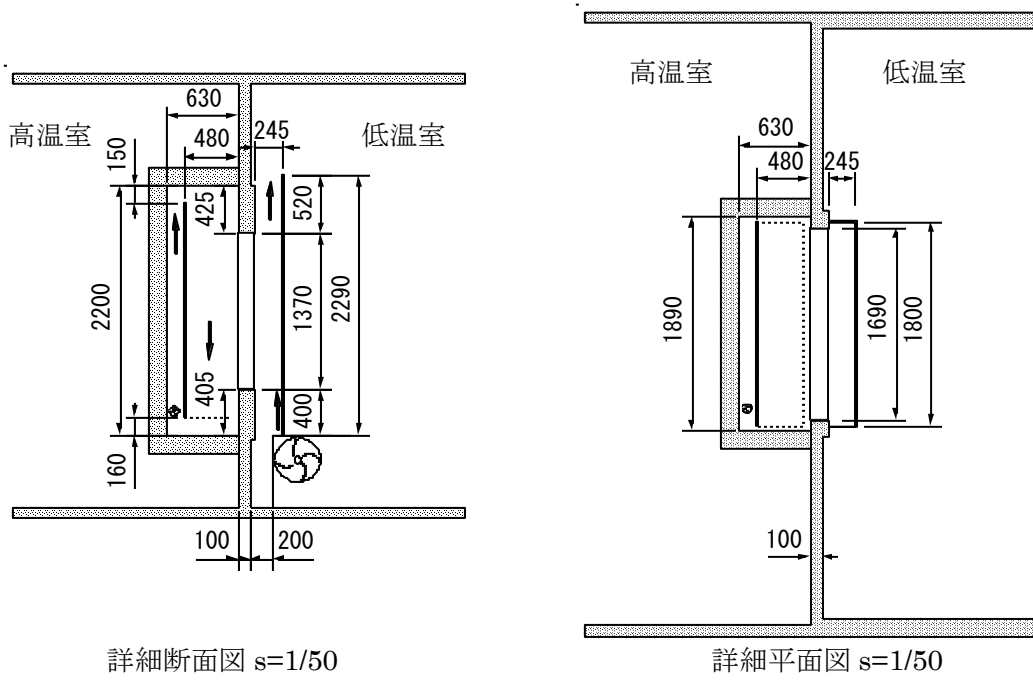


図3.3—試験装置

表 3.1—ベターリビング試験装置仕様

| | |
|-----------|-----------------------------|
| 試験体取り付け開口 | 2000mm×2250mm |
| 装置の構成 | 加熱箱、気流攪拌装置 温度測定装置、電力測定装置 |
| ホットチャンバー | 15～50℃（制御精度0.5℃） |
| コールドチャンバー | -15～15℃（制御精度0.1℃） |
| 校正板寸法 | 1600mm×1600mm |



図 3.4—室型恒温恒湿室
(左: HOT ROOM 室内側、右: COLD ROOM 室外側)

3.3 標準試験体概要

標準試験体は、一昨年度開発したもので、昨年度実施したラウンドロビン試験で使用した熱伝達率分布測定装置と同一のものである。装置は、PVC フレームに複層発熱ガラスをおさめ、ガラス両表面に 300mm 角の熱流センサーを 20 ずつ貼付したものであり、図 3.5 に示すように、標準試験体とデータロガー・計測用ノート PC から構成される。

標準試験体は、以下の構成となっている。

- (1) 呼び寸法16513 (伝熱開口幅1690mm×伝熱開口高さ1370mm) のFIX窓
- (2) フレームは樹脂製 (PVC)
- (3) グレージングは、Low-E発熱複層ガラス (幅1588mm×高さ1269mm)
室内側からFL 5mm Low-E発熱膜+空気層12mm+FL 5mm
ガラス中央の熱貫流率 $2.03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (メーカー提供値)
Low-E発熱膜面の垂直放射率0.21 (メーカー提供値)
定格発熱量190 W (定格電圧100 V、抵抗 23.8Ω 、縦電極)
- (4) 横方向5×縦方向4=20枚の熱流センサーをガラスの両表面に貼付
- (5) 熱流センサーは、熱流量センサーの他に温度センサーを内蔵
- (6) 熱流センサーは、両面粘着シートでガラス表面に固定
- (7) 熱流量センサーは、300mm角のものとし、基準感度は $0.08 \text{ mV}/(\text{W}/\text{m}^2)$ 以上
- (8) 温度センサーは、T熱電対で熱流計表面に実装

標準試験体の断面構成を図3.6に、フレーム詳細を図3.7に、また、熱流センサー配置を図3.8、図3.9に示す。図3.8、図3.9中の番号は、熱流センサーの番号である。配線は熱流センサー間のギャップを使い、表面が極力平滑になるようにペーパーボンドでリード線を固定し、枠の端部に設置した端子台に繋いでいる。

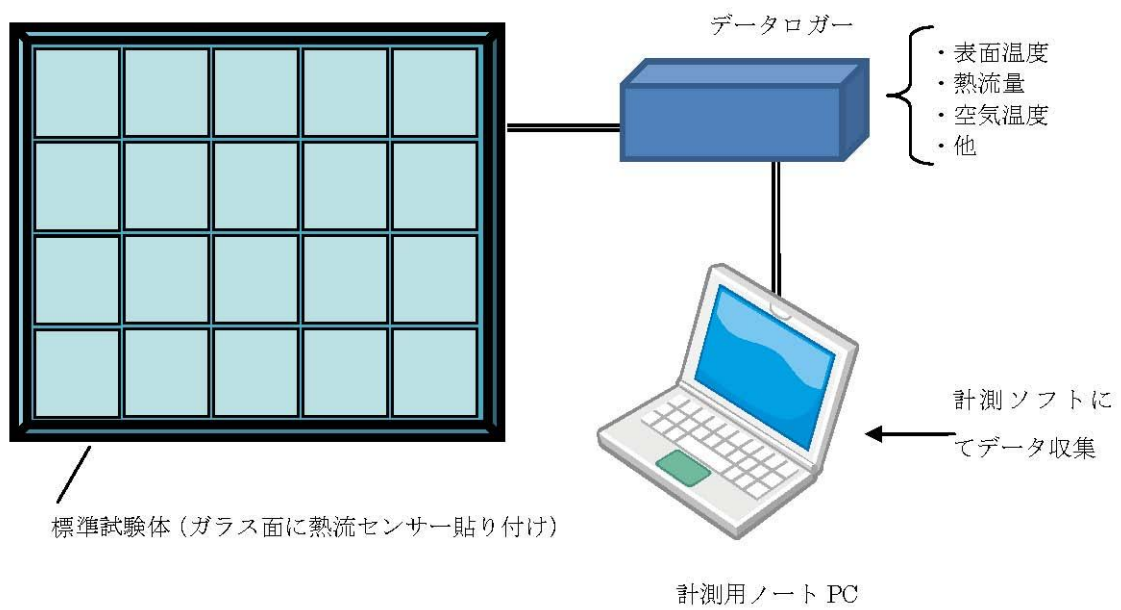


図3.5-装置の構成

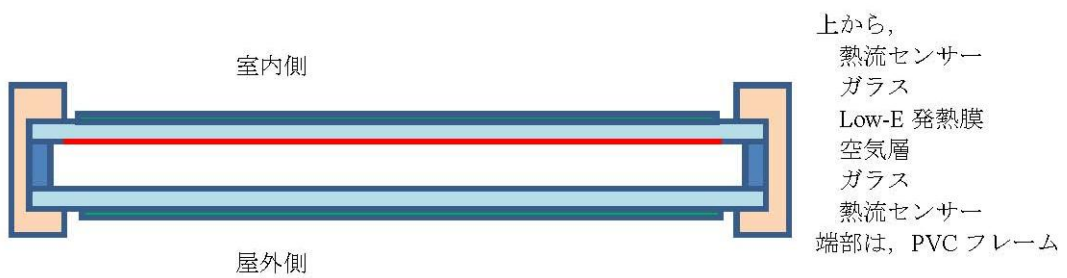


図3.6-標準試験体の断面構成

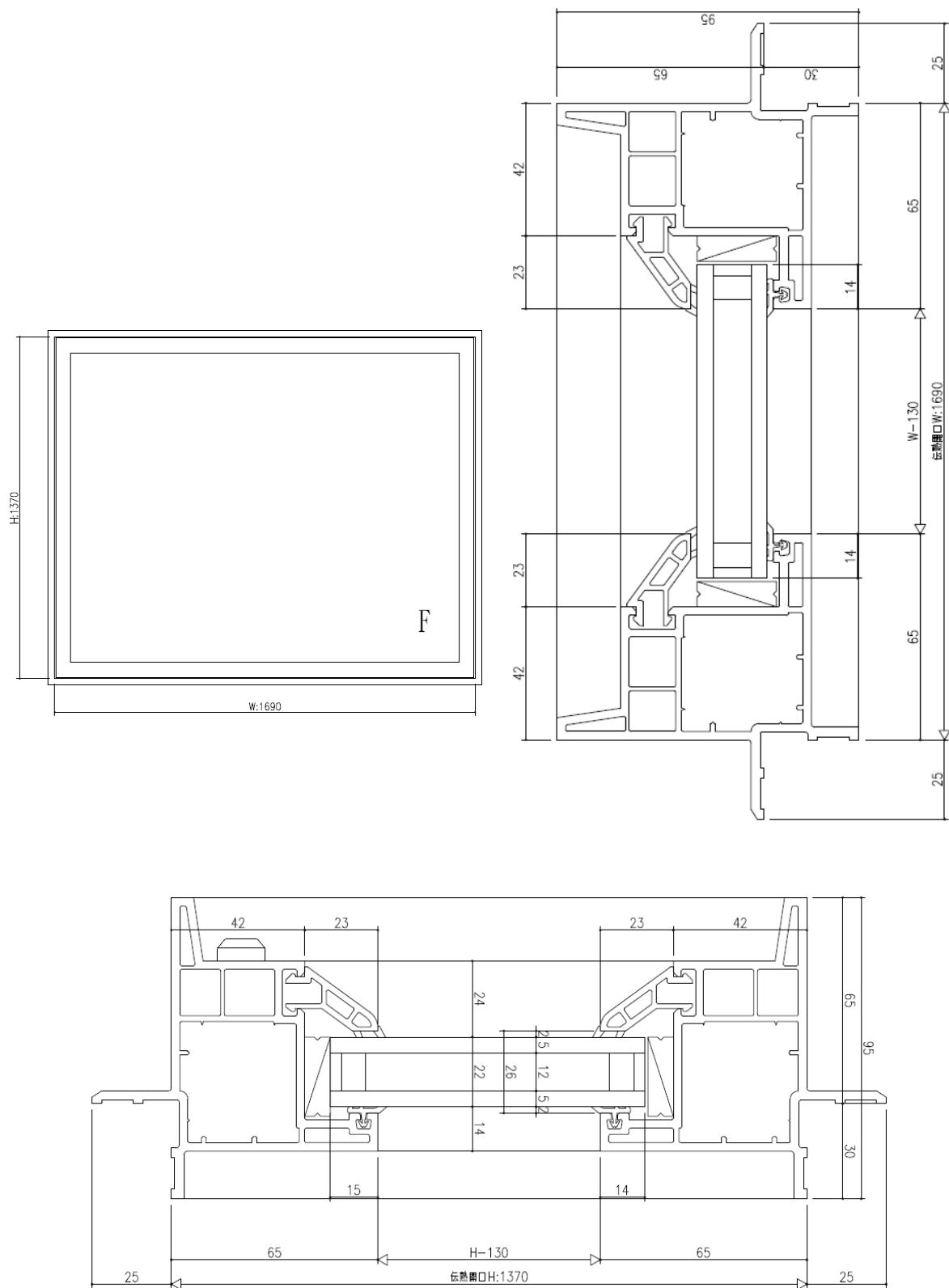
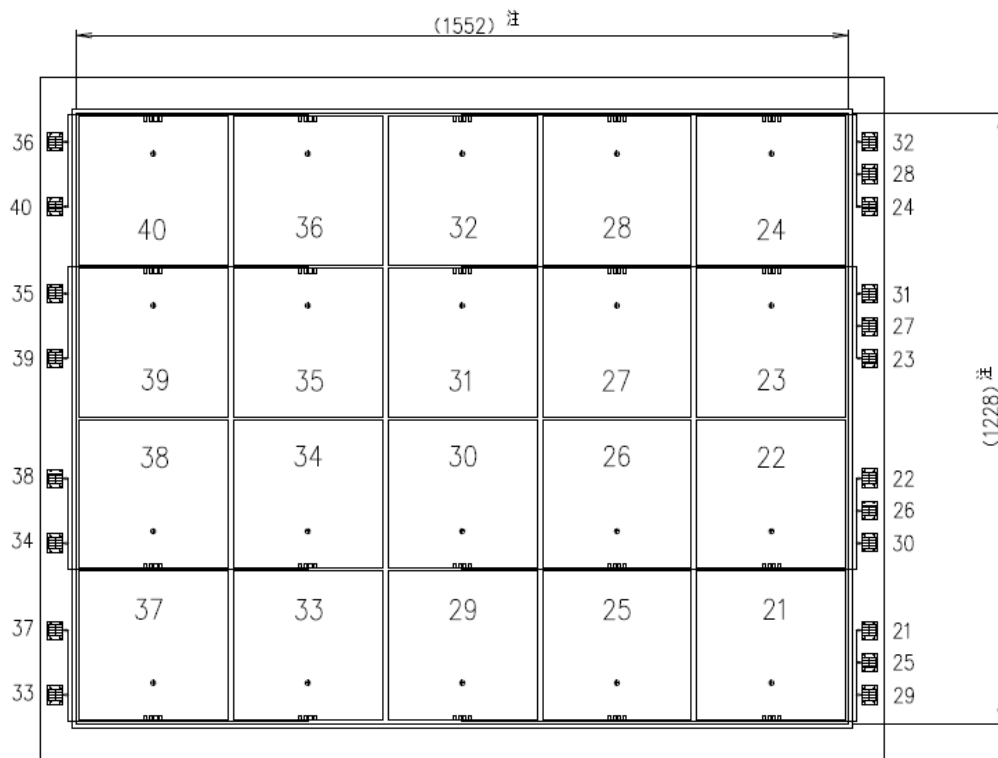
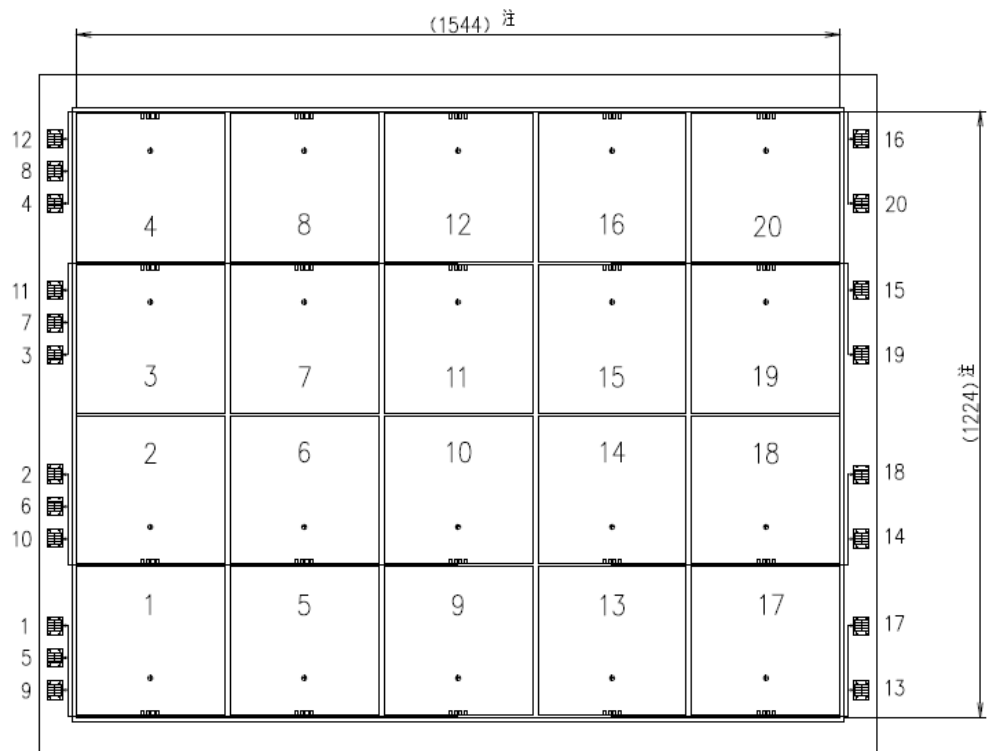


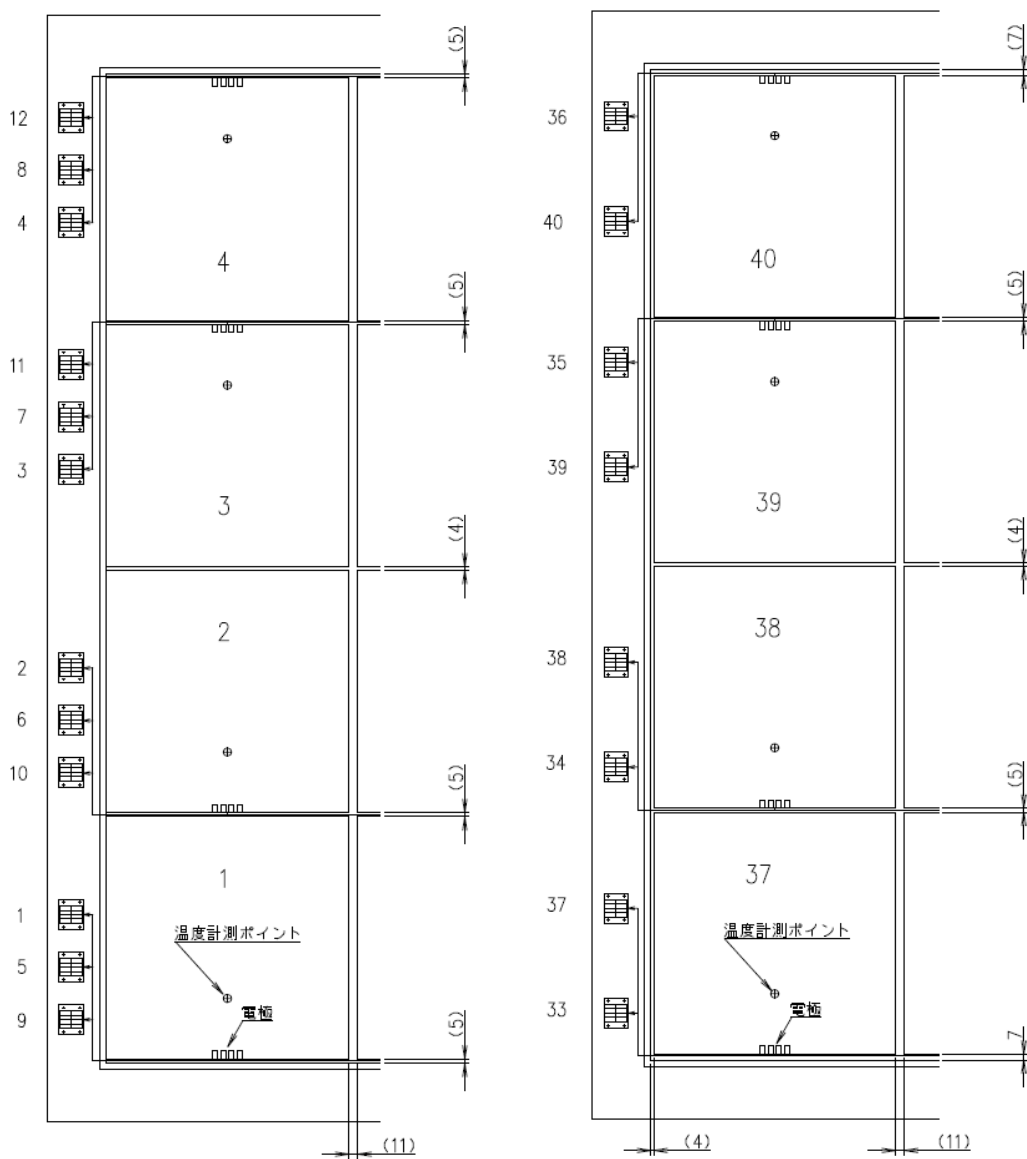
図3.7-標準試験体のフレーム詳細



窓内面

注) 縁ゴム橋間面間実寸(参考)

図3.8—標準試験体の熱流センサー配置



熱流センサーは 300mm×300mm

図3.9—標準試験体の熱流センサー配置詳細

3.4 付属物概要

3.4.1 セル内遮熱タイプダブルハニカムスクリーン(左右両サイドにレール付き)

断面図と材質の写真を図 3.10 に、立面図を図 3.11 に示す。また、主材質を右に示す。

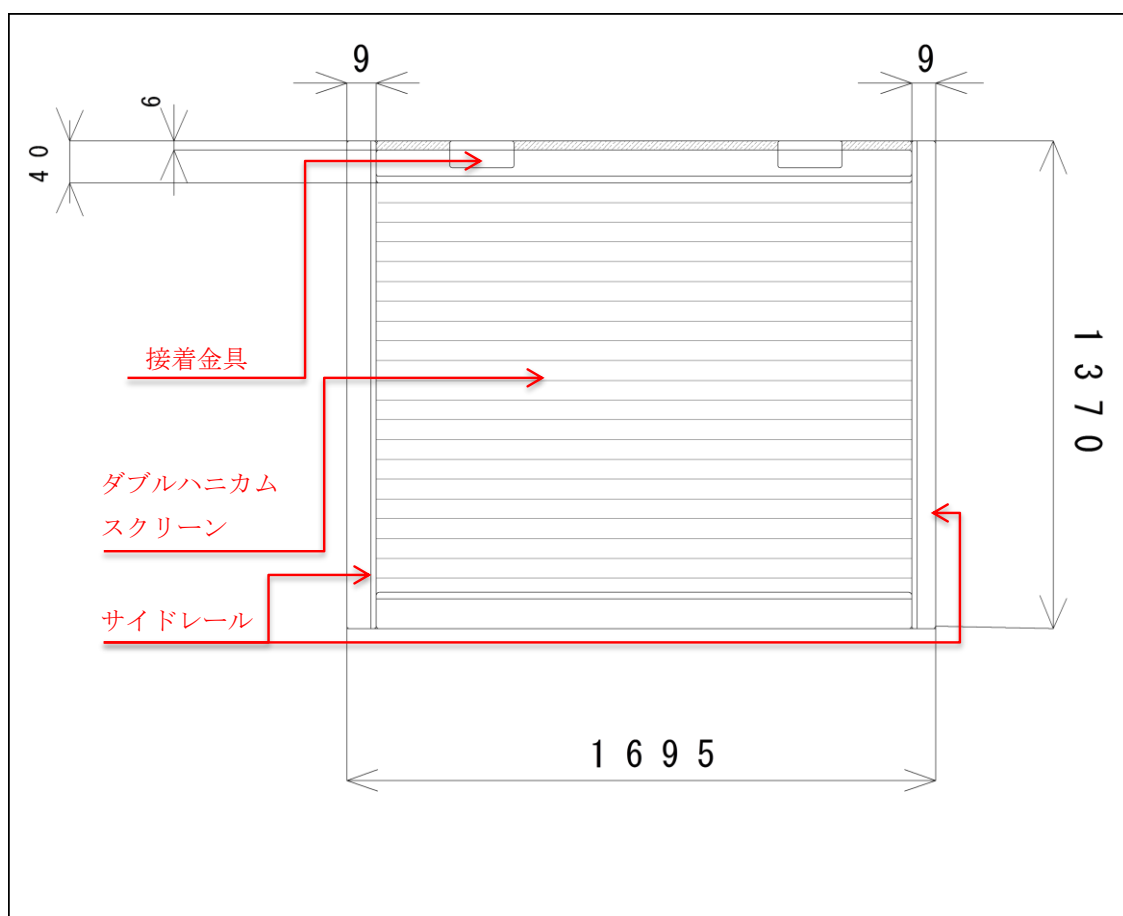
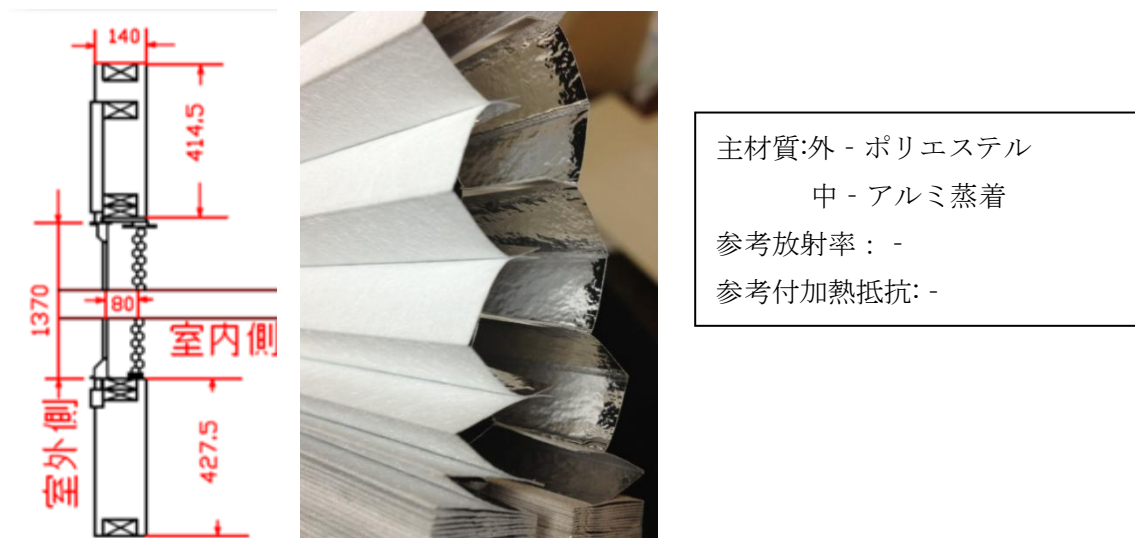


図3.11-立面図

3.4.2 一般生地ハニカムスクリーン

断面図と材質の写真を図 3.12、立面図を図 3.13 に示す。また、主材質を右に示す。

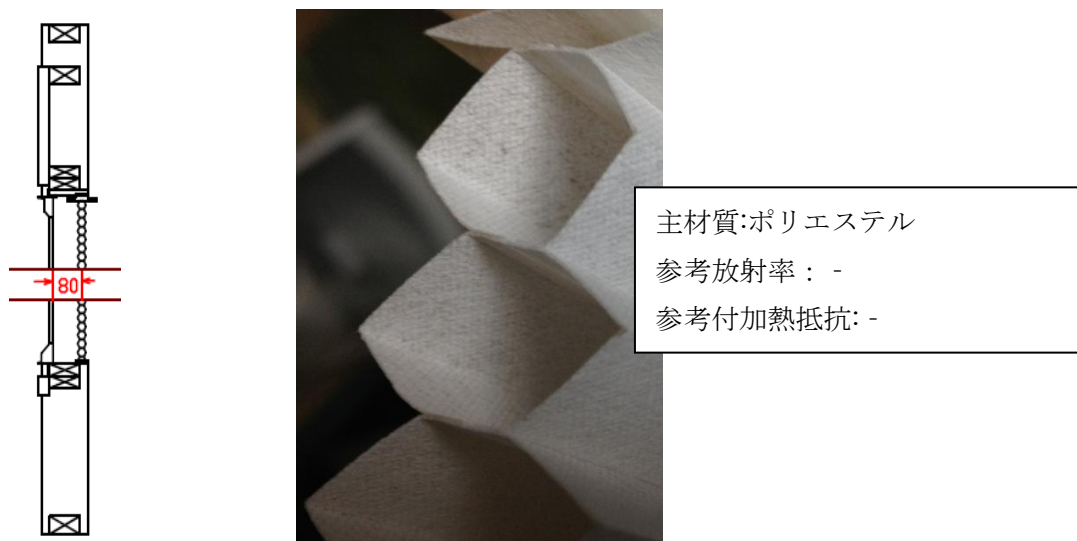


図3.12—断面図

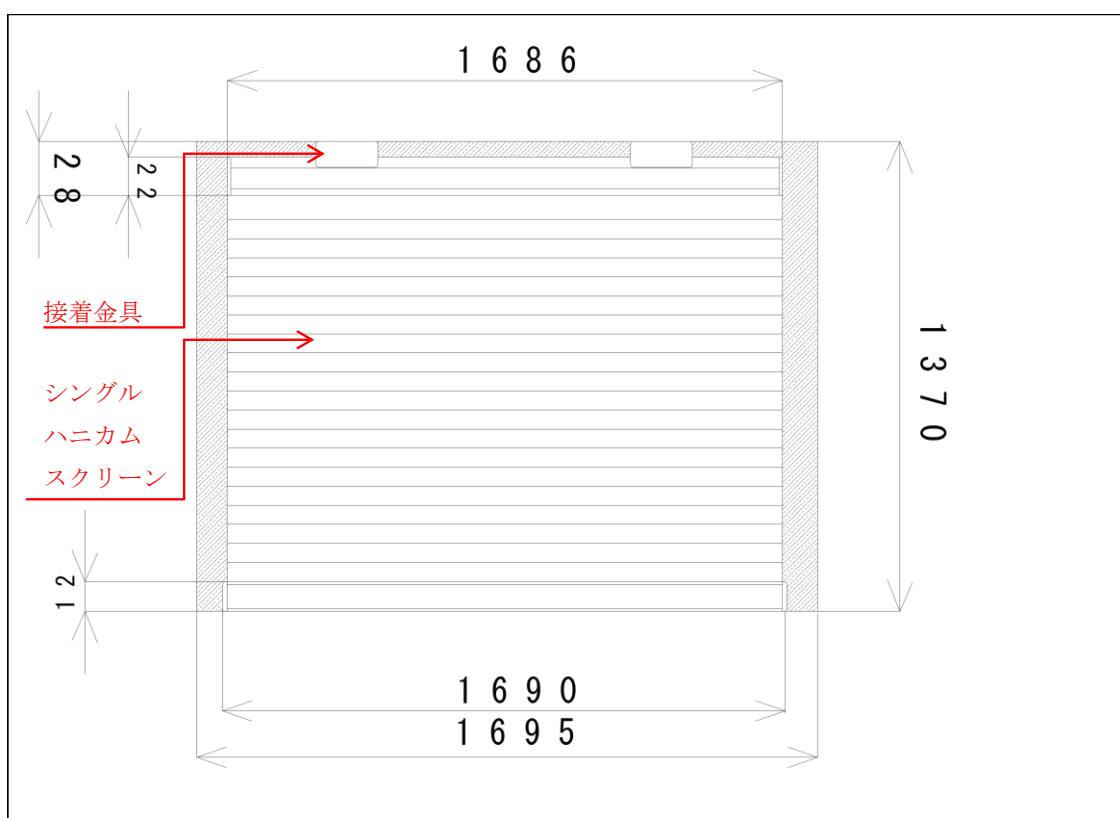
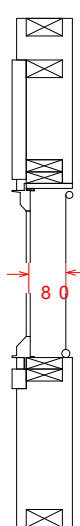


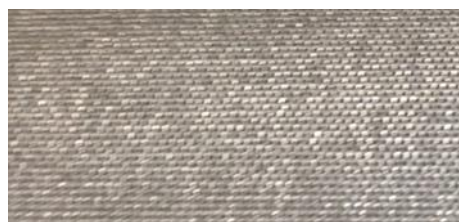
図3.13—立面図

3.4.3 ガラス繊維遮熱メッシュタイプロールスクリーン

断面図と材質の写真を図 3.14, 図 3.15 に, 立面図を図 3.16 に示す。また、主材質などを右に示す。



(a) 室内側材質



(b) 室外側材質

| |
|------------------------------------|
| 主材質:室内側 - ガラス繊維 PVC |
| コーティング |
| 室外側 - アルミ蒸着 |
| 参考放射率:室内側 - 0.9 |
| 室外側 - 0.2 |
| 参考付加熱抵抗:0.156[m ² ・K/W] |

図3.14 断面図

図3.15—材質

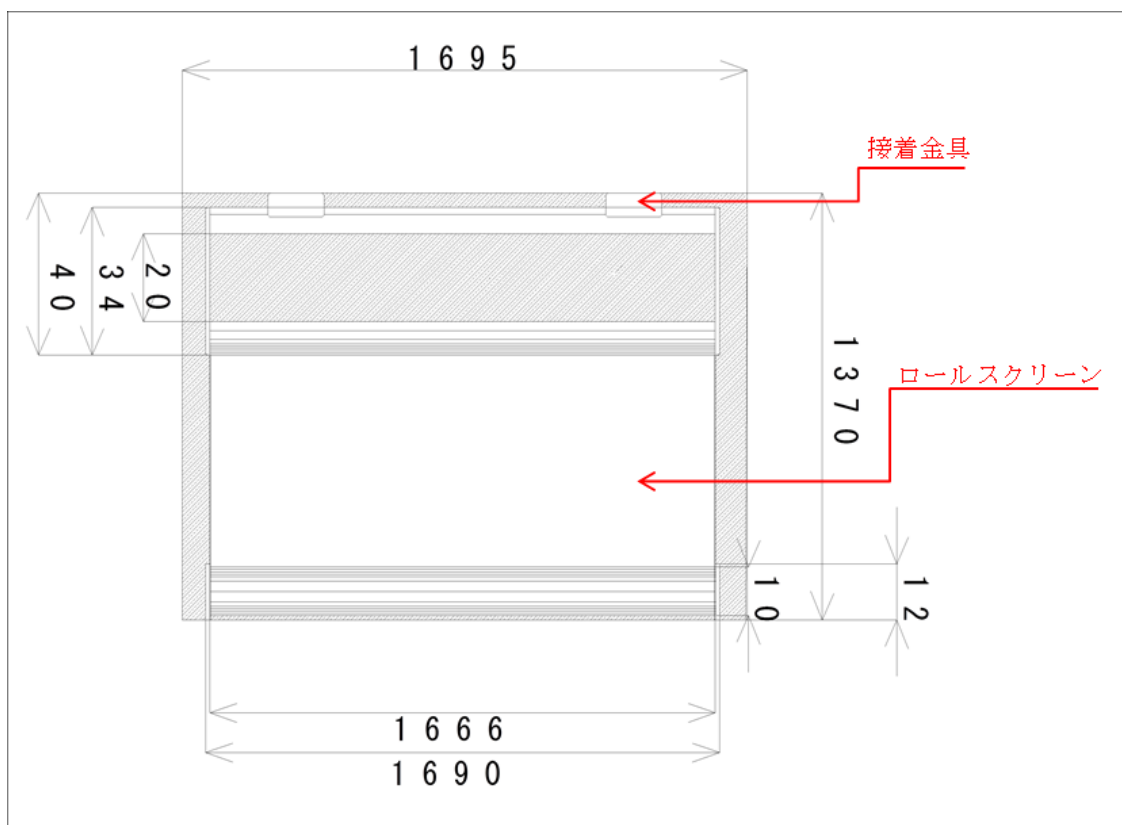


図3.16—立面図

3.4.4 ガラス繊維一般メッシュタイプロールスクリーン

断面図と材質の写真を図 3.17, 図 3.18 に示す。また、主材質などを右に示す。

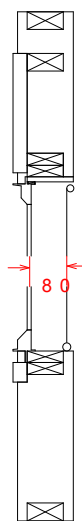


図3.17-断面図

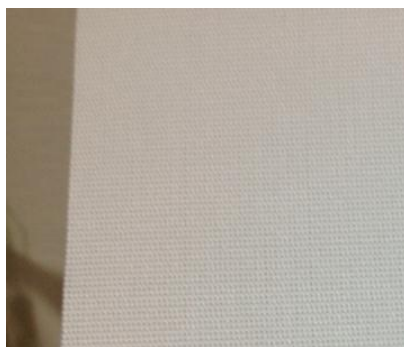


図3.18-主材質

| |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| 主材質:ガラス繊維 PVC コーティング 参考放射率: 0.9 参考付加熱抵抗:0.058[m ² ・K/W] |
|-----------------------------------------------------------------------------|

3.4.5 逆巻シャッター

断面図とシャッターの写真を図 3.19, 3.20 に示す。

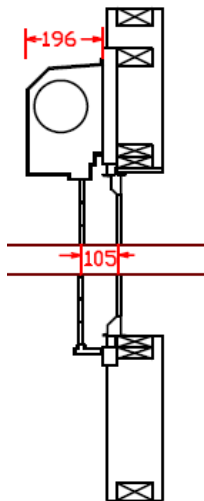


図3.19—断面図

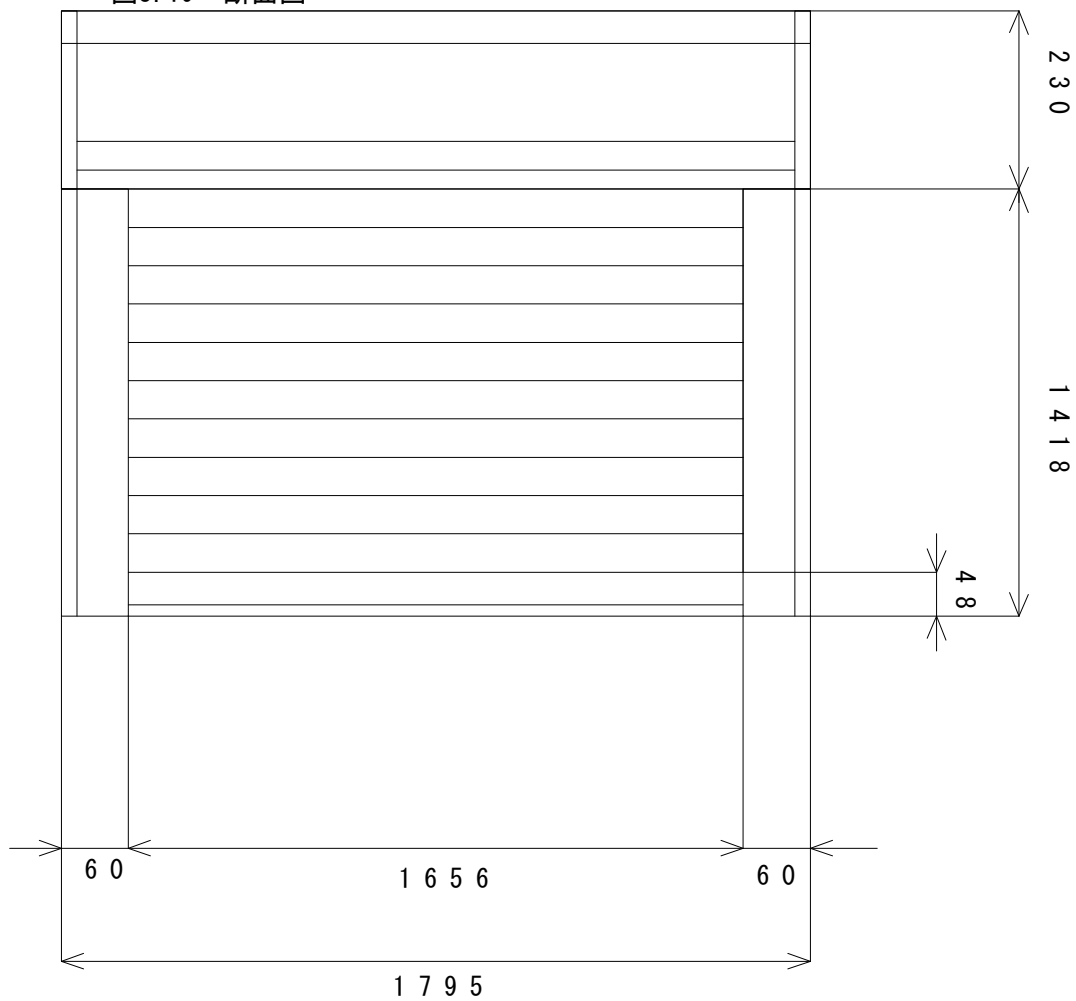


図3.20—立面図

3.4.6 正巻シャッター(スリット閉、開)

断面図を図 3.21 にシャッタースリットの写真を図 3.22 に、立面図を図 3.23 に示す。

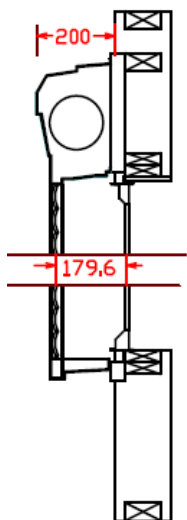


図3.21-断面図



(a) スリット開



(b) スリット閉

図3.22-スリット開閉状態

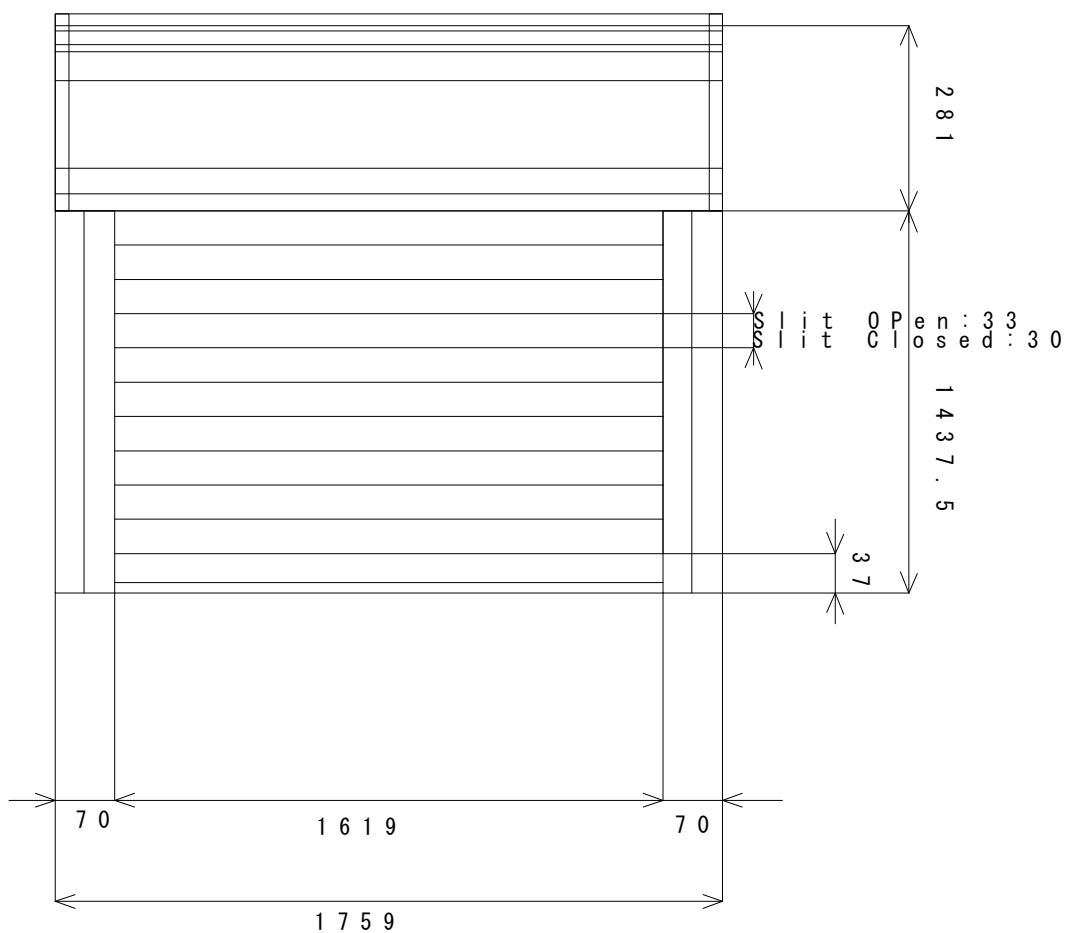


図3.23-立面図

3.5 熱箱法による熱貫流率と付加熱抵抗の測定結果

試験所の熱箱法による熱貫流率を、図 3.24 に示す。測定熱貫流率は測定値より算出し、それに両側の表面熱伝達抵抗の和が $0.165 [W/(m^2 \cdot K)]$ になるよう補正（基準化）したものが基準化熱貫流率である。付属物無しの場合と比較して、スクリーンでは最大 $1.1 [W/(m^2 \cdot K)]$ 程度の差が、シャッターでは最大 $0.5 [W/(m^2 \cdot K)]$ 程度の差が生じており、付属物による断熱性能の向上がみられる。特にダブルハニカムでは熱貫流率の値が半減しており、Low-E ペアガラス単独の場合の倍の断熱性能になる。

$$Um = qsp / \Delta\theta n \quad (3.1)$$

$$Ust1 = (Um^{-1} - Rs,t + R(s,t),st)^{-1} \quad (3.2)$$

$$Ust2 = qsp / \Delta\theta c \quad (3.3)$$

Um :測定熱貫流率 $[W/m^2 \cdot K]$ 、 qsp :試験体通過熱流量 $[W]$ 、 $\Delta\theta n$:環境温度差 $[K]$ 、

$Ust1$:基準化熱貫流率 $[W/m^2 \cdot K]$ 、 Rs,t :両側総合熱伝達抵抗 $[m^2 \cdot K/W]$ 、

Rs,t :両側総合熱伝達抵抗 $[m^2 \cdot K/W]$ 、 $R(s,t),st$:基準化用両側総合熱伝達抵抗 $0.165 [m^2 \cdot K/W]$ 、 $Ust2$:熱貫流率(空気温度 $[W/m^2 \cdot K]$)、 $\Delta\theta c$:空気温度差 $[K]$

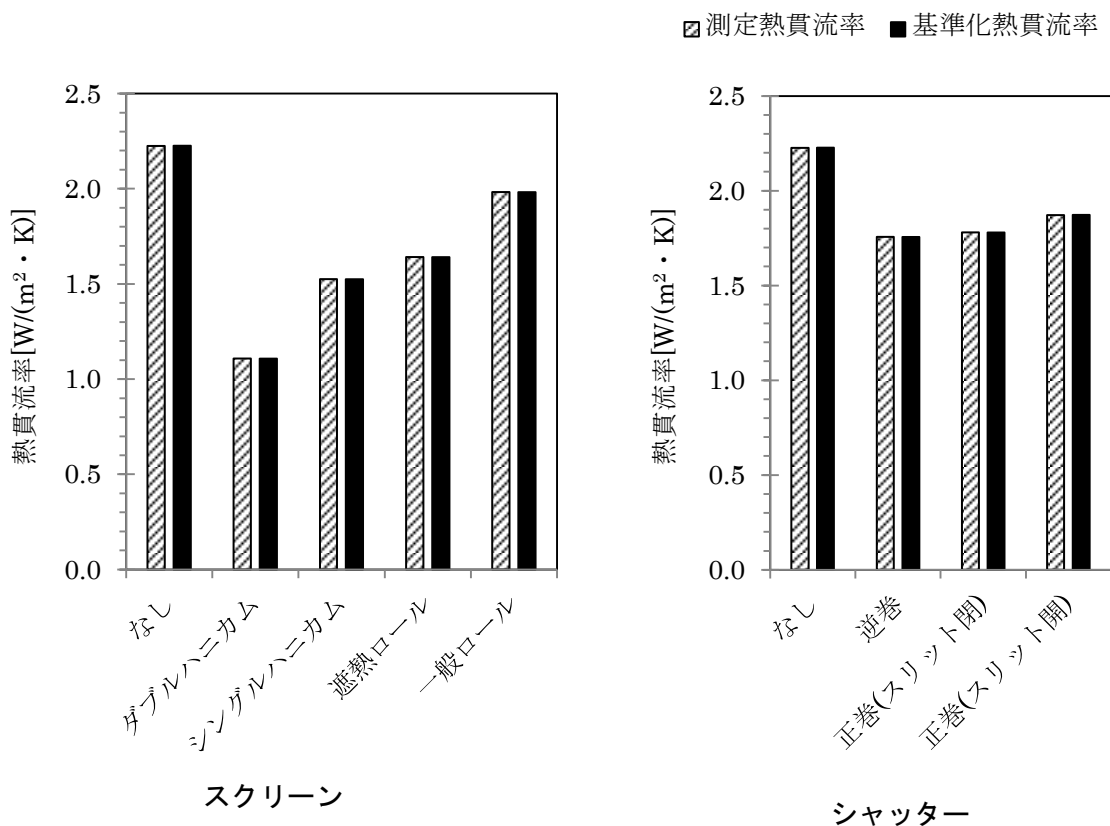


図 3.24 ー熱貫流率の測定結果

次に、付属物の付加熱抵抗を図 3.25 に示す。値は、基準化熱貫流率の値から算出したものである。中空層の熱抵抗も含んでいるが、ダブルハニカムの付加熱抵抗は $0.45[\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$ にもなり、これは押出法ポリスチレンフォーム 1 種（熱伝導率 $0.04[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ ）で 18mm の厚さに相当する。ロールスクリーンはそれ自体の熱抵抗はほとんどなく、中空層の熱抵抗が付加熱抵抗になるが、一般ロールスクリーンに比べ、遮熱ロールスクリーンは $0.1[\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$ 以上熱抵抗が大きくなっており、遮熱目的で蒸着されたアルミが中空層内の放射伝熱も抑制する効果の大きさが見て取れる。シャッターについても、ロールスクリーンと同様に本体自体には熱抵抗がほとんど無い。付加熱抵抗は密閉度（気密性）による違いで若干の差が生じるものの、どれも $0.1[\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$ 程度の値となっている。

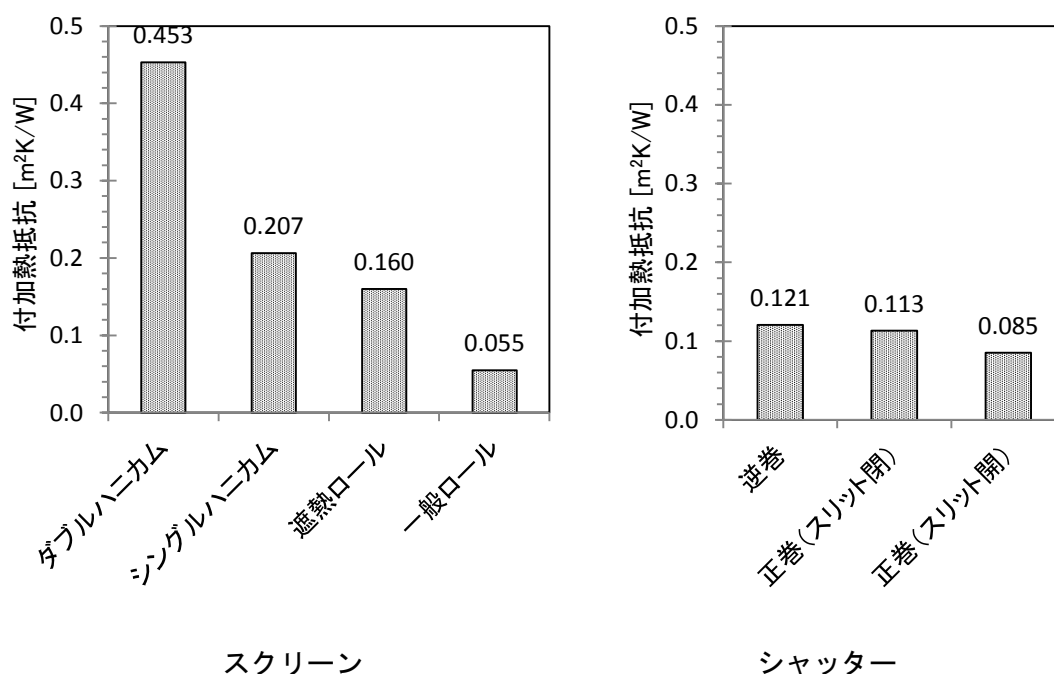


図3.25— 付属物の付加熱抵抗

3.6 温度分布

今回、標準試験体として用いたのは熱伝達率分布測定のため両表面に熱流センサー、温度センサーが配置されている。そこで、実測した窓表面の垂直温度分布を図3.26～図3.29に示す。図3.26より、室内側に付属物を取り付けられると窓表面に上下温度分布が著しくつくことがわかる。低温側（室外側）表面も1[K]程度の上下温度分布が生じているが、その程度は付属物が無い場合と同程度であり、ほぼ全体にシフトした形となっている。

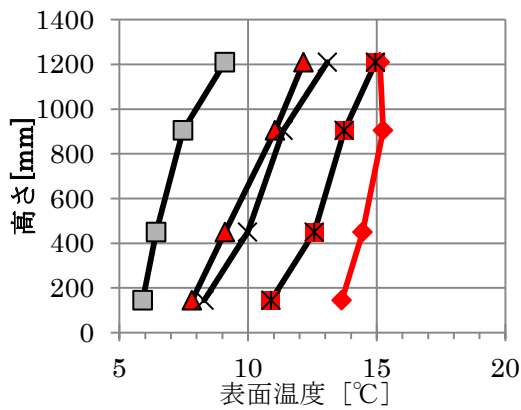


図3.26— 高温側窓表面（スクリーン）

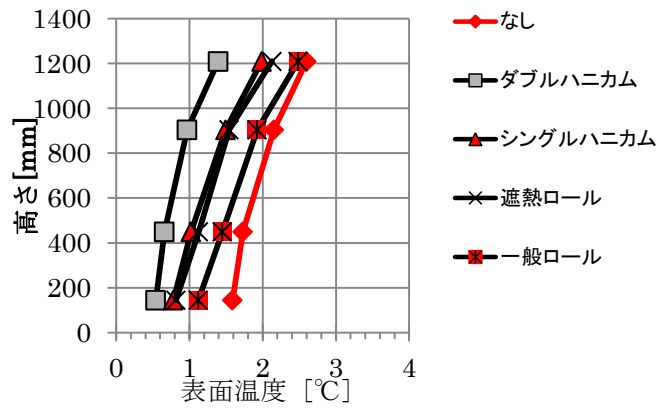


図3.27— 低温側窓表面（スクリーン）

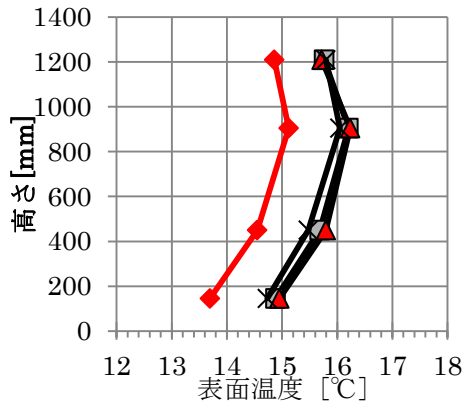


図3.28— 高温側窓表面（シャッター）

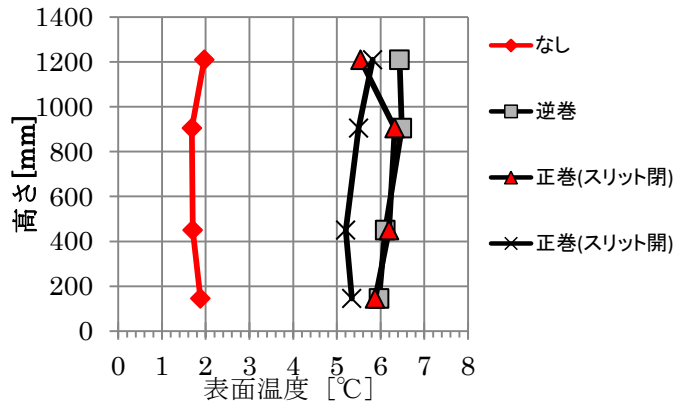


図3.29— 低温側窓表面（シャッター）

高さごとの平均温度差（窓両表面の温度差で付属物は含まない）を以下に示す。図 3.30 はスクリーン、図 3.31 はシャッターの場合である。標準試験体の熱抵抗はすべての場合で同一であるので、温度差に標準試験体の両表面間コンダクタンスを乗じた値が熱流量となる。すなわち、温度差の小さい方が熱流量が少なく断熱性能が高いことを意味する。付属物の無い状態での上下温度差は、スクリーンの場合（スクリーンの付属物無しは外側バップルが取り付けられている状態）で 1 K 以内であるが、シャッターの場合（シャッターの付属物無しは外側バップルを外し、気流を正面から当てる BL 法）では 2K 程度とやや大きい。スクリーンの場合は、上下分布が 3 K 程度と大きくなっているのに対し、シャッターの場合は 1K 程度でスクリーンの場合ほど大きな上下分布はついていない。

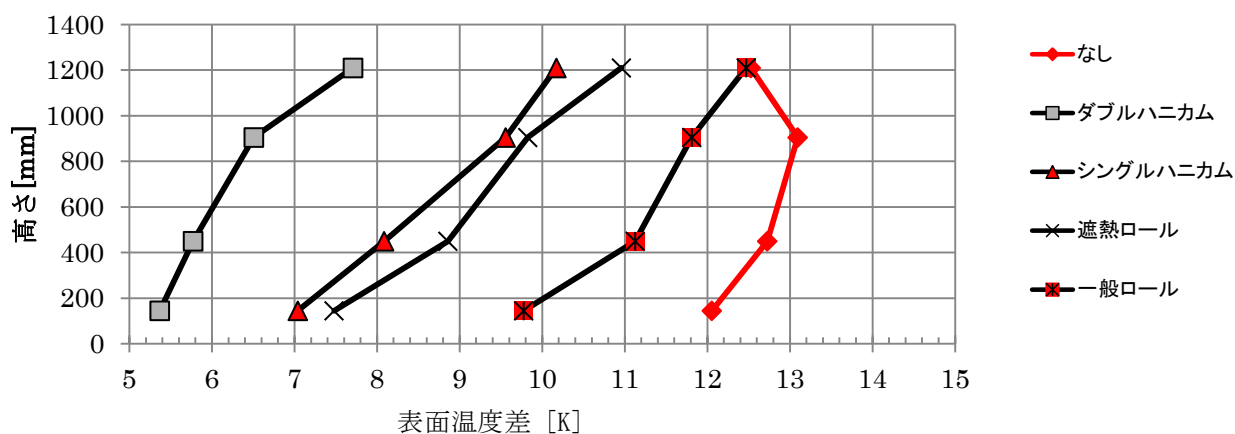


図3.30 高さごとの室内外の窓試験体表面温度差分布（スクリーン）

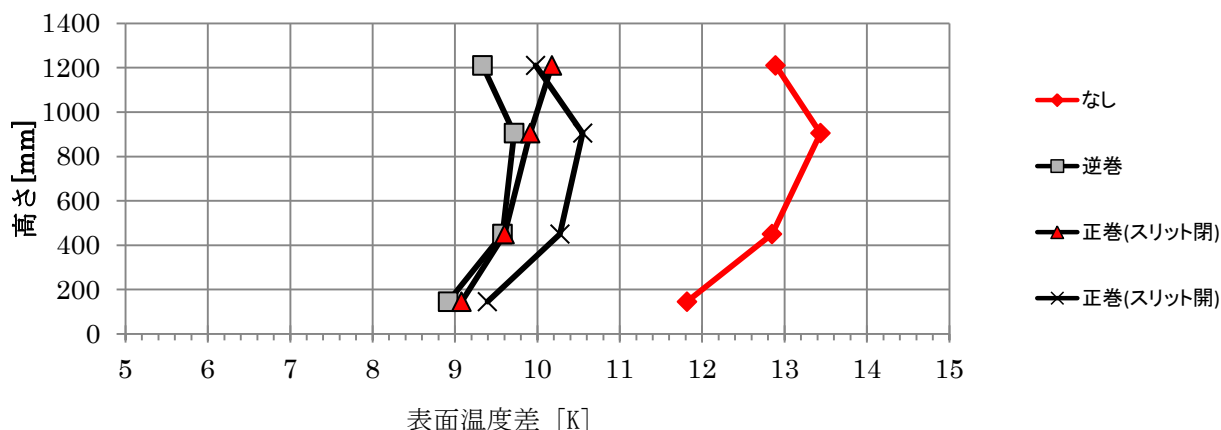


図3.31 高さごとの室内外の窓試験体表面温度差分布（シャッター）

3.7 熱流密度

熱流センサーにて記録した垂直方向の熱流量値により計算した熱流密度の分布図を図3.32～3.35に示す。

スクリーン

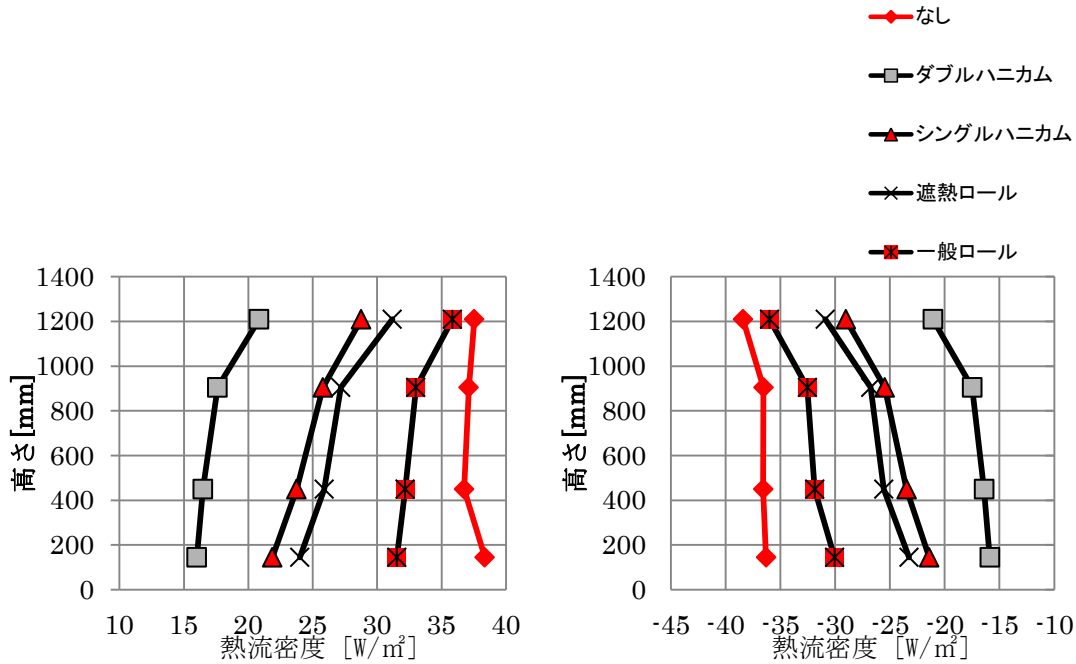


図3.32— 高温側熱流密度(スクリーン)

図3.33— 低温側熱流密度(スクリーン)

シャッター

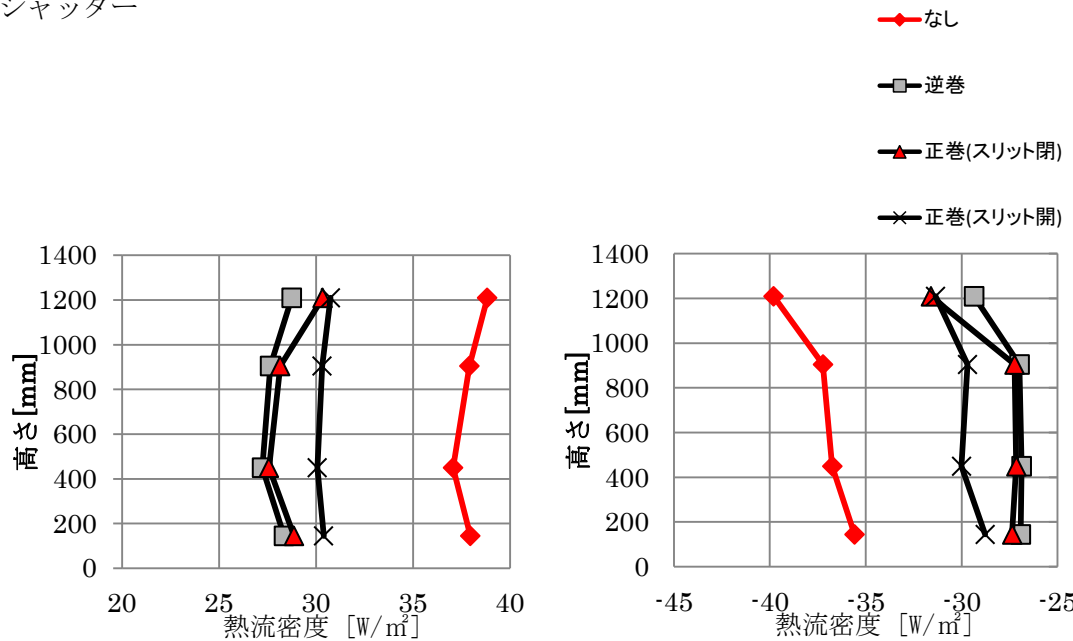


図3.34— 高温側熱流密度(シャッター)

図3.35— 低温側熱流密度(シャッター)

3.8 放射熱伝達率分布

垂直方向の放射熱伝達率分布について、スクリーンの場合は図 3.36、図 3.37、シャッターの場合は図 3.37、図 3.38 に示す。放射熱伝達率分布は式 (3.4) にて算出した。

$$hr = \frac{\sigma(T_s^4 - T_b^4)}{(1/\varepsilon_{cal} + 1/\varepsilon_b - 1)(T_s - T_b)} \quad (3.4)$$

なお、 σ ：ステファンボルツマン定数 $5.67 \times 10^{-8} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 、 T_s ：窓表面温度[K]、 T_b ：バツフル表面温度[K]、 ε_{cal} ：窓表面放射率 0.93[-]、 ε_b ：バツフル放射率 0.93[-]とする。

スクリーン

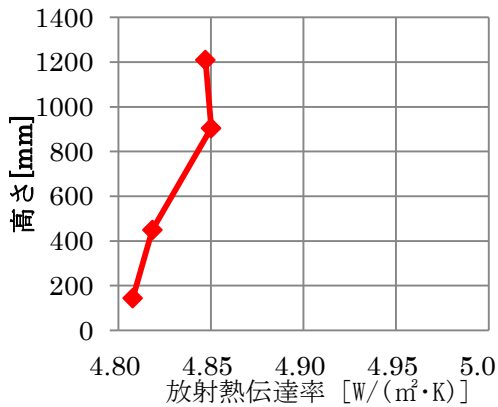


図3.36—高温側

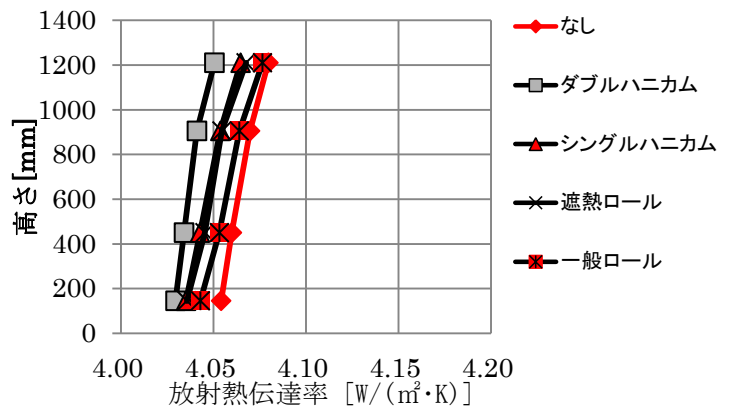


図3.37—低温側

シャッター

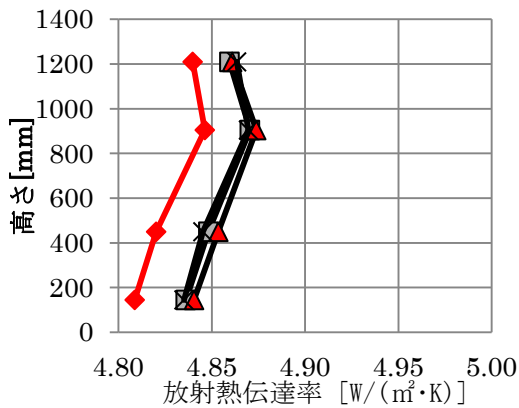


図3.38—高温側

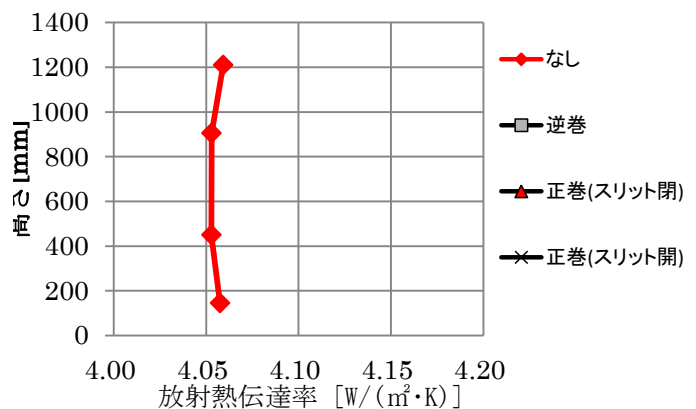


図3.39—低温側

3.9 対流熱伝達率分布 hc

垂直方向の対流熱伝達率分布について、スクリーンの場合は図 3.40, 図 3.41 に、シャッターの場合は図 3.42, 図 3.43 に示す。

対流熱伝達率は式(5.5)にて算出した。

$$hc = \frac{q_{cal} - hr(T_b - T_s)}{(T_c - T_s)} \quad (3.5)$$

なお、 q_{cal} : 熱流密度[W/m²]、 T_c : 空気温度[K]とする。

スクリーン

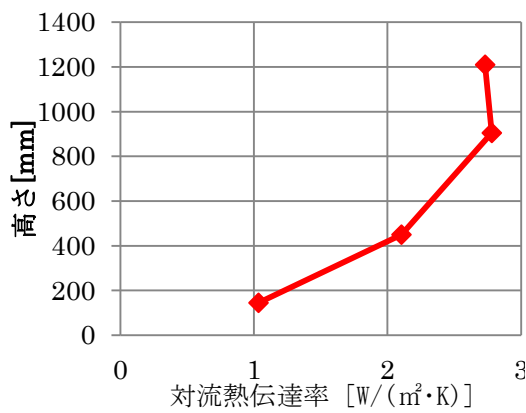


図3.40— 高温側

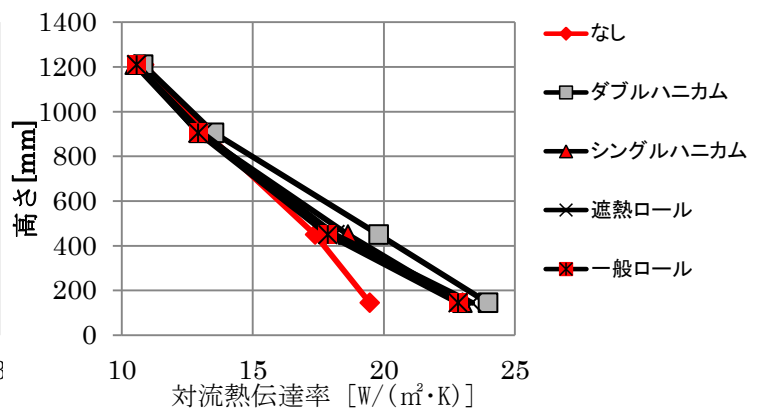


図3.41— 低温側

シャッター

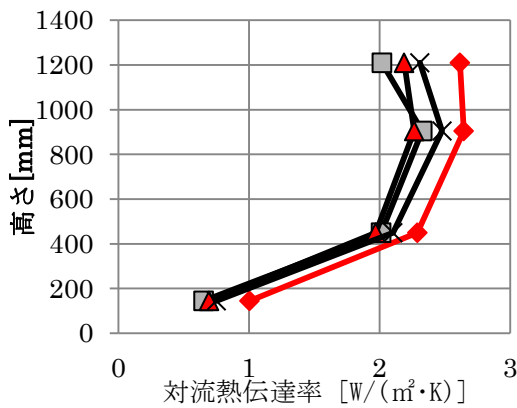


図3.42— 高温側

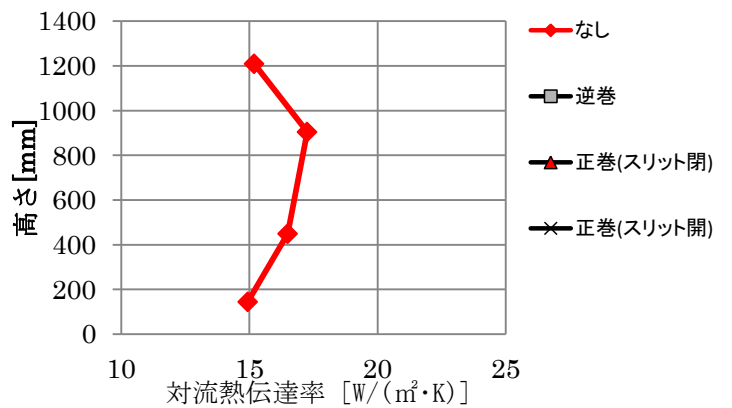


図3.43— 低温側

4章 付属物による断熱性計算結果

4.1 計算方法

4.1.1 窓試験体概要

JIS A 2102 では窓フレーム部熱貫流率とその補正值のフレーム部線熱貫流率を加味して窓全体の熱貫流率を算出することができる。更に、簡易計算法の JIS A 2102-1 と詳細計算法の JIS A 2102-2 があり、詳細計算では窓の熱性能評価プログラム(TB2D/BEM)を用いてフレーム部熱貫流率とフレーム部線熱貫流率を算出することが可能である。TB2D/BEM では、初めに図 4.1~4.3 のように簡略化した窓枠図面を読み込ませ、媒質領域、媒質の熱伝導率、表面熱伝達率、隅角部の表面熱伝達率、空気層の設定などを行う。また、環境条件を設定し、室内外の各フレーム熱流量を算出する。付属書 B では隅角部の範囲について記載があり、今回は窓パネル部を考慮して窓枠角部より 30mm の範囲を隅角部とした。また、ガラス部熱抵抗算出には JIS R 3107 を用いた。

4.1.2 窓試験体のみ算出方法

・窓試験体のみガラス部熱貫流率 U_g

JIS R 3107 に従って算出を行った。内外の表面熱伝達率とガラス熱伝導率、ガラス厚さ、中空層熱コンダクタンスより熱伝導方程式を用いて算出する。ガラス部熱貫流率をガラス面積で除してガラス部通過熱流量を求める。

・窓試験体のみフレーム部熱貫流率 U_f

JIS A 2102-1 付属書 D では PVC 中空型材で二つの中空室をもつフレームタイプである場合の熱貫流率は $2.2[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$ と定められている。詳細計算ではガラスを熱伝導率 $\lambda = 0.035[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ の断熱パネルに置き換えて断熱パネルでのフレーム熱流量を求め、それから求められる熱コンダクタンスと断熱パネルの熱貫流率、断熱パネルの見付け幅、フレームの見付け幅から(4.1)式を用いて算出する。

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p \cdot b_p}{b_f} \quad (4.1)$$

このとき、 L_f^{2D} : 断熱パネルの熱コンダクタンス $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 、 U_p : 断熱パネルの熱貫流率 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ 、 b_p : 断熱パネルの見付け幅 $[\text{m}]$ 、 b_f : フレームの見付け幅 $[\text{m}]$ とする。

・フレーム部線熱貫流率 Ψ_g

JIS A 2102-1 付属書 E では、低放射膜があり二層又は三層グレージングをもつ樹脂フレームの線熱貫流率は $0.06[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ としている。詳細計算では、実際の断面図より熱流量を算出し、それから求められる熱コンダクタンスとガラス、フレームそれぞれの熱貫流率と見付け幅から(4.2)式を用いて算出する。

$$\Psi_g = L_\Psi^{2D} - U_f \cdot b_f - U_g \cdot b_g \quad (4.2)$$

このとき、 L_Ψ^{2D} : 実断面の熱コンダクタンス $[\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 、 U_g : ガラスの熱貫流率 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot$

K)]とする。

・窓試験体のみ窓全体での熱貫流率 U_w

以上で求めた値を用いて、熱流量の総和を窓面積で除することにより窓全体での熱貫流率を算出する。

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + I_g \psi_g}{A_g + A_f} \quad (4.3)$$

このとき、 A_g : ガラス面積[m²]、 A_f : フレーム面積[m²]、 U_p : 断熱パネルの熱貫流率[W/(m²・K)]、 b_p : 断熱パネルの見付け幅[m]、 b_f : フレームの見付け幅[m]とする。

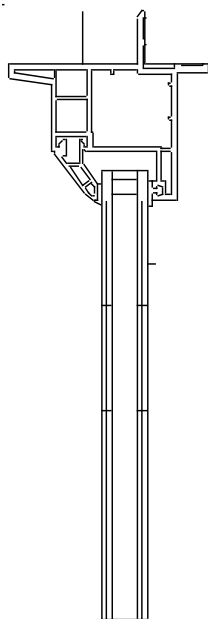


図4.1 PVC上枠

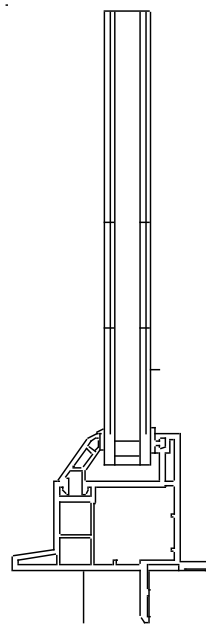


図4.2 PVC下枠

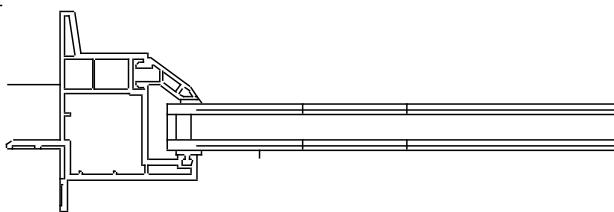


図4.3 PVC縦枠

4.1.3 スクリーンを取り付けた試験体の算出方法

中空層の相当熱伝導率

窓の中央部分の中空層を含めた断面をモデル化して(図 4.4)、TB2D/BEM に読み込ませる。境界条件(室内外)、中空層以外各部位の物性値と中空層の上下左右の熱放射率を正確に入れて、中空層の相当熱伝導率の収束計算を行う。

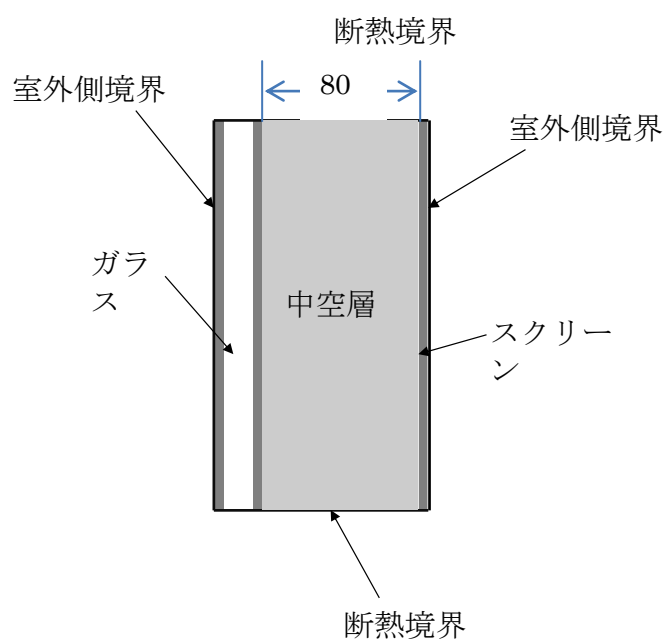


図 4.4 断面モデル

● ロールスクリーン

ロールスクリーン自体はほぼ熱抵抗を持っていないため、スクリーンの熱抵抗は考慮せずに計算を行った。

中空層熱貫流率 U_{ga}

TB2D/BEM を用いて収束計算で得た中空層熱伝導率を中空層の厚さで割ったもの。(式 4.4)

$$U_{ga} = \frac{h_{ga}}{d_{ga}} \quad (4.4)$$

ただし、 U_{ga} が中空層熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 h_{ga} が中空層相当熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 d_{ga} が中空層の厚さである $[m]$ 。

グレージング部全体熱貫流率 U_{mi}

$$U_{mi} = 1/(R_{ga} + R_g) \quad (4.5)$$

ただし、 U_{mi} がグレージング中央部全体熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 R_{ga} が中空層熱抵抗 $[m^2 \cdot K/W]$ 、 R_g がグレージング部熱抵抗である $[m^2 \cdot K/W]$ 。

● ハニカムスクリーン

ハニカムスクリーンは熱抵抗を持っている。中空層以外、スクリーンを加えて計算する。ただし、今回はスクリーンを断熱パネルで計算した。

スクリーン自体の熱貫流率 U_{sc}

$$U_{sc} = \frac{h_{sc}}{d_{sc}} \quad (4.6)$$

ただし、 U_{sc} がスクリーン熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 h_{sc} が中空層相当熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 d_{sc} がスクリーンの厚さである $[m]$ 。

グレージング部全体熱貫流率 U_{mi}

$$U_{mi} = 1/(R_{ga} + R_g + R_{sc}) \quad (4.7)$$

ただし、 U_{mi} がグレージング中央部全体熱貫流率 $[W/(m^2 \cdot K)]$ 、 R_{ga} が中空層熱抵抗 $[m^2 \cdot K/W]$ 、 R_g がグレージング部熱抵抗 $[m^2 \cdot K/W]$ 、 R_{sc} がスクリーン熱抵抗である $[m^2 \cdot K/W]$ 。

フレーム部熱貫流率

フレーム部の熱貫流率の計算はTB2D/BEMに通して行った。

窓、中空層、スクリーンを含めたフレーム部の断面をモデル化して、各部位の物性値を設定する。中空層熱伝導率の設定には求めた中空層相当熱伝導率を用いた。

上、縦、下枠のモデル化図面(図 4.5)

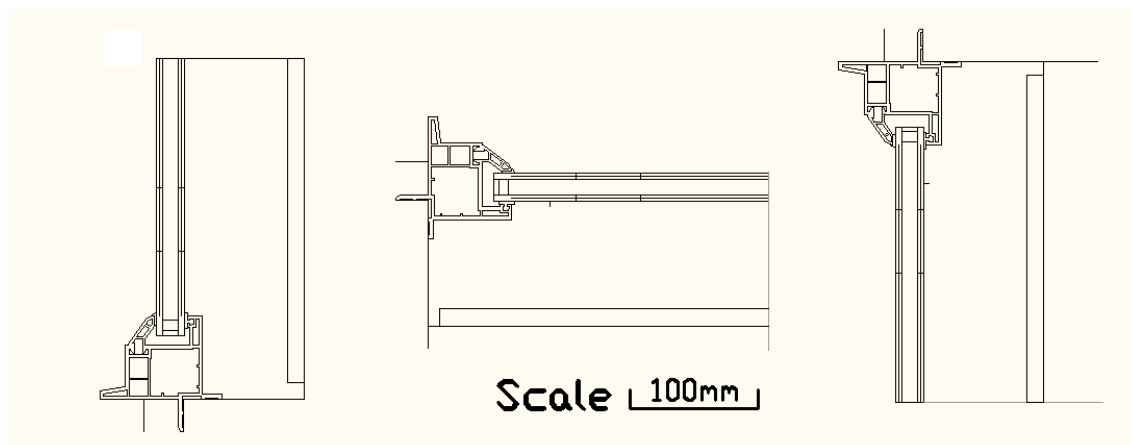


図 4.5ーモデル化図面

スクリーンの厚さを表 4.1 に示す。

表 4.1ースクリーンの厚さ

| | ダブルハニカム | シングルハニカム | 遮熱メッシュ | 一般メッシュ |
|---------|---------|----------|--------|--------|
| 厚さ (mm) | 13.4 | 9 | 0.1 | 0.1 |

境界の設定は図 4.6 に示す。

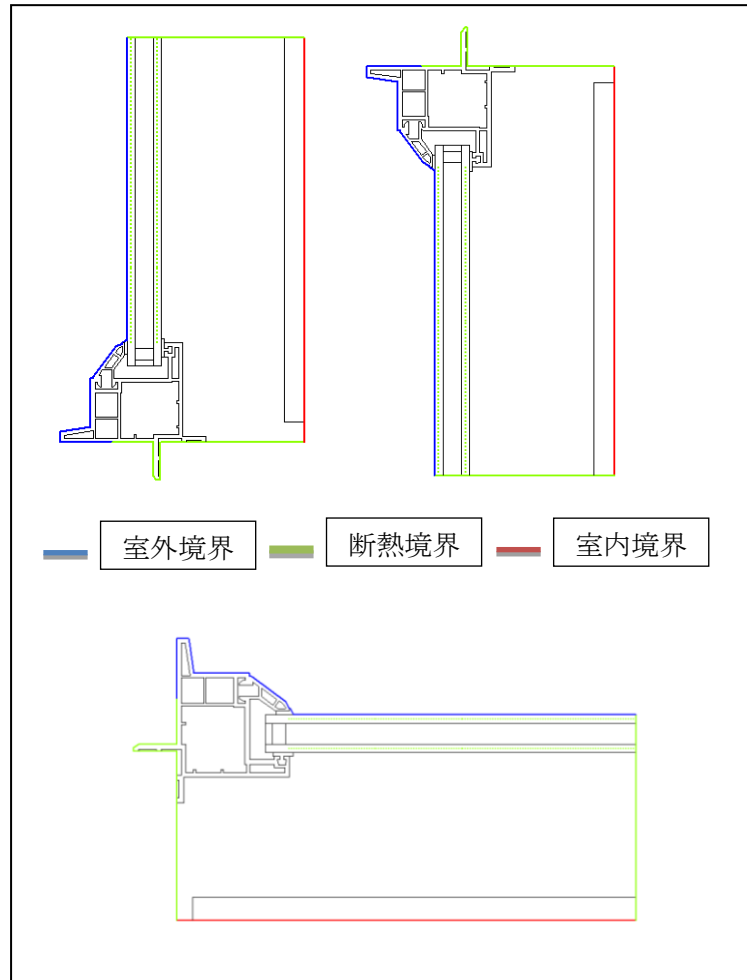


図 4.6—境界の設定

全体熱貫流率U

全体の熱貫流率は式 4.8 で求める。

$$U \cdot A = \sum U_n \cdot A_n \quad (4.8)$$

ただし、U が開口全体熱貫流率[W/(m²・K)]、A が開口部全体の面積[m²]、U_nが各部位の熱貫流率[W/(m²・K)]、A_nが各部位の面積[m²]を示す。

4.2 スクリーンの計算結果

4.2.1 中空層の相当熱伝導率

付属物ごと中空層設定条件と計算結果を表 4.2 に示した。

表 4.2—付属物ごと中空層設定条件と計算結果

| | 密閉/半密閉 | 熱放射率 | | | | 中空層相当 熱伝導率 [W/(m・K)] |
|-----------------------|--------|------|----|------|------|----------------------------|
| | | 上部 | 下部 | 左部 | 右部 | |
| ダブルハニカム スクリーン | 密閉 | 0 | 0 | 0.93 | 0.93 | 0.476 |
| シングルハニカム スクリーン | 半密閉 | 0 | 0 | 0.93 | 0.93 | 0.898 |
| 遮熱メッシュタイプ ロールスクリーン | 半密閉 | 0 | 0 | 0.93 | 0.2 | 0.486 |
| 一般メッシュタイプ ロールスクリーン | 半密閉 | 0 | 0 | 0.93 | 0.9 | 0.883 |

4.2.2 ロールスクリーン

中空層の相当熱伝導率で求めた熱貫流率と熱抵抗結果を表 4.3, 図 4.7 に示す。計算値と実測値はほぼ一致しているが、実測値では見込み方向の熱流もカウントされていることを考慮すると計算値は過大であり、中空層の熱抵抗の設定を見直す必要がある。

表 4.3—計算と実測熱貫流率

| | 遮熱ロール | 一般ロール |
|------------------------------------|-------|-------|
| 実測U値(基準化U値)[W/(m ² ・K)] | 1.641 | 1.982 |
| 計算U値[W/(m ² ・K)] | 1.683 | 1.992 |
| 実測R値[m ² ・K/W] | 0.609 | 0.504 |
| 計算R値[m ² ・K/W] | 0.594 | 0.502 |
| 計算U値/実測U値 | 103% | 100% |

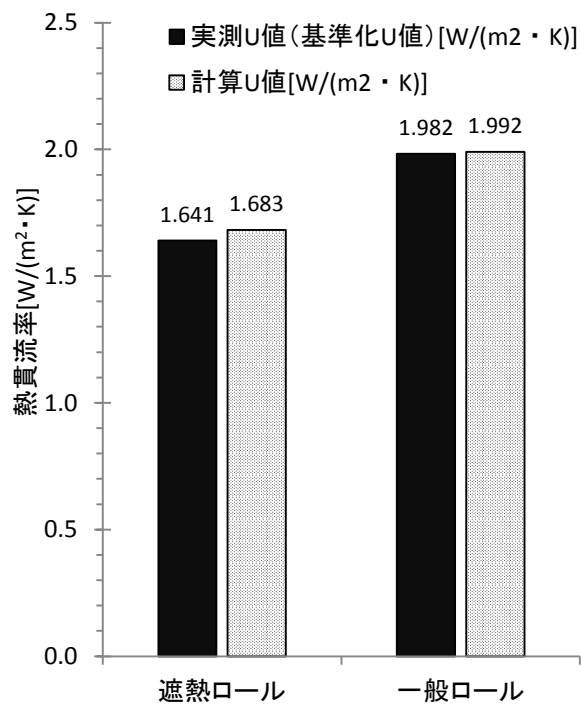


図 4.7—計算と実測熱貫流率

4.2.3 ハニカムスクリーン

ハニカムスクリーンの計算解析には、中空層の断熱性能とハニカムスクリーン自体の断熱性能の2つの要素を解析する必要がある。今回、中空層部分の断熱性能の解析はTB2D/BEMにて行い、4.1.3に述べた中空層相当熱伝導率の収束計算を行った。ハニカムスクリーン(2種)の結果は図4.8に示した。

計算結果は実測値と一致するときのハニカムスクリーン自体の熱抵抗値を表4.4に示す。シングルハニカムスクリーン自体の熱抵抗値は0.13[$m^2 \cdot K/W$]、ダブルハニカムスクリーン自体の熱抵抗値は0.22[$m^2 \cdot K/W$]となった。解析方法として、より精密な方法があるが、複雑であり、ハニカムセル自体の解析を行わなければならない。

表 4.4—ハニカムスクリーン自体の熱抵抗値

| | Sハニカム | Dハニカム |
|-------------------------------|-------|-------|
| 基準化U値[W/($m^2 \cdot K$)] | 1.524 | 1.108 |
| 計算U値[W/($m^2 \cdot K$)] | 1.524 | 1.105 |
| 中空層相当熱伝導率[W/($m \cdot K$)] | 0.898 | 0.486 |
| 付属物熱伝導率設定値[W/($m \cdot K$)] | 0.07 | 0.06 |
| 展開幅(mm) | 9.0 | 13.4 |
| 付属物自体U値[W/($m^2 \cdot K$)] | 7.78 | 4.49 |
| 付属物自体R値[$m^2 \cdot K/W$] | 0.13 | 0.22 |

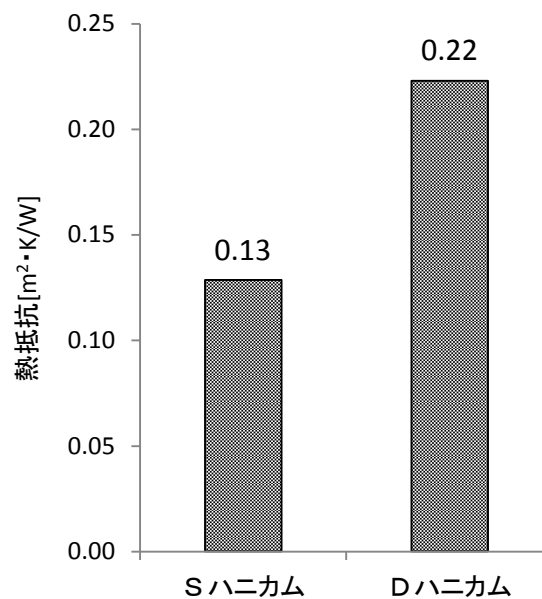


図 4.8—ハニカムの熱抵抗

4.3 シャッターの計算結果

アルミシャッターの場合ISO 10077-1に基づき、気密による五段階の断熱評価について、付加熱抵抗値を図 4.9, 表 4.5 に示す。試験結果から得られたシャッターによる付加熱抵抗値を図 4.10 に示す。

表 4.5—シャッターの付加熱抵抗 (ISO 10077-1)

| Air permeability of shutter ^a | Additional thermal resistance ΔR [$m^2 \cdot K/W$] | アルミ シャッター ΔR [$m^2 \cdot K/W$] |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Very high | 0.08 | 0.080 |
| High | $0.25R_{sh} + 0.09$ | 0.093 |
| Average | $0.55R_{sh} + 0.11$ | 0.116 |
| Low | $0.80R_{sh} + 0.14$ | 0.148 |
| Tight | $0.95R_{sh} + 0.17$ | 0.180 |

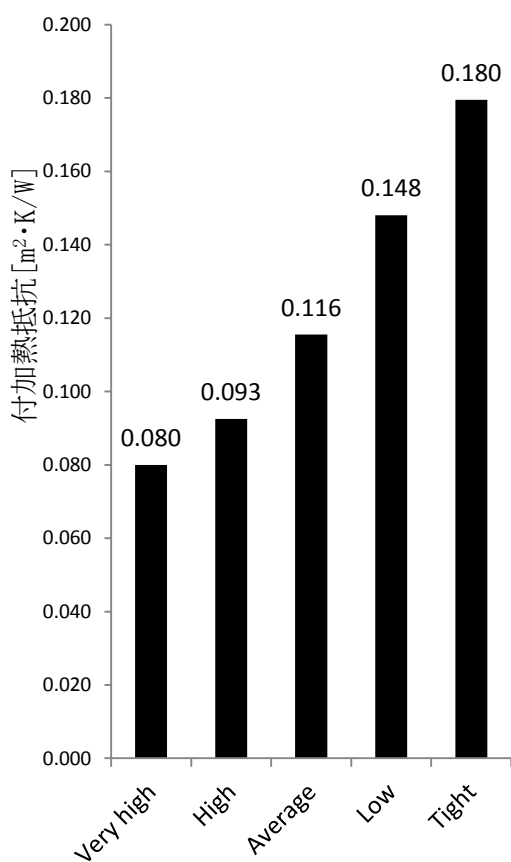


図 4.9 シャッターの付加熱抵抗 (ISO 10077-1)

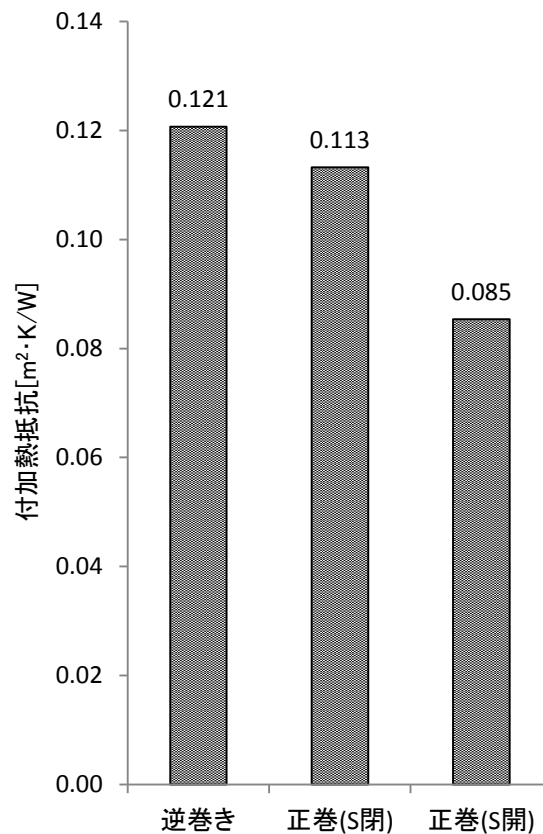


図 4.10 シャッターの付加熱抵抗測定値

ISO 10077-1 に基づき、シャッターごとの気密評価レベルを表 4.6 に示す。

表 4.6—シャッター気密評価 (ISO 10077-1 参照)

| | | | |
|---------|---------|---------|-----------|
| | 逆巻き | 正巻(S閉) | 正巻(S開) |
| 気密評価レベル | Average | Average | Very high |

5章 日本のシャッター付窓の計算方法

5.1 シャッター付窓の形態

日本の屋外シャッターには、窓と組み合わせて一体として躯体に取り付けるタイプ（シャッター一体枠タイプ）と、シャッター枠と窓枠が分離したタイプ（シャッター分離タイプ）がある。両タイプの断面図及び外観イメージを図 5-1-1、図 5-1-2 に示す。日本の窓シャッターの出荷実績のうち、およそ3分の2がシャッター一体枠タイプ、3分の1がシャッター分離タイプである。（2009年度）日本の住宅の窓は、外壁の外表面側に取り付けられるため、シャッターボックスも外壁に外付けとなる。それにより、シャッタースラットは、外壁外表面より外側に位置する。

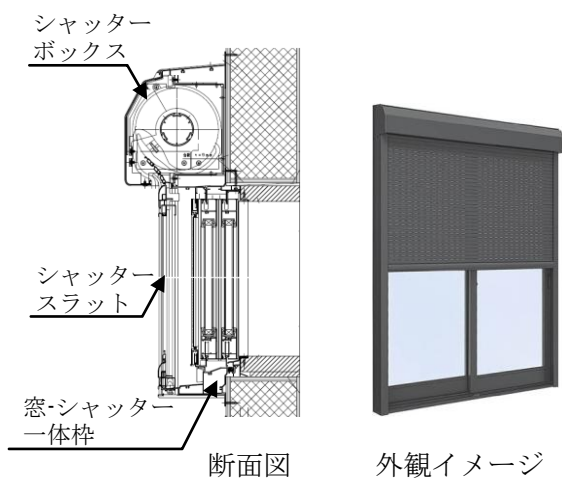


図 5.1.1—シャッター一体枠タイプ

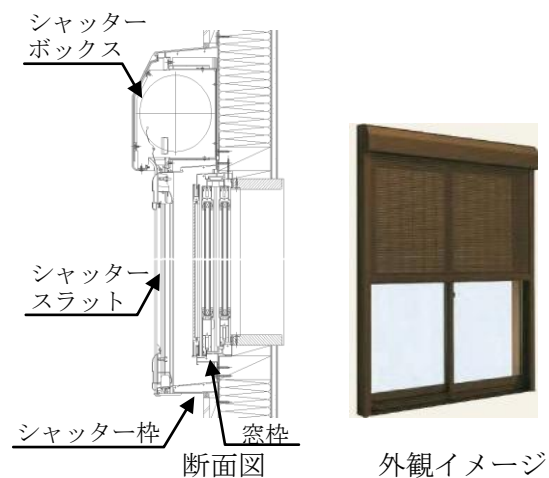


図 5.1.2—シャッター分離タイプ

5.2 窓の熱貫流率計算法規格でのシャッターの取扱い

5.2.1 JIS A 2102

2011年にISO 10077をベースとして窓及びドアの熱貫流率の計算法規格（JIS A 2102）が制定された。しかし、ISO 10077-1の付属書G、付属書Hで示されるシャッターの付加熱抵抗の参考値を日本の雨戸やシャッターに適用するには根拠が不十分であること、紙貼り障子やカーテンなど広く普及している付属物の情報が整理されていない状態でシャッターの参考値を示しても混乱を招くおそれがあることから、JIS A 2102ではシャッターに関する項目を除外することとした。

5.2.2 ISO 10077-1

ISO 10077-1では、シャッター付窓の熱貫流率をシャッターの付加熱抵抗（ ΔR ）と窓単体の熱貫流率を用いた式(5.2.1)により算出される。付属書Hに示されるシャッター付窓のイメージ図を図 5.2.1 に示す。シャッター閉鎖時の気密性は、シャッターと躯体との隙間寸法 $b_1 \sim b_3$ の積算値： b_{sh} から表 5.2.1 により決定する。付属書Gでは、定められたシャッ

ターの気密性とその材質によって一覧表から付加熱抵抗 ΔR を決定する。(表 5.2.2)

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} \quad \dots(5.2.1)$$

U_{ws} : シャッターを閉じた窓の熱貫流率 [W/(m²·K)]

U_w : 窓の熱貫流率 [W/(m²·K)]

ΔR : シャッター自身と窓とシャッターに囲まれた空気層の熱抵抗 (m²·K/W)

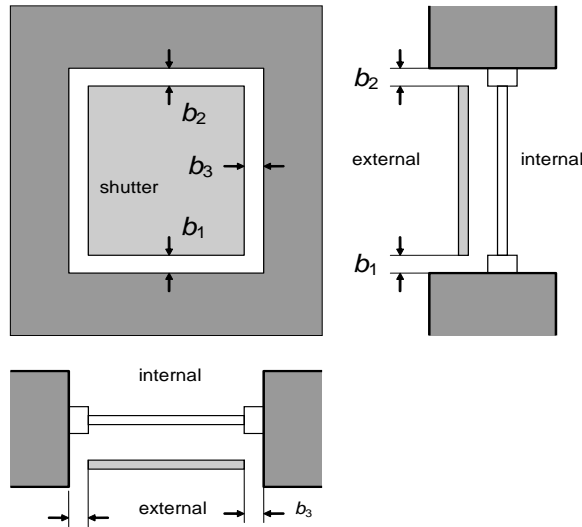


図 5.2.1—ISO 10077-1 付属書 H のシャッター付窓イメージ図

表 5.2.1—ISO10077-1 Table H.1 - Relationship between permeability and effective total edge gap between shutter and its surround

| Class | Air permeability of shutter | b_{sh} [mm] |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 | Very high | $b_{sh} \geq 35$ |
| 2 | High | $15 \leq b_{sh} < 35$ |
| 3 | Average | $8 \leq b_{sh} < 15$ |
| 4 | Low | $b_{sh} \leq 8$ |
| 5 | Tight | $b_{sh} \leq 3$ and $b_1 + b_3 = 0$ or $b_2 + b_3 = 0$ |

表 5.2.2 ISO10077-1 Table G.1-G2 Additional thermal resistance for windows with closed shutters

| Air permeability of shutter ^a | Additional thermal resistance ΔR $m^2 \cdot K/W$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Very high | 0,08 |
| High | $0,25 R_{sh} + 0,09$ |
| Average | $0,55 R_{sh} + 0,11$ |
| Low | $0,80 R_{sh} + 0,14$ |
| Tight | $0,95 R_{sh} + 0,17$ |
| ^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H. | |

| Shutter type | Typical thermal resistance of shutter R_{sh} $m^2 \cdot K/W$ | Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters ^a | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | High or very high air permeability | Average air permeability | Tight or low air permeability |
| Roller shutters of aluminium | 0,01 | 0,09 | 0,12 | 0,15 |
| Roller shutters of wood and plastic without foam filling | 0,10 | 0,12 | 0,16 | 0,22 |
| Roller shutters of plastic with foam filling | 0,15 | 0,13 | 0,19 | 0,26 |
| Shutters of wood, 25 mm to 30 mm thickness | 0,20 | 0,14 | 0,22 | 0,30 |
| ^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H. | | | | |

5.2.3 日本のシャッター付窓と ISO 10077-1 の相違点

ISO 10077-1 の付属書 H と日本のシャッター付窓（シャッター一体枠タイプ）の比較を図 5-2-2 に示す。付属書 H のイメージ図ではシャッターブラットが躯体の見込み内に納められているのに対し、日本のシャッター付窓では外壁から突出した位置にある。（図 5-2-2 図中(1)）また、ISO 10077-1 ではシャッターボックスや窓とシャッターの接続部分が不明確であるのに対し、日本のシャッター付窓では上部にシャッターボックスがあり、窓周囲では窓とシャッターが枠部で連結されている（図 5-2-2 図中(2)）これらのことから、日本のシャッター付窓と ISO 10077-1 に記載されたものとは構造的に大きく異なり、ISO の適用範囲に入るのか不明である。

これらの相違点に対し、以下の 2 つの取組みが必要である。

- ① 外壁から突出したシャッターの付加熱抵抗実証試験と ISO との差異の把握
- ② 窓とシャッターの連結部（シャッター一体枠タイプ）での熱橋の評価法開発

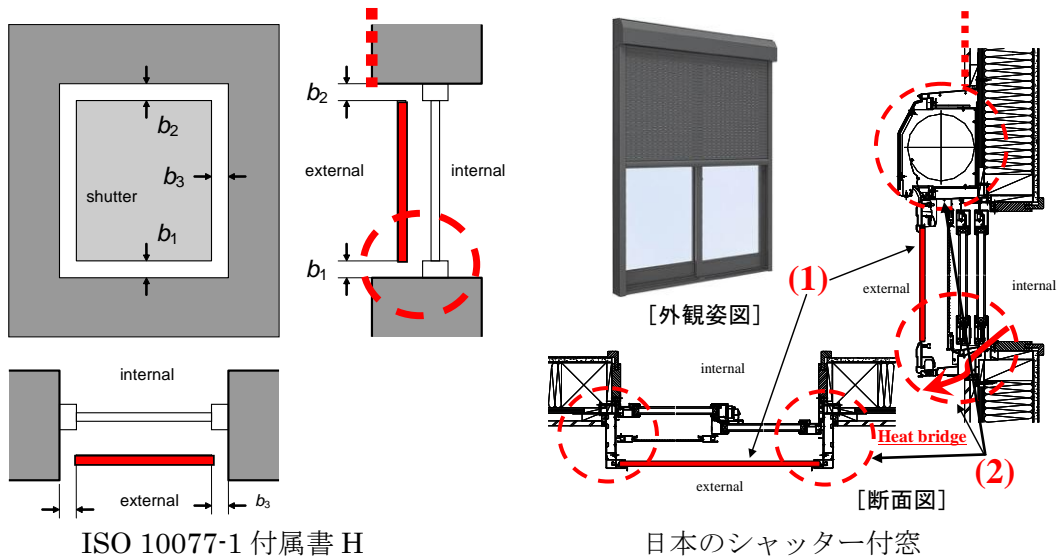


図 5.2.2-ISO 10077-1 付属書 H と日本のシャッター付窓の比較

5.3 ISO/TC163/SC2（計算方法）/WG9 への情報提供と協力要請

シャッター付窓の断熱性能を ISO に基づき評価するためには、日本のシャッター付窓製品が ISO 10077-1 に示される構造の適用範囲に入っているのかを明確にする必要がある。適用外であれば日本のシャッターに対応した新たな計算方法を開発し、ISO 化の道筋を示す必要がある。

そこで、ISO 10077 をはじめとする窓の熱性能計算法の ISO を作成・審議しているワーキング ; ISO/TC163/SC2/WG9 に参加し、ISO 10077-1 の適用範囲や付加熱抵抗の根拠について、情報収集と協力要請を行うこととした。

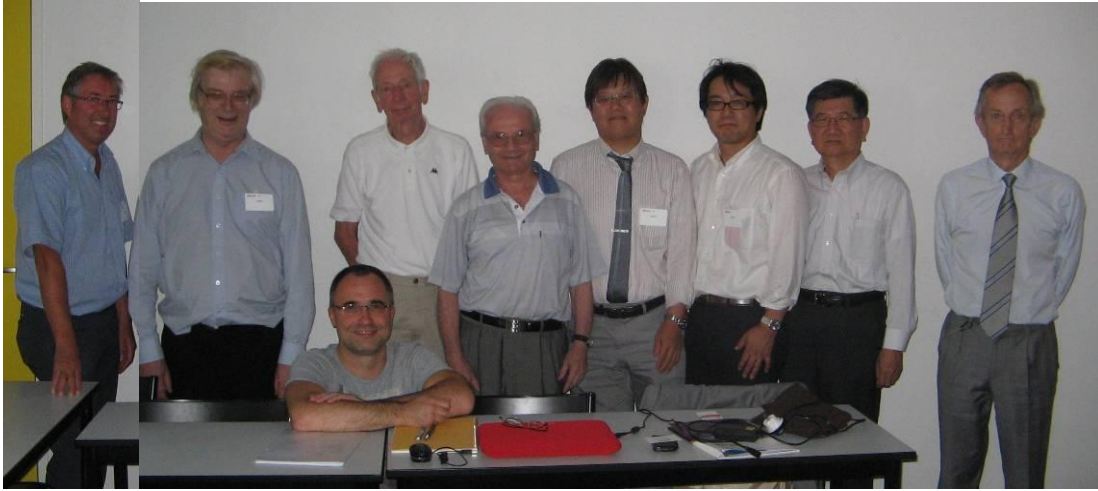
本委員会において測定した日本のシャッター製品の付加熱抵抗が、ISO 10077-1 の適用範囲に該当するかの判断材料の 1 つとなるため、測定手法等の情報提供を行うと共に ISO 10077-1 の附属書 G に示される付加熱抵抗の根拠、測定方法を WG9 メンバーに確認することとした。また、日本のシャッター製品には、窓枠とシャッターが連結したもの（シャッター一体枠タイプ）がある。窓枠とシャッター枠との間で熱橋（heat bridge）が形成されるため、WG9 メンバーの知見や意見を収集し、日本独特の製品の評価法の必要性を明らかにしていく。

5.3.1 出張概要

ISO/TC163/SC2/WG9 の概要と日程を以下に示す。

- [1] 会議名 : ISO/TC163/SC2/WG9 LaRoche Meeting February 2012
- [2] 日時 : 2012 年 9 月 4 日（火）13:00～16:00
- [3] 場所 : ラロッシュェル大学 17071 La Rochelle - Cedex 9, France
- [4] 出席者 : 13 名（欠席 Dick van DIJK (NL) 等）

| 名前 | 国 | 所属 | 備考 |
|----------------------|-----------|-------------------------------------------|----------|
| Brian R ANDERSON | UK | BRE | Convenor |
| Gerry PETTIT | UK | Concrete Block Association | |
| Martin H SPITZNER | Germany | FIW | |
| Pavlos VATAVALIS | Greece | European Aluminum Association AISBL | |
| Paolo RIGONE | Italy | UNCSAAL | |
| Eva-Lotta W KURKINEN | Sweden | SP Technical Research Institute of Sweden | Ms. |
| Charlie CURCIJA | US | LBNL | |
| Helge HOYER | Denmark | Rockwool International A/S | |
| Piet VITSE | Belgium | Pittsburgh Corning Europe S.A./N.V. | |
| Petar NIKOLOVSKI | Macedonia | | |
| Mitsuhiro UDAGAWA | Japan | Kogakuin Univ. | |
| Taito KINOSHITA | Japan | Nippon Sheet Glass | |
| Koichiro SAITO | Japan | YKK AP | |



Piet VITSE, Brian ANDERSON, Helge HOYER, Petar NIKOLOVSKI, 齊藤, 木下, 宇田川, Gerry PETTIT
Martin H SPITZNER

[5] 日程：

| 日付 | 要務名 | 概要 |
|---------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9月2日(日) | 魚津出発、成田着 | |
| 9月3日(月) | 成田出発、フランス ラロシェル着 | |
| 9月4日(火) | 午前；ISO/TC163/SC2 全体会議出席 午後； ISO/TC163/SC2/WG9 会議出席 | 日本のシャッター製品がISOの適用範囲にあるかを明確化するための情報収集と協力要請を行った。 ISOの根拠となる測定方法に関する情報が得られた。また、WG9メンバーより日本からの継続的な情報提供の要請があった。 |
| 9月5日(水) | 午後；TC163国内委員会 赤坂委員長への報告 | TC163国内委員会 赤坂委員長に対しISO/TC163/SC2全体会議およびWG9の内容について報告した。 |
| 9月6日(木) | 午前・午後； 会議報告書作成打合せ | ISO/TC163/SC2全体会議およびWG9の報告書内容について、板硝子協会 木下氏(TC163国内委員会)と打合せを行った。 |
| 9月7日(金) | ラロシェル出発、パリ着 | |
| 9月8日(土) | 成田帰国 | |

5.3.2 会議議事概要 (ISO 10077-1 でのシャッターの取り扱いについて)

ISO 10077-1 のシャッターの取り扱いに関する日本から WG9 への情報提供および要望について ISO/TC163 国内委員である齊藤より説明した。説明内容とそれらに対する WG9 委員からのコメントを以下に示す。WG9 での説明資料を図 5-3-1～図 5-3-4 に示す。

[1] WG9 への情報提供

- ① ISO 10077-1, -2 に基づいて JIS A 2102-1, -2 が制定されたこと。
- ② ISO 10077-1 に示されるシャッター構造と日本の製品の構造が異なるため、JIS 策定では当該部分を削除したこと。
- ③ 日本のシャッタースラットの位置は、ISO 附属書に示されている位置と異なり、外壁面から突出していること。
- ④ 窓とシャッターが一体となる枠では熱橋が形成される。その場合、熱橋に対して線熱貫流率などによる対応が必要と考えられること。
- ⑤ 日本のシャッター製品について付加熱抵抗の実証実験を実施中であること。測定には、本委員会で作成した熱流計パネルを使用していること。

[2] WG9 への要望

日本のシャッター製品を ISO 10077-1 に基づいて評価可能にするために、

- ① 日本のシャッター製品が、附属書 H に示される構造の適用範囲に入っているのか確認したい。
- ② 附属書 G に示される付加熱抵抗の根拠、測定方法を確認したい。
- ③ 今後、日本のシャッター製品の付加熱抵抗実証実験結果を WG9 に報告し、ISO 10077-1 への改定・追加を検討したい。

[3] WG9 委員からのコメント (⇒は日本からの回答、???は発言者不明)

- ISO 10077-1 の付加熱抵抗の根拠は測定である。(???)
- 測定は、Hot box 法 (ISO 12567-1) によるべきだ。(???)
- 付加熱抵抗の計算値(Annex G)は、安全側に出るのではないか。(???)
- 日本での測定は、シャッターを開けた時と閉めた時の他に、シャッター(ボックス・枠)が無い場合も行うのか?(???)
⇒ シャッター開け・閉めと窓単体(シャッター無し)で行う。
- 試験法では、シャッターがある場合と無い場合とで室外側表面熱伝達率が変化する。
- 日本で窓サイズを変えた場合の試験は行うのか。サイズによる影響があると考えられるので、行うべきである。(Brian)
- 熱橋や隙間の影響など、使用した材料や試験条件など記載して日本の試験結果を報告してほしい。(Pavlos)
- ブラインドの計算は、EN 13363 に示されている。(???)
- このプレゼン資料を WG9 資料とするために最終版を送信のこと。(Brian へ)

1) Japanese Industrial Standard (JIS A 2102) was established (1)

120904 ISO/TC163/SC2/WG9

The thermal-transmittance calculation method standard of windows and doors (JIS A 2102-1, -2) was published in 2011. This JIS A 2102 has been translated an international standard ISO 10077-1 and -2.

| Calculation method | Basis of standards and research | JIS (Japanese Industrial Standards) |
|--------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Thermal transmittance of windows and doors | ISO 10077-1 (2006) ISO 10077-2 (2003) | JIS A 2102-1 (2011) JIS A 2102-2 (2011) |

図 5.3.1—WG9 での説明資料-1

2) ISO 10077-1 Annex H Permeability of shutters (2)

120904 ISO/TC163/SC2/WG9

The construction of Japanese shutter products (Figure 1.1) differs from the construction shown in annex H Figure H.1 of ISO 10077-1. Therefore, in JIS 2102, we excluded some clauses from ISO 10077-1 related shutter products. We hope that WG9 would supports us to introduce this Japanese typical shutter products detail into ISO.

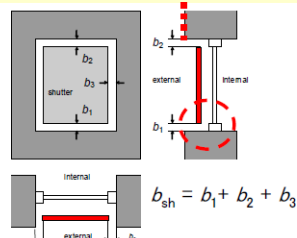


Figure H.1 — Definition of edge gaps

Table H.1 — Relationship between permeability and effective total edge gap between shutter and its surround

| Class | Air permeability of shutter | δ_{sh} [mm] |
|-------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | Very high | $\delta_{sh} \geq 35$ |
| 2 | High | $15 \leq \delta_{sh} < 35$ |
| 3 | Average | $8 \leq \delta_{sh} < 15$ |
| 4 | Low | $\delta_{sh} \leq 8$ |
| 5 | Tight | $\delta_{sh} \leq 3$ and $b_1 + b_2 = 0$ or $b_2 + b_3 = 0$ |

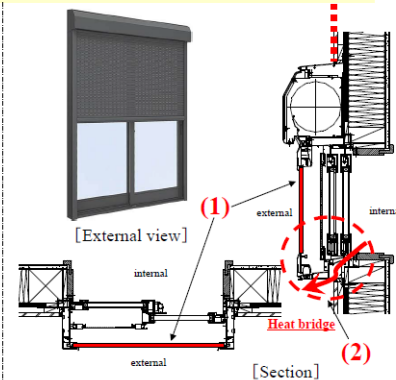


Figure 1.1 — Japanese typical shutter products

図 5.3.2—WG9 での説明資料-2

3) ISO 10077-1 Annex G Additional thermal resistance

(3)

120904 ISO/TC163/SC2/WG9

In Annex G of ISO 10077-1, the additional thermal resistance of shutter is specified. However, Japanese shutter product has a wholly different condition as a ISO's one. How should we determine a thermal resistance of Japanese shutter products according to ISO ? In our project, we have used a heat-flow-meter-panel for measuring thermal resistances of Japanese shutter products. We would like WG9 to verify the tests results of the additional thermal resistances, and if it's acceptable, we want to adopt our results into ISO 10077-1.

Table G.1-G.2 Additional thermal resistance for windows with closed shutters

| Air permeability of shutter ^a | Additional thermal resistance $\frac{\Delta T}{m^2 \cdot KW}$ |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Very high | 0,08 |
| High | $0,25 R_{sh} + 0,09$ |
| Average | $0,55 R_{sh} + 0,11$ |
| Low | $0,80 R_{sh} + 0,14$ |
| Tight | $0,95 R_{sh} + 0,17$ |

^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.

| Shutter type | Typical thermal resistance of shutter R_{sh} $m^2 \cdot KW$ | Additional thermal resistances at specific air permeability of the shutters ^a $\frac{\Delta T}{m^2 \cdot KW}$ | | |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| | | High or very high air permeability | Average air permeability | Tight or low air permeability |
| Roller shutters of aluminium | 0,01 | 0,09 | 0,12 | 0,15 |
| Roller shutters of wood and plastic without foam filling | 0,10 | 0,12 | 0,16 | 0,22 |
| Roller shutters of plastic with foam filling | 0,15 | 0,13 | 0,19 | 0,26 |
| Shutters of wood, 25 mm to 30 mm thickness | 0,20 | 0,14 | 0,22 | 0,30 |

^a The definition of the air permeability of shutters is given in Annex H.

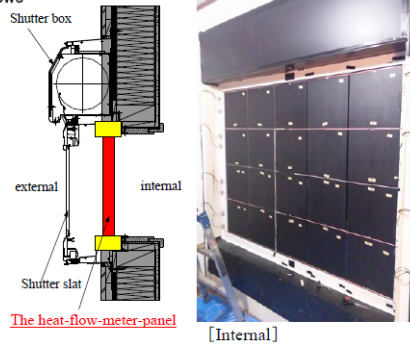


Figure 2.1 — The heat-flow-meter-panel

図 5. 3. 3—WG9 での説明資料-3

4) Summary (our request)

(4)

120904 ISO/TC163/SC2/WG9

In order to enable adoption of Japanese shutter products in ISO 10077-1,

- (1) We would like to make sure whether the construction of Japanese shutter products is acceptable to the scope of the construction shown in the annex H.
- (2) We would like to know the concept regarding additional thermal resistances shown in the annex G of ISO 10077-1, also measuring method.
- (3) We would like WG9 to verify the tests results of the additional thermal resistances, and if it's acceptable, we want to adopt our results into ISO 10077-1.

We think that inside additional products, such as curtain, blind, and screen, should be also described in this ISO.

図 5. 3. 4—WG9 での説明資料-4

5.3.3 今後の見通し

ISO/TC163/SC2/WG9に参加することにより、日本のシャッター付窓製品を評価する上での課題とそれに対する日本での取り組みをWG9に認識させることができた。また、シャッターの付加熱抵抗の根拠がISO 12567-1 (Hot box 法) による測定であることが確認できた。しかし、日本のシャッター付窓がISO 10077-1の適用範囲に有る、若しくは無いという明確な判断は得られなかった。

本委員会での今年度の実証実験は、ISO 12567-1に基づいて策定されたJIS A 4710に準じて行われている。実証実験結果と窓・シャッター間の熱橋影響の解析結果をまとめ、日本のシャッターに対するISO 10077-1の適用の可否を判断していく必要がある。適用が困難な場合は、日本のシャッター付窓に対応した新たな計算方法を開発し、JIS化する取り組みが必要と考えられる。

合わせて次回ISO/TC163/SC2/WG9 (開催日未定) にそれらを報告し、具体的なISO化の可能性確認と協力要請を行う必要がある。

5.3.4 ヨーロッパ (ラロッシュェル) のシャッター付窓

今年度、ISO/TC163/SC2/WG9が開催されたラロッシュェルは、パリの南西約350km、北緯46度03分、西経1度09分に位置する北大西洋に面する人口7.7万人(1999)の小都市である。(図5-3-5) 年間の平均気温は13.3℃、年間の積算日射量は4790MJ/m²である。緯度は稚内と同等、平均気温は宇都宮と同等、そして日射量は福岡と同等の値である。

図5.3.5に示すように、ラロッシュェルでは集合住宅やホテルにかなりの頻度で外部シャッターが取付けられていた。図5-3-6に宿泊したホテルのシャッター付窓の写真を示す。操作ロッドにより手動でシャッターを開閉する。窓と外側のシャッター枠は別体であり、シャッター分離タイプである。シャッターボックス、スラット共に外壁の見込み内に位置し、ISO 10077-1の付属書Hに合致していた。

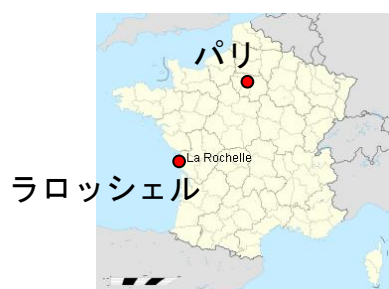
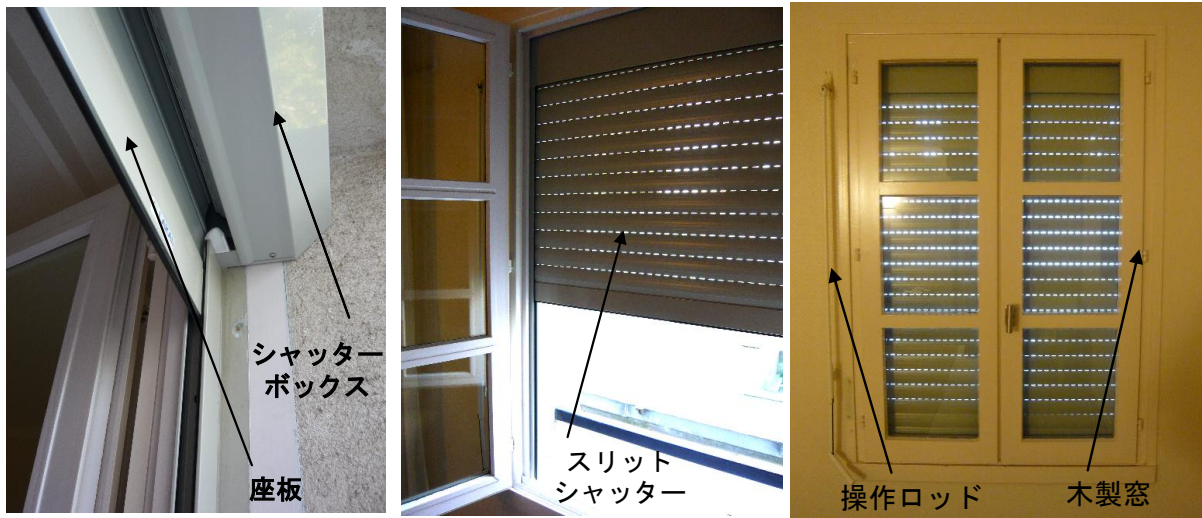


図 5.3.5ーラロッシュェルの集合住宅のシャッター付き窓 (樹脂スラット)



シャッターボックスの位置

スリットシャッター

窓内観

図 5.3.6—ホテルのシャッター付き窓

図 5.3.6 の窓の内観写真が示すように、ヨーロッパの窓は外壁の内側に近い位置に取り付けられている。図 5-3-7 の施工現場の写真からも窓が外壁に対しセットバックして取り付けられていることが分かる。ヨーロッパ型シャッターだけでなく日本型シャッターについても ISO での評価を可能にし、海外への日本商品拡販の手助けになるよう本委員会の取り組みを継続していく必要がある。

図 5.3.8 は、ラロッシュェルの不動産会社の店頭に掲示されていた販売物件の住宅のエネルギー性能表示である。EU では、建物の価値を決める指標の一つとしてエネルギー性能表示が運用されている。また、その評価法は ISO 13790 として国際規格かされている。日本において建物のエネルギー性能に大きく影響するシャッター付窓などの評価方法を早急に整える必要がある。



図 5.3.7—住宅外壁施工現場（通気層）



図 5.3.8—住宅のエネルギー性能表示
(不動産会社)

5.4 シャッター一体枠タイプの熱橋部の計算方法検討

日本の窓シャッター市場の約3分の2を占めるシャッター一体枠タイプは、窓枠とシャッター枠の取り付け部においてISO 10077-1のシャッター付窓のイメージ図(図5.2.2)と大きく異なる。図5-4-1にシャッター一体枠タイプの下枠熱橋部を示す。シャッター一体枠タイプの構造的な特徴から、シャッター閉鎖時に窓枠からシャッター枠への熱橋効果の影響が考えられる。

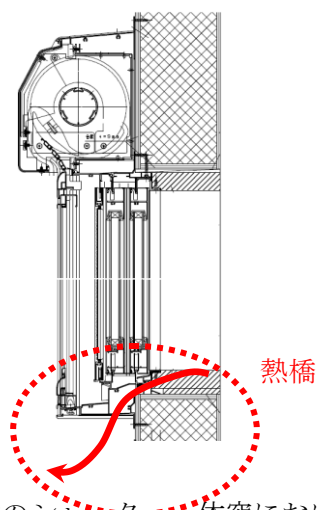


図 5.4.1—日本のシャッター一体窓における熱橋

5.4.1 熱橋部の計算方法

シャッター一体枠タイプの断熱性能(熱貫流率)を計算するには、式(5.2.1)に示した付加熱抵抗 ΔR に加えて、枠部の熱橋効果も考慮することとする。熱橋効果は、式(5.4.1)の第2項で示されるように上・下・縦の窓フレームの線熱貫流率として定義する。

$$U_{ws} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + \Delta R} + \frac{\sum l_s \Psi_s}{A_w} \quad \dots(5.4.1)$$

Ψ_s : 窓-シャッター一体枠の熱橋による線熱貫流率 [W/(m・K)]

l_s : 窓-シャッター一体枠の長さ (m)

A_w : 窓の面積 (m²)

5.4.2 窓-シャッター一体枠の熱橋による線熱貫流率

ISO 10077-1 に示されている式(5.2.1)をフレーム部に適用し算出した値を熱橋を想定しない場合のシャッター閉鎖時のフレーム部熱貫流率 (U_{fs1}) とする。式(5.2.1)は、シャッターの付加熱抵抗をフレーム部全体に与えるため、フレーム部は外部に露出せず熱橋となら

ない。それに対し 2 次元解析モデルによって窓-シャッター一体枠の熱橋をモデル化した場合の熱貫流率を U_{fs2} とする。両者の熱流量の差から熱橋による線熱貫流率 (Ψ_s) を算出する。

図 5.4.2 にシャッター開放時のフレーム部の熱貫流率 (U_f) 算出モデルを示す。 U_{fs1} は ISO 10077-2 に基づき式(5.4.2)により算出する。シャッター閉鎖時のフレーム部の熱貫流率 U_{fs1} は、ISO 10077-1 の付属書 G、付属書 H から得られる熱付加抵抗 ΔR を加えて式(5.4.3)により得られる。

図 5-4-3 にシャッター閉鎖時のフレーム部の熱貫流率 (U_{fs2}) 算出モデルを示す。これは、シャッターを閉じた場合の一体枠の熱橋効果を含めた値である。 U_{fs2} は、式(5.4.4)により得られる。

Ψ_s は式(5.4.5)により得られる。

なおシャッター閉鎖時のモデル化において、シャッター-ガラス間の熱抵抗は ISO10077-1 で示されている付加熱抵抗 (ΔR) を用いる。その際、表 5-2-1 の Air permeability of shutter は Tight とする。計算対象となるフレームの材質については、図 5.4.2、図 5.4.3 に示すアルミ樹脂複合フレームと図 5-4-4 に示す樹脂フレームの 2 パターンとする。ガラス仕様は 3+A16+3 の普通複層ガラス、シャッタースラットの材質はアルミとしシャッター閉鎖時モデルでは 1 mm 厚の単純断面に簡略化した。伝熱開口寸法は $W=1690\text{mm}$ 、 $H=1370\text{mm}$ とし、内外の境界条件は ISO10077-2 付属書 B の条件を用いた。

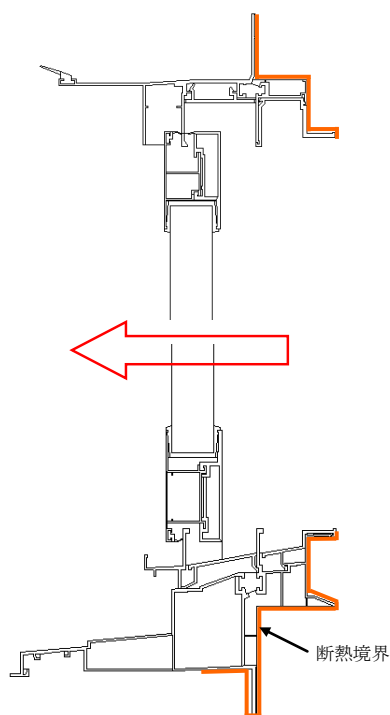


図 5.4.2—シャッター開放時モデル

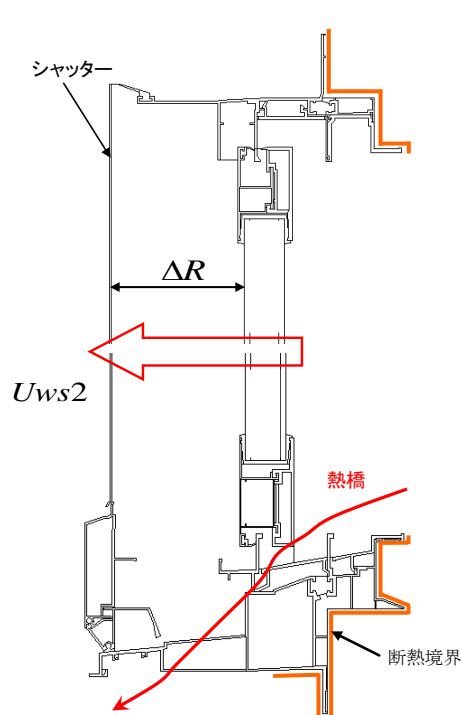


図 5.4.3—シャッター閉鎖時モデル

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p \cdot b_p}{b_f} \quad \dots(5.4.2)$$

$$U_{fs1} = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \Delta R} \quad \dots(5.4.3)$$

$$U_{fs2} = \frac{L_{fs}^{2D} - U_{ps} \cdot b_p}{b_f} \quad \dots(5.4.4)$$

$$\Psi_S = (U_{fs2} - U_{fs1}) \cdot b_f \quad \dots(5.4.5)$$

U_f : シャッター開放時のフレーム部の熱貫流率 [W/(m²・K)]

L_f^{2D} : シャッター開放時のフレーム部の熱コンダクタンス [W/(m・K)]

U_p : 断熱パネル中央部分の熱貫流率 [W/(m²・K)]

b_p : 断熱パネルの見付け幅 (m)

b_f : フレームの投影幅 (m)

U_{fs1} : 熱橋を想定しない場合のシャッター閉鎖時のフレーム部熱貫流率
[W/(m²・K)]

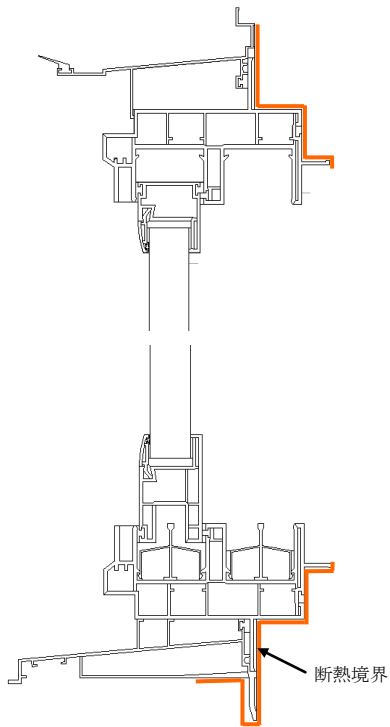
U_{fs2} : 熱橋を想定した場合のシャッター閉鎖時のフレーム部熱貫流率
[W/(m²・K)]

L_{fs}^{2D} : 熱橋をモデル化したフレーム部の熱コンダクタンス [W/(m・K)]

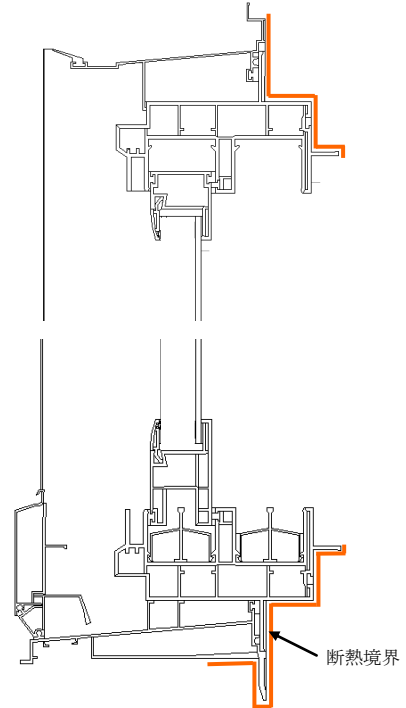
U_{ps} : シャッターとシャッター-ガラス間の空気層の熱抵抗を含む
断熱パネル中央部分の熱貫流率 [W/(m²・K)]

※ 今回の計算の付加熱抵抗 ΔR は、表 2 より Air permeability of shutter を Tight とし、0.95Rsh+0.17 を用いる。また Rsh は Roller shutters of aluminum の 0.01 を用いる。

※ 窓の熱性能審査委員会（リビングアメニティ協会）での検討結果を踏まえ、上部フレーム部ではシャッターボックスをモデル化していない。シャッターボックスと接続する境界は、外部の境界条件を与えた。



ISO 10077-1 計算モデル(開放時)



シャッター一体モデル(閉鎖時)

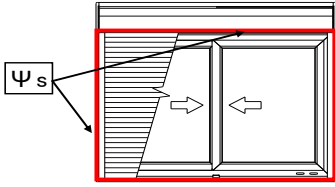
図 5.4.4-樹脂フレーム 計算モデル

5.4.3 算出結果比較

計算結果を表-3に示す。

表 3—計算結果(上：アルミ樹脂複合フレーム、下：樹脂フレーム)

| アルミ樹脂複合窓 | | |
|----------|------|-------------------|
| W | 1.69 | [m] |
| H | 1.37 | [m] |
| Aw | 2.32 | [m ²] |



外観姿図

| | | | | | |
|---------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| ガラス部 U _g | | 3+A16+3 一般複層 [W/m ² ·K] | | | |
| | | 1.84 | | | |

| フレーム部 U _f | 見付寸法 [m] | ISO10077-1計算 [W/m ² ·K] | シャッター一体モデル [W/m ² ·K] | Δ U _f [W/m ² ·K] | Δ Ψ _s [W/m ² ·K] | |
|----------------------|----------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------|
| 内障子側 | 上部 | 0.078 | 1.64 | 3.04 | 1.40 | 0.109 |
| | 下部 | 0.093 | 1.85 | 3.05 | 1.20 | 0.111 |
| | 縦部 | 0.064 | 2.15 | 4.10 | 1.95 | 0.125 |
| 外障子側 | 上部 | 0.078 | 3.10 | 7.17 | 4.07 | 0.317 |
| | 下部 | 0.093 | 2.62 | 5.00 | 2.38 | 0.221 |
| | 縦部 | 0.064 | 2.66 | 5.34 | 2.68 | 0.172 |
| 召合部 | 0.038 | 3.11 | 4.12 | 1.01 | 0.038 | |

| | | | | |
|---------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| 窓全体 U _{ws} | | ISO10077-1計算 [W/m ² ·K] | シャッター一体モデル [W/m ² ·K] | Δ U _{ws} [W/m ² ·K] |
| | | 2.09 | 2.41 | 0.322 |

| 樹脂窓 | | |
|-----|-------|-------------------|
| W | 1.690 | [m] |
| H | 1.370 | [m] |
| Aw | 2.315 | [m ²] |

| | | | | | |
|---------------------|--|---------------------------------------|--|--|--|
| ガラス部 U _g | | 3+A16+3 一般複層 [W/m ² ·K] | | | |
| | | 1.84 | | | |

| フレーム部 U _f | 見付寸法 [m] | ISO10077-1計算 [W/m ² ·K] | シャッター一体モデル [W/m ² ·K] | Δ U _f [W/m ² ·K] | Δ Ψ _s [W/m ² ·K] | |
|----------------------|----------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------|
| 内障子側 | 上部 | 0.077 | 1.19 | 1.78 | 0.587 | 0.045 |
| | 下部 | 0.099 | 1.32 | 1.86 | 0.544 | 0.054 |
| | 縦部 | 0.100 | 1.43 | 1.85 | 0.419 | 0.042 |
| 外障子側 | 上部 | 0.077 | 1.65 | 2.57 | 0.924 | 0.071 |
| | 下部 | 0.099 | 1.73 | 2.63 | 0.896 | 0.089 |
| | 縦部 | 0.100 | 1.74 | 2.51 | 0.770 | 0.077 |
| 召合部 | 0.038 | 2.26 | 3.15 | 0.891 | 0.034 | |

| | | | | |
|---------------------|--|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| 窓全体 U _{ws} | | ISO10077-1計算 [W/m ² ·K] | シャッター一体モデル [W/m ² ·K] | Δ U _{ws} [W/m ² ·K] |
| | | 1.87 | 1.95 | 0.082 |

熱橋効果の影響が大きいアルミ樹脂複合フレームの場合、Ψ_s は最大で 0.317[W/(m²·K)] となることから、熱橋による断熱性能への影響は大きいということがわかる。

一方、フレーム自体の断熱性が高い樹脂フレームにおいては、Ψ_s は最大で 0.071[W/(m²·K)]である。

5.4.4 熱橋部計算方法の提案

本計算法により一例ではあるが、日本のシャッター一体枠タイプの熱橋効果を評価することができた。特に熱を伝えやすいアルミ等の部材で構成されたフレームにおいては、熱橋効果が大きい事が確認された。今回検証したアルミ樹脂複合フレームでは、熱橋効果による熱貫流率の増分は $0.32[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ となり、熱橋を考慮しない場合と比較して 10%以上危険側（熱貫流率が小さくなる）の評価となる。窓全体の断熱性能を評価する上で無視できないと考える。

今回の検証では評価対象としなかったが、アルミフレームの場合には熱橋効果はさらに大きくなると考えられる。シャッター一体枠タイプの熱貫流率の計算においては、窓・シャッター一体枠の熱橋による線熱貫流率（ Ψ_s ）を把握する必要がある。

今後、アルミフレーム、アルミ型材断熱フレームなどの異なる材質や断面においても検証をおこない、それぞれの Ψ_s の一般値を求め、日本のシャッター一体枠タイプの断熱性能を簡易的に評価可能にする必要があると考えられる。

5.5 今後の取り組み

5章では、ISO に基いた日本のシャッター付窓の計算方法を整備するために、2つの課題があることを明らかにした。課題に対する以下の取り組みをについてまとめた。

- ① ISO/TC163/SC2/WG9 への情報提供と協力要請の取り組み
- ② シャッター一体枠タイプの熱橋部の評価方法提案

上記の取り組みに加え、③ 3章、4章に示された実証実験による付加熱抵抗の把握を深耕していくことにより、日本のシャッター付窓の計算方法の JIS 化、ISO 化を進めることが可能である。日本の商品の海外展開を想定した継続的な取り組みが必要である。

6章 まとめ

付属物をつけることで、窓の断熱性能は向上し、高性能なダブルハニカムスクリーンでは Low-E ペアガラス単独の場合の倍の断熱性能となった。また、遮光・遮熱目的で裏面にアルミ蒸着されているスクリーンは、断熱性能も格段に向上することを確認した。試験できた付属物の種類は限定的であり、また気密性の設定について課題を残すものの、熱流量の計算自体は窓フレームと切り離して単純な付加熱抵抗として比較的容易に扱ってよいと考えられる。シャッターは取り付けることにより $0.1[\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}]$ 程度の断熱性能向上が得られ、これは ISO 10077-1 に示されている値とほぼ同等である。シャッター一体枠タイプでは熱橋効果を考慮することにより計算精度が向上することも確認した。

室内側に付属物をつけることで断熱性能が向上するものの、付属物の断熱性能が高くなるほど、窓・フレームでの結露リスクは増大する。中空層部分での上下温度分布が大きいことから、結露リスク評価には上下温度分布も考慮する必要がある、その評価方法が今後の課題となろう。

窓付属物の断熱性能の測定結果

資料

断熱分科： 24-5-03

インプット熱量測定

| | | 測定結果 | | | 基準化 | | | 備考 | |
|------------------|----|-------|---------|-------|-------|---------|-------|--------------------------|--------------------------|
| | | サッシ | サッシ+付属物 | △R | サッシ | サッシ+付属物 | △R | | |
| スクリーン6 | U値 | 2.22 | 1.11 | | 2.23 | 1.11 | | JIS A4710 にて測 定 | |
| | R値 | 0.449 | 0.902 | 0.453 | 0.449 | 0.903 | 0.453 | | |
| スクリーン4 | U値 | | 1.52 | | | 1.52 | | | |
| | R値 | | 0.656 | 0.206 | | 0.656 | 0.207 | | |
| スクリーン3 | U値 | | 1.64 | | | 1.64 | | | |
| | R値 | | 0.609 | 0.160 | | 0.609 | 0.160 | | |
| スクリーン2 | U値 | | 1.98 | | | 1.98 | | | |
| | R値 | | 0.505 | 0.055 | | 0.504 | 0.055 | | |
| シャッター (逆巻き) | U値 | 2.23 | 1.76 | | 2.23 | 1.76 | | | BLT WDW-1 にて測 定 |
| | R値 | 0.449 | 0.570 | 0.120 | 0.449 | 0.570 | 0.121 | | |
| シャッター (正巻き):閉 | U値 | | 1.78 | | | 1.78 | | | |
| | R値 | | 0.562 | 0.113 | | 0.562 | 0.113 | | |
| シャッター (正巻き)開 | U値 | | 1.87 | | | 1.87 | | | |
| | R値 | | 0.534 | 0.085 | | 0.534 | 0.085 | | |

熱流計測定

| | | 測定結果 | | | 基準化 | | |
|------------------|----|-------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | | サッシ | サッシ+付属物 | △R | サッシ | サッシ+付属物 | △R |
| スクリーン6 | U値 | 1.86 | 0.88 | | 1.86 | 0.88 | |
| | R値 | 0.538 | 1.136 | 0.599 | 0.537 | 1.137 | 0.599 |
| スクリーン4 | U値 | | 1.24 | | | 1.24 | |
| | R値 | | 0.807 | 0.269 | | 0.807 | 0.269 |
| スクリーン3 | U値 | | 1.33 | | | 1.33 | |
| | R値 | | 0.750 | 0.212 | | 0.750 | 0.213 |
| スクリーン2 | U値 | | 1.64 | | | 1.64 | |
| | R値 | | 0.611 | 0.073 | | 0.611 | 0.073 |
| シャッター (逆巻き) | U値 | 1.87 | 1.39 | | 1.87 | 1.39 | |
| | R値 | 0.534 | 0.719 | 0.185 | 0.533 | 0.719 | 0.186 |
| シャッター (正巻き):閉 | U値 | | 1.42 | | | 1.42 | |
| | R値 | | 0.703 | 0.170 | | 0.703 | 0.170 |
| シャッター (正巻き)開 | U値 | | 1.50 | | | 1.50 | |
| | R値 | | 0.665 | 0.132 | | 0.665 | 0.132 |

注：シャッター(逆巻き)は、文化シャッター製
シャッター(正巻き)は、三和シャッター製

スクリーン無

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -4.48 | -3.68 | -3.12 | -4.42 | -4.66 |
| | -4.15 | -4.16 | -4.11 | -4.19 | -3.20 |
| | -4.24 | -4.43 | -4.02 | -3.88 | -4.19 |
| | -4.02 | -4.03 | -4.00 | -4.11 | -3.36 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -40.2 | -37.9 | -37.6 | -37.1 | -39.2 |
| | -37.5 | -35.3 | -36.6 | -35.8 | -37.6 |
| | -37.6 | -35.6 | -36.3 | -35.3 | -38.1 |
| | -37.6 | -35.7 | -35.4 | -35.3 | -37.6 |

内

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 3.81 | 3.60 | 4.70 | 4.63 | 4.35 |
| | 4.30 | 3.69 | 3.46 | 3.80 | 3.68 |
| | 3.08 | 3.72 | 3.26 | 3.88 | 4.63 |
| | 3.57 | 4.29 | 4.67 | 4.14 | 4.61 |

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 37.1 | 37.1 | 36.0 | 37.2 | 40.3 |
| | 38.6 | 36.3 | 36.3 | 36.7 | 37.7 |
| | 36.9 | 36.2 | 36.4 | 36.0 | 38.2 |
| | 38.0 | 37.6 | 38.0 | 37.5 | 40.7 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 2.1 | | 1.4 | | 1.3 |
| | 2.8 | 2.5 | 2.6 | 0.4 | 2.6 |
| 0.8 | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.1 | 2.1 |
| | 2.0 | 1.7 | 1.8 | 1.6 | 1.6 |
| | 1.8 | 1.6 | 1.7 | 1.5 | 1.3 |
| 0.5 | | 1.1 | | | 0.3 |

温度低下率

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| | 0.89 | | 0.93 | | 0.93 |
| | 0.86 | 0.88 | 0.87 | 0.98 | 0.87 |
| 0.96 | 0.88 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.89 |
| | 0.90 | 0.92 | 0.91 | 0.92 | 0.92 |
| | 0.91 | 0.92 | 0.91 | 0.93 | 0.93 |
| 0.97 | | 0.94 | | | 0.98 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 14.4 | | 15.2 | | 15.8 |
| | 14.9 | 14.9 | 15.0 | 15.1 | 15.7 |
| 14.9 | 15.3 | 15.3 | 15.3 | 15.2 | 15.1 |
| | 14.5 | 14.3 | 14.7 | 14.4 | 14.4 |
| | 14.0 | 13.2 | 13.8 | 13.7 | 13.5 |
| 12.4 | | 14.4 | | | 12.9 |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| | 0.28 | | 0.24 | | 0.22 |
| | 0.26 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.22 |
| 0.26 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.25 |
| | 0.28 | 0.29 | 0.27 | 0.28 | 0.28 |
| | 0.30 | 0.34 | 0.31 | 0.32 | 0.33 |
| 0.38 | | 0.28 | | | 0.36 |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 37.0 | 37.4 | 37.2 |
| 環境温度差: | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 測定熱貫流率: | 1.85 | 1.87 | 1.86 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.541 | 0.534 | 0.538 |
| 基準化熱貫流率: | 1.85 | 1.87 | 1.86 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.541 | 0.534 | 0.537 |

空気温度

室内 20.1
室外 0.0

測定値の結果の表示は、全て室内側から見た位置を示す

スクリーン6

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -2.41 | -1.99 | -1.72 | -2.42 | -2.62 |
| | -2.00 | -2.00 | -1.97 | -2.00 | -1.52 |
| | -1.90 | -2.00 | -1.81 | -1.75 | -1.86 |
| | -1.74 | -1.78 | -1.76 | -1.83 | -1.45 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 2.15 | 1.99 | 2.66 | 2.56 | 2.36 |
| 2.02 | 1.75 | 1.63 | 1.81 | 1.77 |
| 1.38 | 1.67 | 1.47 | 1.75 | 2.06 |
| 1.48 | 1.82 | 1.95 | 1.75 | 1.89 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -21.7 | -20.6 | -20.7 | -20.4 | -22.1 |
| -18.1 | -16.9 | -17.5 | -17.1 | -17.9 |
| -16.8 | -16.1 | -16.3 | -15.9 | -16.9 |
| -16.2 | -15.8 | -15.5 | -15.7 | -16.2 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 20.9 | 20.5 | 20.3 | 20.6 | 21.8 |
| 18.1 | 17.2 | 17.1 | 17.5 | 18.1 |
| 16.5 | 16.3 | 16.4 | 16.2 | 17.0 |
| 15.8 | 15.9 | 15.9 | 15.8 | 16.7 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 1.3 | 1.0 | | | 0.7 | |
| | 0.3 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 0.2 | 1.5 |
| | | 1.1 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 1.0 |
| | | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 0.1 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | |
| | 0.1 | 0.5 | | | 0.1 | |

温度低下率

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.93 | 0.95 | | | | 0.96 | |
| | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.99 | | 0.92 |
| | 0.94 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | | 0.95 |
| | 0.95 | 0.97 | 0.96 | 0.97 | | 0.97 |
| 0.98 | 0.96 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.98 | |
| 0.99 | 0.97 | | | | 0.99 | |

| | | | | | | |
|-----|------|------|-----|-----|------|-----|
| 内 | 11.5 | 11.7 | | | 11.0 | |
| | 7.1 | 9.2 | 9.1 | 9.1 | 9.1 | 9.0 |
| | | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | 6.4 | 6.4 | 6.5 | 6.5 | 6.4 |
| 5.6 | 5.8 | 5.9 | 6.0 | 6.1 | 5.8 | |
| | 5.6 | 6.7 | | | 5.6 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.43 | 0.42 | | | | 0.45 | |
| | 0.54 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | | 0.55 |
| | 0.63 | 0.63 | 0.63 | 0.63 | | 0.63 |
| | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | | 0.68 |
| 0.65 | 0.71 | 0.71 | 0.70 | 0.70 | 0.71 | |
| 0.72 | 0.66 | | | | 0.72 | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 17.7 | 17.7 | 17.7 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 測定熱貫流抵抗: | 1.137 | 1.136 | 1.136 |
| 基準化熱貫流率: | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 1.137 | 1.136 | 1.137 |

空気温度

室内 20.1
室外 -0.1

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|------|-------|
| 中空層空気温度 | 8.6 | 0.57 |
| スクリーン裏面温度 | 9.7 | 0.51 |
| スクリーン表面温度 | 18.2 | 0.10 |

スクリーン4

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -3.32 | -2.73 | -2.37 | -3.35 | -3.63 |
| | -2.91 | -2.89 | -2.86 | -2.92 | -2.24 |
| | -2.72 | -2.84 | -2.59 | -2.49 | -2.68 |
| | -2.36 | -2.37 | -2.37 | -2.44 | -1.98 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| | -29.8 | -28.2 | -28.5 | -28.1 | -30.5 |
| | -26.3 | -24.5 | -25.4 | -24.9 | -26.3 |
| | -24.1 | -22.8 | -23.4 | -22.7 | -24.4 |
| | -22.1 | -21.0 | -20.9 | -21.0 | -22.2 |

内

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 3.00 | 2.77 | 3.63 | 3.51 | 3.25 |
| | 2.98 | 2.57 | 2.39 | 2.64 | 2.58 |
| | 1.99 | 2.40 | 2.12 | 2.51 | 2.99 |
| | 2.05 | 2.45 | 2.65 | 2.37 | 2.60 |

| | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|
| | 29.2 | 28.5 | 27.8 | 28.3 | 30.1 |
| | 26.8 | 25.3 | 25.0 | 25.5 | 26.4 |
| | 23.8 | 23.4 | 23.6 | 23.3 | 24.6 |
| | 21.9 | 21.5 | 21.6 | 21.4 | 23.0 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 2.0 | 1.2 | | | 1.0 | | |
| | 0.6 | 2.1 | 1.9 | 2.0 | 0.3 | 2.1 | 0.5 |
| | | 1.7 | 1.4 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | |
| | | 1.2 | 1.0 | 1.1 | 0.9 | 0.9 | |
| | 0.2 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.2 |
| | | 0.6 | | | | | |

温度低下率

| | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.90 | 0.94 | | | 0.95 | | |
| | 0.97 | 0.89 | 0.91 | 0.90 | 0.98 | 0.89 | 0.97 |
| | | 0.92 | 0.93 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | |
| | | 0.94 | 0.95 | 0.94 | 0.95 | 0.95 | |
| | 0.99 | 0.95 | 0.96 | 0.96 | 0.97 | 0.97 | 0.99 |
| | | 0.97 | | | | | |

内

| | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 15.1 | 13.7 | | | 13.7 | | |
| | 10.2 | 12.2 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 12.1 | 10.2 |
| | | 11.4 | 11.2 | 10.9 | 10.9 | 10.9 | |
| | | 9.0 | 9.0 | 9.3 | 9.1 | 9.1 | |
| | 7.2 | 7.9 | 7.7 | 7.9 | 7.9 | 7.7 | 7.1 |
| | | 8.3 | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.25 | 0.32 | | | 0.32 | | |
| | 0.49 | 0.39 | 0.39 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.49 |
| | | 0.43 | 0.44 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | |
| | | 0.55 | 0.55 | 0.54 | 0.55 | 0.55 | |
| | 0.64 | 0.61 | 0.62 | 0.60 | 0.61 | 0.61 | 0.65 |
| | | 0.58 | | | | | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 24.9 | 25.0 | 24.9 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.23 | 1.24 | 1.24 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.810 | 0.804 | 0.807 |
| 基準化熱貫流率: | 1.23 | 1.24 | 1.24 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.810 | 0.804 | 0.807 |

空気温度

室内 20.1
室外 -0.1

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|------|-------|
| 中空層空気温度 | 13.2 | 0.34 |
| スクリーン裏面温度 | 14.0 | 0.30 |
| スクリーン表面温度 | 17.6 | 0.12 |

スクリーン3

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -3.62 | -2.92 | -2.51 | -3.54 | -3.79 |
| | -3.10 | -3.03 | -2.98 | -3.03 | -2.36 |
| | -2.96 | -3.10 | -2.82 | -2.70 | -2.94 |
| | -2.53 | -2.56 | -2.57 | -2.67 | -2.18 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.16 | 2.97 | 3.95 | 3.80 | 3.65 |
| 3.17 | 2.67 | 2.48 | 2.77 | 2.77 |
| 2.19 | 2.59 | 2.31 | 2.73 | 3.27 |
| 2.29 | 2.70 | 2.90 | 2.58 | 2.83 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -32.5 | -30.1 | -30.3 | -29.8 | -31.9 |
| -28.0 | -25.8 | -26.5 | -25.8 | -27.7 |
| -26.2 | -24.9 | -25.5 | -24.5 | -26.7 |
| -23.6 | -22.7 | -22.7 | -22.9 | -24.4 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 30.8 | 30.6 | 30.2 | 30.6 | 33.8 |
| 28.5 | 26.3 | 26.1 | 26.7 | 28.3 |
| 26.2 | 25.2 | 25.8 | 25.4 | 27.0 |
| 24.4 | 23.7 | 23.6 | 23.3 | 25.0 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 1.9 | 1.3 | | | 1.1 | | |
| | 0.6 | 2.3 | 2.0 | 2.1 | 0.3 | 2.2 | 0.5 |
| | | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 | |
| | | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.1 | |
| | 0.2 | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.2 |
| | | 0.6 | | | | | |

温度低下率

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.90 | 0.93 | | | 0.94 | | |
| 0.96 | 0.88 | 0.90 | 0.89 | 0.98 | 0.89 | 0.97 |
| | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | |
| | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.94 | |
| | 0.94 | 0.96 | 0.95 | 0.96 | 0.96 | |
| 0.99 | 0.97 | | | | | 0.99 |

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|-----|
| 内 | 13.6 | 14.8 | | | 13.9 | | |
| | 12.0 | 12.9 | 13.4 | 13.3 | 13.0 | 11.5 | |
| | | 11.5 | 11.3 | 11.4 | 11.4 | 11.3 | |
| | | 10.1 | 9.7 | 10.1 | 10.0 | 10.1 | |
| | 7.8 | 8.6 | 8.1 | 8.4 | 8.3 | 8.0 | 7.4 |
| | | 8.7 | | | | | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.32 | 0.26 | | | 0.31 | | |
| 0.40 | 0.36 | 0.33 | 0.34 | 0.35 | 0.44 | 0.43 |
| | 0.43 | 0.44 | 0.43 | 0.43 | 0.50 | |
| | 0.50 | 0.52 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | |
| | 0.57 | 0.60 | 0.58 | 0.58 | 0.60 | |
| 0.61 | 0.57 | | | | | 0.63 |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 26.6 | 27.1 | 26.8 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.32 | 1.34 | 1.33 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.756 | 0.744 | 0.750 |
| 基準化熱貫流率: | 1.32 | 1.34 | 1.33 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.756 | 0.744 | 0.750 |

空気温度

| | |
|----|------|
| 室内 | 20.1 |
| 室外 | -0.1 |

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|------|-------|
| 中空層空気温度 | 15.9 | 0.21 |
| スクリーン裏面温度 | 17.4 | 0.13 |
| スクリーン表面温度 | 17.8 | 0.11 |

スクリーン2

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -4.18 | -3.41 | -2.94 | -4.15 | -4.40 |
| | -3.73 | -3.70 | -3.64 | -3.71 | -2.85 |
| | -3.69 | -3.88 | -3.50 | -3.38 | -3.65 |
| | -3.29 | -3.34 | -3.32 | -3.45 | -2.77 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.64 | 3.44 | 4.55 | 4.40 | 4.12 |
| 3.81 | 3.27 | 3.05 | 3.39 | 3.31 |
| 2.71 | 3.24 | 2.85 | 3.41 | 4.06 |
| 2.93 | 3.55 | 3.84 | 3.42 | 3.77 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -37.5 | -35.2 | -35.3 | -34.9 | -37.1 |
| -33.7 | -31.4 | -32.4 | -31.7 | -33.5 |
| -32.7 | -31.1 | -31.6 | -30.7 | -33.2 |
| -30.7 | -29.5 | -29.4 | -29.7 | -31.0 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 35.4 | 35.4 | 34.9 | 35.4 | 38.2 |
| 34.3 | 32.1 | 32.1 | 32.7 | 33.9 |
| 32.4 | 31.5 | 31.8 | 31.7 | 33.5 |
| 31.2 | 31.1 | 31.2 | 31.0 | 33.3 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 2.2 | 1.4 | | | 1.2 | |
| | 0.8 | 2.7 | 2.3 | 2.5 | 0.4 | 2.6 |
| | | 2.1 | 1.8 | 1.9 | 1.8 | 1.9 |
| | | 1.7 | 1.4 | 1.5 | 1.3 | 1.4 |
| 0.3 | 1.4 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.0 | |
| | 0.3 | 0.8 | | | 0.2 | |

温度低下率

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 0.89 | 0.93 | | | 0.94 | |
| 0.96 | 0.86 | 0.88 | 0.87 | 0.98 | 0.87 |
| | 0.89 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.90 |
| | 0.91 | 0.93 | 0.92 | 0.93 | 0.93 |
| 0.98 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.95 | 0.95 |
| | 0.98 | 0.96 | | | 0.99 |

| | | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 14.9 | 16.0 | | | 15.1 | |
| | 14.0 | 14.7 | 15.1 | 15.1 | | |
| | | 13.8 | 13.6 | 13.7 | 13.8 | 13.8 |
| | | 12.7 | 12.5 | 12.6 | 12.6 | 12.6 |
| 9.4 | 11.1 | 10.6 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | |
| | 9.4 | 11.2 | | | 9.4 | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 0.26 | 0.21 | | | 0.25 | |
| 0.30 | 0.27 | 0.25 | 0.25 | | |
| | 0.31 | 0.32 | 0.32 | 0.31 | 0.32 |
| | 0.37 | 0.38 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| 0.53 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 0.45 | 0.47 |
| | 0.53 | 0.44 | | | 0.53 |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 32.6 | 33.1 | 32.9 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.62 | 1.65 | 1.64 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.616 | 0.606 | 0.611 |
| 基準化熱貫流率: | 1.62 | 1.65 | 1.64 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.616 | 0.606 | 0.611 |

空気温度

室内 20.1
室外 0.0

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|------|-------|
| 中空層空気温度 | 17.6 | 0.12 |
| スクリーン裏面温度 | 17.5 | 0.13 |
| スクリーン表面温度 | 17.7 | 0.12 |

シャッター無

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -4.63 | -3.75 | -3.27 | -4.56 | -4.87 |
| | -4.20 | -4.21 | -4.22 | -4.29 | -3.27 |
| | -4.20 | -4.45 | -4.08 | -3.91 | -4.21 |
| | -3.88 | -3.96 | -3.98 | -4.05 | -3.28 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.98 | 3.69 | 4.94 | 4.74 | 4.47 |
| 4.40 | 3.76 | 3.54 | 3.87 | 3.76 |
| 3.12 | 3.74 | 3.31 | 3.91 | 4.65 |
| 3.52 | 4.26 | 4.67 | 4.10 | 4.52 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -41.6 | -38.7 | -39.4 | -38.4 | -41.0 |
| -38.0 | -35.7 | -37.5 | -36.6 | -38.4 |
| -37.3 | -35.8 | -36.9 | -35.5 | -38.3 |
| -36.2 | -35.1 | -35.2 | -34.8 | -36.7 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 38.7 | 38.0 | 37.9 | 38.1 | 41.4 |
| 39.6 | 37.0 | 37.2 | 37.4 | 38.4 |
| 37.3 | 36.5 | 36.9 | 36.3 | 38.4 |
| 37.5 | 37.3 | 38.0 | 37.1 | 39.9 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 1.7 | 1.0 | | | 1.2 | |
| | 0.8 | 2.2 | 1.9 | 1.9 | 0.3 | 2.1 |
| | | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.8 |
| | | 1.9 | 1.6 | 1.7 | 1.6 | 1.7 |
| 1.1 | 0.7 | | | 1.0 | | |

温度低下率

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 0.95 | 0.91 | 0.95 | | | 0.94 |
| | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.98 | 0.89 |
| | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.91 |
| | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.91 |
| 0.94 | 0.96 | | | 0.95 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 14.5 | 15.1 | | | 15.8 | |
| | 14.7 | 14.8 | 14.7 | 15.2 | | |
| | | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.1 | 15.0 |
| | | 14.7 | 14.4 | 14.7 | 14.4 | 14.4 |
| 12.8 | 13.6 | | | 14.9 | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| 0.36 | 0.28 | 0.25 | | | 0.21 |
| | 0.26 | 0.27 | 0.24 | | |
| | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.25 | 0.25 |
| | 0.27 | 0.28 | 0.27 | 0.28 | 0.28 |
| 0.36 | 0.32 | | | 0.26 | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 37.3 | 37.9 | 37.6 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.86 | 1.89 | 1.87 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.538 | 0.529 | 0.534 |
| 基準化熱貫流率: | 1.86 | 1.89 | 1.87 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.538 | 0.529 | 0.533 |

空気温度

| | |
|----|------|
| 室内 | 20.1 |
| 室外 | -0.1 |

シャッター(逆巻き)

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -3.48 | -2.71 | -2.36 | -3.30 | -3.74 |
| | -3.11 | -3.03 | -3.03 | -3.09 | -2.36 |
| | -3.13 | -3.20 | -2.96 | -2.82 | -3.14 |
| | -2.93 | -2.98 | -3.03 | -3.08 | -2.48 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.02 | 2.70 | 3.56 | 3.45 | 3.41 |
| 3.25 | 2.74 | 2.55 | 2.79 | 2.78 |
| 2.33 | 2.72 | 2.39 | 2.83 | 3.49 |
| 2.64 | 3.17 | 3.48 | 3.06 | 3.39 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -31.3 | -27.9 | -28.4 | -27.7 | -31.5 |
| -28.1 | -25.7 | -27.0 | -26.4 | -27.7 |
| -27.7 | -25.7 | -26.8 | -25.6 | -28.5 |
| -27.3 | -26.4 | -26.8 | -26.4 | -27.7 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 29.4 | 27.8 | 27.3 | 27.8 | 31.5 |
| 29.2 | 26.9 | 26.7 | 27.0 | 28.4 |
| 27.9 | 26.5 | 26.7 | 26.3 | 28.8 |
| 28.1 | 27.8 | 28.3 | 27.7 | 30.0 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 4.5 | 6.0 | | | 3.5 | |
| | 4.7 | 5.9 | 6.8 | 7.1 | 3.0 | 5.6 |
| | | 6.4 | 6.6 | 6.6 | 6.4 | 6.4 |
| | 3.5 | 5.9 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 5.6 |
| 6.0 | | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 6.0 | |
| | | 3.6 | | | 3.6 | |

温度低下率

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.77 | 0.70 | | | 0.82 | | |
| | 0.70 | 0.66 | 0.64 | | 0.85 | 0.72 |
| | 0.68 | 0.67 | 0.67 | | 0.68 | 0.68 |
| | 0.70 | 0.68 | 0.68 | | 0.68 | 0.72 |
| 0.82 | 0.82 | | | 0.82 | | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 14.7 | 16.0 | | | 15.7 | |
| | 15.5 | 15.5 | 15.7 | 16.3 | | |
| | | 16.2 | 16.3 | 16.4 | 16.2 | 15.9 |
| | 13.1 | 15.7 | 15.7 | 15.9 | 15.6 | 15.4 |
| 15.4 | | 14.6 | 15.1 | | 14.8 | |
| | | 15.3 | | | 13.7 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.26 | 0.20 | | | 0.21 | | |
| | 0.22 | 0.21 | 0.18 | | | |
| | 0.19 | 0.18 | 0.18 | | 0.19 | 0.20 |
| | 0.21 | 0.21 | 0.20 | | 0.22 | 0.23 |
| 0.34 | 0.23 | | | 0.23 | | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 27.5 | 28.0 | 27.8 |
| 環境温度差: | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 測定熱貫流率: | 1.38 | 1.40 | 1.39 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.725 | 0.713 | 0.719 |
| 基準化熱貫流率: | 1.38 | 1.40 | 1.39 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.725 | 0.713 | 0.719 |

空気温度

室内 20.0
室外 -0.1

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|-----|-------|
| 中空層空気温度 | 3.4 | 0.82 |
| シャッター裏面温度 | 1.0 | 0.95 |
| シャッター表面温度 | 0.8 | 0.95 |

シャッター(正巻き) 閉

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -3.73 | -3.03 | -2.57 | -3.54 | -3.88 |
| | -3.11 | -3.06 | -3.09 | -3.15 | -2.37 |
| | -3.12 | -3.24 | -3.02 | -2.90 | -3.14 |
| | -2.96 | -3.03 | -3.09 | -3.15 | -2.51 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.14 | 2.85 | 3.82 | 3.71 | 3.53 |
| 3.32 | 2.79 | 2.59 | 2.84 | 2.83 |
| 2.34 | 2.79 | 2.43 | 2.88 | 3.49 |
| 2.69 | 3.24 | 3.54 | 3.11 | 3.45 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -33.5 | -31.2 | -30.9 | -29.8 | -32.6 |
| -28.1 | -26.0 | -27.5 | -26.9 | -27.9 |
| -27.6 | -26.0 | -27.3 | -26.3 | -28.5 |
| -27.6 | -26.8 | -27.3 | -27.0 | -28.1 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 30.6 | 29.3 | 29.3 | 29.9 | 32.7 |
| 29.8 | 27.4 | 27.2 | 27.4 | 28.9 |
| 28.0 | 27.2 | 27.2 | 26.8 | 28.7 |
| 28.6 | 28.3 | 28.8 | 28.2 | 30.4 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 5.2 | 4.9 | | | 4.4 | |
| | 4.5 | 5.7 | 5.5 | 5.6 | 3.1 | 5.5 |
| | | 6.0 | 6.6 | 6.6 | 6.5 | 5.9 |
| | | 6.1 | 6.3 | 6.4 | 6.2 | 5.9 |
| 3.4 | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 5.8 | 5.8 | |
| | 3.4 | 3.4 | | | 3.3 | |

温度低下率

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.74 | 0.76 | | | | 0.78 | |
| | 0.71 | 0.73 | 0.72 | 0.84 | | 0.72 |
| | 0.70 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | | 0.70 |
| | 0.69 | 0.68 | 0.68 | 0.69 | | 0.70 |
| 0.83 | 0.70 | 0.70 | 0.71 | 0.71 | 0.83 | |
| | 0.83 | 0.83 | | | 0.83 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 15.0 | 15.9 | | | 16.0 | |
| | 15.7 | 15.6 | 15.6 | 16.1 | | |
| | | 16.2 | 16.3 | 16.4 | 16.3 | 15.9 |
| | | 15.9 | 15.7 | 16.0 | 15.7 | 15.6 |
| 13.2 | 15.4 | 14.6 | 15.2 | | 14.9 | |
| | 15.3 | 15.3 | | | 13.8 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.25 | 0.21 | | | | 0.20 | |
| | 0.22 | 0.22 | 0.20 | | | |
| | 0.19 | 0.19 | 0.18 | 0.19 | | 0.21 |
| | 0.21 | 0.22 | 0.20 | 0.22 | | 0.22 |
| 0.34 | 0.23 | 0.27 | 0.24 | | 0.26 | |
| | 0.24 | 0.24 | | | 0.24 | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 28.3 | 28.7 | 28.5 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.41 | 1.43 | 1.42 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.708 | 0.699 | 0.703 |
| 基準化熱貫流率: | 1.41 | 1.43 | 1.42 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.708 | 0.699 | 0.703 |

空気温度

室内 20.1
室外 -0.1

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|-----|-------|
| 中空層空気温度 | 2.8 | 0.85 |
| シャッター裏面温度 | 1.3 | 0.93 |
| シャッター表面温度 | 0.8 | 0.96 |

シャッター(正巻き) 開

熱流分布(出力分布)

単位:mV

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 外 | -3.71 | -3.02 | -2.56 | -3.53 | -3.79 |
| | -3.40 | -3.35 | -3.38 | -3.43 | -2.56 |
| | -3.43 | -3.63 | -3.39 | -3.18 | -3.42 |
| | -3.14 | -3.18 | -3.24 | -3.28 | -2.65 |

内

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 3.13 | 2.88 | 3.88 | 3.83 | 3.58 |
| 3.53 | 3.01 | 2.82 | 3.08 | 3.02 |
| 2.54 | 3.02 | 2.69 | 3.16 | 3.77 |
| 2.84 | 3.41 | 3.73 | 3.26 | 3.62 |

熱流分布(熱流束)

単位:W/m²

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| -33.3 | -31.1 | -30.8 | -29.7 | -31.9 |
| -30.7 | -28.4 | -30.1 | -29.3 | -30.0 |
| -30.4 | -29.1 | -30.6 | -28.9 | -31.0 |
| -29.3 | -28.2 | -28.6 | -28.1 | -29.7 |

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 30.4 | 29.7 | 29.7 | 30.8 | 33.1 |
| 31.7 | 29.6 | 29.6 | 29.8 | 30.9 |
| 30.4 | 29.5 | 30.1 | 29.4 | 31.1 |
| 30.3 | 29.8 | 30.4 | 29.6 | 31.9 |

温度分布

単位:°C

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 外 | 5.3 | 5.1 | | | 4.2 | |
| | 3.3 | 5.9 | 5.7 | 6.1 | 2.7 | 5.8 |
| | | 5.4 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.3 |
| | | 5.4 | 5.2 | 5.1 | 5.3 | 5.0 |
| 2.7 | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 5.3 | 5.2 | |
| | | 3.1 | | | 2.7 | |

温度低下率

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.83 | 0.74 | 0.75 | | | 0.79 | |
| | 0.83 | 0.71 | 0.72 | 0.69 | 0.86 | 0.71 |
| | | 0.73 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.73 |
| | | 0.73 | 0.74 | 0.74 | 0.74 | 0.75 |
| 0.86 | 0.72 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.74 | |
| | | 0.84 | | | 0.86 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 内 | 14.9 | 15.9 | | | 16.0 | |
| | 15.4 | 15.7 | 15.7 | 16.2 | | |
| | | 16.1 | 16.1 | 16.2 | 16.0 | 15.8 |
| | | 15.6 | 15.4 | 15.6 | 15.4 | 15.4 |
| 13.0 | 15.2 | 14.4 | 15.0 | | 14.7 | |
| | | 15.2 | | | 13.7 | |

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.35 | 0.25 | 0.21 | | | 0.20 | |
| | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.19 | | |
| | | 0.20 | 0.20 | 0.19 | 0.20 | 0.21 |
| | | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.23 | 0.23 |
| 0.35 | 0.24 | 0.28 | 0.25 | | 0.27 | |
| | | 0.24 | | | | |

| | 内 | 外 | 平均 |
|-----------|-------|-------|-------|
| 平均熱流束: | 30.0 | 30.4 | 30.2 |
| 環境温度差: | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 測定熱貫流率: | 1.49 | 1.51 | 1.50 |
| 測定熱貫流抵抗: | 0.670 | 0.661 | 0.665 |
| 基準化熱貫流率: | 1.49 | 1.51 | 1.50 |
| 基準化熱貫流抵抗: | 0.670 | 0.661 | 0.665 |

空気温度

| | |
|----|------|
| 室内 | 20.1 |
| 室外 | -0.1 |

| | 温度 | 温度低下率 |
|-----------|-----|-------|
| 中空層空気温度 | 1.5 | 0.92 |
| シャッター裏面温度 | 1.1 | 0.94 |
| シャッター表面温度 | 0.5 | 0.97 |

| | | |
|-------------|------|------|
| スクリーン無 | | |
| 室内バッフル 19.9 | | |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 19.6 | 19.7 | 19.7 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 19.9 | 19.9 | 20.1 |
| 20.1 | 20.0 | 20.2 |
| 室外空気 0.0 | | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル 0.2 | | |
| 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.2 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| スクリーン6 | | |
| 室内バッフル 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.1 |
| 19.9 | 20.0 | 19.9 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル 0.1 | | |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| スクリーン4 | | |
| 室内バッフル 20.1 | | |
| 20.3 | 20.3 | 20.3 |
| 19.8 | 19.9 | 19.9 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.3 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 20.1 | 20.0 | 20.1 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル 0.1 | | |
| 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| スクリーン3 | | |
| 室内バッフル 20.1 | | |
| 20.2 | 20.3 | 20.2 |
| 19.9 | 20.1 | 20.1 |
| 19.9 | 20.1 | 20.0 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.3 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル 0.1 | | |
| 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| スクリーン2 | | |
| 室内バッフル 20.0 | | |
| 20.2 | 20.3 | 20.2 |
| 19.8 | 19.9 | 19.9 |
| 19.9 | 20.0 | 20.0 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.3 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室外空気 0.0 | | |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル 0.1 | | |
| 0.2 | 0.2 | 0.1 |
| 0.2 | 0.1 | 0.2 |
| 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| シャッター無 | | |
| 室内バッフル 19.9 | | |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 19.6 | 19.6 | 19.7 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 19.9 | 19.9 | 20.1 |
| 20.1 | 20.0 | 20.2 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル | | |
| | | |
| | | |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |
| 低温室壁等の温度 | | |
| 0.1 | | |
| 0.1 | | |
| 0.0 | | |

| | | |
|-------------|------|------|
| シャッター(逆巻き) | | |
| 室内バッフル 19.9 | | |
| 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 19.6 | 19.6 | 19.7 |
| 19.9 | 19.9 | 20.0 |
| 室内空気 19.9 | | |
| 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 19.6 | 19.6 | 19.7 |
| 19.9 | 19.9 | 20.0 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | 0.0 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 0.0 | 0.0 | -0.1 |
| 室外バッフル | | |
| | | |
| | | |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |
| 低温室壁等の温度 | | |
| 0.1 | | |
| 0.1 | | |
| 0.0 | | |

| | | |
|--------------|------|------|
| シャッター(正巻き):閉 | | |
| 室内バッフル 20.0 | | |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 19.7 | 19.7 | 19.8 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.1 | 20.1 | 20.2 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 室外バッフル | | |
| | | |
| | | |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |
| 低温室壁等の温度 | | |
| 0.1 | | |
| 0.1 | | |
| 0.0 | | |

| | | |
|--------------|------|------|
| シャッター(正巻き):開 | | |
| 室内バッフル 20.0 | | |
| 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 19.7 | 19.7 | 19.8 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 室内空気 20.1 | | |
| 20.1 | 20.2 | 20.2 |
| 20.0 | 20.0 | 20.1 |
| 20.1 | 20.0 | 20.1 |
| 室外空気 -0.1 | | |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 室外バッフル | | |
| | | |
| | | |
| 恒温室空気温度 | | |
| 20.1 | | |
| 低温室壁等の温度 | | |
| 0.1 | | |
| 0.1 | | |
| 0.0 | | |

| 試 験 結 果 (スクリーン無) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|--------------|--------------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月1日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 113.6 | 113.6 | 113.7 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 10.6 | 10.6 | 10.6 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 44.5 | 44.5 | 44.5 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | 0.0 | 0.0 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.1 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 2.22 | 2.22 | 2.23 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.450 | 0.449 | 0.448 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 2.22 | 2.23 | 2.23 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.450 | 0.449 | 0.448 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 2.23 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.449 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (スクリーン6) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月7日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 63.5 | 63.5 | 63.5 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 11.7 | 11.8 | 11.9 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 22.4 | 22.3 | 22.3 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.11 | 1.11 | 1.11 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.900 | 0.902 | 0.904 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.11 | 1.11 | 1.11 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.901 | 0.903 | 0.904 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.11 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.903 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (スクリーン4) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月8日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 82.7 | 82.8 | 82.8 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 11.7 | 11.7 | 11.7 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 30.7 | 30.7 | 30.7 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.52 | 1.53 | 1.52 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.656 | 0.656 | 0.656 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.52 | 1.52 | 1.52 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.656 | 0.656 | 0.656 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.52 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.656 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (スクリーン3) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|--------------|--------------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月9日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 87.7 | 87.8 | 87.7 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 11.3 | 11.2 | 11.2 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 33.0 | 33.1 | 33.1 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.64 | 1.64 | 1.64 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.610 | 0.609 | 0.610 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.64 | 1.64 | 1.64 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.610 | 0.609 | 0.610 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.64 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.609 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (スクリーン2) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月10日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 102.8 | 102.8 | 102.9 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 10.8 | 10.9 | 10.9 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | -0.2 | -0.2 | -0.1 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 39.8 | 39.8 | 39.8 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.2 | 20.1 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.505 | 0.504 | 0.505 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.98 | 1.98 | 1.98 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.505 | 0.504 | 0.505 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.98 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.504 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (シャッター無) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|--------------|--------------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月13日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 114.3 | 114.3 | 114.3 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 10.7 | 10.7 | 10.7 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 44.7 | 44.7 | 44.7 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.2 | 20.2 | 20.2 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 2.23 | 2.23 | 2.23 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.449 | 0.449 | 0.449 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 2.23 | 2.23 | 2.23 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.449 | 0.449 | 0.449 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 2.23 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.449 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試 験 結 果 (シャッター:逆巻き(文化シャッター)) | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試 験 年 月 日 | | | 平成24年11月14日 | | |
| 測 定 回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加 熱 箱 内 発 生 熱 量 Φ_{in} (W) | | | 90.9 | 92.2 | 90.9 |
| 取 付 け パ ネ ル 通 過 熱 量 Φ_{sur} (W) | | | 10.2 | 10.3 | 10.2 |
| 熱 箱 流 出 熱 量 Φ_l (W) | | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 試 験 体 熱 流 通 過 面 積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試 験 体 通 過 熱 量 密 度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 34.9 | 35.4 | 34.9 |
| 空 気 温 度 | 高 温 側 θ_{ci} (°C) | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 低 温 側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 空 気 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 試 験 体 平 均 空 気 温 度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環 境 温 度 | 高 温 側 θ_{ni} (°C) | | 19.9 | 19.9 | 19.9 |
| | 低 温 側 θ_{ne} (°C) | | -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 環 境 温 度 差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 試 験 体 平 均 環 境 温 度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 9.9 | 9.9 | 9.9 |
| 測 定 熱 貫 流 率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.75 | 1.77 | 1.75 |
| 測 定 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.572 | 0.564 | 0.572 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.75 | 1.77 | 1.75 |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.572 | 0.564 | 0.572 |
| 基 準 化 熱 貫 流 率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.76 | | |
| 基 準 化 熱 貫 流 抵 抗 値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.570 | | |
| <p>【備 考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試験結果 (シャッター:正巻き(三和シャッター)、スリット閉) | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試験年月日 | | | 平成24年11月15日 | | |
| 測定回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加熱箱内発生熱量 Φ_{in} (W) | | | 92.6 | 92.6 | 93.9 |
| 取付けパネル通過熱量 Φ_{sur} (W) | | | 10.2 | 10.2 | 10.3 |
| 熱箱流出熱量 Φ_l (W) | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 試験体熱流通過面積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試験体通過熱量密度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 35.5 | 35.5 | 36.1 |
| 空気温度 | 高温側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低温側 θ_{ce} (°C) | | 0.0 | -0.1 | -0.1 |
| 空気温度差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試験体平均空気温度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環境温度 | 高温側 θ_{ni} (°C) | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 低温側 θ_{ne} (°C) | | 0.0 | -0.1 | -0.1 |
| 環境温度差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試験体平均環境温度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測定熱貫流率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.77 | 1.77 | 1.80 |
| 測定熱貫流抵抗値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.565 | 0.565 | 0.557 |
| 基準化熱貫流率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.77 | 1.77 | 1.80 |
| 基準化熱貫流抵抗値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.565 | 0.565 | 0.557 |
| 基準化熱貫流率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.78 | | |
| 基準化熱貫流抵抗値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.562 | | |
| <p>【備考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

| 試験結果 (シャッター:正巻き(三和シャッター、スリット開)) | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|-------------------------|-------|-------|
| 試験年月日 | | | 平成24年11月15日 | | |
| 測定回 | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 |
| 加熱箱内発生熱量 Φ_{in} (W) | | | 97.5 | 97.6 | 97.6 |
| 取付けパネル通過熱量 Φ_{sur} (W) | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 熱箱流出熱量 Φ_l (W) | | | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| 試験体熱流通過面積 A_{sp} (m ²) | | | 2.315 (1.690 × 1.370) | | |
| 試験体通過熱量密度 $q_{sp} = (\Phi_{in} - \Phi_{sur} - \Phi_{edge} - \Phi_l) / A_{sp}$ (W/m ²) | | | 37.5 | 37.6 | 37.6 |
| 空気温度 | 高温側 θ_{ci} (°C) | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| | 低温側 θ_{ce} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 空気温度差 $\Delta\theta_c = \theta_{ci} - \theta_{ce}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試験体平均空気温度 $\theta_{c,ave} = (\theta_{ci} + \theta_{ce}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 環境温度 | 高温側 θ_{ni} (°C) | | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | 低温側 θ_{ne} (°C) | | -0.1 | -0.1 | -0.1 |
| 環境温度差 $\Delta\theta_c = \theta_{ni} - \theta_{ne}$ (°C) | | | 20.1 | 20.1 | 20.1 |
| 試験体平均環境温度 $\theta_{n,ave} = (\theta_{ni} + \theta_{ne}) / 2$ (°C) | | | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 測定熱貫流率 $U_m = q_{sp} / (\theta_{ni} - \theta_{ne})$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.87 | 1.87 | 1.87 |
| 測定熱貫流抵抗値 $R_m = 1 / U_m$ (m ² ·K/W) | | | 0.535 | 0.534 | 0.534 |
| 基準化熱貫流率 $U_{st} = [U_m^{-1} - R_{s,t} + R_{(s,t),st}]$ (W/(m ² ·K)) | | | 1.87 | 1.87 | 1.87 |
| 基準化熱貫流抵抗値 $R_{st} = 1 / U_s$ (m ² ·K/W) | | | 0.534 | 0.534 | 0.534 |
| 基準化熱貫流率 (3回の測定結果の平均) (W/(m ² ·K)) | | | 1.87 | | |
| 基準化熱貫流抵抗値 (3回の測定結果の平均) (m ² ·K/W) | | | 0.534 | | |
| <p>【備考】</p> <p>標準の合計表面熱伝達抵抗 $R_{(s,t),st}$ は、0.165(m²·K/W)とする。</p> <p>熱貫流率・熱貫流抵抗は有効数字3桁で示した。</p> | | | | | |

既往の研究調査:付属物の断熱性能 一覧

| | 研究文献 | 先頭 ページ |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | 開口部の断熱性能 (昭和58年<1983年>10月 財団法人 建材試験センター「20年のあゆみ」) | 1 |
| 2 | 開口部の熱性能測定法に関する研究 その2付属物の負荷熱抵抗の測定 (上乘ら 2001年 日本建築学会学術講演梗概集 41003) | 2 |
| 3 | 熱箱法によるブラインドの付加熱抵抗の測定 (上乘ら 2002年 日本建築学会学術講演梗概集 41005) | 4 |
| 4 | 付属物の熱抵抗 「Windeye」における付属物の熱抵抗 (上乘ら 2004年) | 6 |
| 5 | 開口部の断熱・遮熱性能 その6 ロールスクリーンを用いた窓の熱性能測定結果 (上乘ら 2006年 日本建築学会学術講演梗概集) | 15 |
| 6 | 開口部の総合熱性能に関する研究(倉山千春 2007年3月) | 17 |
| 7 | 開口部の断熱性能に関する研究(清水則夫) | 76 |
| 8 | 住宅用窓の付属物による断熱性能の向上効果について (清水則夫 2009年 日本建築学会学術講演梗概集 41069) | 80 |
| 9 | 内付けブラインドの断熱性能及び日射遮蔽性能に関する研究 その1断熱性能 (田坂ら 2009年日本建築学会学術講演梗概集 41015) | 82 |
| 10 | 断熱性能試験データ(2012年 ニチベイ) | 84 |

⑪ 開口部の断熱性能

窓の断熱性のグレードは、主に一重窓、二重窓、あるいは複層ガラスを用いた窓などのように、ガラス部分の構成によって分類できる。一般には、ガラス部分を多重にして空気層を増せば、断熱性は向上する。また、同じガラス構成でも、枠、框の構造や材質によっても差が生じる。

表-7は、建材試験センターで過去4年間に測定したサッシ窓の種類、構造別に、熱貫流抵抗で示したものである。窓の大き

さは1713タイプで、室内側気温を20℃、室外側気温を0℃とし、自然対流の条件で較正熱箱法(CHB法)によって測定した値である。なお、窓の種類で特に注釈の無いものは、アルミニウム合金製サッシであり、回転窓には内開き、内倒し窓等も含んでいる。

また、実際の住宅では、窓を表-8に示すような付属物と共に使用することが多い。付属物は、主に日射調整、しゃへい、イン

テリアや防犯を目的としているが、窓の断熱性を向上させる効果もある。表-8は、付属物を1713タイプの引違い二重窓に取り付けた場合の断熱性を示したものである。測定は表-7と同じ条件で実施したものであり、点線は窓のみの熱貫流抵抗(0.42)を示し、斜線部は付属物による熱貫流抵抗の増加分を示している。これによると、カーテンや紙障子でも、断熱の効果がかなり大きいことがわかる。

表-7 窓の種類と断熱性

| 窓の種類 | 断熱構造 (有:○,無:×) | | 熱貫流抵抗 (m ² h/kcal) | | | | | |
|-------------------|-------------------|---|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 枠 | 框 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| 引違い一重窓 | × | × | | | ■ | | | |
| 複層ガラス (5-A6-5) | 引違い | × | | | ■ | | | |
| | 及び片引き | ○ | | | ■ | | | |
| 入り一重窓 | 回 | × | | | ■ | | | |
| | 転 | ○ | | | ■ | | | |
| 二重窓 | 引違い | × | | | | ■ | | |
| | (内サッシ:PVC) | ○ | | | | ■ | | |
| | 回 | ○ | | | | ■ | | |
| 内サッシ複層ガラス入り引違い二重窓 | ○ | × | | | | | ■ | |

表-8 付属物を取付けた窓の断熱性

| 付属物名称 | 取付位置・状態 | 熱貫流抵抗 (m ² h/kcal) | | | | | |
|----------|-------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 |
| カーテン | 上下にすき間有 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| | // 無 | | ▨ | ▨ | ▨ | ▨ | |
| ブラインド | 窓内中空層部 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| | 室内側 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| 熱線反射フィルム | 内サッシガラス室内側面 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| | 外サッシガラス室内側面 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| 雨戸 | 鋼板製雨戸 | | ▨ | ▨ | ▨ | | |
| | 断熱雨戸 | | ▨ | ▨ | ▨ | ▨ | ▨ |
| 紙障子 | 室内側 | | ▨ | ▨ | ▨ | ▨ | ▨ |

開口部の熱性能測定法に関する研究

その2 付属物の付加熱抵抗の測定

| | | |
|------|-----|-----|
| 付属物 | 中空層 | 熱抵抗 |
| 熱貫流率 | 放射 | |

正会員 ○上乘 正信¹
 倉山 千春²
 石積 広行³

1. はじめに

昨年までの報告で窓製品にカーテンを併用した際、付加される熱抵抗は窓の熱貫流率によって差が見られる事、放射の遮断性が熱抵抗増加に大きく影響している事を指摘した。今回は通気性のないポリエチレンシート（以後、PE）を用い密閉中空層の状態での試験（試験D,E）、及び実際のカーテンを用いた試験（試験F,G）を実施した。付属対象物としてはアルミ樹脂複合扉ドアを用いた。本報では、この結果と一昨年（試験A）を比較した結果を報告する。

2. 試験体及び試験概要

試験D,Eでは、付属物としてPE（透明、0.05mm厚）を用いた。付属対象物とシートにより形成される中空層へ、室内側からの空気の出入りを遮断する為にテープにて完全密封し、シートが撓まないように極細のテグスにより支持、中空層の厚さが変化しない様に工夫した。熱貫流測定（試験D）実施、PEにつやけし黒スプレーを塗布し、続けて熱貫流測定（試験E）を実施した。

その後、薄手のカーテン（試験F）、厚手のカーテン（試験G）を取付けての熱貫流測定を順次実施した。取付け方法はPEの時と同様とした。

付属対象物の熱抵抗を変化させる為に、ガラスを3-A12-3、3-A12-3Low-E、3-G12-3Low-Eの3種類とし、試験体サイズはW785×H2,000mmとした。試験体概要を図-1に示す。試験装置及び試験方法は前報を参照して頂きたい。

3. 試験結果及び考察

試験D,Eの結果を表-1に、試験F,Gの結果を表-2に示す。またD,E,F,Gの結果と98年度実施の試験Aをまとめ、図-2に示す。

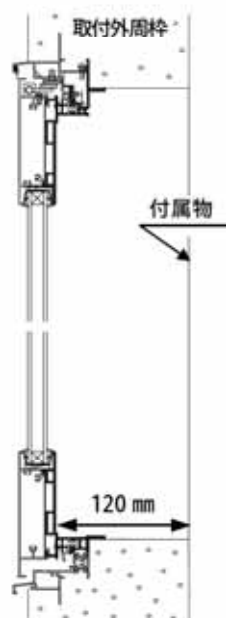


図-1 試験体概要

試験D,E,Gの結果を見ると、付属対象物の熱性能が変化しても付加熱抵抗(ΔR)に差があまり見られていないが、試験Fの結果では ΔR に差が見られていた。試験D,E,Gと試験Fの違いは付属物自身の通気性の有無であり、試験Fの薄手のカーテンでは、室内側からカーテンによって形成された中空層内への通気熱量が存在し、この通気熱量により ΔR が小さくなっているものと考えられる。つまり付属対象物の熱性能によって ΔR の値に差が見られる要因は付属物自身からの通気熱量が変化している事によるもので、付属対象物の熱性能が悪いもの程、その通気熱量分が大きくなり、付加熱抵抗 ΔR が見かけ小さくなっていると考えられる。

98年度実施の試験Aは試験Fと同じ薄手カーテンを併用した際のデータである。今回と同様に付属対象物の熱性能が悪くなる程、 ΔR が小さくなっている様子が見られていた。

付属物自身に通気性が無く、併用時に気密性が確保されていれば、 ΔR は付属対象物の熱性能によらずあまり変わらないものと思われる。

次に試験D,E,Gについて、試験DとE、及び試験DとGを見ると放射の遮断性が ΔR に影響している様子がわかる。

試験Gでの厚手カーテンでは、カーテンからの放射成分の透過（パッフルと試験体との直接放射交換）がほぼ遮断されていて、密閉中空層形成により ΔR は大きな値を示していた。

では付属物の放射成分の透過（パッフルと試験体との直接放射交換）はどれくらい ΔR に影響しているのだろうか。これを透過率の高い透明PEを併用した試験（試験D）結果にて検証する。試験Dの透明PEではシートでの放射交換がほとんど見られず、付属対象物の試験体と熱箱のパッフルとの放射が直接放射交換が見られる。この透過分の放射伝熱量は、中空層形成に伴う試験体表面温度低下の為に大きくなっている。この大きな放射伝熱量により ΔR がかなり小さくなっている事がわかった。

次に透明PEからつやけし黒スプレー塗布した黒PEを併用した試験Eで、放射の透過分をどのくらい遮断出来るかを検証した。 ΔR は透明PEの試験Dよりは大きい、厚手カーテンの試験Gよりは小さい結果が得られ

た。厚手カーテンより ΔR が小さかったのは、黒PEの放射成分の透過を完全には遮断しきれていない為で、透過率が0.1程見込まれていた。黒PEを透過する放射伝熱量の分だけ ΔR が小さくなったものと思われる。

これら放射交換、放射伝熱量のイメージを図-3に示す。

4. 放射温度計による測定

レースカーテンと障子における表面温度を熱電対と放射温度計の両方にて測定した建築研究所実施試験結果の比較を表-3に示す。

障子併用時表面温度は、障子の放射成分の透過がほとんど無い為、熱電対と放射温度計の値に差があまり見られていないが、レースカーテン併用時には差が大きく見られている事がわかる。カーテン併用時での放射温度計は試験体のガラス温度分まで見ている(ガラスとの放射成分の透過)為、熱電対での測定結果より低くなっている。

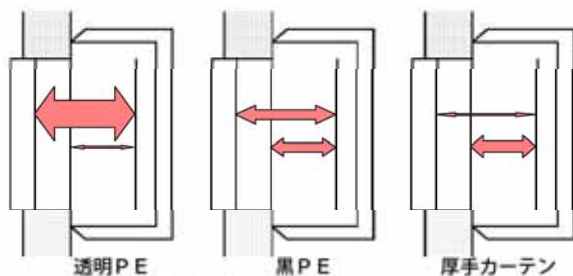


図-3 放射交換、及び放射伝熱量イメージ

5. まとめ

付属対象物の熱性能によって ΔR に差が見られるのは付属物自身による通気熱量が影響している事、また ΔR には付属物の放射の遮断性が有効である事が判った。

この点において、今度は付属物を実際の取付けに準じた際の試験を実施して、放射(放射温度計にて測定も実

表-1 試験結果(試験D, E)

| シート | 透明PE | | | 黒PE | | | 単位 |
|----------------------------------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| | I (3-A12-3) | II (3-A12-3E) | III (3-G12-3E) | I (3-A12-3) | II (3-A12-3E) | III (3-G12-3E) | |
| 試験体 | | | | | | | |
| 熱流密度 | 53.16 | 44.46 | 41.55 | 47.88 | 41.53 | 38.28 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | 2.647 | 2.243 | 2.067 | 2.393 | 2.073 | 1.907 | W/(m ² ·K) |
| 熱貫流抵抗 R | 0.378 | 0.446 | 0.484 | 0.418 | 0.482 | 0.524 | (m ² ·K)/W |
| シート無し時の熱貫流抵抗 R | 0.294 | 0.359 | 0.400 | 0.294 | 0.359 | 0.400 | (m ² ·K)/W |
| シートの有無による 増加熱貫流抵抗 ΔR | 0.083 | 0.086 | 0.084 | 0.123 | 0.123 | 0.124 | (m ² ·K)/W |
| 透明PE \Rightarrow 黒PE 増加熱貫流抵抗 ΔR | - | - | - | 0.040 | 0.037 | 0.041 | (m ² ·K)/W |

表-2 試験結果(試験G, H)

| カーテン | 薄手カーテン | | | 厚手カーテン | | | 単位 |
|----------------------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|-----------------------|
| | I (3-A12-3) | II (3-A12-3E) | III (3-G12-3E) | I (3-A12-3) | II (3-A12-3E) | III (3-G12-3E) | |
| 試験体 | | | | | | | |
| 熱流密度 | 44.54 | 38.43 | 35.61 | 43.67 | 37.83 | 35.61 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | 2.207 | 1.917 | 1.743 | 2.133 | 1.873 | 1.743 | W/(m ² ·K) |
| 熱貫流抵抗 R | 0.453 | 0.522 | 0.574 | 0.469 | 0.534 | 0.574 | (m ² ·K)/W |
| カーテン無し時の熱貫流抵抗 R | 0.294 | 0.359 | 0.400 | 0.294 | 0.359 | 0.400 | (m ² ·K)/W |
| カーテンの有無による 増加熱貫流抵抗 ΔR | 0.159 | 0.162 | 0.174 | 0.174 | 0.175 | 0.174 | (m ² ·K)/W |

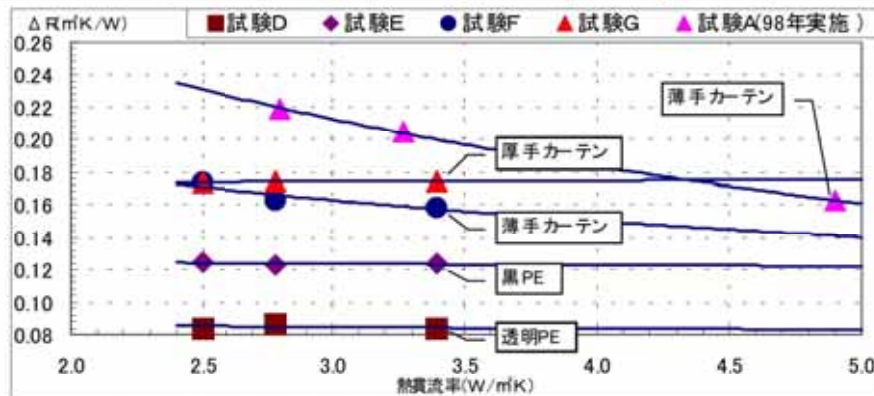


図-2 付属対象物の熱貫流率と ΔR との相関

表-3 熱電対と放射温度計による表面温度測定

| | | FL3 | | 3-A8-3 | |
|-------|-------|------|-------|--------|-------|
| | | +障子 | +カーテン | +障子 | +カーテン |
| 付属物表面 | 熱電対 | 14.0 | 16.8 | 15.7 | 17.8 |
| | 放射温度計 | 13.6 | 12.1 | 15.3 | 14.9 |
| | 差 | 0.4 | 4.7 | 0.4 | 3.0 |
| ガラス表面 | 熱電対 | 3.8 | 6.5 | 8.1 | 11.2 |

施)や通気の影響を検証し、付加物の断熱性能試験法の標準化に向けた検討を進める事としたい。

【参考文献】

- 1) 上乗, 倉山, 石積「窓の熱貫流率測定法について」その3 PP.119-120 日本建築学会大会学術講演梗概集 1999
- 2) 上乗, 倉山, 石積「開口部の熱貫流率測定法」その1 PP.5-6 日本建築学会大会学術講演梗概集 2000
- 3) 倉山, 石積, 上乗「開口部の熱貫流率測定法」その2 PP.7-8 日本建築学会大会学術講演梗概集 2000

¹ 立山アルミニウム工業株式会社

² 国土交通省国土技術政策総合研究所

³ 新日軽株式会社

Tateyama Aluminium Industry Co., Ltd.

National Institute for Land and Infrastructure Management

Shin Nikkei Co., Ltd.

熱箱法によるブラインドの付加熱抵抗の測定

ブラインド 付属物 熱抵抗
熱貫流率 放射 中空層

正会員 ○上乘 正信¹
倉山 千春²

1. はじめに

昨年までの報告で窓製品に付属物を併用した際、付加される熱抵抗(以後 ΔR)に窓の熱貫流率によって差が見られるのは付属物自身の通気性が影響している事、通気性がなければ差があまり見られない事、又窓からの放射の遮断性が熱抵抗増加に大きく影響している事を指摘した。今回はブラインドを用いた様々な要素を検討材料とし実験を行った。付属対象物としてはアルミ樹脂複合サッシを用いた。本報では、この実施概要と結果を報告する。

2. 試験体及び試験概要

ブラインドの要素にはスラットの幅、間隔、色、併用時のブラインドの角度などが挙げられる。加えて付属対象物の熱性能の要素も組み合わせると多数のケースが存在する。今回は手始めに、スラットの角度と色の要素を変化させ、実験を行った。試験体概要を図-1に、試験概要を図-2に示す。尚、異なる熱性能の付属対象物での結果を将来的に横並びに評価したい為、ポリエチレン

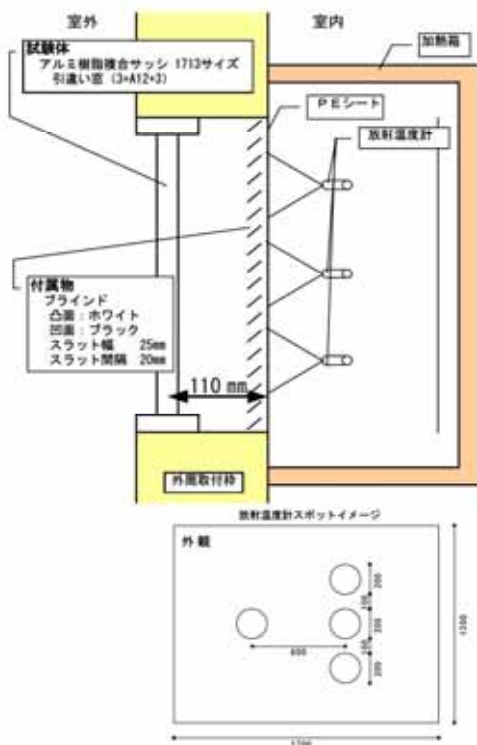


図-1 試験体概要

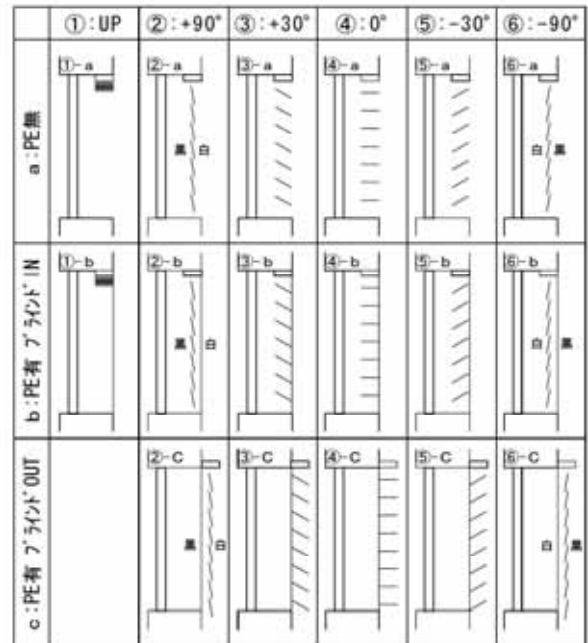


図-2 試験概要

シート(以後PE)を用いた実験も行った。通気による影響を除外し、放射成分の透過性を調査する事が出来るものと考えている。今回ブラインドの昇降、角度変化は加熱箱取付具合変化による不確かさの排除や計測時間短縮に有効と考え、室外側からの調整とした。尚ブラインド角度の 30° は正面からの視野率が半分になる状態を示す。試験装置及び試験方法は前報を参照して頂きたい。

3. 試験結果及び考察

試験結果を表-1に、ブラインドの角度と ΔR の相関を図-3に示す。

PE無しの場合の結果より、ブラインドの角度 90° では $0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程の増加が見られているが、角度 30° では $0.01 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程、角度 0° に至ってはほとんど増加が見られていない。ブラインドの角度変化に伴い室内側から内部への移動空気量が多く見られる事が、 ΔR が増加しない大きな要因と考えられる。つまり実状のブラインドの併用時では、角度を 90° と全閉しないとほとんど断熱性能向上は期待出来ないという事を示す。

次にPE有りブラインドINのbの結果より、ブラインドの角度 90° では $0.10 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程の増加が見られてい

た。これは窓面の放射成分遮断効果の程度を示すと考えられる。昨年実施の同様な条件での結果では $0.09 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ であり、近い値を示していた。又、視野率約半分になるブラインド 30° では $0.05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程で放射成分遮断交換も約半分程度である様子が見られた。角度 0° でも $0.04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程の増加が見られ、角度 30° の時とそれほど大きな差が見られていなかった。この角度 0° の時はブラインドのスラット幅や間隔が変わっていくとどう変化していくかなど興味の示される所でもあり、今後の研究課題としたい。

次に PE 有りブラインド OUT の c の結果より、b と比較して全体的に低めに推移

している様子が見られた。表面温度測定値を基に各部の熱抵抗を算出してみた結果より、b と c の差を考察する。PE 有りのみの①-b では中空層 (PE と試験体間) の熱抵抗は $0.11 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程あると見られ、加熱箱側の熱抵抗は (PE と加熱箱間) は $0.08 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 程あると見られる。ブラインドをセットする事で放射成分の遮断、熱抵抗増加は、より大きな熱抵抗の基にセットした方が、 ΔR の増加の程度が大きい事が判り、この影響の差が b と c の差に見られていたものと考えられる。また b では、ブラインドの角度を変化させていっても加熱箱側の熱抵抗 $0.08 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ に変化が余り見られていない様子もわかり、放射成分遮断効果を考慮していくには c より適切であると考え。つまり、PE 有りで実験を行うには付属物は中空層側にセットした方がより効果の程度をはかる事が出来ると考え、以後実験を進める上で参考としたい。

今度はブラインドの角度の差について注目する。ブラインドの角度の向き (プラス角度とマイナス角度の差) による差はあまり見られていない。また②と⑥及び③と⑤を比較するとわずかだが、それぞれ後の方が ΔR は大きな値を示していた。②と⑥の全閉時においても差が見られている事は、 ΔR の差はブラインドの角度の向きによる差では無いと言える。つまりこの ΔR の差はスラットの色の差によるものと思われる。今回は黒と白の異なる色のスラットを用いて実験を実施したが、反射率の高い白色を付属対象物側に向けた方が、 ΔR 増加には有効に働く事が示されていると考えられる。尚、ブラインドのスラットの分光特性に関しては現在測定中で、結果が出しだい考察に加えたいと考えている。

4. まとめ

今回はブラインドの有無、角度差の要素を中心に様々

表-1 試験結果

| | (1)-a | (2)-a | (3)-a | (4)-a | (5)-a | (6)-a | 単位 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 熱流密度 | 67.0 | 59.1 | 64.4 | 66.5 | 64.0 | 58.3 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | 3.39 | 2.99 | 3.26 | 3.36 | 3.24 | 2.97 | W/(m ² ·K) |
| 熱貫流抵抗 R | 0.295 | 0.334 | 0.306 | 0.297 | 0.309 | 0.337 | (m ² ·K)/W |
| 増加熱貫流抵抗 ΔR (①-a から) | — | 0.039 | 0.012 | 0.003 | 0.014 | 0.042 | (m ² ·K)/W |
| | (1)-b | (2)-b | (3)-b | (4)-b | (5)-b | (6)-b | 単位 |
| 熱流密度 | 51.2 | 40.9 | 45.4 | 46.7 | 46.4 | 40.7 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | 2.59 | 2.07 | 2.30 | 2.37 | 2.34 | 2.06 | W/(m ² ·K) |
| 熱貫流抵抗 R | 0.385 | 0.482 | 0.435 | 0.423 | 0.427 | 0.485 | (m ² ·K)/W |
| 増加熱貫流抵抗 ΔR (①-b から) | — | 0.097 | 0.050 | 0.037 | 0.042 | 0.099 | (m ² ·K)/W |
| | (1)-c | (2)-c | (3)-c | (4)-c | (5)-c | (6)-c | 単位 |
| 熱流密度 | — | 42.6 | 47.6 | 49.2 | 47.4 | 42.1 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | — | 2.16 | 2.41 | 2.48 | 2.39 | 2.13 | W/(m ² ·K) |
| 熱貫流抵抗 R | — | 0.463 | 0.415 | 0.403 | 0.418 | 0.470 | (m ² ·K)/W |
| 増加熱貫流抵抗 ΔR (①-c から) | — | 0.077 | 0.030 | 0.017 | 0.033 | 0.085 | (m ² ·K)/W |

注) …ヒーターの安定不足により再試験を実施したが、セッティングし直した事もあり他と傾向が異なっている。今回は参考データとする。

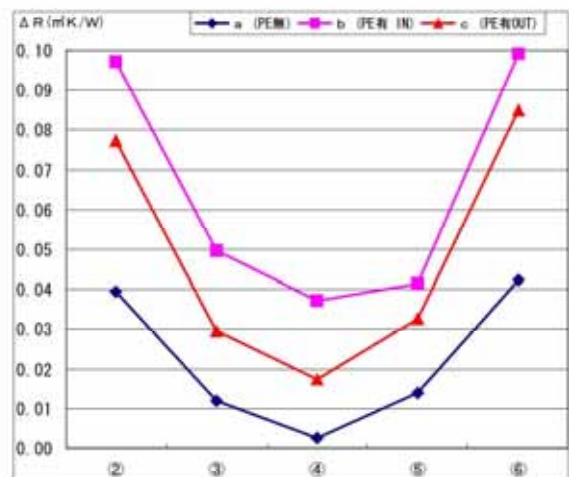


図-3 ブラインド角度と ΔR の相関

な条件を設定し実験を行った。実験結果より、 ΔR への影響の度合い、設定条件の妥当性などの知見が得られた。更なる検討材料としては、異なる付属対象物による影響、異なるスラットの色 (分光特性値比較も実施)、幅、間隔による影響、放射温度計測定値による考察など挙げられ、今後は、これら数多くのデータによる比較検証を実施し、付属物の断熱性能試験法の標準化に向けた検討を進める事としたい。

【参考文献】

- 1) 上乗, 倉山, 石積 「窓の熱貫流率測定法について」 その3 PP.119-120 日本建築学会大会学術講演梗概集 1999
- 2) 上乗, 倉山, 石積 「開口部の熱貫流率測定法」 その1 PP.5-6 日本建築学会大会学術講演梗概集 2000
- 3) 上乗, 倉山, 石積 「開口部の熱性能測定法に関する研究」 その2 PP.5-6 日本建築学会大会学術講演梗概集 2001
- 4) 稲沼 貢 「屋内用横型ブラインドを有する窓の日射遮蔽係数に関する実験的研究」 1999年3月

¹⁾ 立山アルミニウム工業株式会社

²⁾ 国土交通省国土技術政策総合研究所

Tateyama Aluminium Industry Co., Ltd.

National Institute for Land and Infrastructure Management

4.6 付属物の熱抵抗

[1] 「Windeye」における付属物の熱抵抗

付属物併用時における付加熱抵抗値は、「Windeye」においてU値計算用、及びg値計算用として用いられ、Shading Libraryにデータベース登録される。

本研究委員会において、付加熱抵抗増加(R)だけをデータベースに登録する事を提案していたが、 R が必ずしも付属物自身と形成中空層の熱抵抗値と一致していないという不具合点が挙げられる。 R だけを用いるという事は、表面熱伝達抵抗値が一定で変化しない事を前提としており、形成中空層内を自由に空気が出入りするようなブラインドを代表する付属物に関して成立しない。しかしながら、付属物併用時の複合体全体としての熱抵抗増加の算出のみであればこの R だけを用いる提案でも問題はないが、g値算出、付属物の表面温度算出には付属物自身の熱抵抗値や形成中空層の熱抵抗値、表面熱伝達抵抗値のデータの必要性が出てくる。

以上より、「Windeye」では付属物併用時の熱抵抗値は各形成成分を細分化して算出することとした。

[2] 標準 R の設定

付属物併用時の R に寄与する要因は多く存在する。付属物に関して言えば、ブラインドのスラットの幅、間隔、色、角度、カーテンの生地、色、天井取付けが正面取付けか、一重か二重か、更に、レースカーテンに至っては開口率までもが挙げられる。これら付属物自身が持つ様々な固有の性状が存在する。また付属対象物に関しても、その熱性能が R に起因する要因として含まれる。特に通気性状の高いブラインドやカーテン等においては、形成中空層内への通気流出熱量や付属対象物の放射成分の透過が見られ、 R への影響は大きい。その他付属対象物のサイズと付属物のオフセット位置で形成される内容積も様々な事が想定される。

上記要因は実際において同時に存在し、密接に影響しあっていると考えられる。つまり要因を一つ一つ詳細に切り離し、計算に反映させる事は非常に困難であるとともに膨大な作業であると考えられる。

そこで下に示す条件を設定し、「Windeye」へ導入するものとする。

- ・ 付属物種類毎に標準 R を設定する。
- ・ R に寄与する要因は、標準 R からの相対比率として表す。

ここでいう標準 R とは、

- ・ 付属対象物サイズ : 標準サイズ (幅 1690mm, 高さ 1370mm)
U値 $3.49W/(m^2 \cdot K)$ { $3.00kcal/(m^2 \cdot h \cdot ^\circ C)$ } 相当
- ・ 付属物オフセット位置 : 100mm

における熱抵抗増加分であると設定する。

[3] Rに寄与する要因

数多くの R に起因する要因の中で「Windeye」で補正係数を算出し、計算に用いるものを以下に示す。

付属物対象物のU値による補正

中空層内容積による補正

その他の要因に関しては、実際に測定にて求め得られた熱抵抗から比率を算出し、熱抵抗分率として登録し、計算に用いるものとする。

Shading Library への追加登録一覧を表 4.6-1 に、熱抵抗算出に引用するテーブルデータ一覧を表 4.6-2 に、「Windeye」での熱抵抗計算結果一覧を表 4.6-3 に示す。

表 4.6-1 Shading Library への追加登録一覧

| | | |
|-----------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| R st | 標準 R ^{注)} [m ² K/W] | R:付属物併用時の付加熱抵抗[m ² K/W]と定義する |
| R st_type | 付属対象物のU値による補正の有無 | {補正有り or 補正無し} |
| at type | 付属物のタイプ | {室内付属物 or 室外付属物} |
| at L | 付属物オフセット位置[m] | 付属対象物と付属物との距離(中空層の厚さ) |
| Rh eq | 中空層内容積によるRh補正係数 | 一般ユーザー用 |
| Rii % | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗分率:室内 | {0~1} |
| Riat % | 付属物併用時の付属物熱抵抗分率:室内 | {0~1} |
| Rih % | 付属物併用時の中空層熱抵抗分率:室内 | {0~1} |
| Reh % | 付属物併用時の中空層熱抵抗分率:室外 | {0~1} |
| Reat % | 付属物併用時の付属物熱抵抗分率:室外 | {0~1} |
| Ree % | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗分率:室外 | {0~1} |

表 4.6-2 熱抵抗算出に引用するテーブルデータ一覧

| | | |
|---------|---------------------------------|------------------|
| Width | 窓の幅[m] | WindowLibrary より |
| Height | 窓の高さ[m] | WindowLibrary より |
| alp_in | 総合熱伝達率:室内[W/(m ² K)] | EnvCondition より |
| alp_out | 総合熱伝達率:室外[W/(m ² K)] | EnvCondition より |
| U | 熱貫流率[W/(m ² K)] | 付属対象物単体での算出結果より |

表 4.6-3 「Windeye」での熱抵抗計算結果一覧

| | | |
|----------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| R st eq | R st補正係数 | {=-0.0345*U+1.1203[R st_type =補正有り] or =1[R st_type =補正無し]} |
| R st | 付属対象物のU値による補正 R st[m ² K/W] | = R st * R st eq |
| Rh eq 40 | 中空層内容積による熱抵抗補正係数:at L 40~70mm | =-0.00882*Width-0.00882*Height+0.88644*at L+0.94925[0.04 at L < 0.07] |
| Rh eq 70 | 中空層内容積による熱抵抗補正係数:at L 70mm以上 | =-0.01685*Width-0.01686*Height+0.56236*at L+0.99391[0.07 at L] |
| Rii | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗:室内[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Rii % |
| Riat | 付属物併用時の付属物熱抵抗:室内[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Riat % |
| Rih | 付属物併用時の中空層熱抵抗:室内[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Rih %*(Rh eq 40 or Rh eq 70) |
| Reh | 付属物併用時の中空層熱抵抗:室外[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Reh %*(Rh eq 40 or Rh eq 70) |
| Reat | 付属物併用時の付属物熱抵抗:室外[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Reat % |
| Ree | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗:室外[m ² K/W] | =(R st +1/alp_in +1/alp_out)*Ree % |

Rst (標準 R) ;

文献データや過去の研究試験結果等により、表 4.6-4 に示す値を用いる事とする。尚、表 4.6-4 に示す以外にも特殊な付属物は存在するであろうが、今回登録する種類はこの通りとする。値自体は現在のデフォルトとし、将来的に追加や変更可能とする。

表 4.6-4 Rst (標準 R)

| 取付位置 | 付属部品 | | Rst[m ² ·K/W] | |
|------------|-------|----------|--------------------------|------|
| 室外側 | 網戸 | 片面 | 0.01 | |
| | | 全面 | 0.03 | |
| | 雨戸 | 鋼板製、アルミ製 | 0.12 | |
| | | 断熱雨戸 | 0.26 | |
| | シャッター | 鋼板製 | 0.12 | |
| | | プラスチック製 | 0.18 | |
| | | アルミ製 | 0.16 | |
| ブラインドシャッター | | 0.09 | | |
| 室内側 | 障子 | 紙張り障子 | 0.18 | |
| | ブラインド | 全閉 | 0.04 | |
| | | 45度 | 0.02 | |
| | | スラット水平 | 0.01 | |
| | カーテン | 天井付け | レース | 0.04 |
| | | | 一重吊り | 0.10 |
| | | | 二重吊り | 0.15 |
| | | 正面付け | レース | 0.03 |
| | | | 一重吊り | 0.06 |
| | | | 二重吊り | 0.08 |
| ロールスクリーン | | 0.06 | | |

Rst'_type ;

付属対象物のU値による熱抵抗補正の有無を示し、付属対象物のU値によって、Rに影響が及ぼすと予想されるもの付属物には“補正有り”とし、補正係数 Rst_{eq}により補正し、Rst'とする。付属対象物単体のU値によって、Rに影響が低いと予想されるもの付属物には“補正無し”とし、補正係数 Rst_{eq} = 1 とする。尚、補正係数 Rst_{eq} に関しては後ほど示す。

at'_type ;

付属物タイプは室内側と室外側とで大別する。これは室内外両方に使用可能な付属物であっても、Windeye DB への登録は室内側、室外側へ行うものとする。

at_L ;

付属物のオフセット位置を登録する。登録するデータを一部 表 4.6-5 に示す。

表 4.6-5 at_L

| 取付位置 | 付属部品 | オフセット位置 | |
|------|----------|-----------|--------|
| 室外側 | 網戸 | 40 mm | |
| | 雨戸 | 65 mm | |
| | シャッター | 120 mm | |
| 室内側 | 障子 | 100 mm | |
| | ブラインド | 天井付け(窓枠内) | 100 mm |
| | | 正面付け(窓枠外) | 120 mm |
| | カーテン | 120 mm | |
| | ロールスクリーン | 天井付け(窓枠内) | 100 mm |
| | | 正面付け(窓枠外) | 120 mm |

オフセット位置により、2種類の「中空層内容積による熱抵抗補正式」のどちらを使用するかが決定される。詳細は後ほど示す。

Rii % , Riat % , Rih % , Reh % , Reat % , Ree % ;

付属物併用時の各熱抵抗を細分化し、図 4.6-1 のよう記号を設定する。

過去の研究試験結果等採用するものとし、DB への登録データは熱抵抗分率 [0 ~ 1] とする。

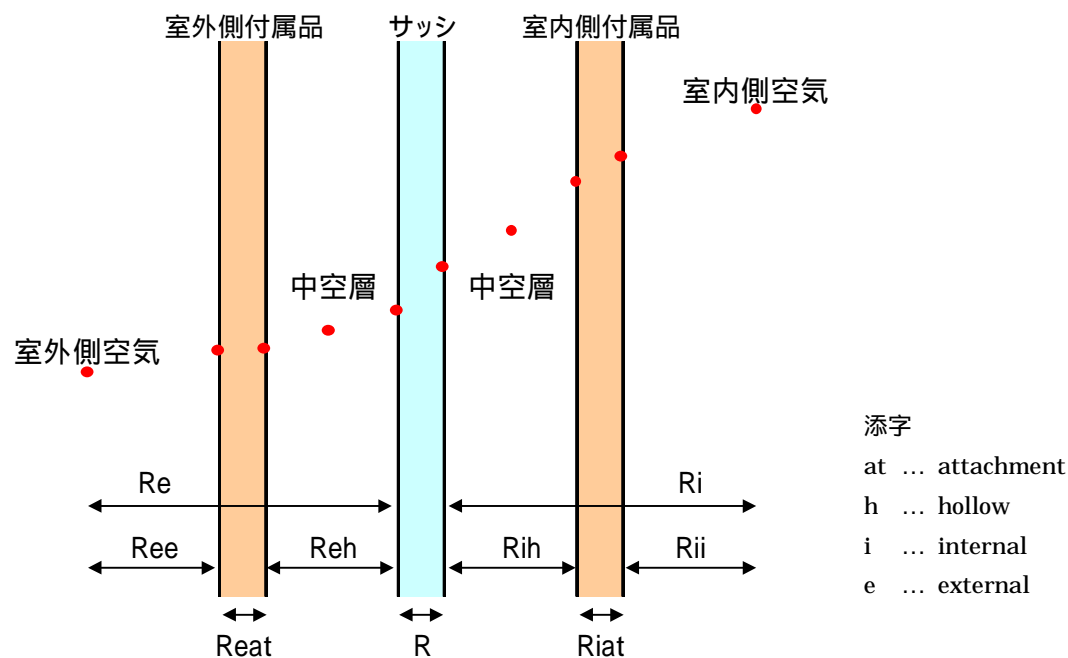


図 4.6-1 付属併用時の熱抵抗成分

室内側の付属物であっても、熱抵抗分率は室内側のみではなく、室外側まで含めた全てのデータを登録する事とする（逆も同様）。過去の研究試験結果により、室内側の付属物併用時での R_e , R_{ee} には変化が極めて少ない事が判明しているが、室外側付属物併用時で R_i , R_{ii} に変化の有無があるかどうかは把握していない。そこで、変化の有無に対して、どちらでも対応出来るよう配慮したものである。

$R_{st eq}$;

R_{st} 補正係数は過去の研究試験結果より 図 4.6-2 に示す相関を想定した。この近似式を R_{st} 補正係数算出式とし採用する。尚、式自体は現在のデフォルトとし、将来的に追加や修正可能とする。

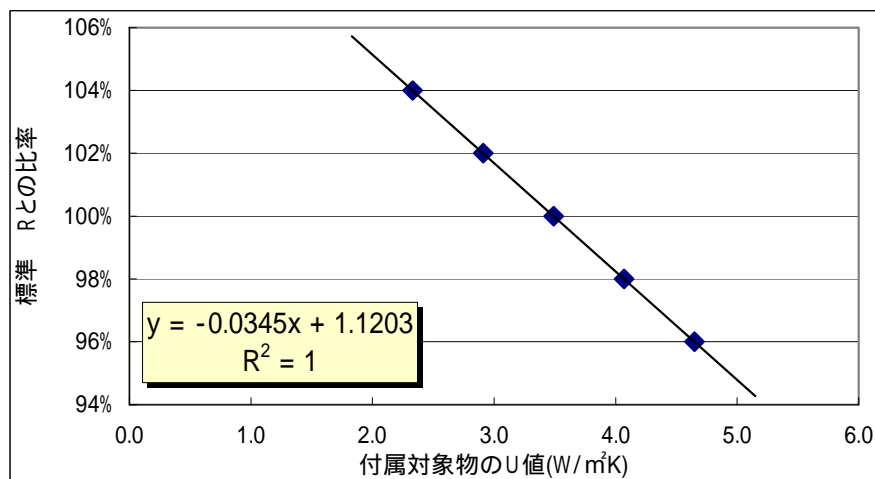


図 4.6-2 付属併用時の U 値と標準 R との比率の相関

$R_{h eq_40}$, $R_{h eq_70}$;

付属物併用時に形成させる中空層の内容積による熱抵抗補正係数 算出式に関し以下に示す。

算出式として、付属対象物の Width、Height と付属物オフセット位置 at_L 等を変数に持つ重回帰式を検討する。

まずは付属物対象物の面積とオフセット位置による相関を調査し、結果を 図 4.6-3 に示す。

計算は TRAC3D (設定：放射率 0.9,0.9、温度 16 -0)にて行なった。

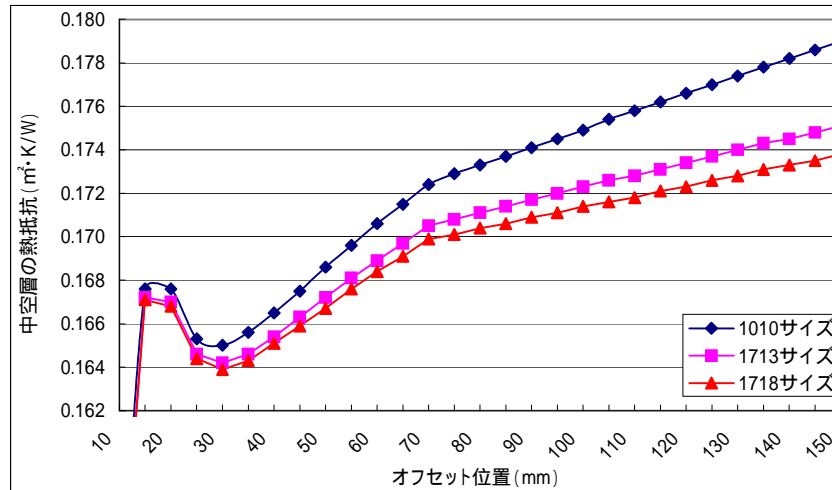


図 4.6-3 付属併用時のU値と標準 R との比率の相関

オフセット位置 70mm を境に中空層の熱抵抗の傾きが変化している様子が見られた事と、付属物のオフセット位置はほぼ 40mm ~ である事を考慮し、40~70mm と 70mm 以上とで区分し、取扱う事とする。尚、TRAC3D の設定値の放射率と温度は変更せずW,Hの形状の影響を検討したものであり、温度の影響に関しては後ほど示す

次に中空層の内容積による熱抵抗補正要因の水準を表 4.6-6 に示す。この表より、中空層の熱抵抗を算出し、付属対象物標準サイズ、かつ付属物オフセット位置 100mm 時の熱抵抗を 1 とした相対比率にて評価する。尚、表中の中空層内部温度の設定は標準 R における数値である。

表 4.6-6 中空層の内容積による熱抵抗補正要因の水準

| | | | |
|-------|-----------------|----------------------------|-----|
| 付属対象物 | Width | 800,1000.....,1600,1800 mm | 6 種 |
| | Height | 800,1000.....,1600,1800 mm | 6 種 |
| 付属物 | オフセット位置 at_L | 40, 50, 60mm (40~70mm) | 3 種 |
| | | 70,100,120mm (70mm~) | 3 種 |
| 中空層 | 内部温度 | 18 - 8 (カーテン想定) | 3 種 |
| | | 18 -11 (ブラインド想定) | |
| | | 10 - 1 (雨戸想定) | |
| | 放射率 | 0.9-0.9 (付属物-付属対象物) | 1 種 |

ここで、中空層の内部温度により影響を先に検討する。

a : 18 -0 (カーテン想定)、b : 18 -11 (ブラインド想定)、c : 10 -1 (雨戸想定)とし、各熱抵抗相対比率の差を 表 4.6-7 に示す。

表 4.6-7 中空層の内部温度における熱抵抗比率差

| | 熱抵抗相対比率の比 | 標準誤差 |
|-----|-----------|--------|
| aとb | 最大 0.11% | 0.036% |
| aとc | 最大 0.08% | 0.029% |
| bとc | 最大 0.18% | 0.056% |

[オフセット位置100mm時]

差の影響は、大きく見積もっても 0.2%以下である事が分かる。したがって、影響度の低い事、中空層の内部温度の設定が困難な事を考慮し、中空層の内部温度は要因より排除可能と考える。よって、室内外共通の補正式として用いる事が出来る。

以上より、付属対象物の Width、Height と付属物オフセット位置 at_L 等を変数に持つ重回帰式を検討する事とし、その結果を下式に示す。

尚、at_L は 40~70mm と 70~mm とで区分し、それぞれ (4.6-1) 式, (4.6-2) 式に示す。

$$Rh_{eq40} = -0.00882 * Width - 0.00882 * Height + 0.88644 * at_L + 0.94925 \quad \dots(4.6-1)$$

$$Rh_{eq70} = -0.01685 * Width - 0.01686 * Height + 0.56236 * at_L + 0.99391 \quad \dots(4.6-2)$$

Rh eq40 : 中空層内容積による熱抵抗補正式 付属物オフセット位置 40~70mm

Rh eq70 : 中空層内容積による熱抵抗補正式 付属物オフセット位置 70mm 以上

様々な付属対象物サイズで検証する際には、上記式の補正式を用いるのが有用であろうが、「Windeye」一般ユーザー向けの利用としては、付属対象物サイズは標準サイズのみであるので、直接精算値として設定し、登録するものとする。これを Rh eq とし、付属対象物の標準サイズ、及び付属物オフセット位置による補正值の精算値を 表 4.6-8 に示す。

表 4.6-8 Rh eq

| 付属物 オフセット位置 | 付属対象物サイズ | | |
|----------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | 16513 (1690×1370) | 11913 (1235×1370) | 06013 (640×1370) |
| 40 | 0.9588 | 0.9611 | 0.9691 |
| 65 | 0.9788 | 0.9828 | 0.9960 |
| 100 | 1.0000 | 1.0057 | 1.0143 |
| 120 | 1.0069 | 1.0132 | 1.0206 |

[4] Windeye 算出例

カーテン（天井付け、一重吊り）と 雨戸（アルミ製）の付属物併用時の熱抵抗を算出する。
尚、付属対象物は 表 4.6-9 の窓とする。

表 4.6-9 Windeye 算出例：付属対象物

| | | |
|---------|-------|---------------------------------|
| Width | 0.800 | 窓の幅[m] |
| Height | 0.800 | 窓の高さ[m] |
| alp_in | 8.94 | 総合熱伝達率:室内[W/(m ² K)] |
| alp_out | 23.26 | 総合熱伝達率:室外[W/(m ² K)] |
| U | 4.65 | 熱貫流率[W/(m ² K)] |

Shading library 登録データより..

| | カーテン 天井付け、一重吊り | 雨戸 アルミ製 | |
|-----------|-------------------|------------|-----------------------------------------|
| R st | 0.10 | 0.12 | 標準 R ^{注)} [m ² K/W] |
| R st_type | 補正有り | 補正無し | 付属対象物のU値による補正の有無 |
| at_type | 室内付属物 | 室外付属物 | 付属物のタイプ |
| at_L | 0.120 | 0.065 | 付属物オフセット位置[m] |
| Rh eq | - | - | 中空層内容積によるRh補正係数 |
| Rii % | 0.2763 | 0.3500 | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗分率:室内 |
| Riat % | 0.0311 | - | 付属物併用時の付属物熱抵抗分率:室内 |
| Rih % | 0.5253 | - | 付属物併用時の中空層熱抵抗分率:室内 |
| Reh % | - | 0.4500 | 付属物併用時の中空層熱抵抗分率:室外 |
| Reat % | - | 0.0500 | 付属物併用時の付属物熱抵抗分率:室外 |
| Ree % | 0.1673 | 0.1500 | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗分率:室外 |

付属対象物のU値による R st 補正値を算出する。

- ・カーテンの R st_type は“補正有り”より、R st 補正係数は

$$R_{st\ eq} = -0.0345 * U + 1.1203$$

- ・雨戸の R st_type は“補正無し”より、R st 補正係数は

$$R_{st\ eq} = 1$$

| | カーテン 天井付け、一重吊り | 雨戸 アルミ製 | |
|-----------|-------------------|------------|-----------------------------------------|
| R st | 0.10 | 0.12 | 標準 R ^{注)} [m ² K/W] |
| R st_type | 補正有り | 補正無し | 付属対象物のU値による補正の有無 |
| R st eq | 0.9599 | 1.0000 | R st補正係数 |
| R st | 0.0960 | 0.1200 | 付属対象物のU値による補正 R st[m ² K/W] |

中空層内容積による熱抵抗補正値を算出する。

- カーテンの at_L は 120mmより、Rh 補正係数は

$$Rh_{eq_70} = -0.01685 * Width - 0.01686 * Height + 0.56236 * at_L + 0.99391$$

- 雨戸の at_L は 65mmより、Rh 補正係数は

$$Rh_{eq_40} = -0.00882 * Width - 0.00882 * Height + 0.88644 * at_L + 0.94925$$

| | カーテン 天井付け、一重吊り | 雨戸 アルミ製 | |
|----------|-------------------|------------|------------------------------|
| Rh eq 40 | - | 0.9928 | 中空層内容積によるRh補正係数:at L 40~70mm |
| Rh eq 70 | 1.0344 | - | 中空層内容積によるRh補正係数:at L 70mm以上 |

各熱抵抗値を算出する。

$$R_{ii} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{ii} \%$$

$$R_{iat} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{iat} \%$$

$$R_{ih} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{ih} \% \quad * (Rh_{eq_40} \text{ or } Rh_{eq_70})$$

$$R_{eh} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{eh} \% \quad * (Rh_{eq_40} \text{ or } Rh_{eq_70})$$

$$R_{eat} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{eat} \%$$

$$R_{ee} = (R_{st} + 1/\alpha_{in} + 1/\alpha_{out}) * R_{ee} \%$$

| | カーテン 天井付け、一重吊り | 雨戸 アルミ製 | |
|------------------|-------------------|------------|---------------------------------------|
| R _{ii} | 0.069 | 0.096 | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗:室内[m ² K/W] |
| R _{iat} | 0.008 | - | 付属物併用時の付属物熱抵抗:室内[m ² K/W] |
| R _{ih} | 0.136 | - | 付属物併用時の中空層熱抵抗:室内[m ² K/W] |
| R _{eh} | - | 0.123 | 付属物併用時の中空層熱抵抗:室外[m ² K/W] |
| R _{eat} | - | 0.014 | 付属物併用時の付属物熱抵抗:室外[m ² K/W] |
| R _{ee} | 0.042 | 0.041 | 付属物併用時の表面熱伝達抵抗:室外[m ² K/W] |

参考・引用文献

- 「開口部(窓)付属物/断熱建材ハンドブック」,PP.84-87,(1994)
- 「良質建材の技術開発の方向」,(社)日本経済産業協会,平成元年報告書(1993)
- 「建築用断熱・防露技術資料」,PP.73-78,330-344,情報開発(19???)
- 「省エネルギーとカーテン・カーペットの断熱性」,(株)川島織物
- 「インテリアハンドブック」,日本インテリアファブリック懇話会編
- 「開口部の断熱・遮熱性能評価法に関する研究」付加物による熱抵抗,PP.67-81,(平成12年3月)
- 「遮熱計算方法に関する研究報告書 計算・試験方法等の基礎的調査・研究」付属物の付加熱抵抗,PP.26-28,(平成13年3月)
- 上乘:「開口部の熱性能測定に関する研究 その2付属物の付加熱抵抗の測定」,日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学,PP.5-6,(2001)
- 上乘:「熱箱法によるブラインドの付加熱抵抗の測定」,日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学,PP.9-10(2002)

開口部の断熱・遮熱性能

その6 ロールスクリーンを用いた窓の熱性能測定結果

正会員 ○上乘 正信*
同 倉山 千春**

開口部 熱貫流率 日射熱取得率
付属物 ロールスクリーン

1. 概要

本報では、ロールスクリーン併用時において測定¹⁾した熱貫流率及び日射熱取得率について報告する。試験体は標準サイズ(伝熱開口:W1690×H1370mm)のアルミ熱遮断構造の嵌め殺し窓とした。ガラスは普通複層FL3+A12+FL3、枠の色は白である。ロールスクリーンは電動型ペーシックタイプ(クリーム色)を図1に示すよう6タイプの異なる設置条件を設定した。枠内取付けのa,bと窓まで距離はそれぞれ110mm,150mm、枠外取付けのc,dとはそれぞれ190mm,230mmである。またc,dでは窓開口より100mm程度大きく覆い隠す形となる。

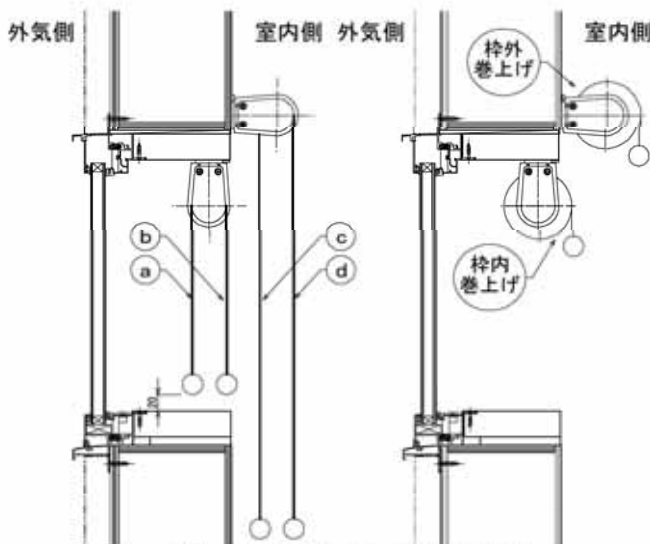


図1 ロールスクリーン設置状況

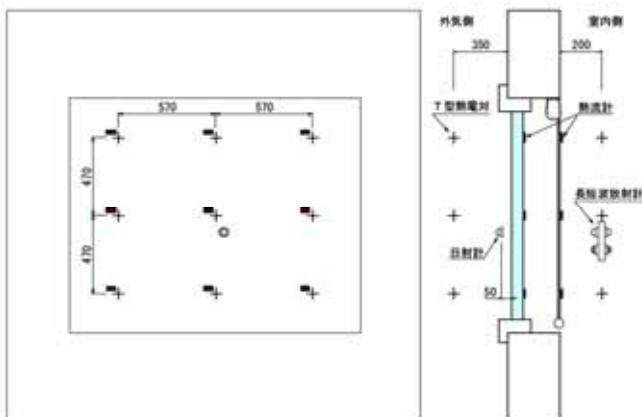


図2 センサー取付け位置

センサー取付け位置を図2に示す。今回は局所熱伝達把握を目的としガラスとロールスクリーンに熱流計を追加している。またスポット型赤外放射温度計も設置し、パッフル温度、窓温度を測定した。

2. 熱貫流率測定結果

冬条件における熱貫流率(U値)測定結果を表1に、熱流密度により算出した各成分の熱抵抗と取付け位置との相関を図3に示す。ロールスクリーン併用時における増加熱抵抗値(ΔR)は約0.06でa~dにおいて差は少ない。また見かけ上の中空層形成により約0.1の熱抵抗(R_{ih})が増え、室内側の熱伝達抵抗(R_i)が約0.05となっている事が分かる。ここで R_i と R_{ih} について熱抵抗を上下分布(幅方向は平均とし、高さ方向について表した)で示した相関を図4,5に示す。

表1 熱貫流率測定結果

| 冬条件 室外:0℃、室内:20℃ | 枠外 巻上げ | 枠内 巻上げ | a | b | c | d | |
|---------------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|
| 長波放射 パッフル側 | 415 | 417 | 420 | 420 | 417 | 419 | W/m ² |
| 長波放射 窓側 | 382 | 387 | 404 | 404 | 402 | 406 | W/m ² |
| 室内温度 | 20.0 | 20.6 | 20.5 | 20.5 | 19.7 | 20.2 | ℃ |
| ロールスクリーン温度 | — | — | 17.5 | 17.5 | 17.3 | 17.9 | ℃ |
| 見かけの中空層空気温度 | — | — | 17.0 | 17.2 | 17.6 | 18.2 | ℃ |
| 内ガラス温度 | 12.7 | 13.4 | 11.1 | 11.3 | 11.2 | 11.5 | ℃ |
| 外ガラス温度 | 2.3 | 2.5 | — | — | — | — | ℃ |
| 外気温度 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.8 | -0.7 | -0.7 | ℃ |
| 放射温度 内パッフル側 | 18.8 | 19.3 | 19.9 | 19.9 | 19.4 | 19.8 | ℃ |
| 放射温度 窓側 | 12.2 | 13.2 | 16.9 | 17.0 | 16.8 | 17.4 | ℃ |
| 放射温度 外ガラス側 | 2.9 | 3.1 | 2.3 | 2.3 | 2.5 | 2.5 | ℃ |
| 放射温度 外パッフル側 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | ℃ |
| 熱流密度 | 66.52 | 67.55 | 57.11 | 59.54 | 54.76 | 56.17 | W/m ² |
| 熱貫流率 U | 3.20 | 3.16 | 2.68 | 2.80 | 2.68 | 2.69 | W/(m ² ·K) |
| 増加熱抵抗値 ΔR | — | 0.004 | 0.061 | 0.046 | 0.061 | 0.060 | m ² ·K/W |

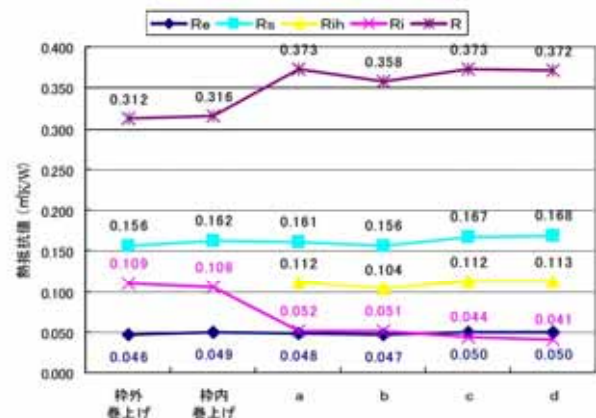


図3 熱抵抗と取付け位置との相関(U値)

Re: 外気側熱伝達抵抗、Rs: 窓部の熱抵抗
Rih: 窓とロールスクリーンとで形成させる見かけ上の中空層の熱抵抗
Ri: 室内側熱伝達抵抗、R: 熱貫流抵抗 (=1/U)

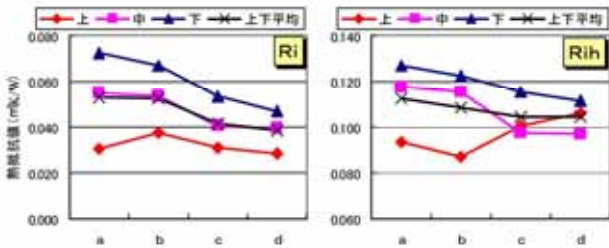


図4 Ri 上下分布(U 値)

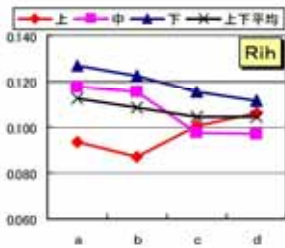


図5 Rih 上下分布(U 値)

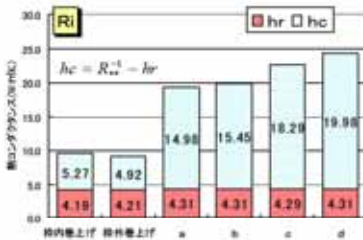


図6 Ri 放射対流成分(U 値)

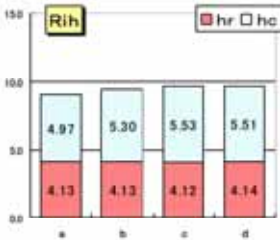


図7 Rih 放射対流成分(U 値)

Ri は上下において抵抗差が見られるが、a → dにつれその差は小さくなっている。Rih は a, bにおいて上部の抵抗が小さく、c, dにおいて上下分布が少ない事がわかる。ここでRi と Rih における放射熱コンダクタンス (hr) と対流熱コンダクタンス (hc) を求め取付け位置との相関を図 6,7 に示す。hr の取付け位置による差は Ri, Rih とも無い。Ri での hc は大きく、a → dにつれ更になくなっていく。Rih では増加しているが僅かである。

3. 日射熱取得率測定結果

夏条件における日射熱取得率 (η 値) 測定結果を表 2 に示す。枠外巻上げは実質窓単体の η 値を示し、測定結果の 0.71 は計算値 (TB2D/BEM²⁾ 算出値) と一致している。枠内巻上げは 0.69 で、巻上げ時においても η 値が 0.02 小さくなっている事がわかる。ロールスクリーン併用時の η 値は取付け位置によらず約 0.42 であった。

表 2 日射熱取得率測定結果

| 夏条件 300W/m ² 室外:30℃, 室内:25℃ | 枠外 巻上げ | 枠内 巻上げ | a | b | c | d | |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|------|------|------|------|------------------|
| 短波放射 入射側 | 308 | 307 | 304 | 304 | 307 | 307 | W/m ² |
| 短波放射 内部側 | 245 | 249 | 91 | 91 | 93 | 94 | W/m ² |
| 長波放射 バッフル側 | 446 | 446 | 442 | 442 | 443 | 444 | W/m ² |
| 長波放射 窓側 | 470 | 470 | 466 | 466 | 467 | 468 | W/m ² |
| 室内温度 | 24.9 | 24.7 | 24.8 | 24.8 | 24.6 | 24.6 | ℃ |
| ロールスクリーン温度 | — | — | 29.8 | 29.9 | 29.0 | 28.9 | ℃ |
| 暑かけの中空層空気温度 | — | — | 28.2 | 28.4 | 29.2 | 28.6 | ℃ |
| 内ガラス温度 | 30.7 | 30.9 | 34.9 | 34.8 | 34.8 | 34.4 | ℃ |
| 外ガラス温度 | 29.1 | — | — | — | — | — | ℃ |
| 外気温度 | 29.5 | 29.5 | 29.6 | 29.6 | 29.5 | 29.5 | ℃ |
| 放射温度 内バッフル側 | 24.6 | 24.5 | 23.8 | 23.8 | 23.9 | 24.1 | ℃ |
| 放射温度 内窓側 | 28.1 | 27.9 | 28.2 | 28.1 | 28.2 | 28.2 | ℃ |
| 放射温度 外ガラス側 | 29.8 | 29.9 | 30.9 | 30.9 | 30.8 | 30.6 | ℃ |
| 放射温度 外バッフル側 | 29.8 | 29.8 | 30.0 | 30.0 | 29.8 | 29.7 | ℃ |
| 日射熱取得率 η | 0.71 | 0.69 | 0.42 | 0.42 | 0.42 | 0.44 | — |

日射取得熱は窓構成材を透過した短波放射と窓構成材に一旦吸収されてからの長波放射や対流による伝達分に分離される。ここで後者に対しての Ri と Rih を算出し、取付け位置との相関を図 8 に示す。枠内取付け a, b と枠

外取付け c, d とで様子が異なっている。

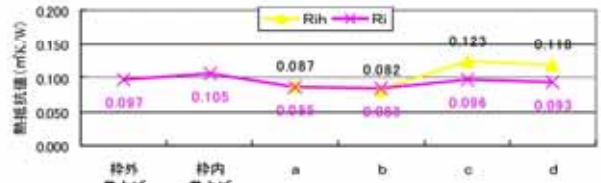


図8 熱抵抗と取付け位置による相関(η 値)

Ri と Rih の熱抵抗上下分布を図 9,10 に、hr と hc 算出値と取付け位置との相関を図 11,12 に示す。

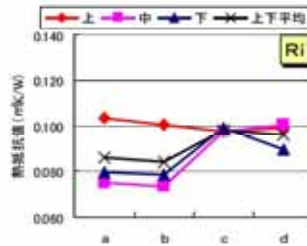


図9 Ri 上下分布(η 値)

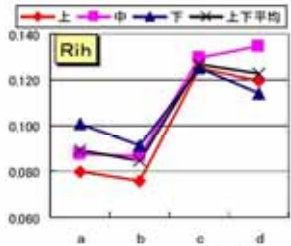


図10 Rih 上下分布(η 値)

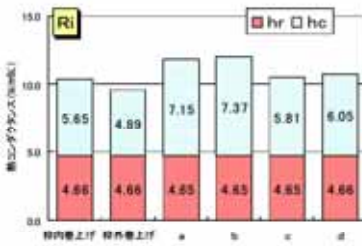


図11 Ri 放射対流成分(η 値)

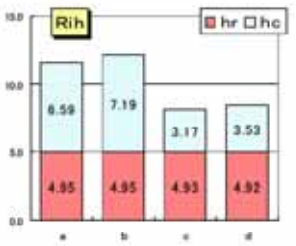


図12 Rih 放射対流成分(η 値)

図 9,10 より、Ri は a, b では上部だけ熱抵抗が大きく、c, d では分布差がない。Rih では上下分布は余り見られていないが a, b と c, d とでは、0.03 程度前者が大きい。図 11,12 より、hr の取付け位置による差は Ri, Rih とも無い。Ri での hc は a, b において大きく、Rih での hc は c, d において小さい事がわかる。

4. まとめ

窓単体、及び付属物併用時での総合的な熱性能測定が可能となり、更に計測機器の充実によって熱抵抗や熱コンダクタンス等の諸性能算出も可能となってきている。今後もデータ整備を充実させ、これら指標を住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラム「WindEye」³⁾に取り入れる事としている。

本研究は、(社)リビングアメニティ協会の「窓のエネルギー評価指標研究開発 PJ」で実施した成果物である。

参考文献

- 1) 倉山:開口部の断熱・遮熱性能 その1 開口部の日射熱取得率測定法に関する研究」日本建築学会環境系論文集, No.604, 2006.6
- 2) 熱貫流率計算ソフトマニュアル(社)リビングアメニティ協会, 1999
- 3) 武田, 赤坂他:住宅用窓製品の総合熱性能評価プログラムの開発 その1プログラムの概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2004

* STプロダクツ株式会社 商品試験部
**国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部

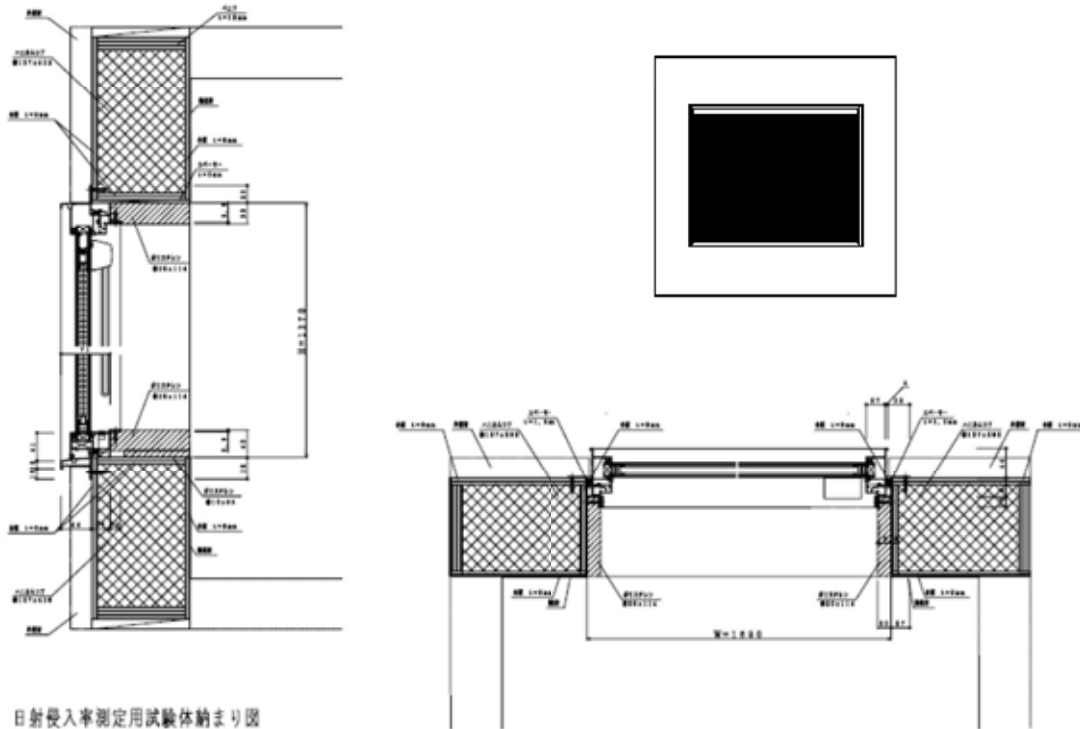
* ST Products Co., Ltd.
**National Institute for Land and Infrastructure Management.

5) ブラインド内蔵ガラス

アルミ熱遮断嵌め殺し枠、引き違い枠にブラインド内蔵ガラスを取り付けたときの実験実験を行った。実験に用いたブラインド内蔵ガラスの納まり図を図 3.4-31に示す。ブラインド内蔵ガラスは中空層が16mmの普通複層ガラスの内部に、スラット幅10mmのブラインドを組み込んだものである。

スラット角により性能が変化するのでスラット角を変えた実験も行った。スラットは外部よりマグネットで操作できるが、スラット角度の再現性は正確では無い。

スラット角度による隙間比を図 3.4-32に示す。スラット角度は0度が水平で、スラットの凸面が外側になるように回転したとき正の値、内側になるように回転したとき負の値として表現している。全上げとはブラインドスラットをたたんだ状態で上部にスラットがたたまっている状態である。



日射侵入率測定用試験体納まり図

図 3.4-31 ブラインド内蔵ガラス納まり図

| 角度 | 70° (全閉) | 55° | 45° | 0° (全開) | -45° | -70° (最大開き角度) |
|------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 図面寸法 | | | | | | |
| スキマ比 | 0% (1.42mm重なり) | 0% (0.24mm重なり) | 0.86/8=10.8% | 0.86/8=92.1% | 0.86/8=10.8% | 0% (1.42mm重なり) |

図 3.4-32 ブラインド内蔵ガラススラット角と隙間比

(1) 嵌め殺し枠

嵌め殺し枠の結果を図 3.4-33から図 3.4-40に示す。

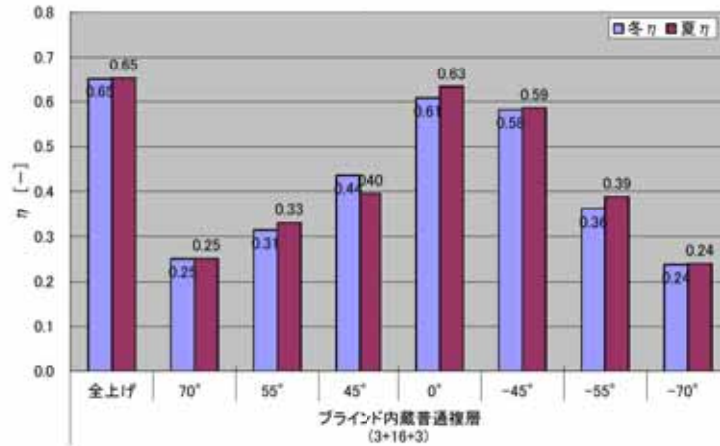


図 3.4-33 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 日射熱取得率 η

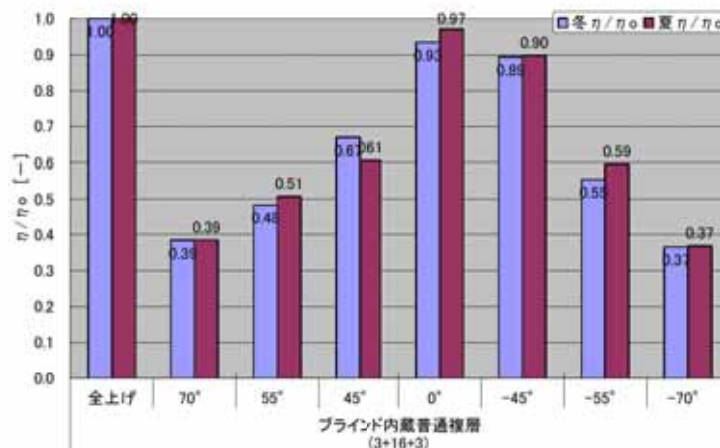


図 3.4-34 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 遮蔽係数 η/η_0

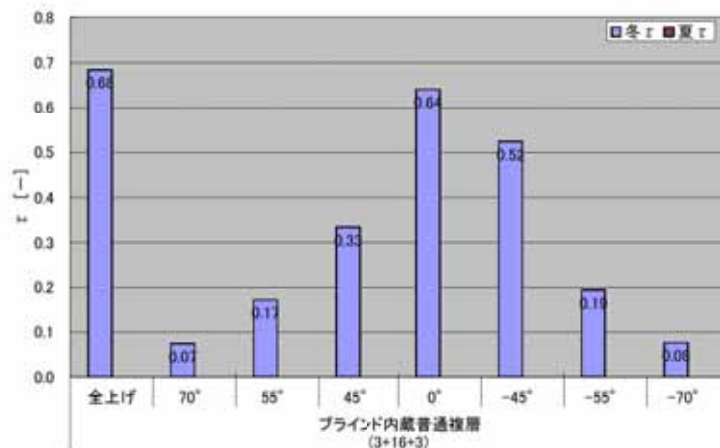


図 3.4-35 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 見かけの透過率 τ

η がアルミ熱遮断嵌め殺し枠普通複層(3-A12-3)では冬0.72、夏0.71であったが、全上げの η は0.65

と小さい。この差はたたまれているブラインドスラット部分による効果と考えられる。

η 、 η/η_0 、 τ とも全閉状態のスラット角度-70度と70度の差はほとんど無いが、-55度と55度、-45度と45度の差はだんだん大きくなる。これはスラット面が曲面であるためにスラット表裏の反射の様子が少し変わっているためと考えられる。

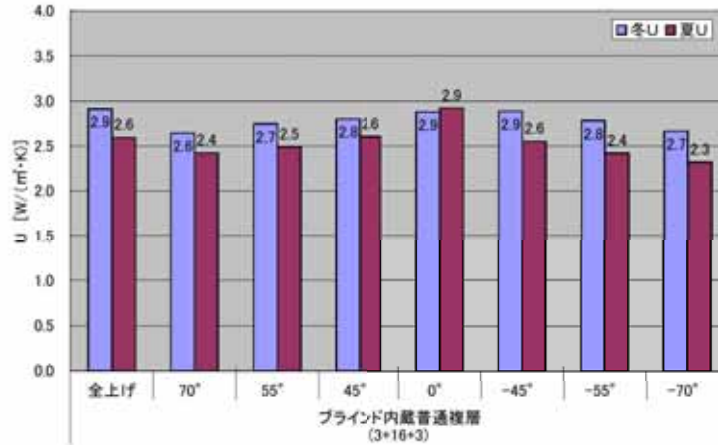


図 3.4-36 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 熱貫流率U

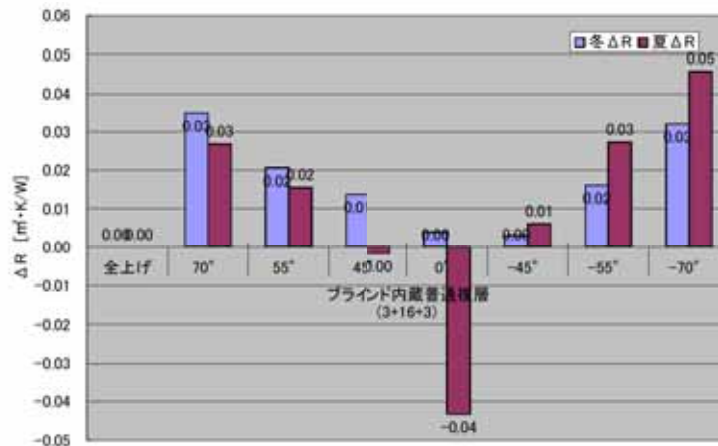


図 3.4-37 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 付加熱抵抗 ΔR

Uを見ると、同じように異なっており、 ΔR を見ると変化の様子がわかる。これは、スラット角度により内部の対流の状況が変化しているものと考えられる。(図 3.4-38)

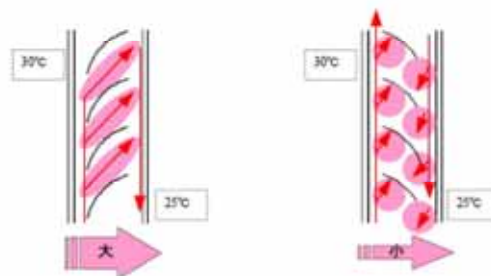


図 3.4-38 ガラス内部の対流状況(夏)

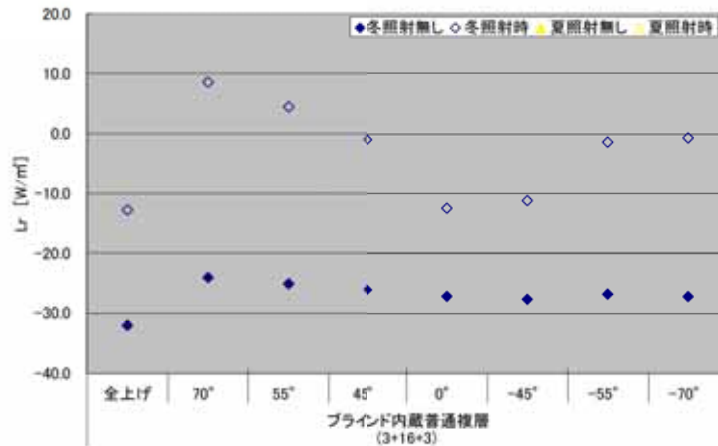


図 3.4-39 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 開口部から室内に向かう放射伝熱量 L_r

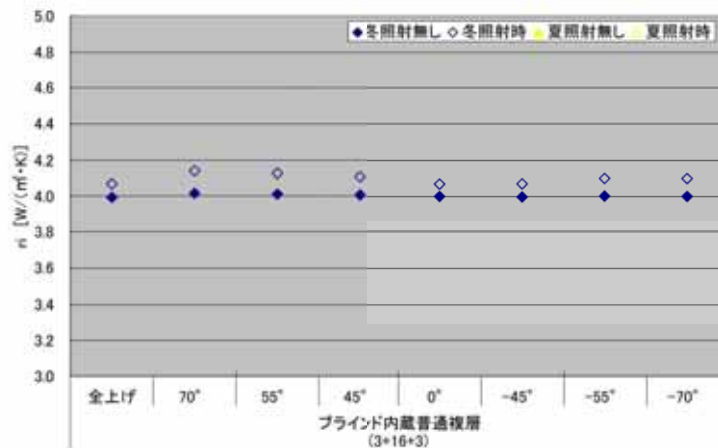


図 3.4-40 ブラインド内蔵ガラス(嵌め殺し普通複層) 室内側放射熱伝達率 r_i

L_r を見ると、スラット角度により変化していることがわかる。照射時の変化がより大きい。これは内蔵ブラインドスラットの温度が日射を吸収して上がり、そこからの対流と再放射により内側ガラスの温度が上昇したためと考えられる。 L_r の変化が r_i にも現れている。

(2) 引き違い枠

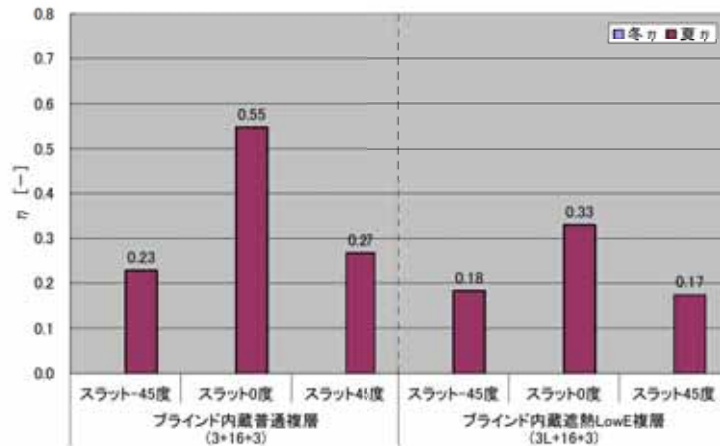
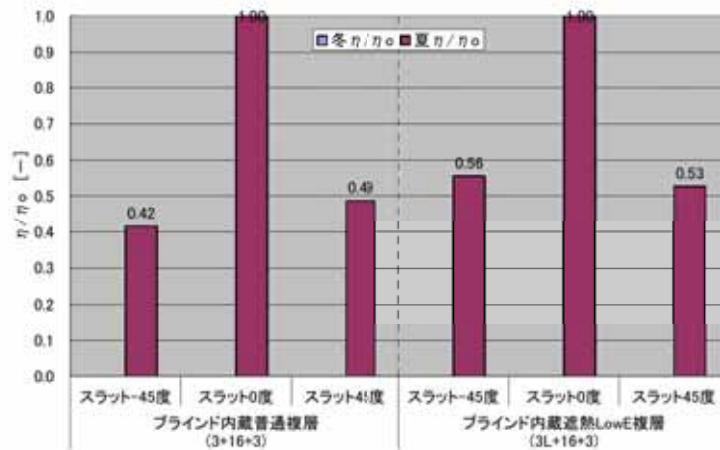
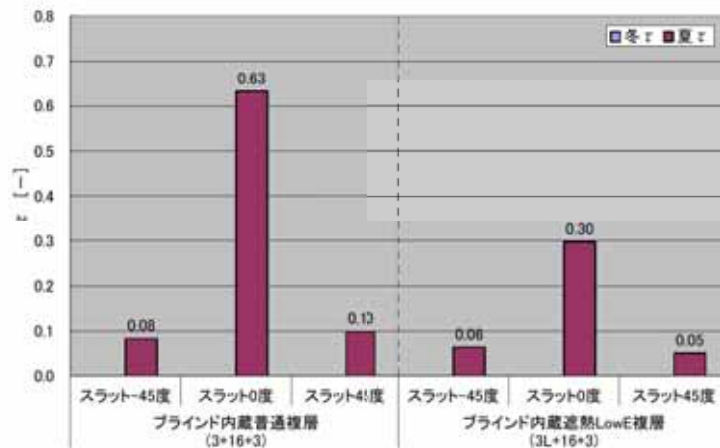
引き違いのブラインド内蔵ガラスについても実験を行った。ガラスは普通複層と遮熱型 Low-E である。

結果を図 3.4-41から図 3.4-44に示す。

図中左側が普通複層のスラット角-45度、0度、45度の結果で、右側が遮熱型 Low-E 複層のスラット角-45度、0度、45度の結果である。

n 、 η/η_0 、 τ を見るとガラスの違いの影響が大きいことがわかる。スラット角調整の再現性があまり無いため、角度ごとの比較は適当ではないが、スラット角度の違いは同様に現れている。

前述の嵌め殺しと引き違いの差は、ガラス面積比の違いによるものである。

図 3.4-41 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 日射熱取得率 η 図 3.4-42 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-43 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 見かけの透過率 τ

Uを見るとガラスの違いの影響が大きいことがわかる。スラット角調整の再現性があまり無いため、角度ごとの比較は適当ではないが、スラット角度の違いは同様に現れている。 ΔR の変化の様子が少し異なるが、スラット角度の再現性によるものではないかと考えられる。

前述の嵌め殺しと引き違いの差は、ガラス面積比と断面形状の違いによるものである。

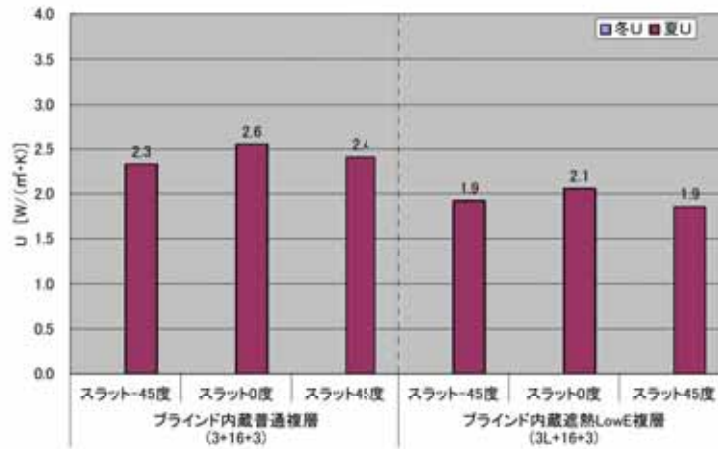


図 3.4-44 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 熱貫流率U

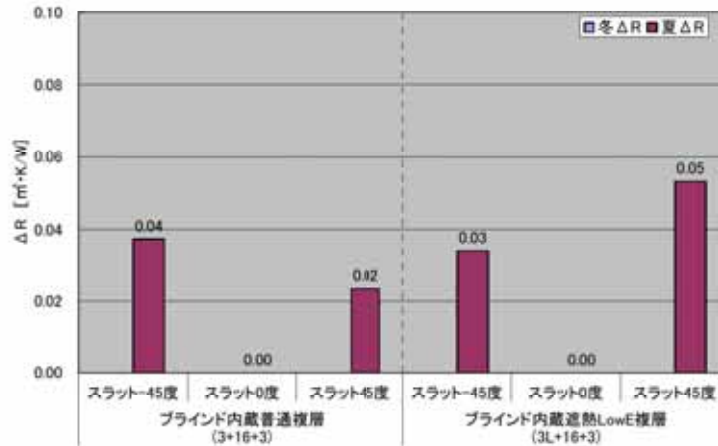


図 3.4-45 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 付加熱抵抗ΔR

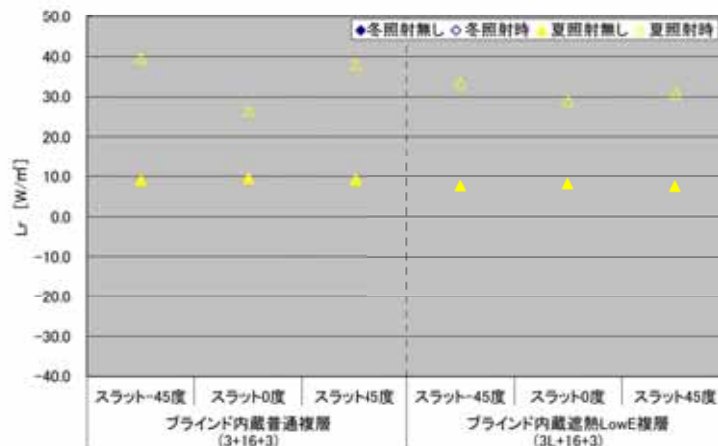


図 3.4-46 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

Lrを見ると、遮熱Low-Eに比べ普通複層の方が照射時に大きい。これは、遮熱Low-Eは外気側ガラスに膜面があり日射はそこで反射されるのでブラインドスラットに当たる日射量が小さくなるためである。

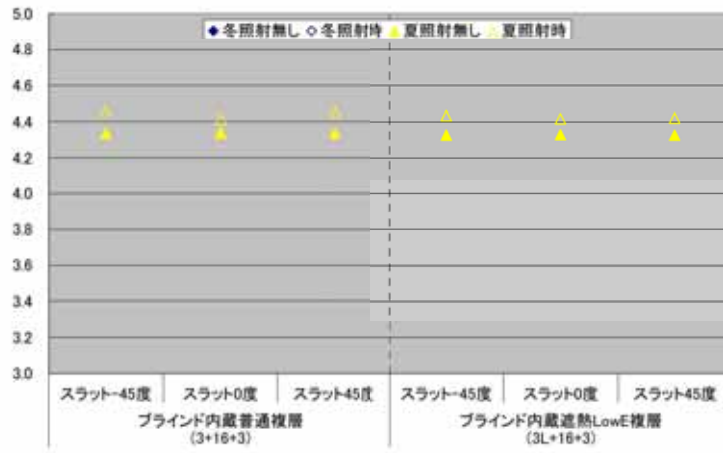


図 3.4-47 ブラインド内蔵ガラス(引き違い) 室内側放射熱伝達率 r_i

6) 真空ガラス

真空ガラスとは、二枚の板ガラスで構成される複層ガラスの中空層を真空にすることで、伝導と対流による熱伝達を防ぎ、Low-E ガラスの低放射膜により放射熱伝達を抑え、断熱性能を向上させた窓ガラスである。

真空の場合、間隙の距離は熱性能に無関係であるため、真空層ひいてはガラス総厚を極めて薄くでき、既存の単板ガラスサッシに嵌め換えて窓の断熱改修を容易に行うことができる。

図 3.4-48に真空ガラスの構造を示す。



図 3.4-48 真空ガラスの構造

実験は単板ガラス改修用という用途から、アルミ嵌め殺し枠で行った。代表的な付属物との組み合わせや、Low-E膜面を外側にした逆使いでの測定も行った。結果を図 3.4-49から図 3.4-55に示す。

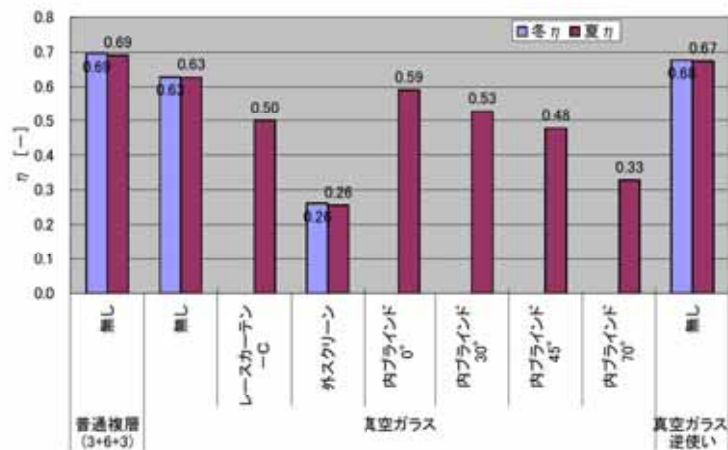


図 3.4-49 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 日射熱取得率 η

η 、 η/η_0 を見ると、真空ガラスと逆使いが通常の断熱Low-Eと遮熱Low-Eの膜面の関係とは逆になっている。この原因についてはよくわからないが、2枚のガラスの間にあるマイクロスペースによるものかもしれない。 η は、ブラインドスラット0度ですこし大きくなっているが、ブラインドとガラスとの相互反射の影響ではないかと考えられる。単板ガラス改修用という用途で考えると、嵌め殺し枠に単板フロートガラス3mmの場合、 η は

0.8程度であり、かなりの性能の向上となる。

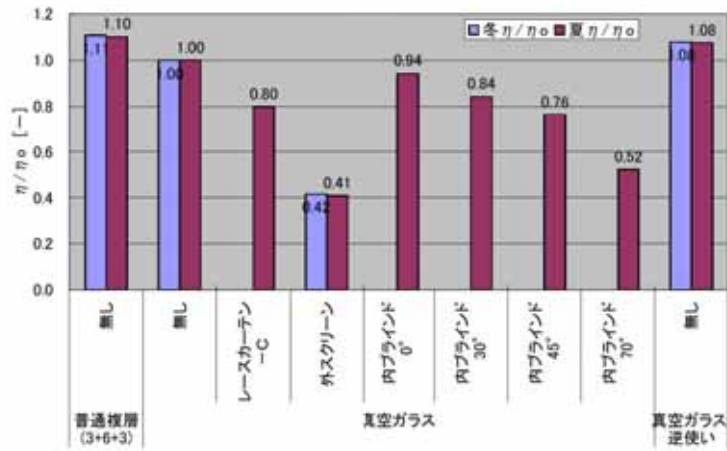


図 3.4-50 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 遮蔽係数 η/η_0

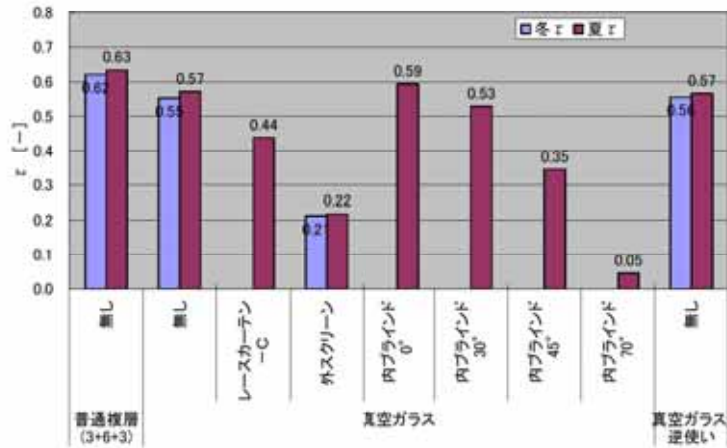


図 3.4-51 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 見かけの透過率 τ

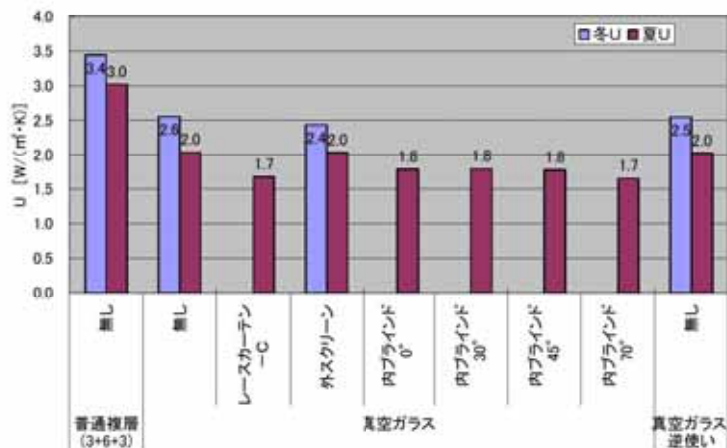


図 3.4-52 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 熱貫流率U

Uを見ると、真空ガラスと逆使いの差はほとんどない。単板ガラス改修用という用途で考えると、嵌め殺し枠に単板フロートガラス3mmの場合、Uは5.0W/(m²·K)以上であり、かなりの性能の向上となる。ΔRを見ると、

レースカーテン、ブラインド全閉(70度)で0.1程度、ブラインド(0度から45度)で0.07、外スクリーン冬0.2、夏0となっている。外スクリーン冬の増加はスクリーンの巻き取りボックスが上部にあるため、ガラス外の対流(上昇流)が抑制されているものと考えられる。夏は下降流のため影響がないと思われる。

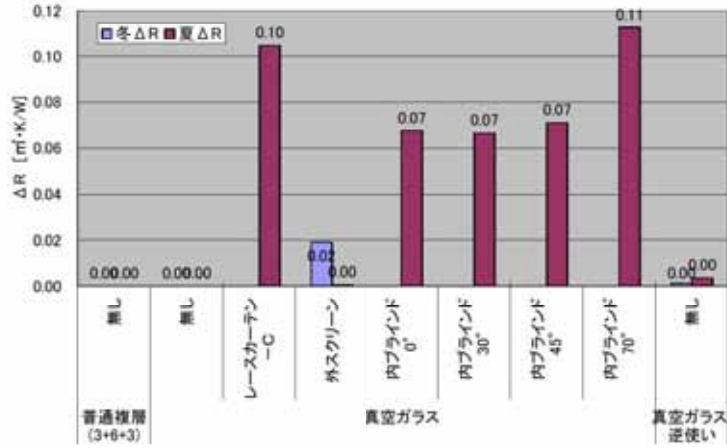


図 3.4-53 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 付加熱抵抗 ΔR

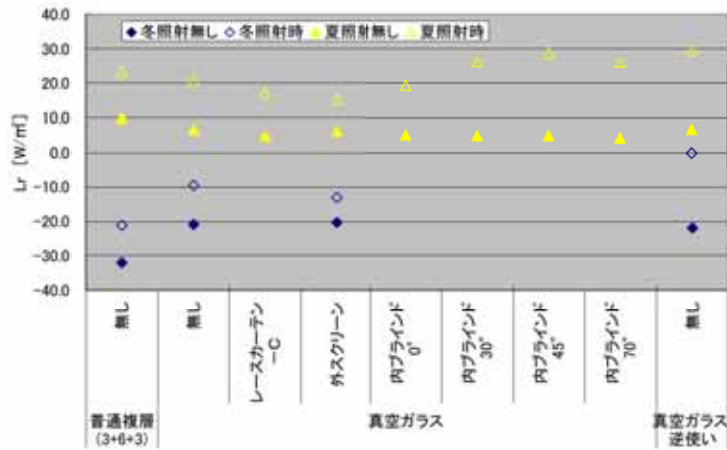


図 3.4-54 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

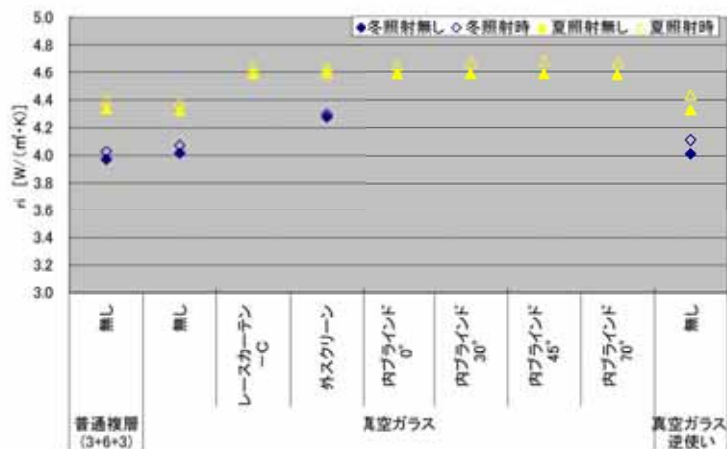


図 3.4-55 アルミ嵌め殺し+真空ガラス 室内側放射熱伝達率ri

7) 真空複層ガラス

真空ガラスともう一枚のLow-Eガラスとを複層ガラス化し、その中空層に空気よりも熱伝導率の小さいアルゴンガスを封入することでさらに断熱性能を高めた真空複層ガラスは真空ガラスの応用品である。図 3.4-56に真空複層ガラスの構造を示す。

実験は、高性能な真空複層ガラスとの組み合わせを考え樹脂嵌め殺し枠で実施した。結果を図 3.4-57から図 3.4-63に示す。

構造図

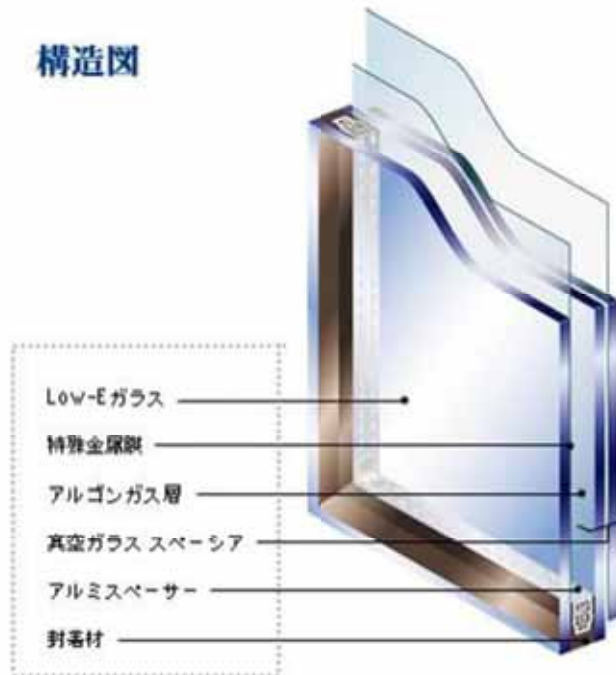


図 3.4-56 真空複層ガラスの構造

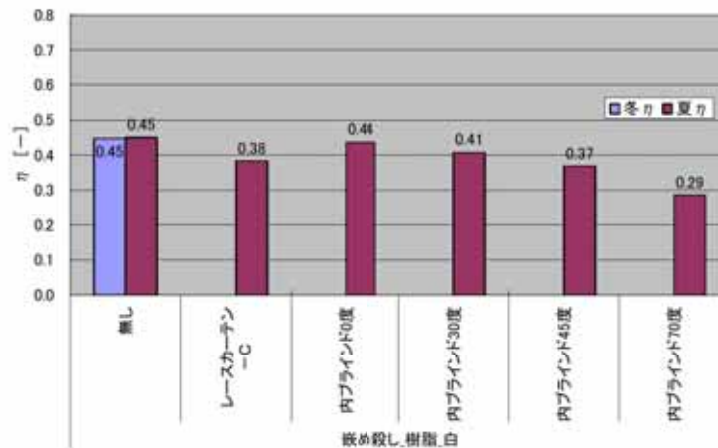


図 3.4-57 樹脂嵌め殺し+真空複層ガラス 日射熱取得率 η

η 、 η/η_0 を見ると、普通複層ガラスの場合 η は0.67程度であり、かなりの性能の向上となる。

η は、ブラインドスラット0度ですこし大きくなっているが、ブラインドとガラスとの相互反射の影響ではないかと考えられる。

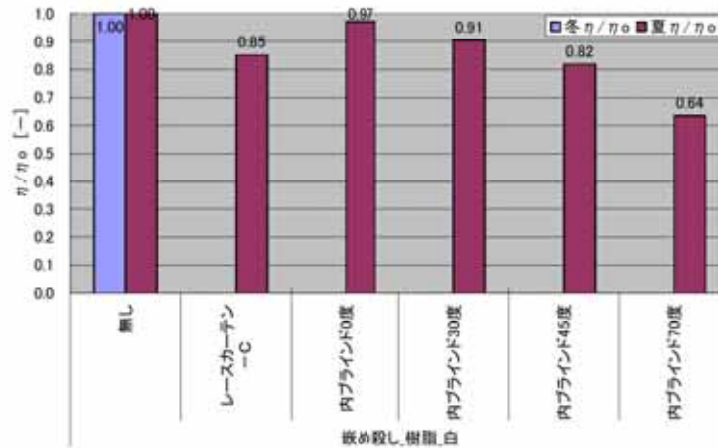
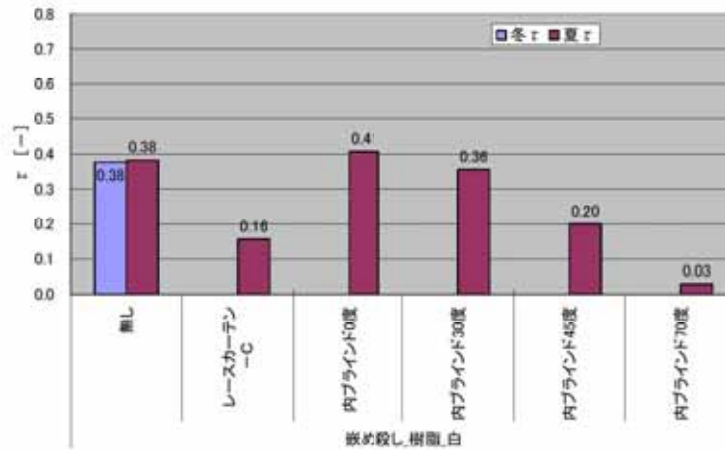
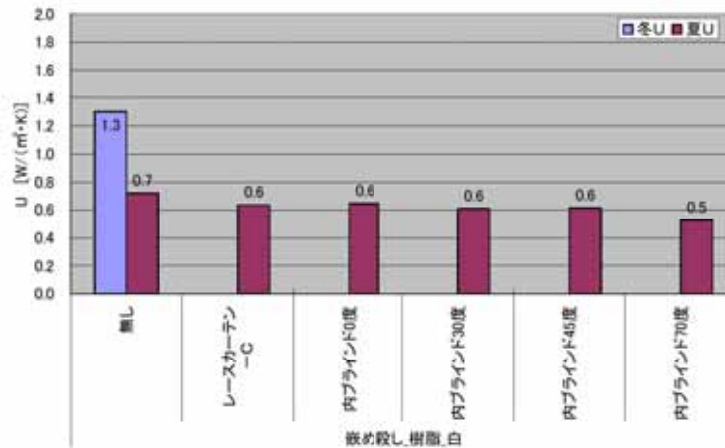
図 3.4-58 樹脂嵌め殺し+真空複層ガラス 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-59 樹脂嵌め殺し+真空複層ガラス 見かけの透過率 τ 

図 3.4-60 樹脂嵌め殺し+真空複層ガラス 熱貫流率U

Uを見ると、普通複層ガラスの場合Uは2.8W/(m²·K)程度であり、中空層にアルゴンガスを封入しているためかなりの性能の向上となっている。

ΔR は、普通複層ガラスの場合の2倍程度となっている。このように付加抵抗は窓そのものの性能がいいほ

ど大きくなる傾向がある。

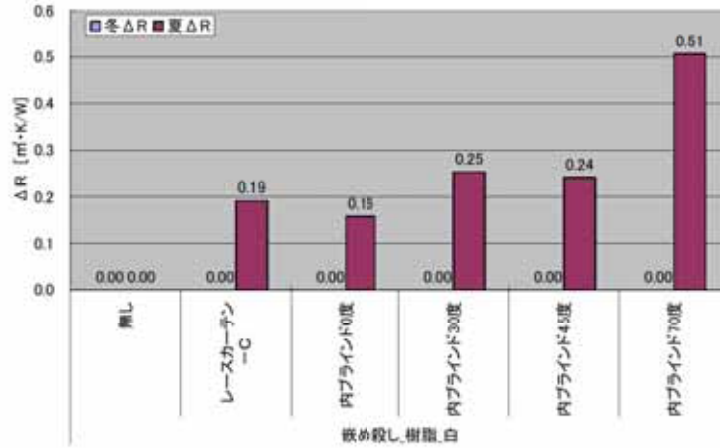


図 3.4-61 樹脂詰め殺し+真空複層ガラス 付加熱抵抗 ΔR

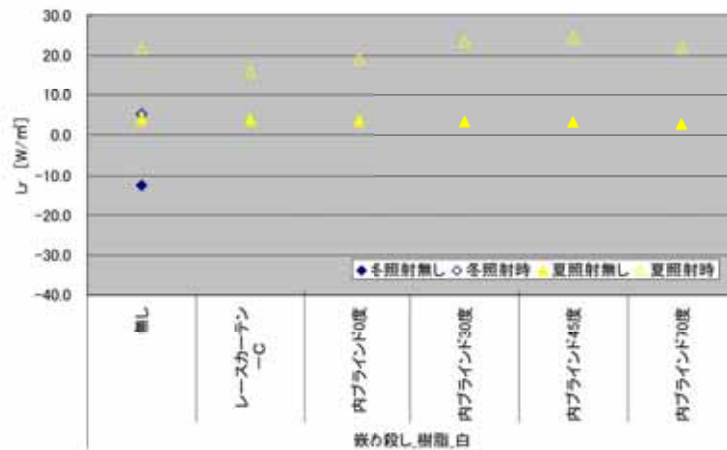


図 3.4-62 樹脂詰め殺し+真空複層ガラス 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

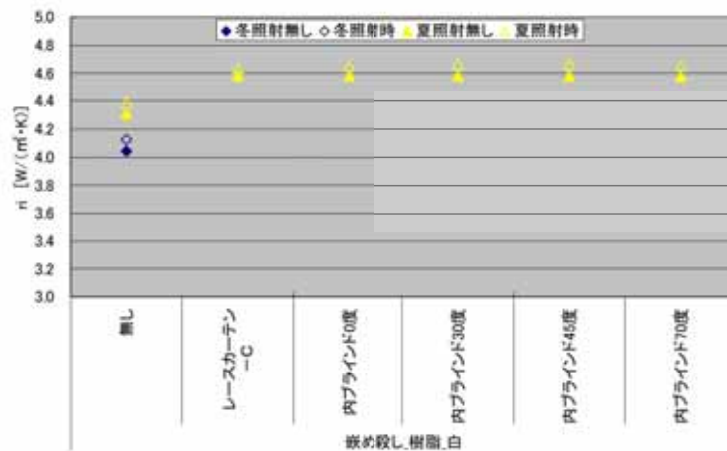


図 3.4-63 樹脂詰め殺し+真空複層ガラス 室内側放射熱伝達率n

8) 測定の再現性

測定の再現性確認のため、同じ仕様の窓を試験終了後取り外し、再度時期をずらして取り付け測定した。

その結果を、図 3.4-64、図 3.4-65に示す。

結果を見ると、日射熱取得率、熱貫流率ともにほとんど同じ値を示しており測定に再現性があることが確認できた。

また、他の一連の結果からも、日射熱取得率測定の再現性は十分といえる。

熱貫流率については、センサーの増設などで計測箱内部の状況が変化したときに、熱伝達率が変化することが伺えた。

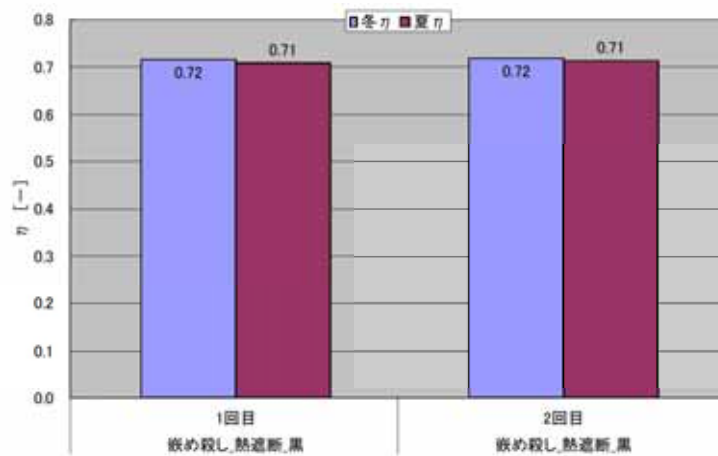


図 3.4-64 再現性確認試験 日射熱取得率 η

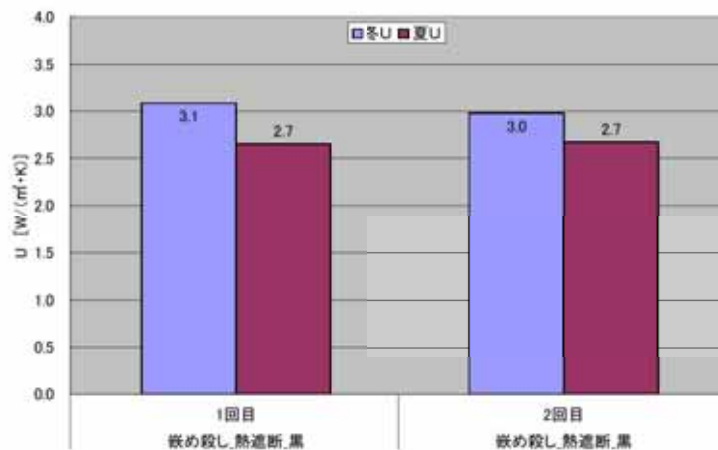


図 3.4-65 再現性確認試験 熱貫流率U

3.4.2 外付け付属物

1) すだれ

実験で使用したすだれを図 3.4-66に示す。



図 3.4-66 すだれ

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の外部にすだれを吊したときの日射熱取得率 η を図 3.4-71、遮蔽係数 η/η_0 を図 3.4-72 に、熱貫流率 U を図 3.4-73 に、付加熱抵抗 ΔR を図 3.4-74 の左側に示す。

装置の都合上、垂直入射の実験しか行えないため、すだれの隙間を通して直接日射が透過している。実際には太陽高度により隙間からの直接の透過はほとんど無いので、日射熱取得率 η はもっと小さくなると思われる。

熱貫流率 U は、すだれがないときに比べ少し小さくなっているが、外気側付属物のため付加熱抵抗 ΔR の値は大きなものではない。

2) 外付けロールスクリーン

実験で使用した外付けロールスクリーン1を図 3.4-67、図 3.4-68 に、外付けロールスクリーン2を図 3.4-69、図 3.4-70 に示す。

アルミ枠普通複層 3-A12-3 の外部にロールスクリーン1を吊したときの日射熱取得率 η を図 3.4-71、遮蔽係数 η/η_0 を図 3.4-72 に、熱貫流率 U を図 3.4-73 に、付加熱抵抗 ΔR を図 3.4-74 の中央に、樹脂枠普通複層 4-A12-4 の外部にロールスクリーン2を吊したときの日射熱取得率 η を図 3.4-71、遮蔽係数 η/η_0 を図 3.4-72 に、熱貫流率 U を図 3.4-73 に、付加熱抵抗 ΔR を図 3.4-74 の右側に示す。

ロールスクリーン1と2の差は主に枠の面積比による影響が大きいですが、遮蔽係数 η/η_0 を見るとロールスクリーン違いの影響も少し現れていると考えられる。

実際には太陽高度が高くなるとメッシュの隙間からの直接の透過が少なくなるため、日射熱取得率 η はもう少し小さくなると思われる。

熱貫流率 U は、ロールスクリーンがないときに比べ少し小さくなっているが、外気側付属物のため付加熱抵抗 ΔR の値は大きなものではない。



図 3.4-67 外付けロールスクリーン1

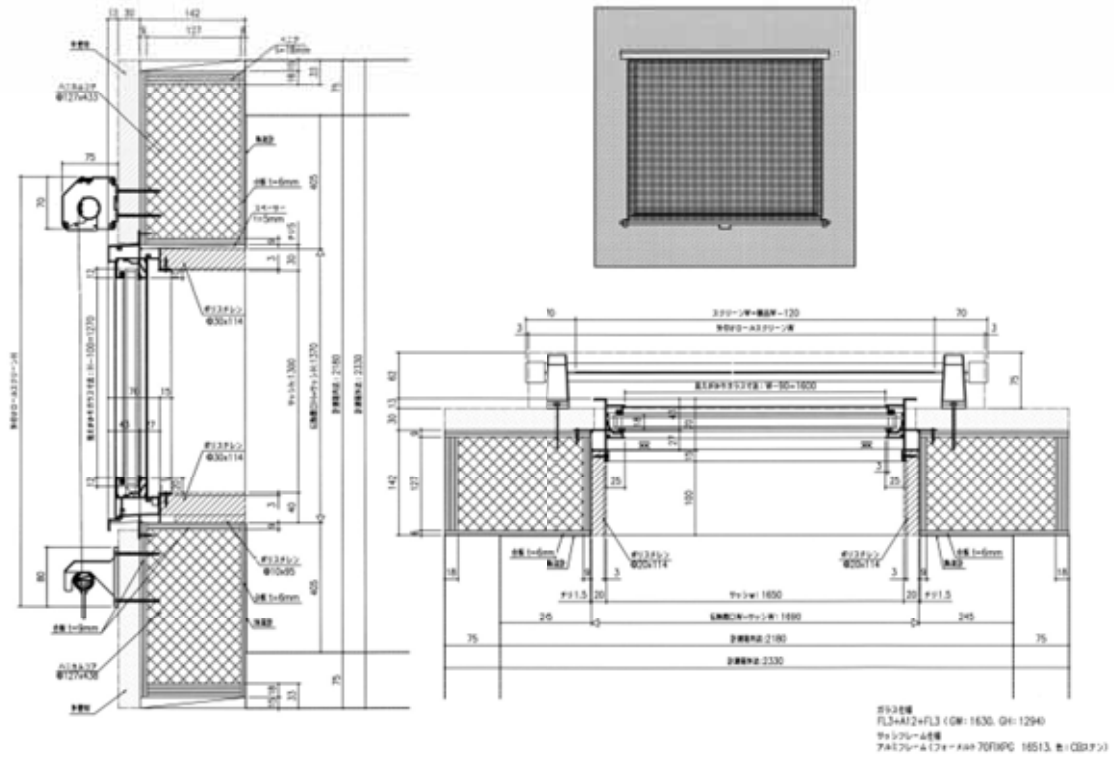


図 3.4-68 外付けロールスクリーン1納まり図



図 3.4-69 外付けロールスクリーン2

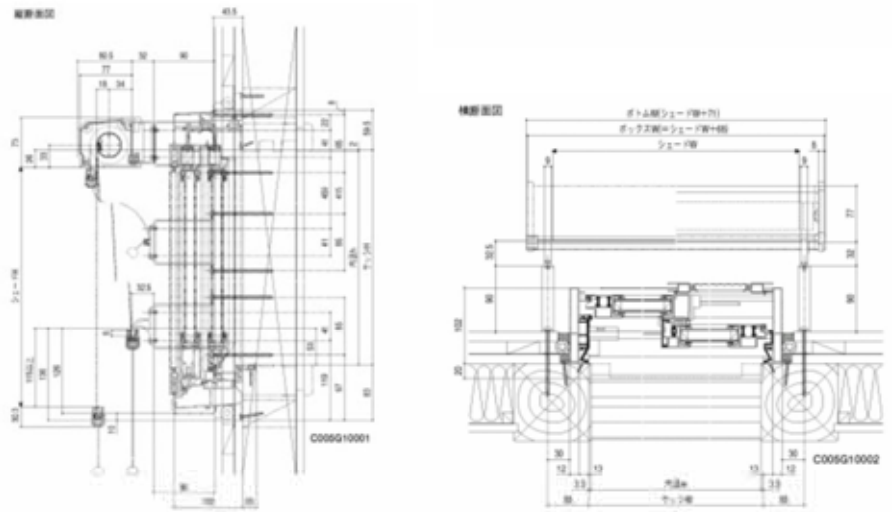


図 3.4-70 外付けロールスクリーン2 縦断面 横断面

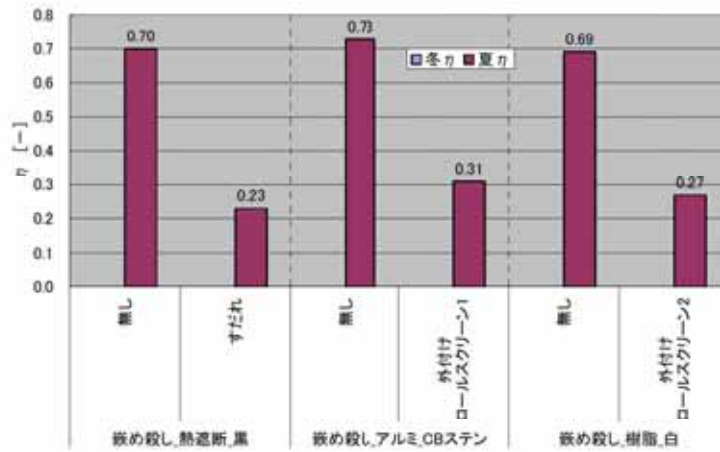


図 3.4-71 外付け付属物 日射熱取得率 η

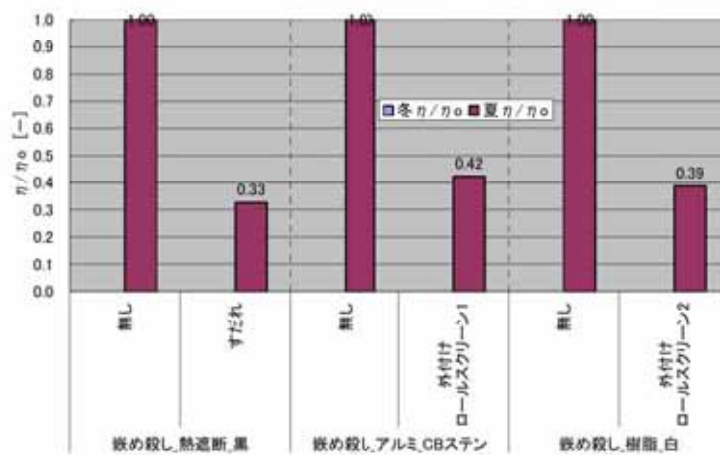


図 3.4-72 外付け付属物 遮蔽係数 η/η₀

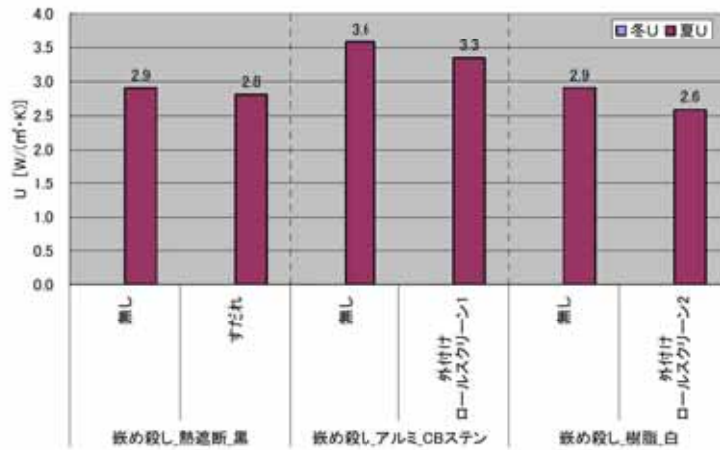


図 3.4-73 外付け付属物 熱貫流率U

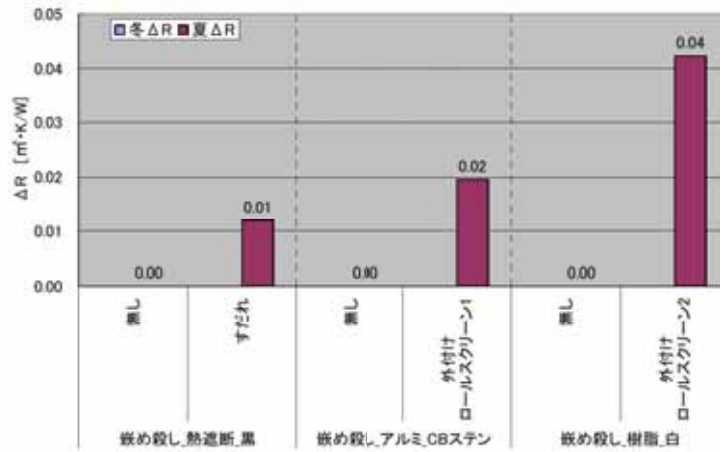
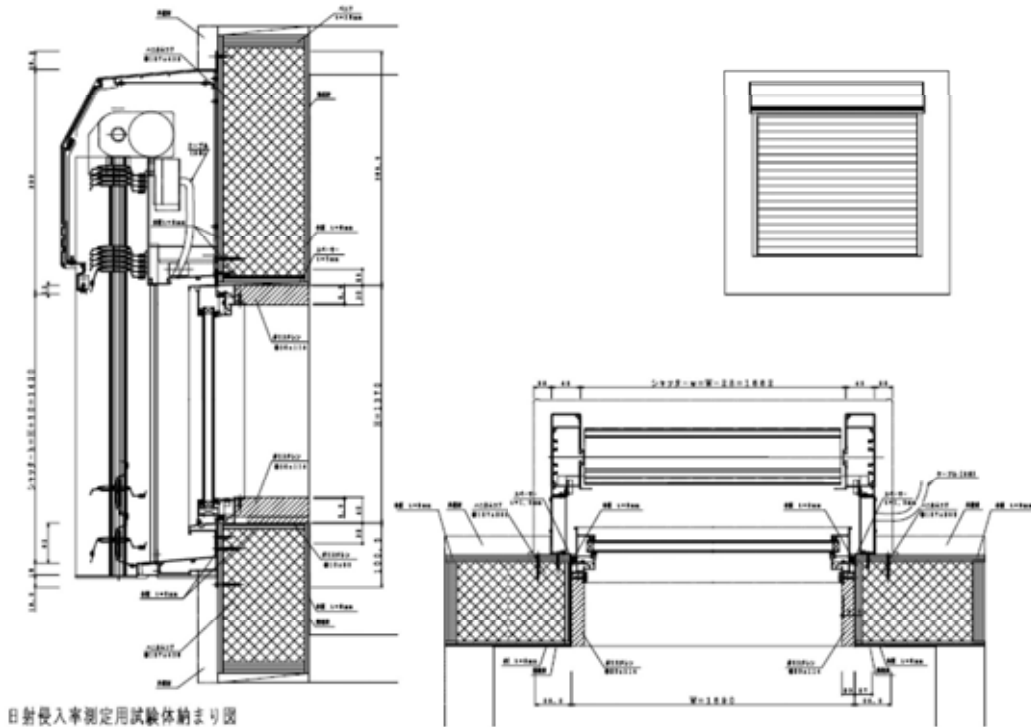


図 3.4-74 外付け付属物 付加熱抵抗ΔR

3) ブラインドシャッター

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の外部にブラインドシャッターを設置した実験を行った。実験に用いた外付けのブラインドシャッターを図 3.4-75に示す。スラット角により性能が変化するのでスラット角を変えた実験も行った。スラット角度による隙間比を図 3.4-76に示す。スラット角度は0度が水平で、スラットの凸面が外側になるように回転したとき正の値として表現している。ブラインドシャッターはスラット角度0度で昇降するため負の値とはならない。

結果を図 3.4-77から図 3.4-80に示す。



日射侵入率測定用試験体納まり図

図 3.4-75ブラインドシャッター納まり図

| 角度 | 0° (水平) | 45° | 70° | 90° (垂直) |
|------|---------------------|----------------------|----------------|---------------|
| 図面寸法 | | | | |
| スキマ比 | 61.6 / 80.4 = 76.6% | 14.87 / 80.4 = 18.5% | 0% (3.34mm重なり) | 0% (6.8mm重なり) |

図 3.4-76 ブラインドシャッター スラット角と隙間比

η を見ると、スラット角度の変化により日射熱取得率が変化するが、90度全閉では70度より大きくなっている。これは、全閉の時スラットと窓ガラスの間が密閉空気層に近くなりスラット面の温度が上昇し、その結果中空層の温度が上昇する。このことにより室内側への熱流が大きくなるものと考えられる。

η/η_0 を見ると、スラット表裏の2次反射のないと考えられる0度の時は隙間比とほとんど同じである。

Uを見ると、全閉の時極端に小さくなっている。これも密閉空気層に近くなることによりその分の ΔR が増加したためと考えられる。

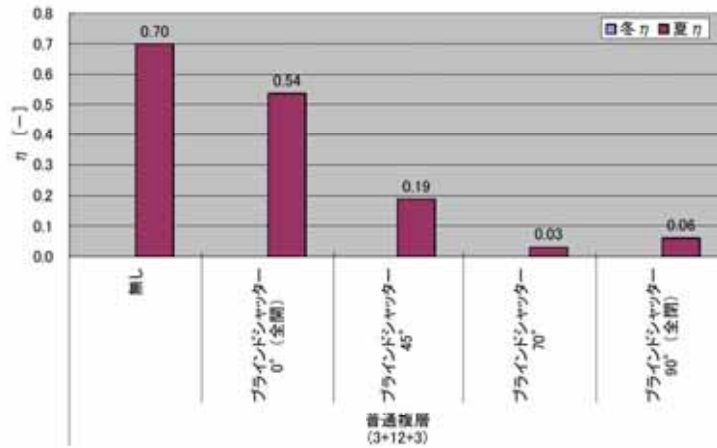


図 3.4-77 ブラインドシャッター 日射熱取得率 η

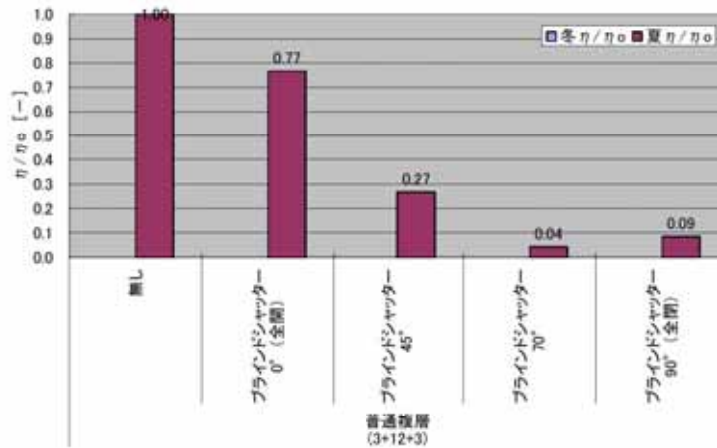


図 3.4-78 ブラインドシャッター 遮蔽係数 η/η_0

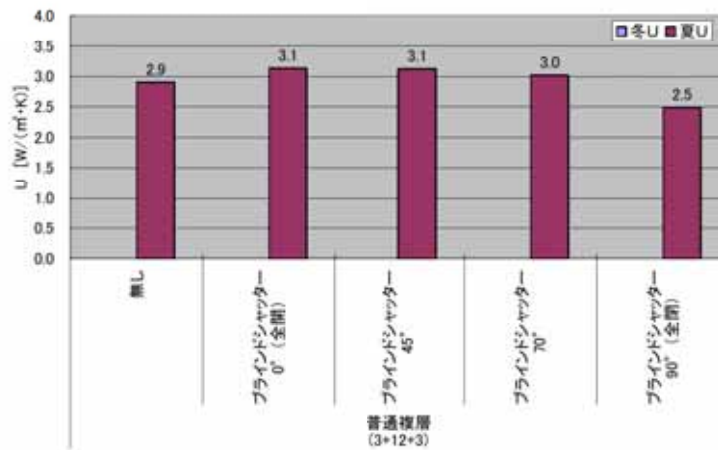


図 3.4-79 ブラインドシャッター 熱貫流率U

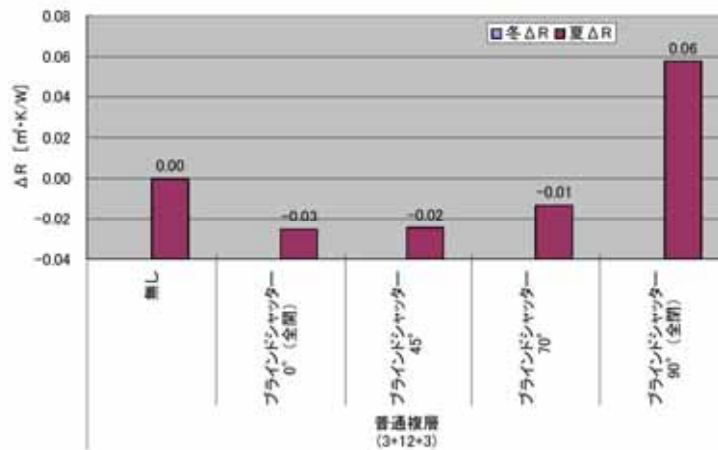


図 3.4-80 ブラインドシャッター 付加熱抵抗ΔR

4) 外付けルーバー

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の外部にルーバーを設置した実験を行った。実験に用いた外付けルーバー納まり図を図 3.4-81に示す。スラット角により性能が変化するのでスラット角を変えた実験も行った。

スラット角度による隙間比を図 3.4-82に示す。スラット角度は 0 度が水平で、スラットの凸面が外側になるように回転したとき正の値、内側になるように回転したとき負の値として表現している。

結果を、図 3.4-83から図 3.4-86に示す。

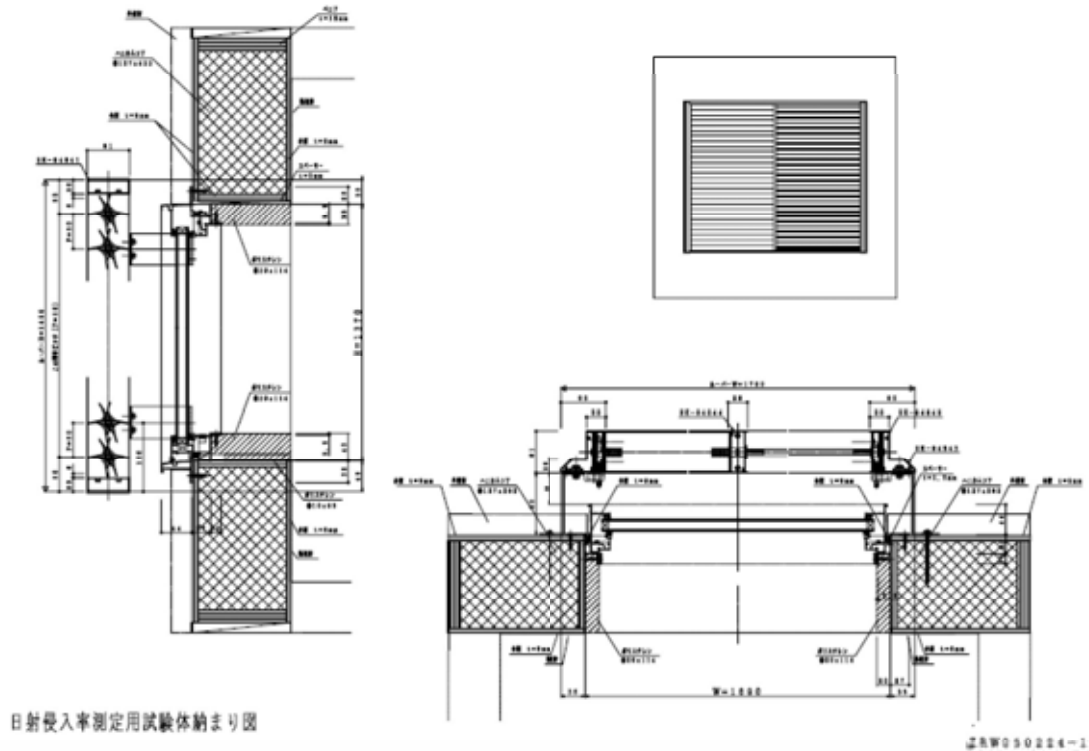


図 3.4-81 外付けルーバー納まり図

| 角度 | 86° (全閉) | 55° | 45° | 0° (全開) | -45° | -65° (最大開き角度) |
|------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 断面寸法 | | | | | | |
| スキマ比 | 0% (6.86mm 重なり) | 0% (1.77mm 重なり) | 9.34 / 50 = 18.7% | 40.5 / 50 = 81% | 9.34 / 50 = 18.7% | 0% (1.77mm 重なり) |

図 3.4-82 外付けルーバースラット角と隙間比

η を見ると、スラット角度の変化により日射熱取得率が変化するが、スラット角度86度全閉では日射熱取得がほとんど無い。ブラインドシャッターと異なり上下左右が開放されているためスラットで吸収された日射熱はすぐに外気に放散されるためである。隙間比の同じ45度と45度で少し異なっているが、スラット表裏の形状違いでの2次反射の性状が異なることが原因と考えられる。 η/η_0 が変化の様子を示しており各角度において隙間比より少し大きくなっており、2次反射の分が上乗せされている。

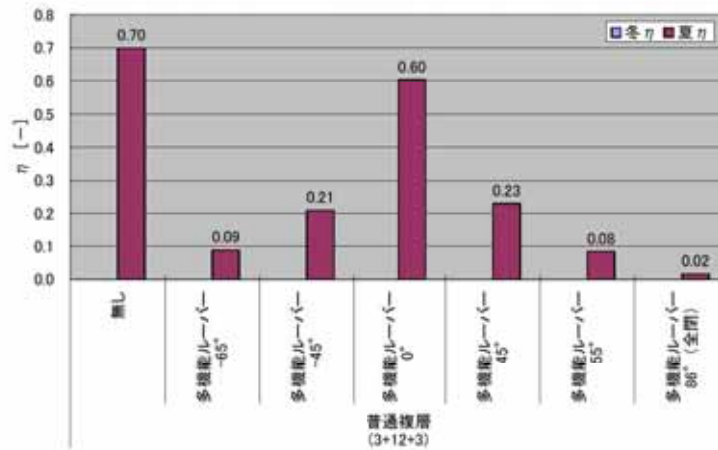


図 3.4-83 外付けルーバー 日射熱取得率 η

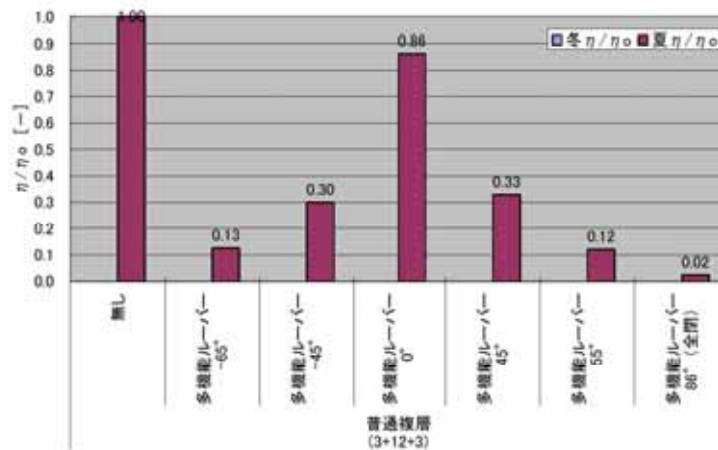


図 3.4-84 外付けルーバー 遮蔽係数 η/η_0

Uを見ると、マイナスの角度の時少し小さくなっている。ΔRを見ると変化の様子がわかる。

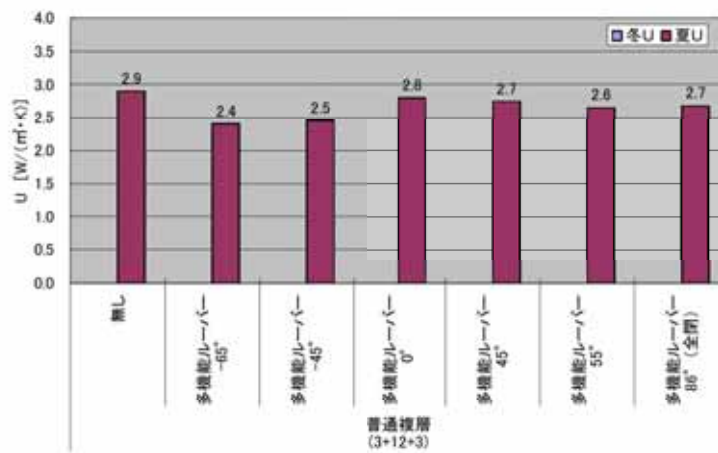


図 3.4-85 外付けルーバー 熱貫流率U

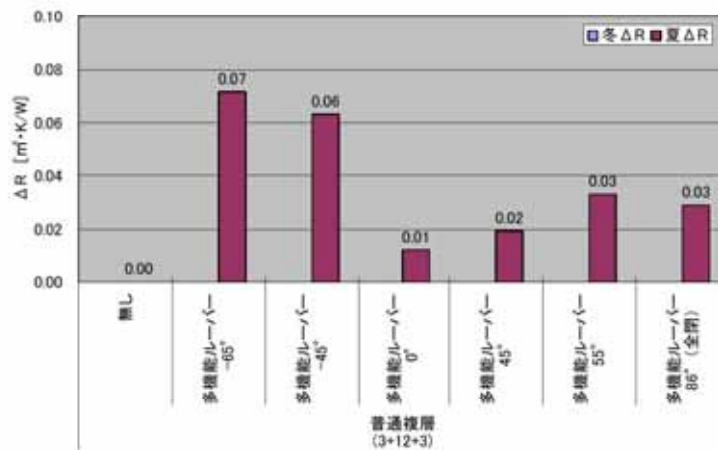


図 3.4-86 外付けルーバー 付加熱抵抗ΔR

5) 外部ブラインド付き上げ下げ窓

アルミ熱遮断枠断熱Low-E複層の上げ下げ窓に外部ブラインドを設置した実験を行った。納まり図を図 3.4-87に示す。ブラインドを上部のボックスにたたんで収めるのではなく、たたんだ状態を見せる形のものである。上げ下げ窓のガラス面積比は 67.7%である。

スラット角により性能が変化するのでスラット角を変えた実験も行った。スラット角度による隙間比を図 3.4-88に示す。スラット角度は 0 度が水平で、スラットの凸面が外側になるように回転したとき正の値、内側になるように回転したとき負の値として表現している。

結果を、図 3.4-89から図 3.4-97に示す。

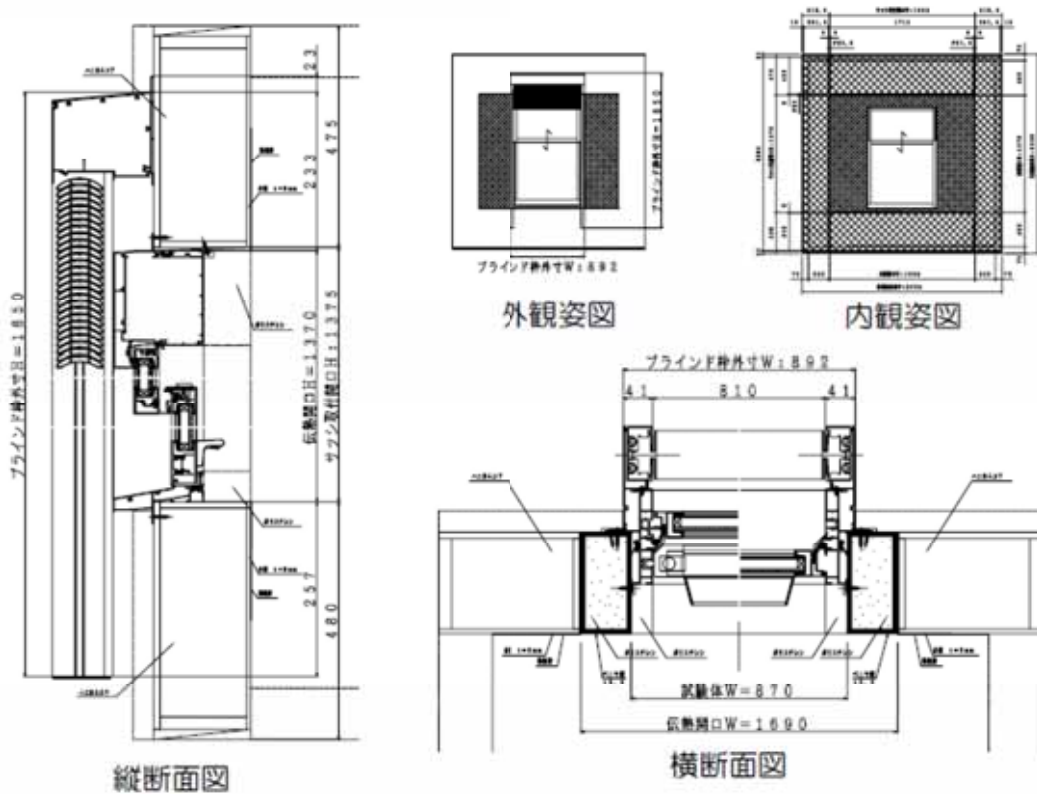


図 3.4-87 外部ブラインド付き上げ下げ窓 納まり図

| スラット角 | -30° | 0° | 60° |
|-------|-------|-------|-----|
| | | | |
| 隙間比 | 30.3% | 67.9% | 0% |

図 3.4-88 外部ブラインド スラット角と隙間比

η を見ると、スラット角度の変化により η が変化する。 η/η_0 が変化の様子を示しており各角度において隙間比より少し大きくなっており、2次反射の分が上乘せされている。

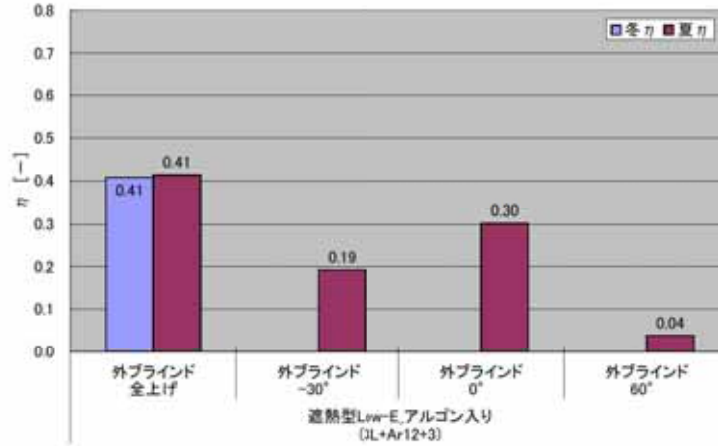


図 3.4-89 外ブラインド付き上げ下げ窓 日射熱取得率 η

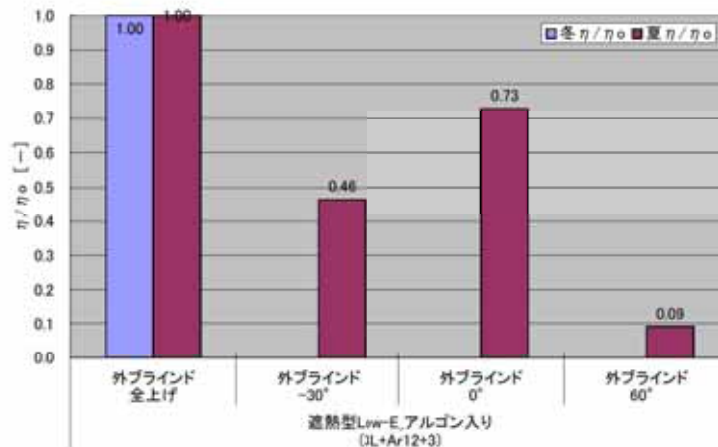


図 3.4-90 外ブラインド付き上げ下げ窓 遮蔽係数 η/η_0

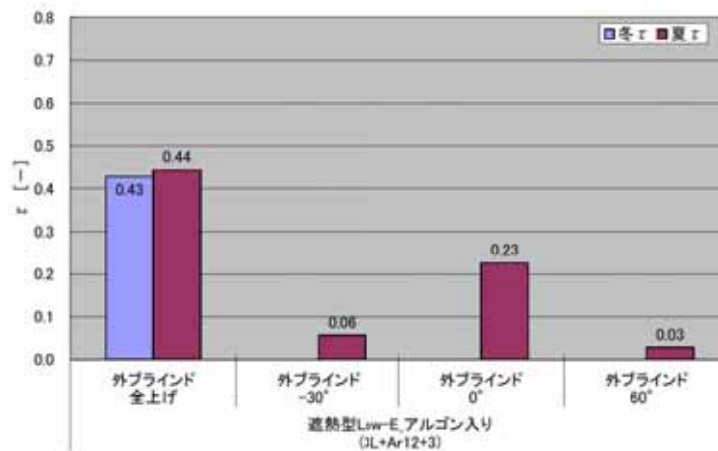


図 3.4-91 外ブラインド付き上げ下げ窓 見かけの透過率 τ

Uを見ると、かなり性能がいいことがわかる。 ΔR をみると外部にある付属物としては大きな値となっている。

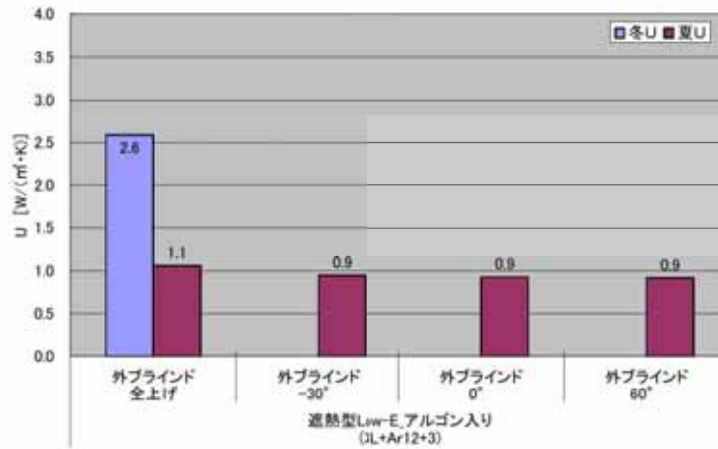


図 3.4-92 外ブラインド付き上げ下げ窓 熱貫流率U

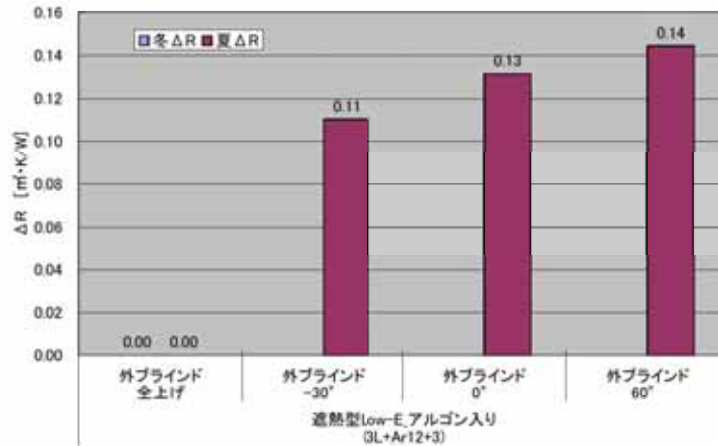


図 3.4-93 外ブラインド付き上げ下げ窓 付加熱抵抗 ΔR

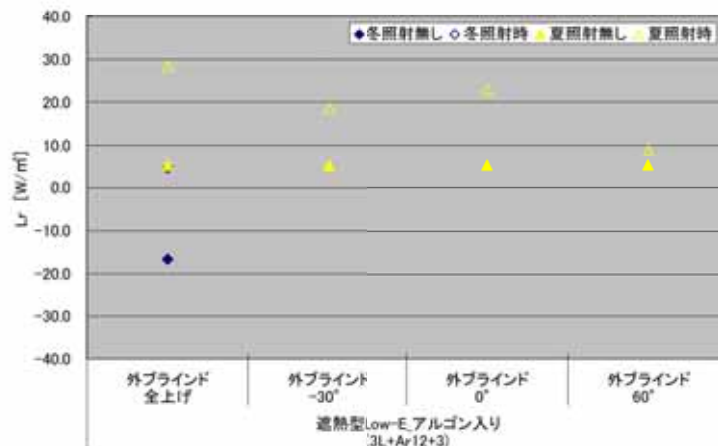


図 3.4-94 外ブラインド付き上げ下げ窓 開口部から室内に向かう放射伝熱量 L_r

L_r をみると、60度で照射無しと照射時の違いが少ない。これは、ガラス面への透過光がほとんどなく、またブラインドで吸収された日射がすぐに外気側に放散されるためである。

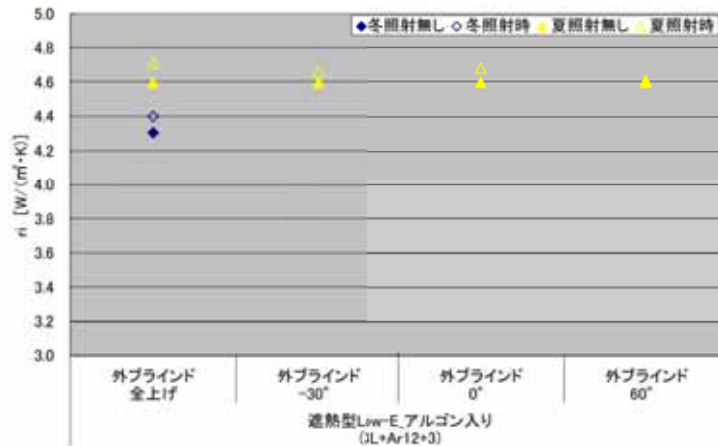


図 3.4-95 外ブラインド付き上げ下げ窓 室内側放射熱伝達率 r_i

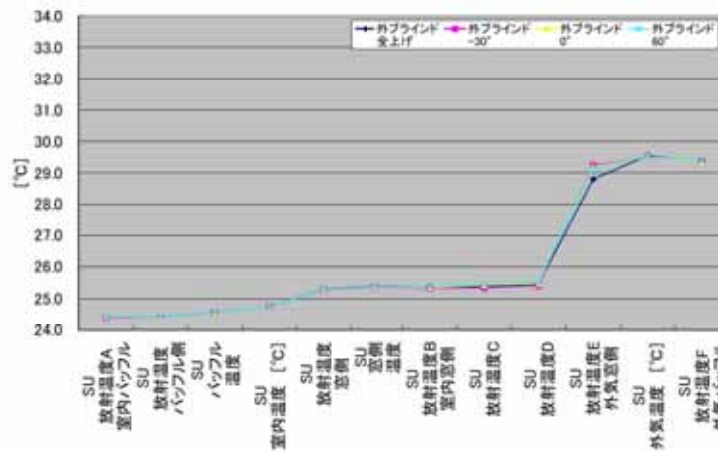


図 3.4-96 外ブラインド付き上げ下げ窓 断面温度分布（夏照射無し）

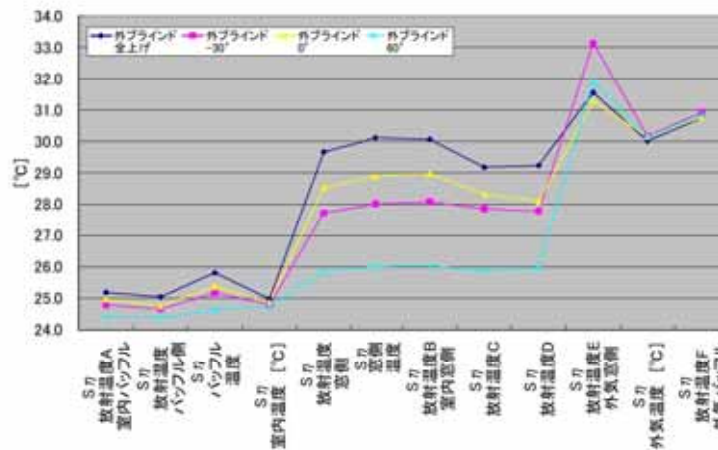


図 3.4-97 外ブラインド付き上げ下げ窓 断面温度分布（夏照射時）

断面温度分布を見ると、室内側のガラス温度に隙間の大きさが反映されている。

3.4.3 内付け付属物

1) レースカーテン

はめ殺しアルミ熱遮断枠黑色にレースカーテンを取り付けて測定を行った。レースカーテンの納まり図を図3.4-98に示す。

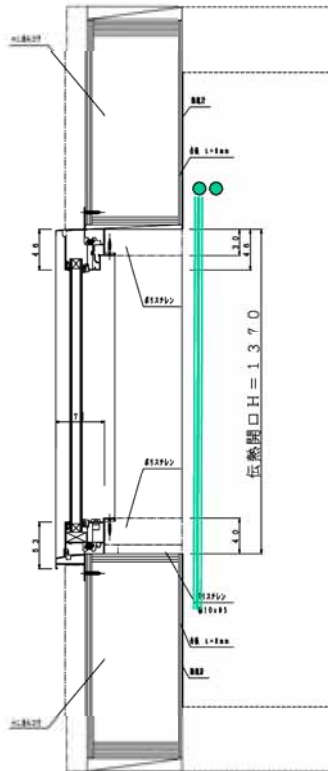


図 3.4-98 レースカーテン納まり図

(1) レースカーテンの違い

普通複層 3+A12+3 に7種のレースカーテンを取り付けて実験を行った。使用したレースカーテンの仕様を表 3-4-1 に示す。

表 3.4.1 レースカーテンの仕様

| 略号 | 特徴 |
|----|------------------------------------------|
| A | 薄いベージュ、繊維密度が非常に細かい、ストッキング的な薄い生地 |
| B | スノーホワイト、繊維密度細かい、裏地に用いられるような薄い生地、一般的な模様 |
| C | スノーホワイト、繊維密度やや粗い、一般的な模様のレース生地 |
| D | スノーホワイト、繊維密度粗い、一般的な模様のレース生地 |
| E | ナチュラルホワイト、繊維密度かなり粗い、モダンな感じのレース生地 |
| F | スノーホワイト、繊維密度やや細かい、一般的な模様のレース生地 |
| G | シルバー、繊維密度やや粗い、一般的な模様のレース生地に片面ステンレススパッタ加工 |

η を見ると、レースカーテンの種類により僅かに違う。 η/η_0 を見ると、D、Eが少し小さく、ステンレススパッタ加工のレースカーテンGは遮熱性能が他の製品より悪い。CとGの生地そのものはほぼ同じであるが、Gは色が白のCよりグレーに近く、日射反射率が小さく吸収率が大きくなっていると考えられる。

τ を見ると、Gが小さいが吸収率が高くなっていることが影響している。

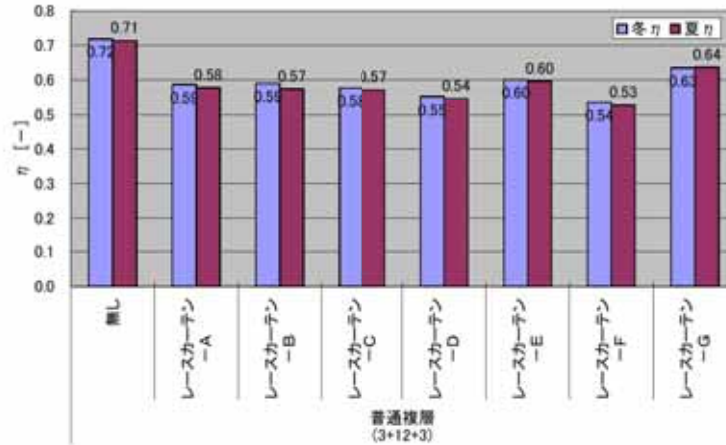


図 3.4-99 レースカーテン 日射熱取得率 η

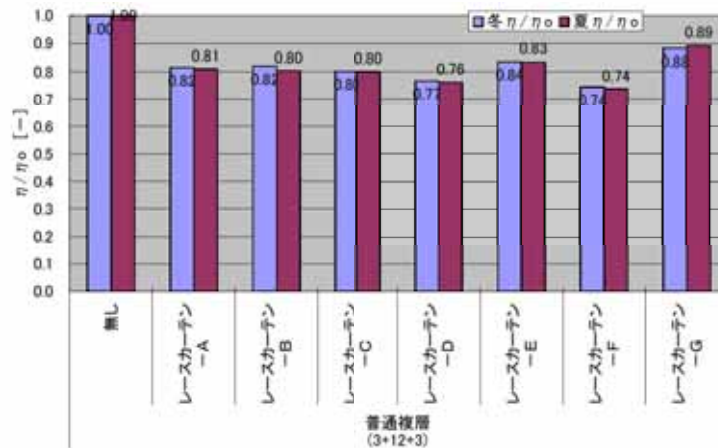


図 3.4-100 レースカーテン 遮蔽係数 η/η_0

Uを見ると、C、D、Eが少し大きい。その差は ΔR に現れている。CとGの生地そのものはほぼ同じであるが、Gは金属スパッタにより放射率が小さくなっていると考えられる。

最近市販されているミラーカーテンは、遮熱性能を上げる効果はなく、放射率を下げることでむしろ断熱に若干の効果があることがうかがえる。

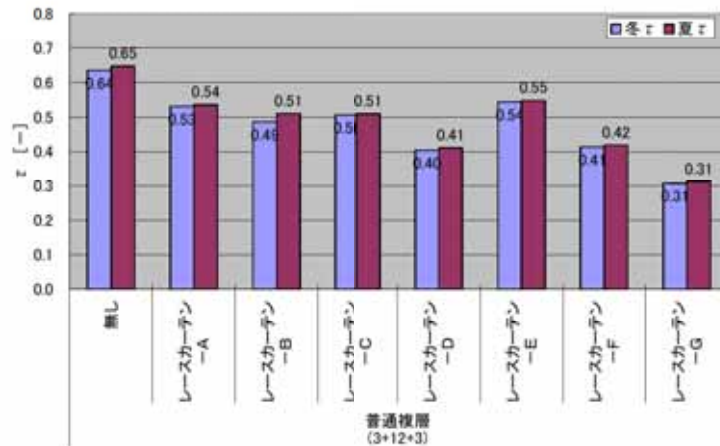
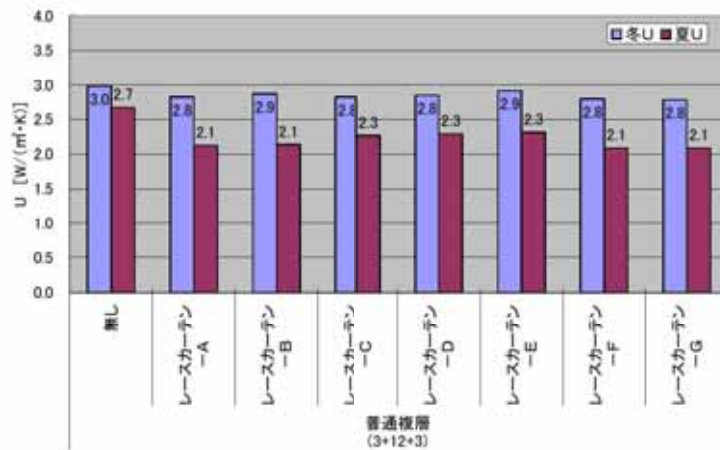
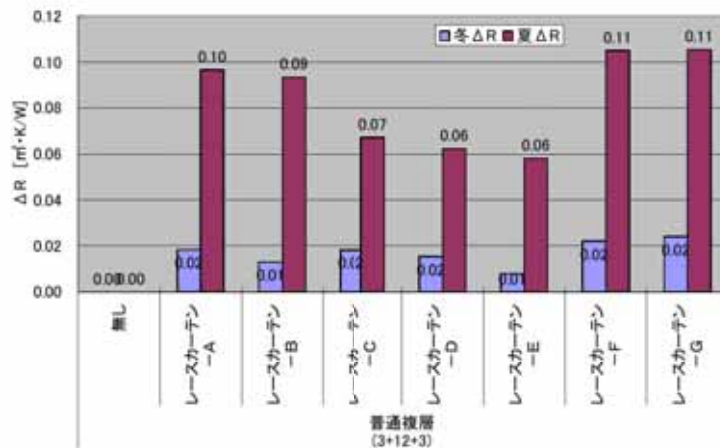
図 3.4-101 レースカーテン 見かけの透過率 τ 

図 3.4-102 レースカーテン 熱貫流率U

図 3.4-103 レースカーテン 付加熱抵抗 ΔR

Lrを見ると、照射無しと照射時の差はGが著しく大きい。日射吸収率が高く、レースカーテンの温度が上がっていることを示している。このことは、 r_i 、断面温度分布にも現れている。

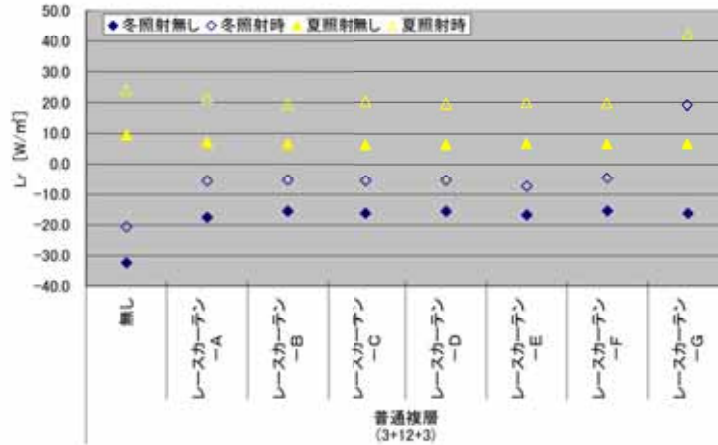


図 3.4-104 レースカーテン 開口部から室内に向かう放射伝熱量 L_r

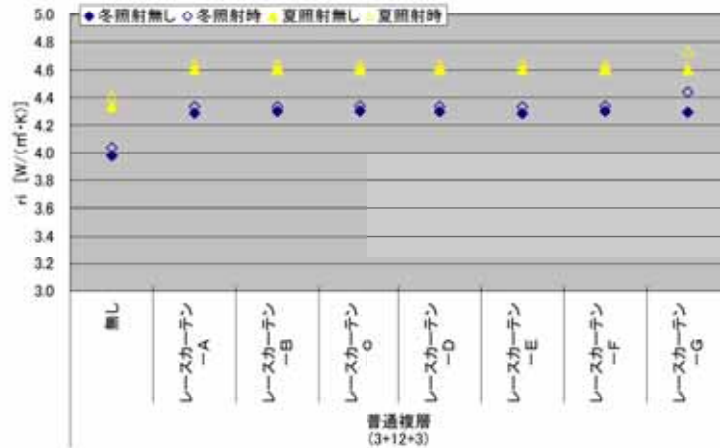


図 3.4-105 レースカーテン 室内側放射熱伝達率 r_i

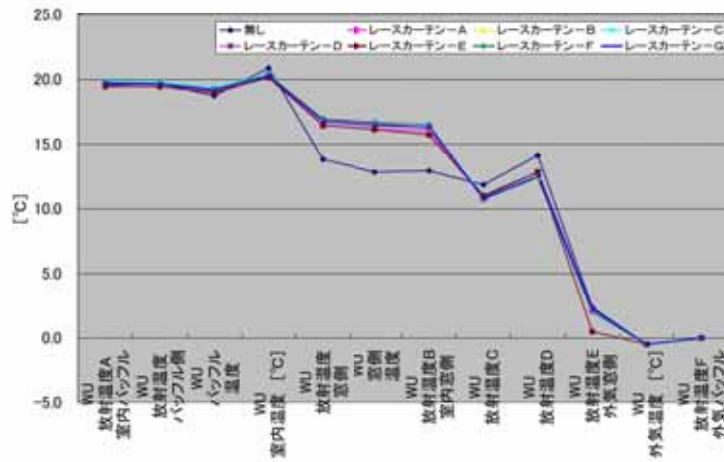


図 3.4-106 レースカーテン 断面温度分布 (冬照射無し)

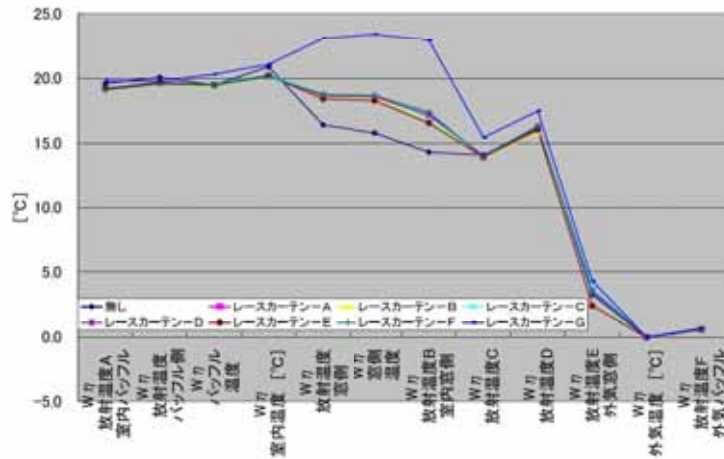


図 3.4-107 レースカーテン 断面温度分布 (冬照射時)

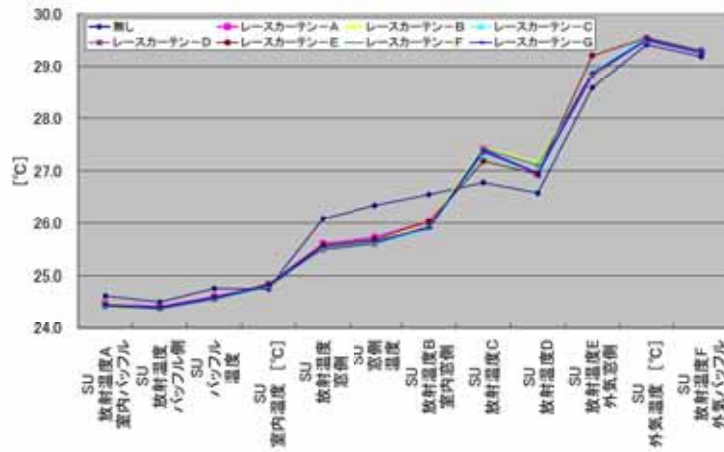


図 3.4-108 レースカーテン 断面温度分布 (夏照射無し)

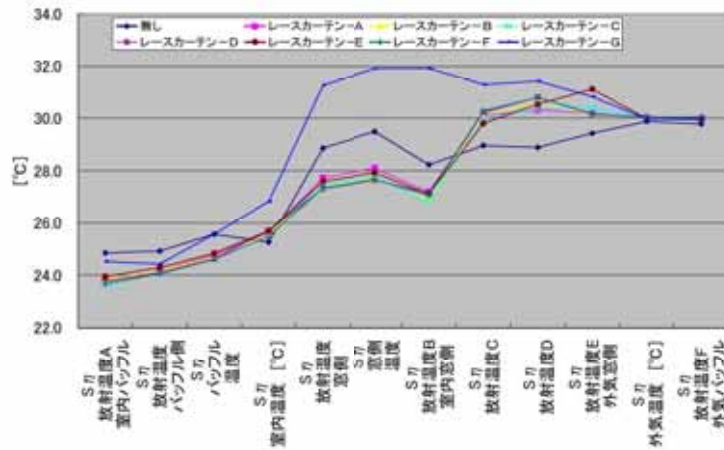


図 3.4-109 レースカーテン 断面温度分布 (夏照射時)

(2) ガラス違い

レースカーテン-Cに各種ガラスを組み合わせたときの結果を図 3.4-110から図 3.4-116に示す。

η を見ると、使用するガラスによって異なる。 η/η_0 はガラスの仕様によって異なり、普通複層で0.80~0.83、断熱型 Low-E(CVD)で0.82、他の断熱型 Low-Eで0.83~0.88、遮熱型 Low-Eで0.83~0.84、真空ガラスで0.80、真空複層で0.85、遮熱型 Low-E 逆使いでは0.89となっている。これらのことから Low-E 膜の位置や種類により大きく異なることが推察できる。特に膜面が室内側にある方がレースカーテンの効果は大きくなっている。

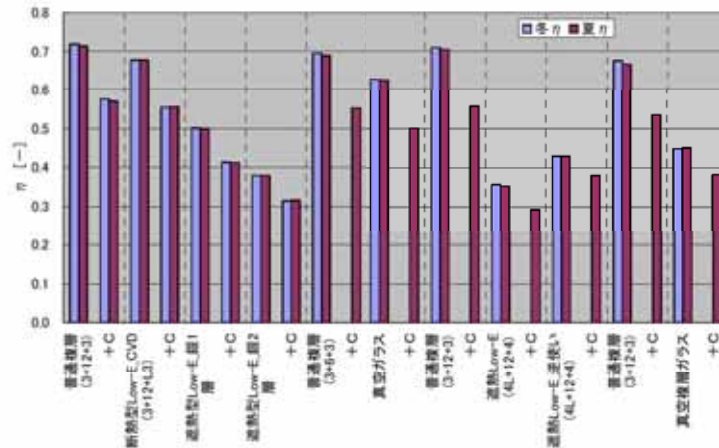


図 3.4-110 レースカーテン-C 日射熱取得率 η

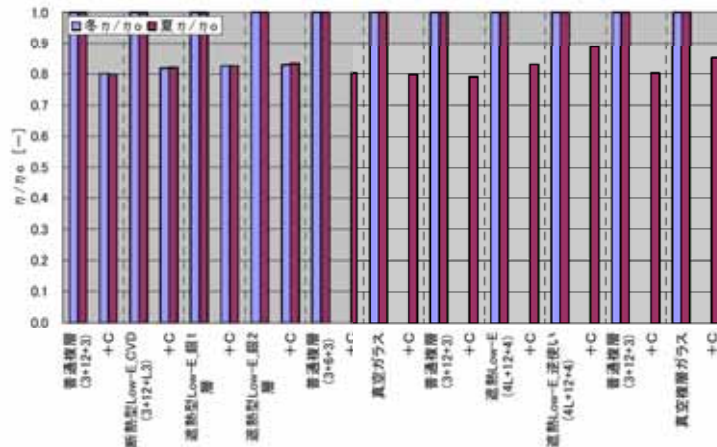


図 3.4-111 レースカーテン-C 遮蔽係数 η/η_0

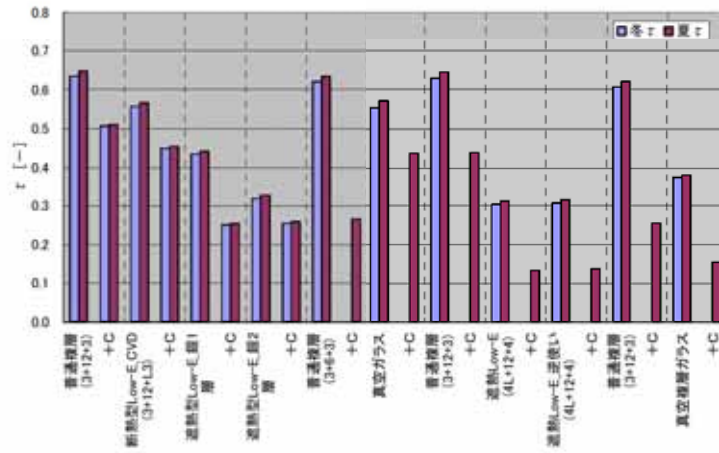


図 3.4-112 レースカーテン-C 見かけの透過率 τ

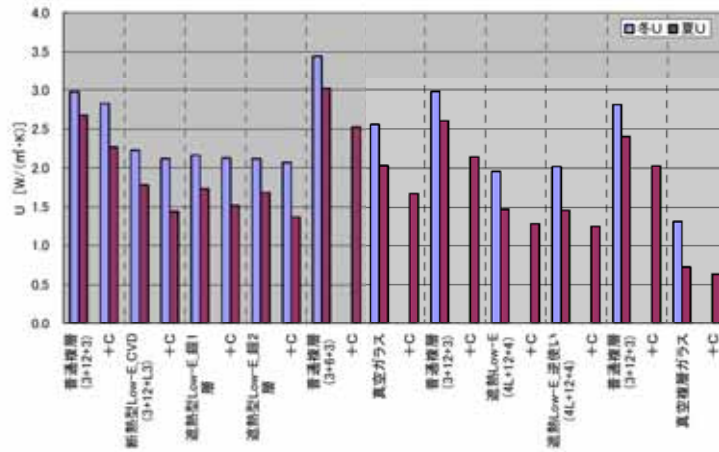


図 3.4-113 レースカーテン-C 熱貫流率U

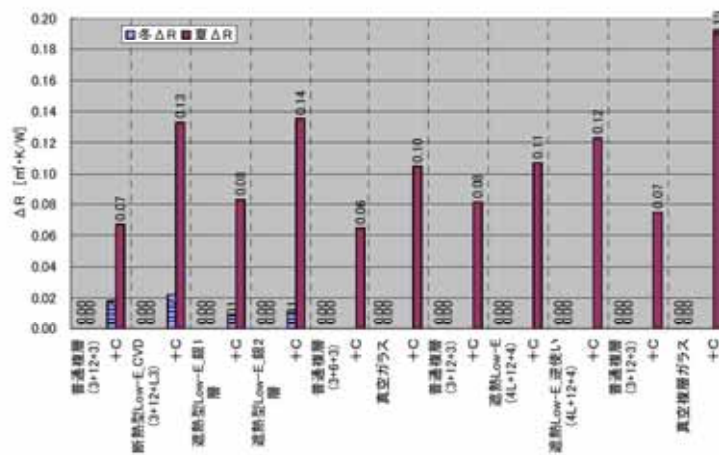


図 3.4-114 レースカーテン-C 付加熱抵抗 ΔR

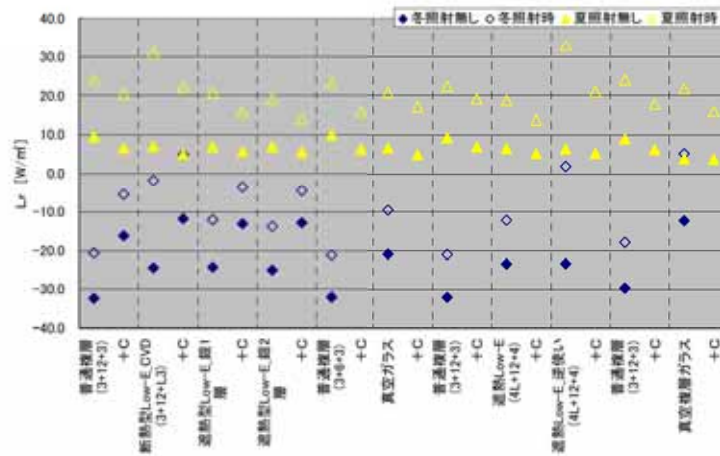


図 3.4-115 レースカーテン-C 開口部から室内に向かう放射伝熱量 L_r

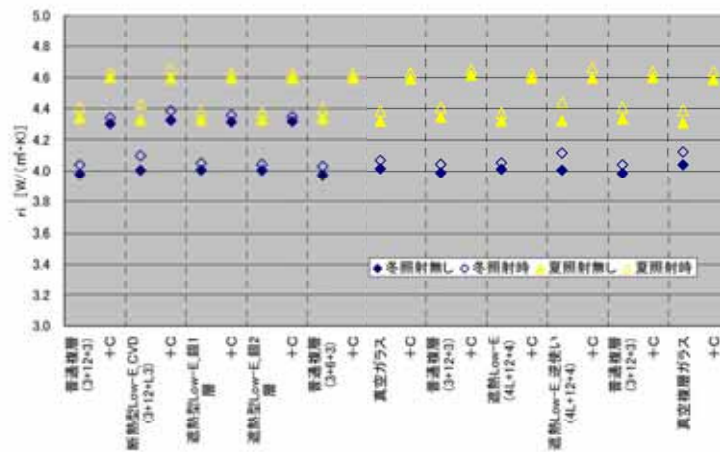


図 3.4-116 レースカーテン-C 室内側放射熱伝達率 r_i

以上の結果から窓中央部の日射遮蔽性能は、複層ガラスの計算で行われている分光特性を用いる手法を用いることが必要であり、このためにレースカーテンの分光特性の測定法を確立する必要がある。

2) 二重カーテン

カーテンは一般にレースカーテンを外側に、カーテンを内側に設置し、昼間はレースカーテンのみが使用される。ここでは内側カーテンも閉めた状態での実験も行った。

カーテンは色や目の粗さなどで性能が変わると考えられるので、量販店で購入したものと専門店で購入したものの2種類の組み合わせでの測定を行った。

実験で使ったカーテン(量販店購入品)を、図 3.4-117に示す。専門店購入のレースカーテンは前記のレースカーテン-Cである。

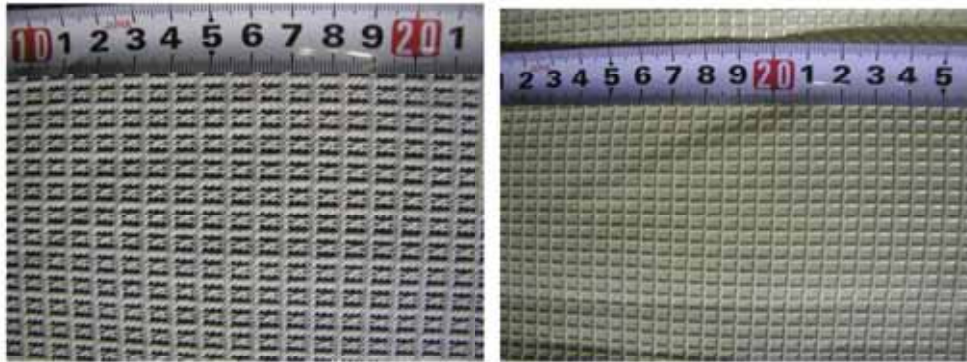


図 3.4-117 カーテン(量販店購入品) 左:レース 右:ドレープ

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の内部にカーテンを吊したときの結果を図 3.4-118から図 3.4-128に示す。

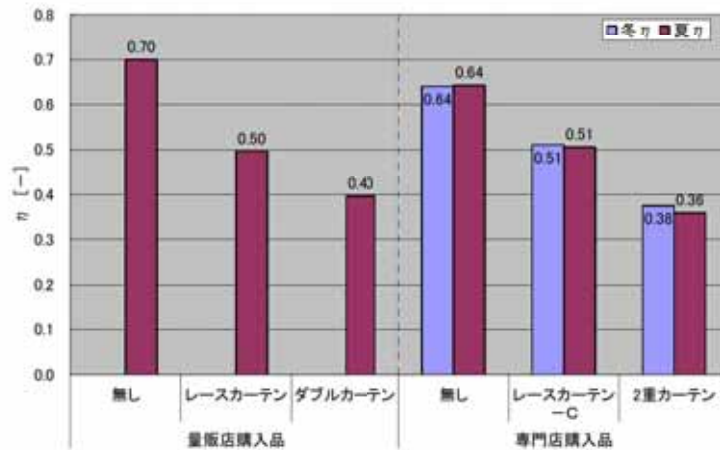


図 3.4-118 二重カーテン 日射熱取得率 η

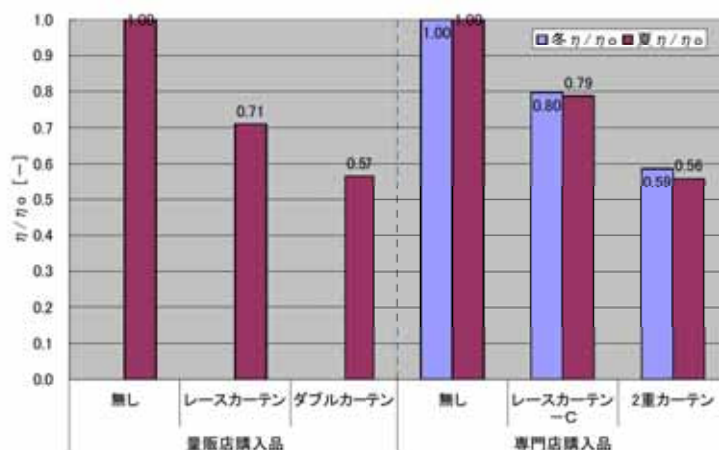
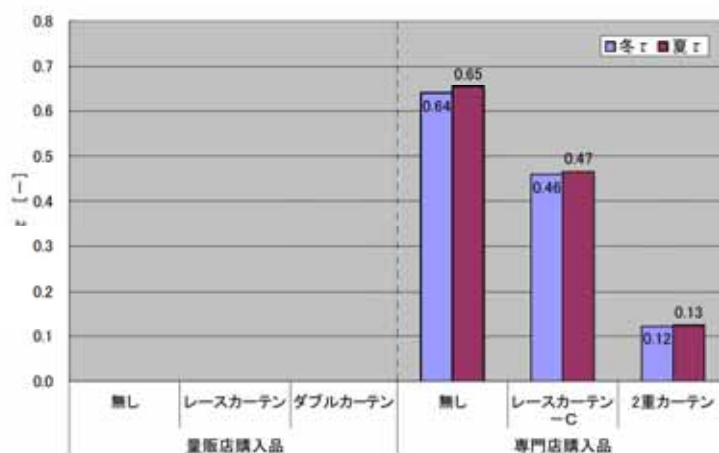
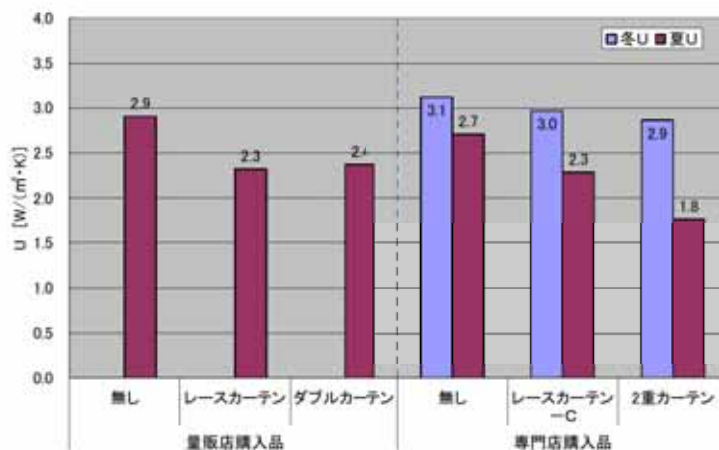
図 3.4-119 二重カーテン 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-120 二重カーテン 見かけの透過率 τ 

図 3.4-121 二重カーテン 熱貫流率U

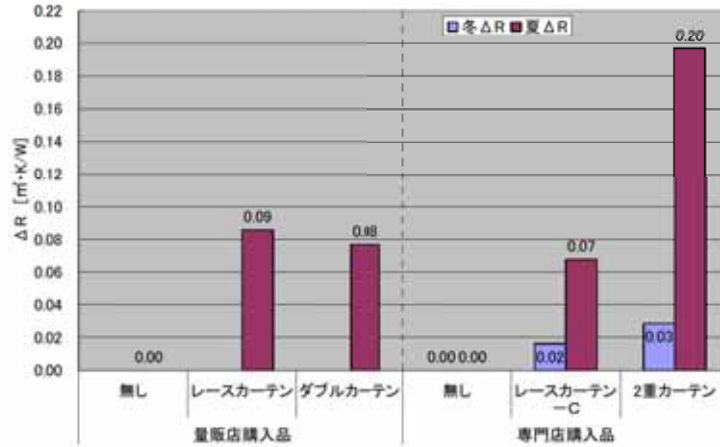


図 3.4-122 二重カーテン 付加熱抵抗 ΔR

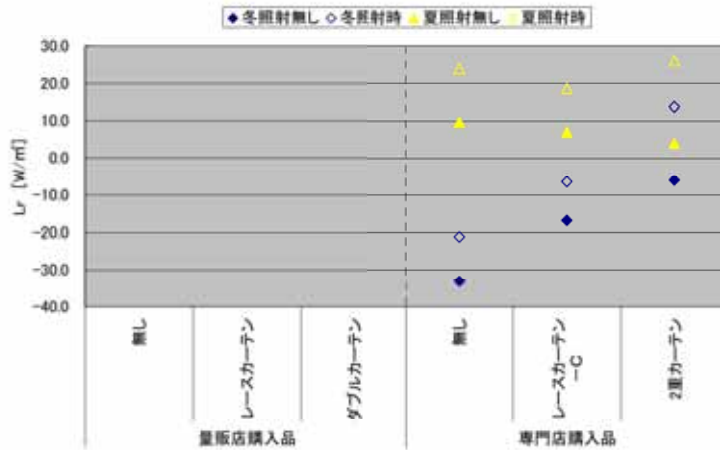


図 3.4-123 二重カーテン 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

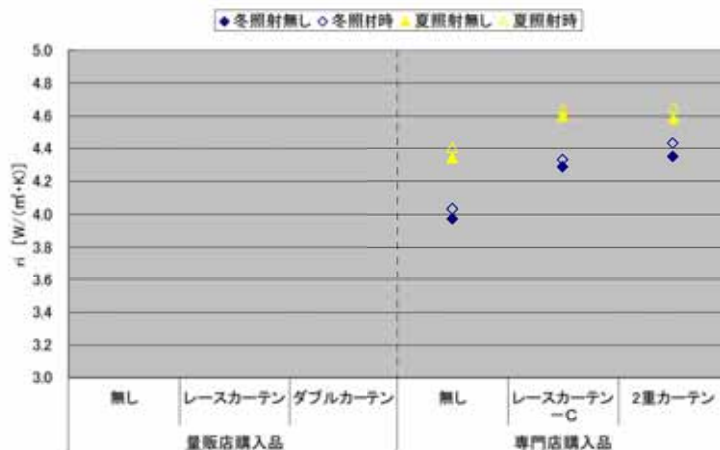


図 3.4-124 二重カーテン 室内側放射熱伝達率ri

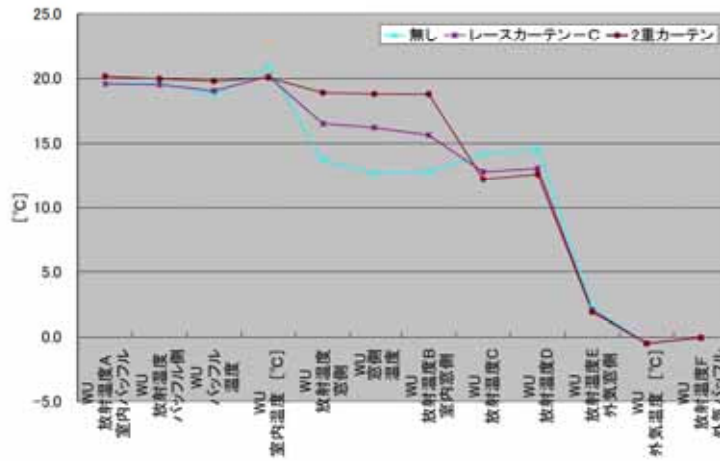


図 3.4-125 二重カーテン 断面温度分布 (冬照射無し)

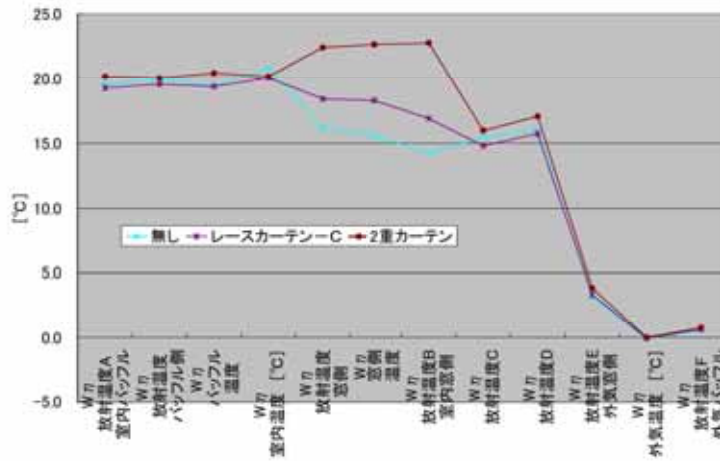


図 3.4-126 二重カーテン 断面温度分布 (冬照射時)

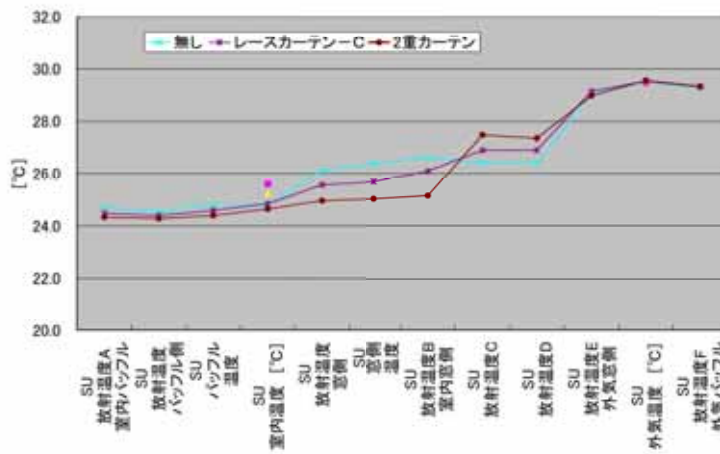


図 3.4-127 二重カーテン 断面温度分布 (夏照射無し)

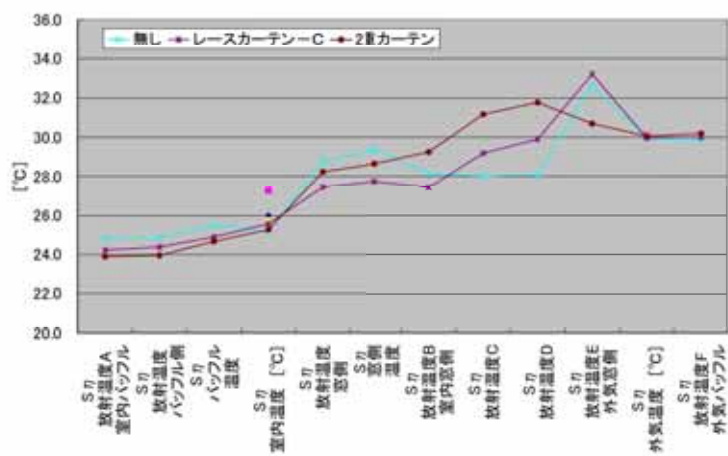


図 3.4-128 二重カーテン 断面温度分布 (夏照射時)

3) 紙障子

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の内部に紙障子を取り付けたときの納まり図を、図 3.4-129に示す。

結果を図 3.4-130から図 3.4-133の右側に示す。

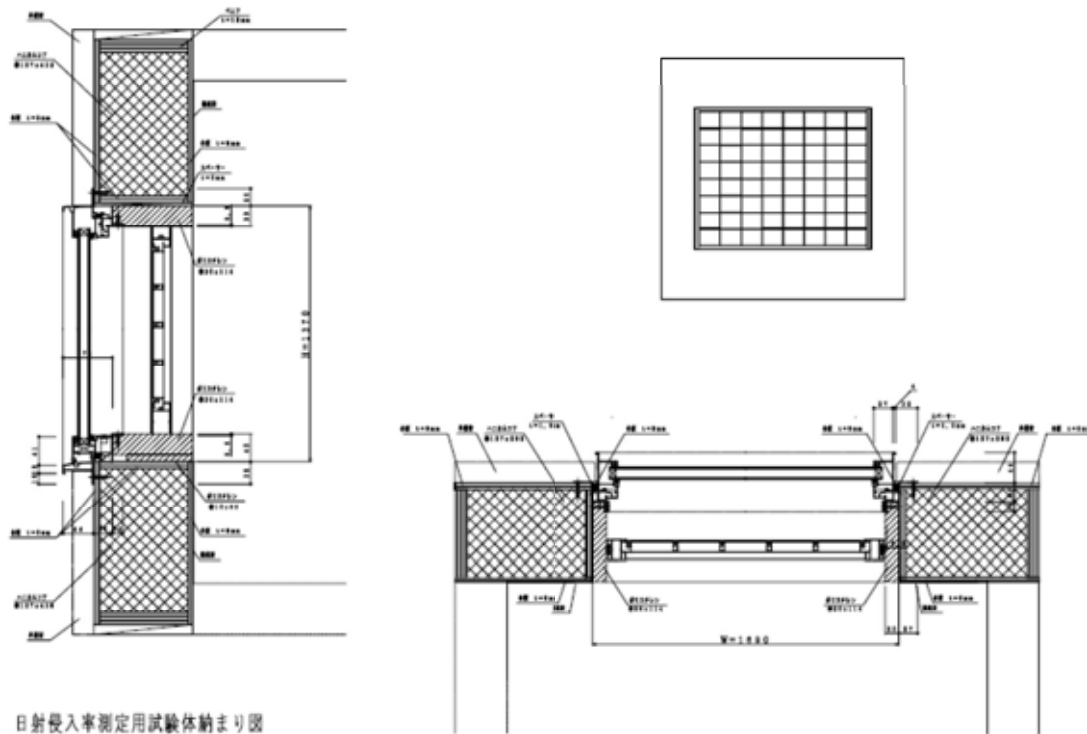


図 3.4-129 紙障子の納まり図

η を見ると、ダブルカーテンより小さくなっている。

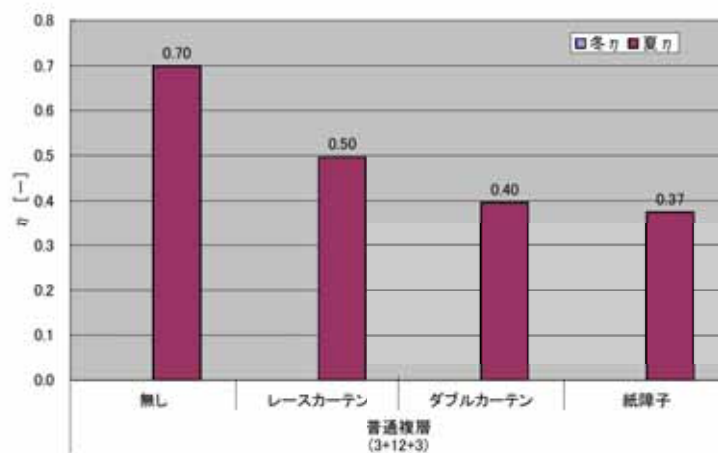


図 3.4-130 紙障子 日射熱取得率 η

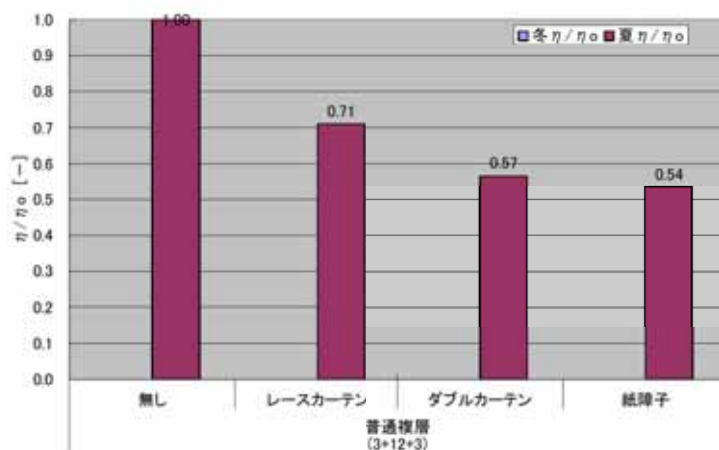
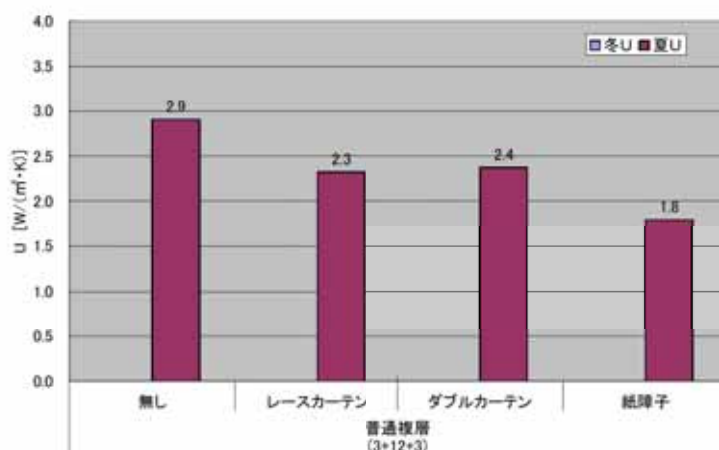
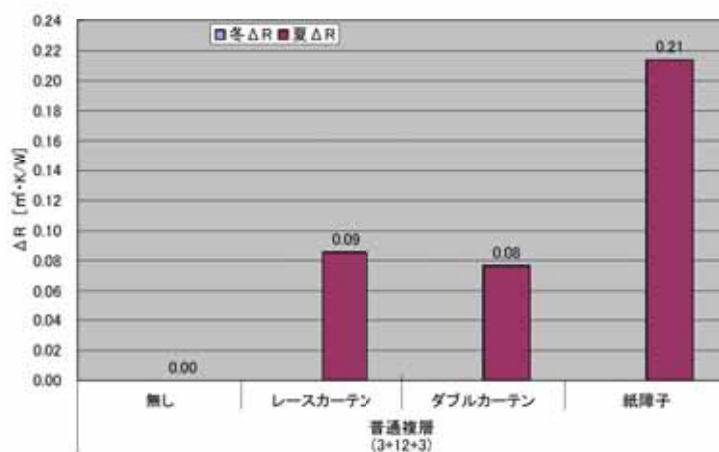
図 3.4-131 紙障子 遮蔽係数 η/η_0 

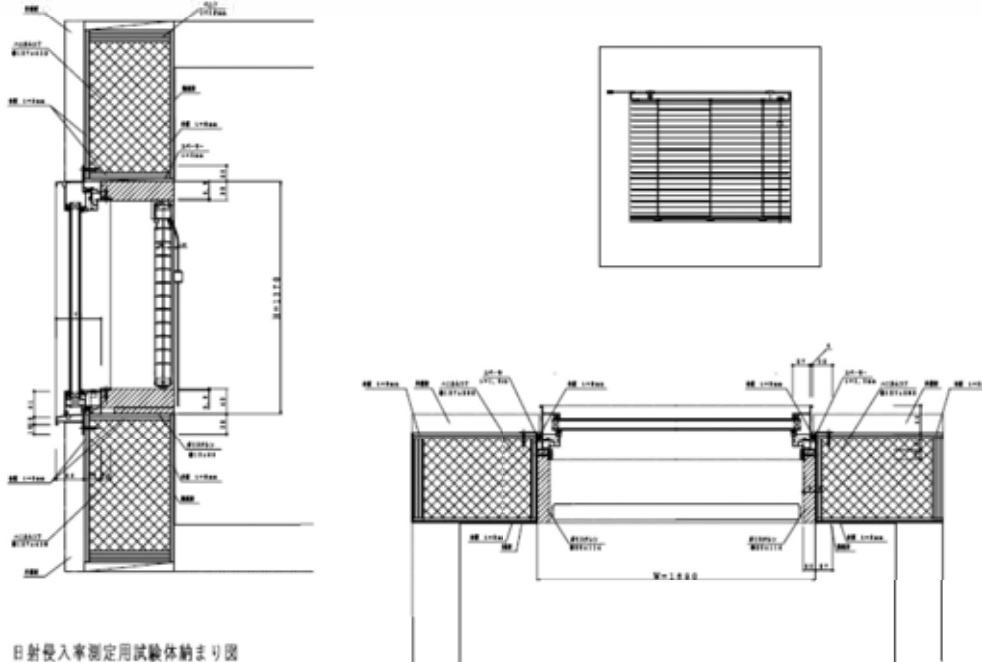
図 3.4-132 紙障子 熱貫流率 U

ΔR を見ると、カーテンよりかなり大きいことがわかる。

図 3.4-133 紙障子 付加熱抵抗 ΔR

4) 内付けブラインド

アルミ熱遮断枠普通複層 3-A12-3 の内部にブラインドを吊したときの納まり図を、図 3.4-134に示す。



日射侵入率測定用試験体納まり図

図 3.4-134 内付けブラインド納まり図

(1) スラット角度の違い

スラット角により性能が変化する。スラット角度による隙間比を図 3.4-135に示す。スラット角度は 0 度が水平で、スラットの凸面が外側になるように回転したとき正の値、内側になるように回転したとき負の値として表現している。

| 角 度 | スラット角度 全開61° | スラット角度 45° | スラット角度 0° | スラット角度 -45° | スラット角度 -61° |
|------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------|
| 図面寸法 | | | | | |
| 隙間比 | 0% (重なり2.2) | 19.1% (4.1/21.5) | 90.2% (19.4/21.5) | 19.1% (4.1/21.5) | 0% (重なり2.2) |

図 3.4-135 内付けブラインドスラット角と隙間比

結果を図 3.4-136から図 3.4-146に示す。

スラット角度の変化により η が変化するが、隙間比の同じ-45度と45度で少し異なっている。変化の様子が η/η_0 に現れている。

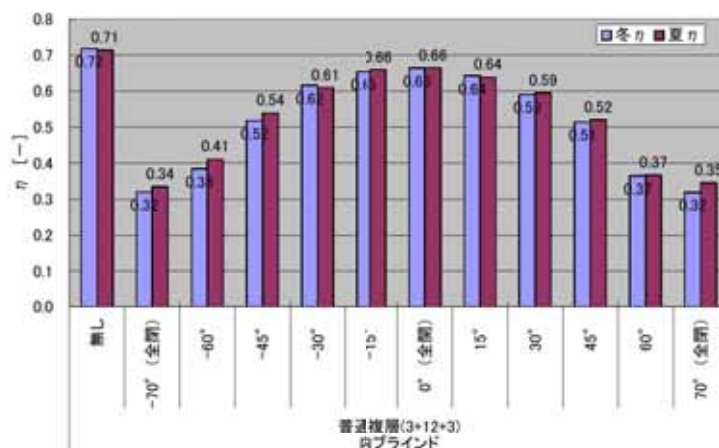


図 3.4-136 内付けブラインド 日射熱取得率 η

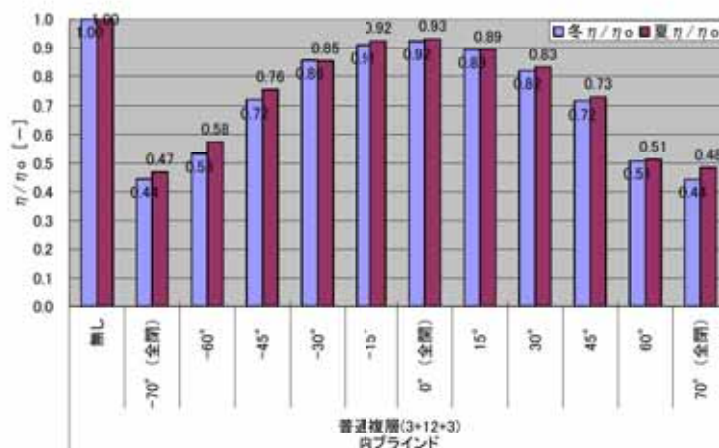


図 3.4-137 内付けブラインド 遮蔽係数 η/η_0

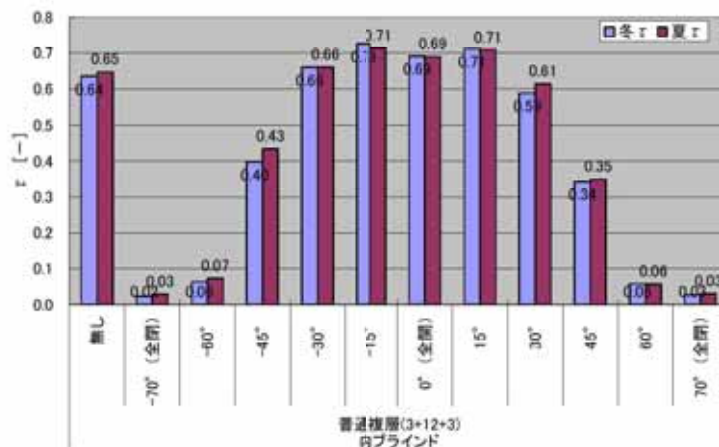


図 3.4-138 内付けブラインド 見かけの透過率 τ

Uも、スラット角度の変化により変化している。

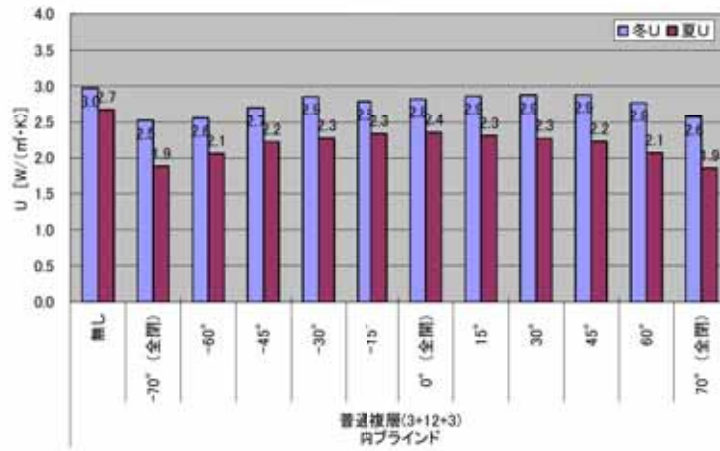


図 3.4-139 内付けブラインド 熱貫流率U

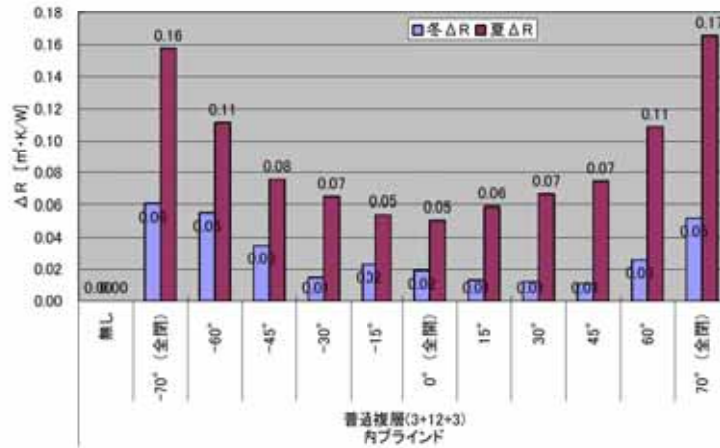


図 3.4-140 内付けブラインド 付加熱抵抗ΔR

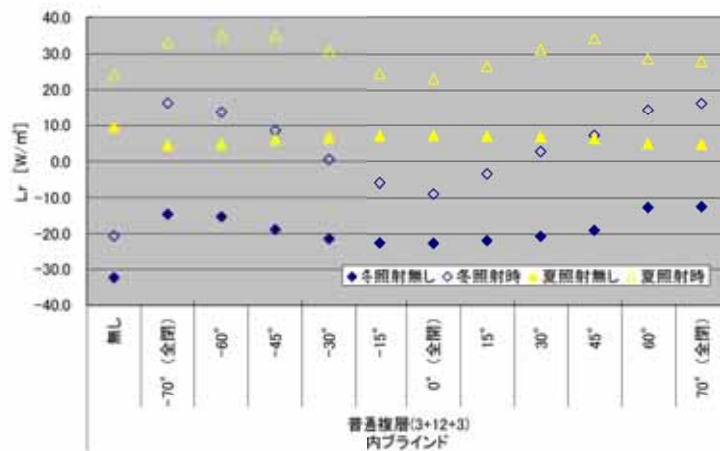


図 3.4-141 内付けブラインド 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

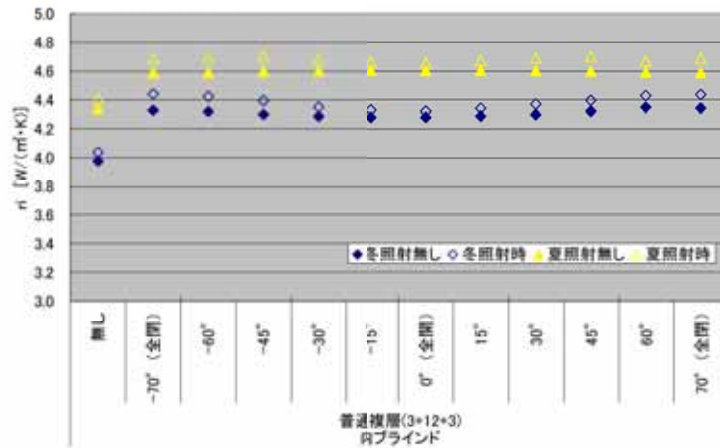


図 3.4-142 内付けブラインド 室内側放射熱伝達率 r_i

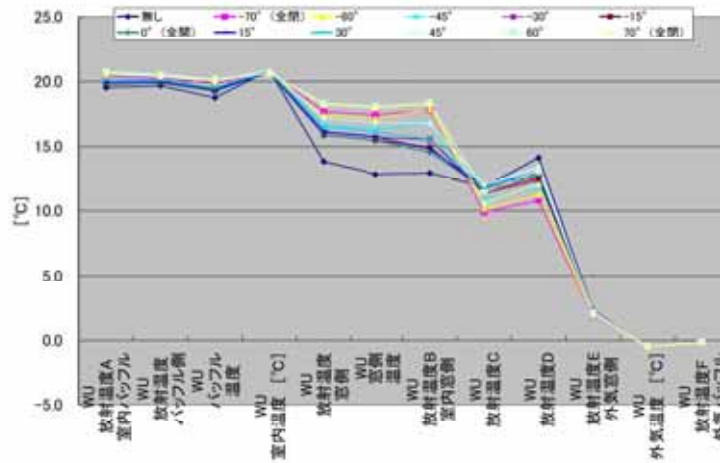


図 3.4-143 内付けブラインド 断面温度分布 (冬照射無し)

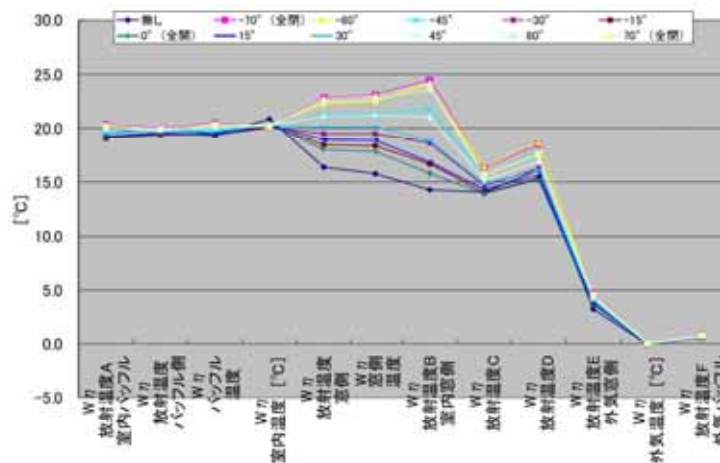


図 3.4-144 内付けブラインド 断面温度分布 (冬照射時)

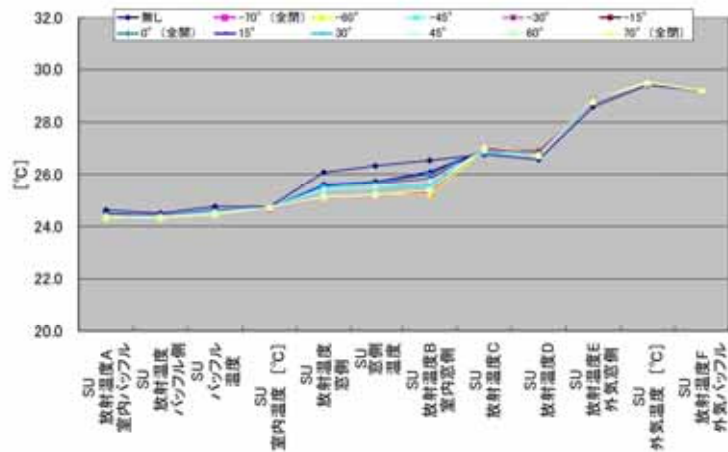


図 3.4-145 内付けブラインド 断面温度分布 (夏照射無し)

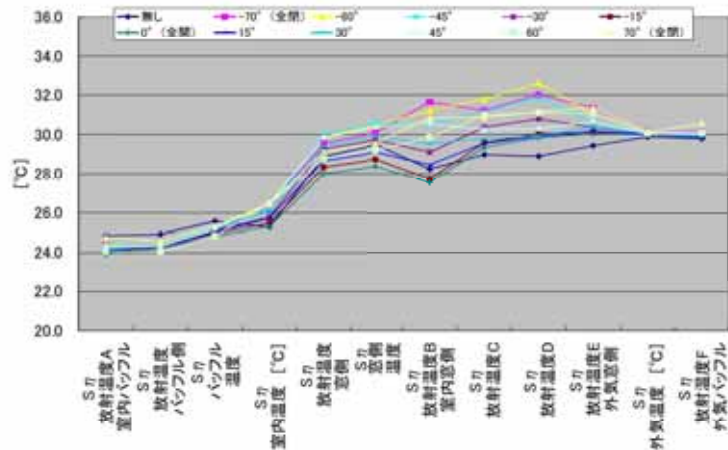


図 3.4-146 内付けブラインド 断面温度分布 (夏照射時)

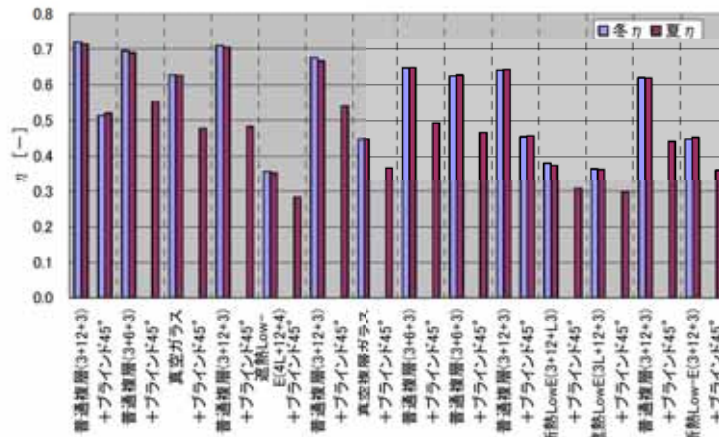
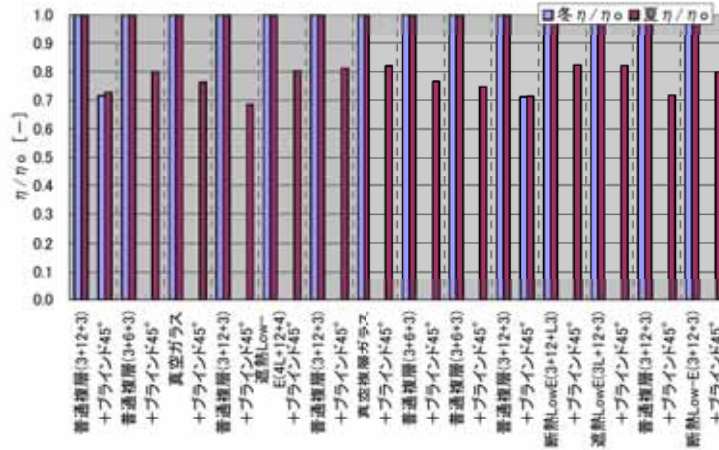
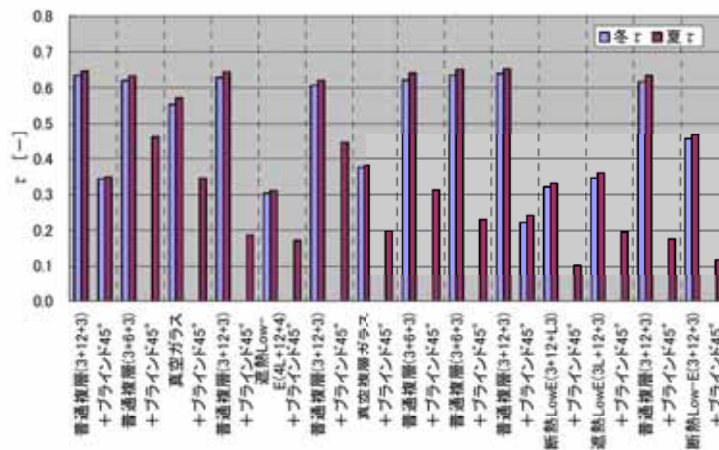
(2) 内付けブラインド (スラット角45度)

各種窓の実験において、内付けブラインドのスラット角0度(全開)、30度、45度、70度(全閉)の条件での測定を行っている。スラット角の調整を目視により行っていること、またブラインドの構造上の特徴から角度の厳密な再現はできない。

このうち、アルミ熱遮断枠での各種ガラスとスラット角45度の結果を整理し図 3.4-147から図 3.4-153に示した。

η を見ると、ガラス違いで大きく変化する。

変化の様子を表したものが η/η_0 である。0.67から0.83と大きくことなる。

図 3.4-147 内付けブラインド(スラット角45°) 日射熱取得率 η 図 3.4-148 内付けブラインド(スラット角45°) 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-149 内付けブラインド(スラット角45°) 見かけの透過率 τ

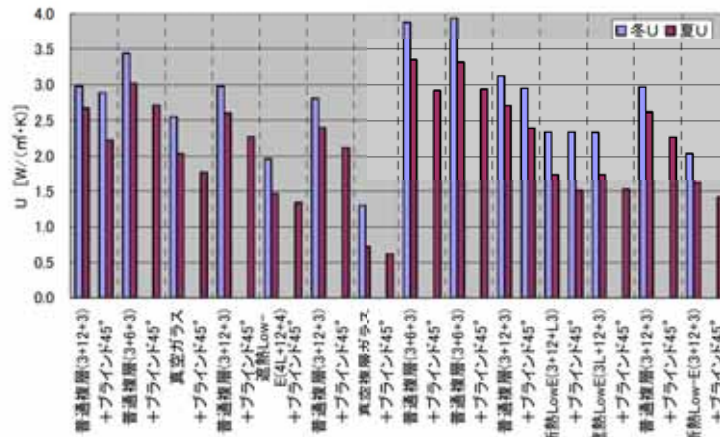


図 3.4-150 内付けブラインド(スラット角45°) 熱貫流率U

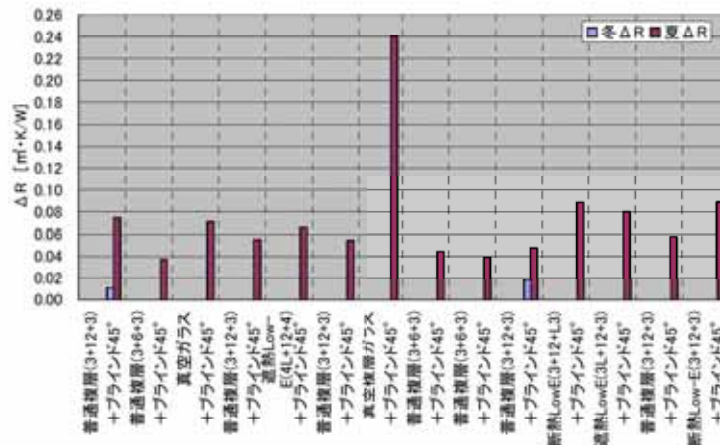


図 3.4-151 内付けブラインド(スラット角45°) 付加熱抵抗ΔR

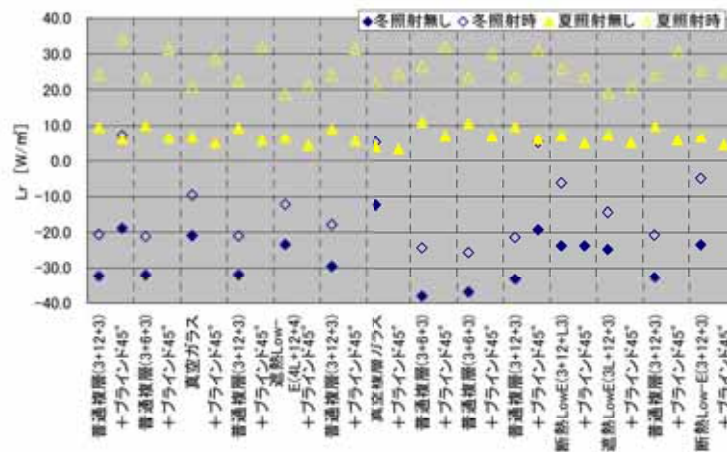


図 3.4-152 内付けブラインド(スラット角45°) 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

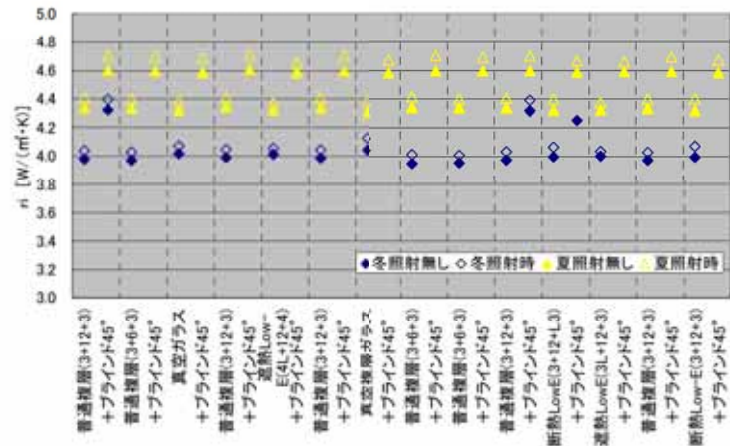


図 3.4-153 内付けブラインド(スラット角45°) 室内側放射熱伝達率 r_i

5) 内付けロールスクリーン

アルミ熱遮断嵌め殺し窓に内付けロールスクリーンを取り付けた実験を行った。ロールスクリーンは電動型ベシックタイプ(クリーム色)を図 3.4-154に示すよう 6タイプ異なる設置条件を設定した。枠内取付けのa,bと窓まで距離はそれぞれ 110mm, 150mm、枠外取付けのc,dとはそれぞれ 190mm, 230mmである。またc,dでは窓開口より 100mm程度大きく覆い隠す形となる。

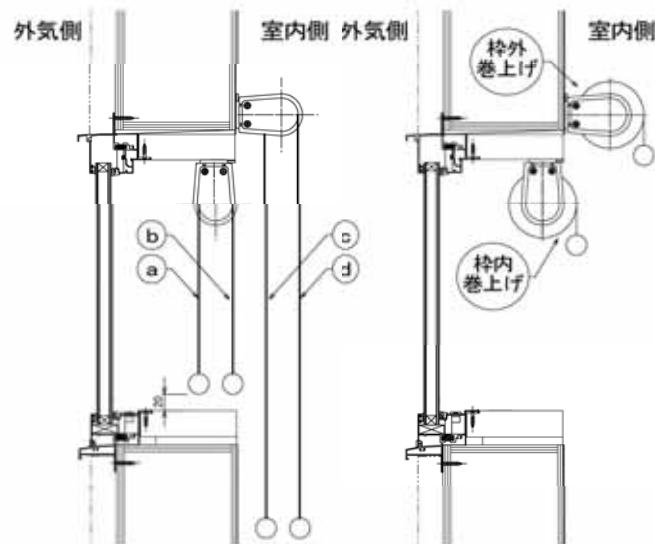
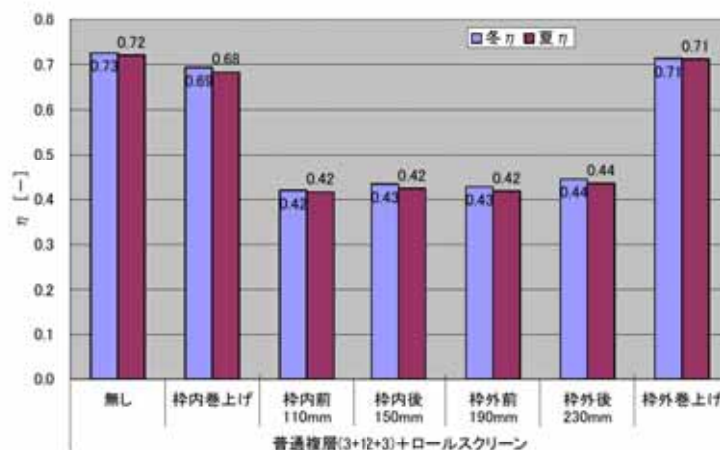


図 3.4-154 ロールスクリーン設置状況

結果を図 3.4-155から図 3.4-161に示す。

η 値を見ると、スクリーンのない場合と枠外巻き上げはほとんど同じで、枠内巻き上げで少し小さくなっている。これは巻き取り部分の影響と考えられる。ロールスクリーンは取付け位置によらずほとんど同じであった。

変化の様子は η/η_0 に現れている。

図 3.4-155 内付けロールスクリーン 日射熱取得率 η

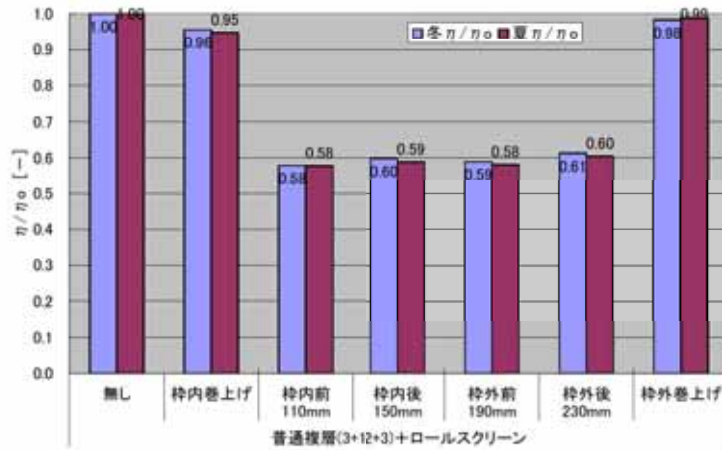
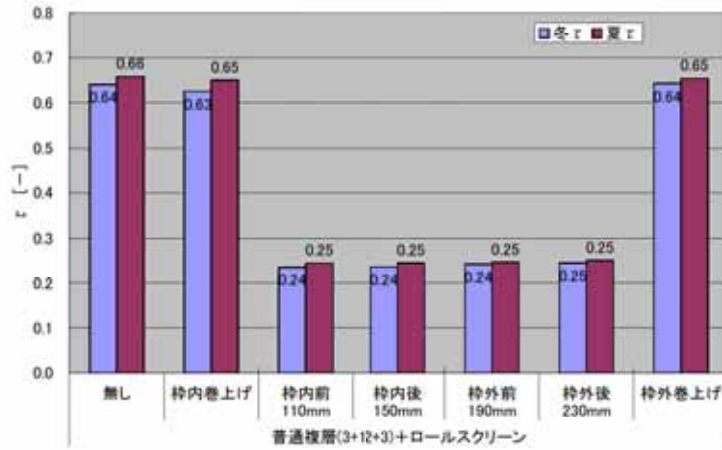
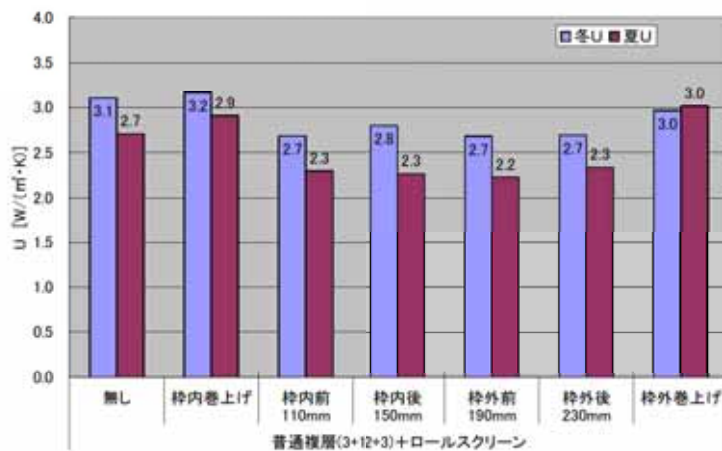
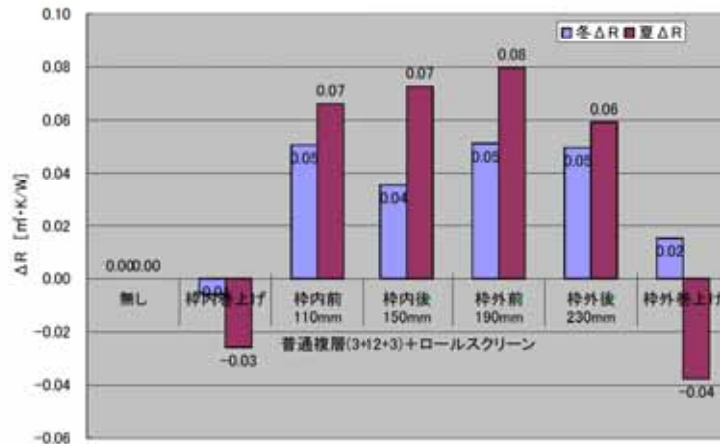
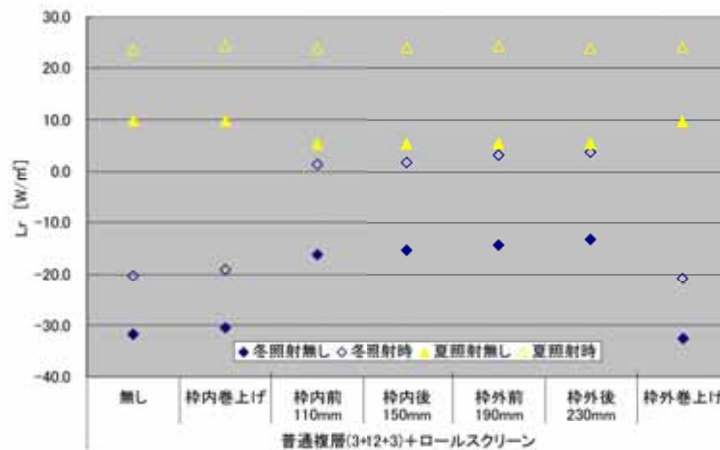
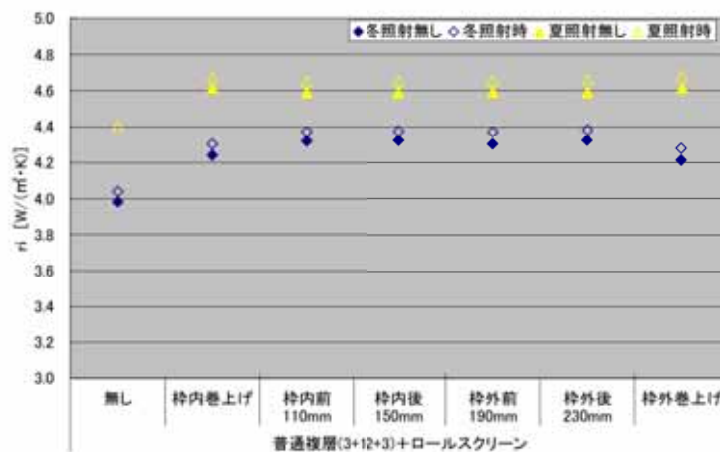
図 3.4-156 内付けロールスクリーン 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-157 内付けロールスクリーン 見かけの透過率 τ 

図 3.4-158 内付けロールスクリーン 熱貫流率 U

図 3.4-159 内付けロールスクリーン 付加熱抵抗 ΔR 図 3.4-160 内付けロールスクリーン 開口部から室内に向かう放射伝熱量 L_r 図 3.4-161 内付けロールスクリーン 室内側放射熱伝達率 r_i

6) 二重窓

二重窓の中間空気層部分に、ハニカムスクリーンを取り付けたときの実験を行った。内窓の仕様も変えて実験している。

納まり図を図 3.4-162に示す。

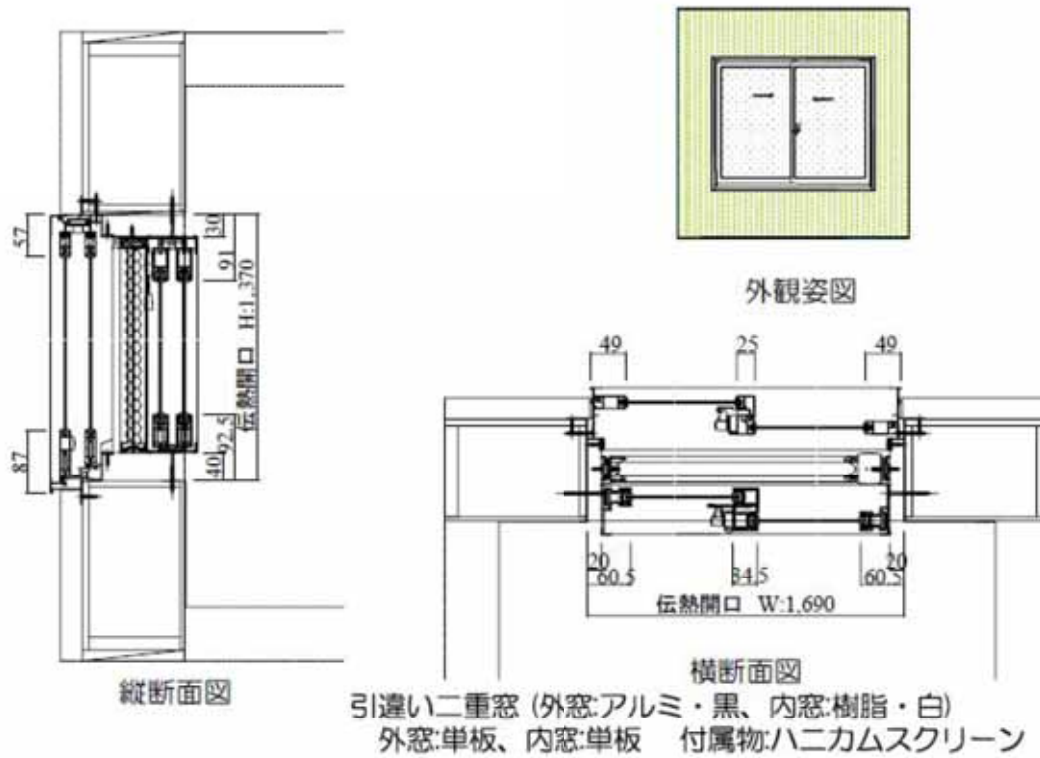


図 3.4-162 二重窓試験体納まり図

結果を図 3.4-163から図 3.4-173に示す。

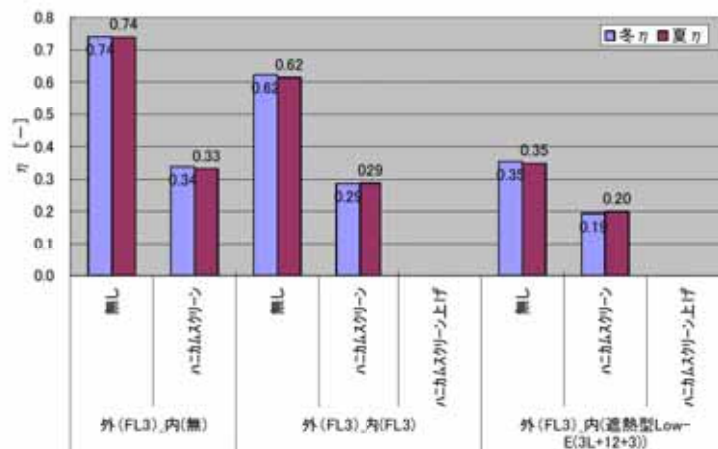


図 3.4-163 二重窓 ハニカムスクリーン 日射熱取得率η

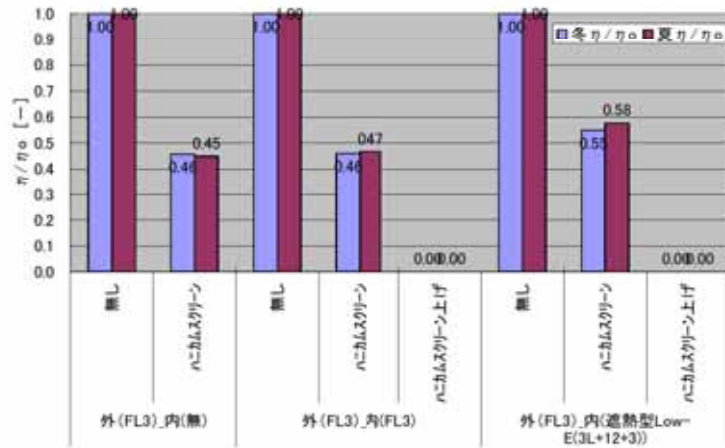
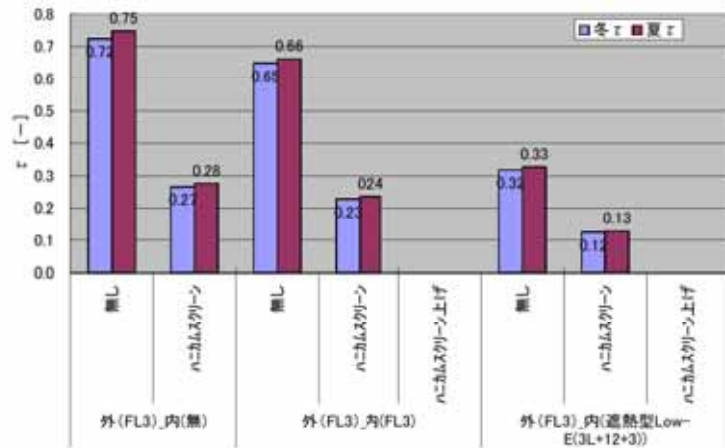
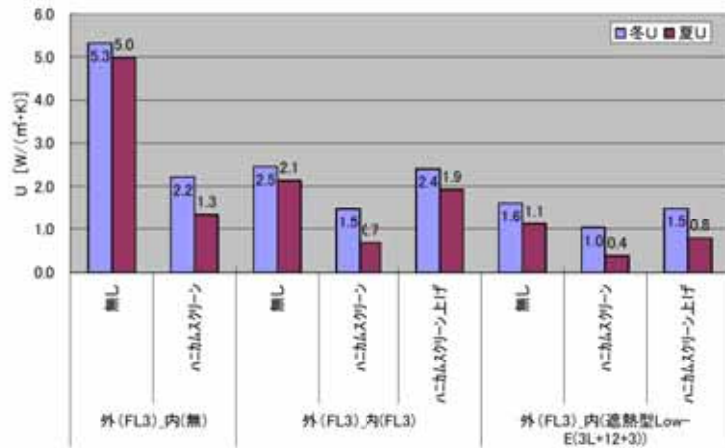
図 3.4-164 二重窓 ハニカムスクリーン 遮蔽係数 η/η_0 図 3.4-165 二重窓 ハニカムスクリーン 見かけの透過率 τ 

図 3.4-166 二重窓 ハニカムスクリーン 熱貫流率U

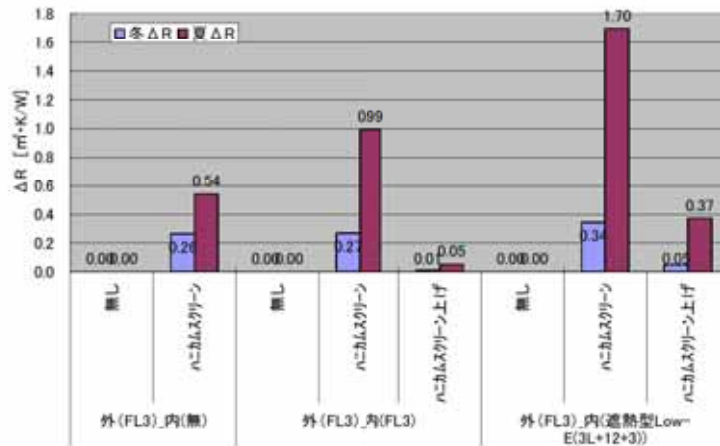


図 3.4-167 二重窓 ハニカムスクリーン 付加熱抵抗 ΔR

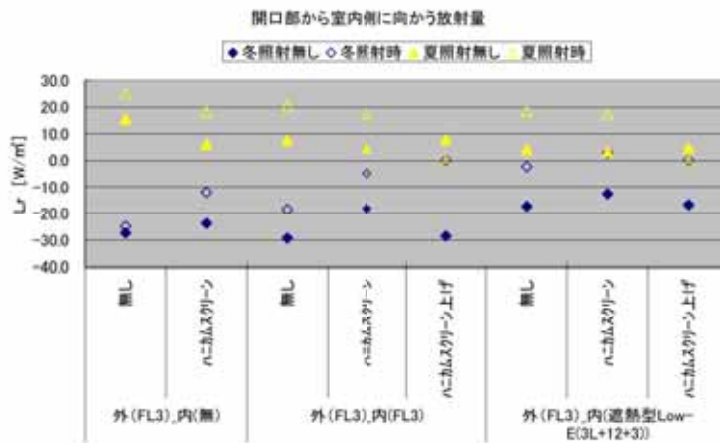


図 3.4-168 二重窓 ハニカムスクリーン 開口部から室内に向かう放射伝熱量Lr

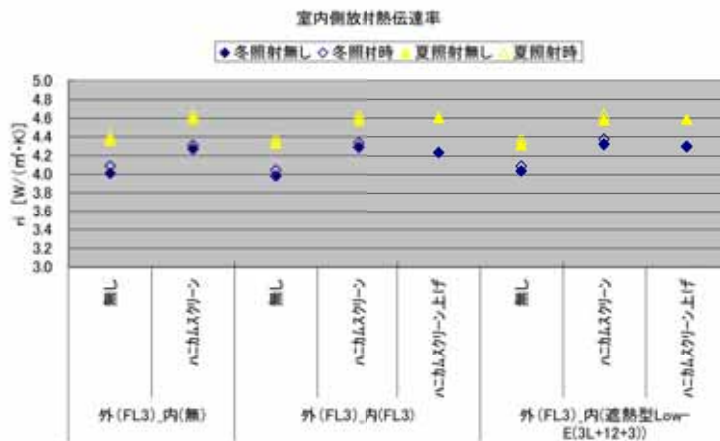


図 3.4-169 二重窓 ハニカムスクリーン 室内側放射熱伝達率ri

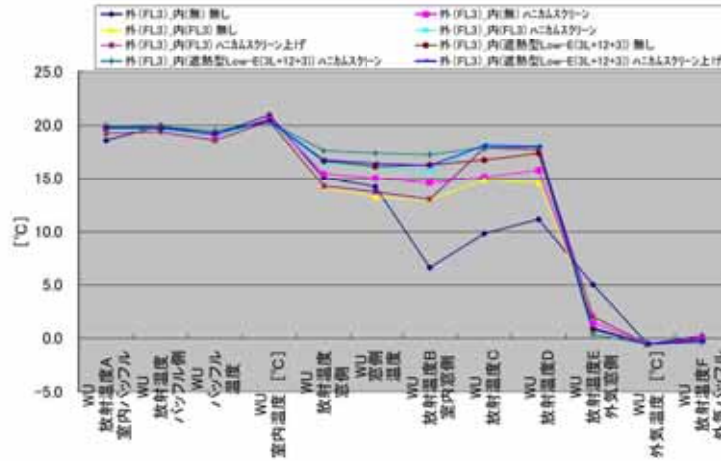


図 3.4-170 二重窓 ハニカムスクリーン 断面温度分布 (冬照射無し)

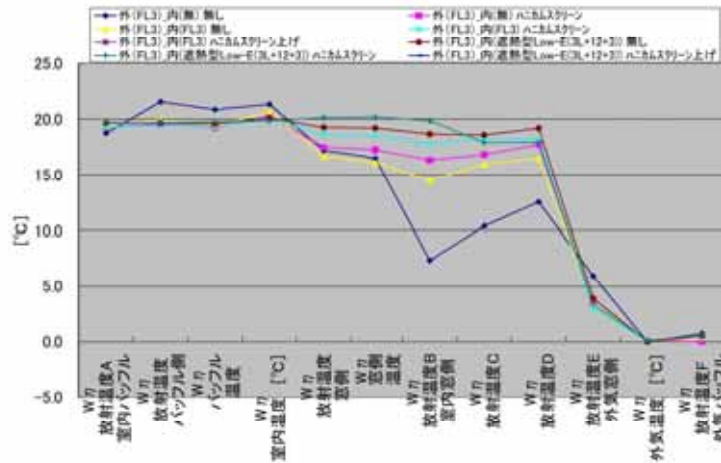


図 3.4-171 二重窓 ハニカムスクリーン 断面温度分布 (冬照射時)

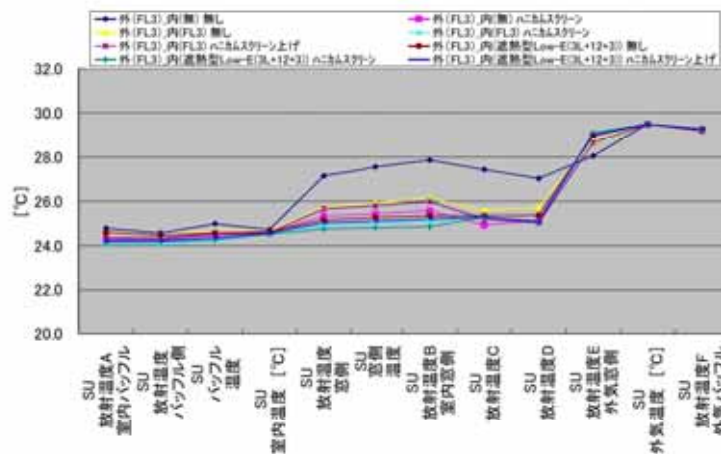


図 3.4-172 二重窓 ハニカムスクリーン 断面温度分布 (夏照射無し)

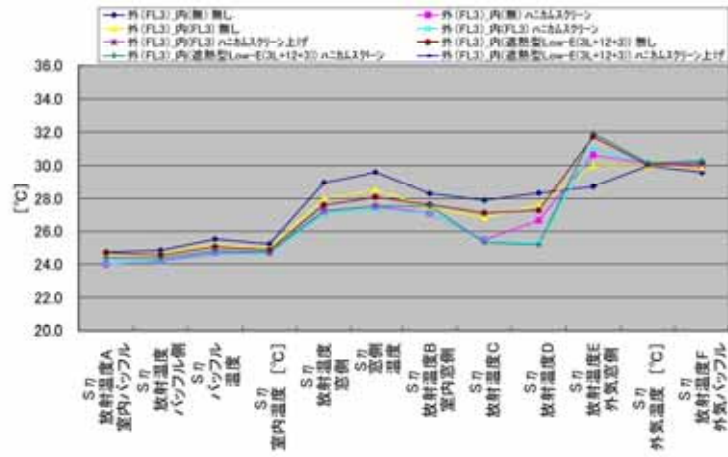


図 3.4-173 二重窓 ハニカムスクリーン 断面温度分布 (夏照射時)

開口部の断熱性能に関する研究

Study on thermal performance of window

正会員 ○清水 則夫 (ベターリビング)

Norio SHIMIZU

Center for Better Living

Thermal resistance of a window is extremely small than that of an outside wall. Accordingly the reinforcement of thermal resistance of window is important for the improvement of indoor thermal environment and saving energy. The thermal resistance of an opening department on a building was improved by installing a part in a window. This part used in the night which dose not need to consider the lighting are effective. The improvement of the thermal resistance by this part is dependent on the thermal insulation and the air tightness. This study was conducted this matter.

1. はじめに

窓の断熱性能は、外壁と比較すると極端に悪いので住宅の断熱化を図る上で窓廻りの断熱性能を強化し、壁の断熱性能に近づけることが重要である。

住宅では夜間帰宅してから暖房機器を使用することが多いため、住宅の断熱化、省エネルギー化を図るためには、採光を考慮しなくてよい夜間に使用するカーテンや雨戸等の断熱性能を良くすると開口部廻りの断熱性能が向上する。省エネルギー基準の解説では、夜間に使用する付属物を取付けた開口部に対して、熱損失係数の計算で使用する開口部の熱貫流率を次式で補正することを認めている。¹⁾

$$K = 0.4K_d + 0.6K_n$$

K_d : 付属物を除いた場合の開口部の熱貫流率
[$W/(m^2 \cdot K)$]

K_n : K_d に付属物の熱抵抗の効果を加味して補正した熱貫流率 [$W/(m^2 \cdot K)$]

であり、 K_n は

$$K_n = 1 / (K_d^{-1} + \Delta R)$$

で与えられる。 ΔR [$m^2 \cdot K/W$] は、付属物を取付けることによる開口部の熱貫流抵抗の増分を示す。 ΔR は、使用する付属物の断熱性だけでなく、その気密性能によっても大きく変わる。そこで、付属物の断熱性能と気

表2 付属物の断熱性能

| | | 熱貫流率 | 熱貫流抵抗 | 平均温度10℃の熱抵抗 |
|-----|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | $W/(m^2 \cdot K)$ | $(m^2 \cdot K)/W$ | $(m^2 \cdot K)/W$ |
| サッシ | (通常、複層) | 3.46 | 0.289 | |
| | (目張り、複層) | 3.33 | 0.300 | |
| | (目張り、Low-E) | 2.74 | 0.365 | |
| | 合板 | 5.31 | 0.188 | |
| | 合板+プラスチックダンボール | 3.81 | 0.262 | 0.109 |
| | 透光断熱材 | 2.90 | 0.344 | 0.200 |
| | 合板+断熱材10mm厚 | 2.38 | 0.420 | 0.309 |
| | 合板+断熱材15mm厚 | 1.88 | 0.531 | 0.479 |
| | 合板+断熱材25mm厚 | 1.48 | 0.677 | 0.732 |
| | 合板+真空断熱材 | 1.08 | 0.929 | |

表1 実験条件

| サッシの仕様、材料:アルミ+PVC樹脂複合、大きさ:1713、 ガラス:3+A12+3mm厚複層と同仕様でLow-Eガラス仕様の2種類 開閉形式:引き違いサッシ | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|--------|-------|------|------|
| 室内側付属物 | | 室外側付属物の種類 | | | | |
| 種類 | 取付け状態 | 無 | 外付ルーバー | シャッター | 鉄板雨戸 | 断熱雨戸 |
| 無 | | ○ | ◎ | ○ | ◎ | ◎▲ |
| カーテン | | ◎ | | | | |
| ブラインド | | ◎ | | | | |
| 和障子 | | | | ◎ | ○ | ○ |
| 合板 | 障子 | ◎▲ | | | | △▲ |
| | 内戸 | ◎ | | | | |
| 合板+プラスチックダンボール | 障子 | ○ | | | | ○ |
| | 内戸 | ○ | | | | |
| 透光断熱材障子 | 障子 | ◎▲ | | | | ◎▲ |
| 合板+ | 障子 | ○ | | | | |
| 断熱材10mm厚 | 内戸 | | | | | |
| 合板+ | 障子 | ◎▲ | | | | ◎▲ |
| 断熱材15mm厚 | 内戸 | ◎ | | | | |
| 合板+ | 障子 | ◎▲ | | | | ◎▲ |
| 断熱材25mm厚 | 内戸 | ◎ | | | | |
| 合板+ | 障子 | ○ | | | | |
| 真空断熱材15mm厚 | 内戸 | ○ | | | | |

備考
3+A12+3mm厚複層ガラスでの測定
内外の付属物のどちらか一方を取付けての測定
○: 通常状態とテープによる目張りでの完全気密状態にして測定を実施
◎: 通常状態とテープによる目張りでの気密状態を測定を実施
内外の両方の付属物を取付けての測定
○: 内外の付属物とも通常状態で測定を実施
◎: 内外の付属物を通常状態と完全気密状態(テープで目張り)の組合せで測定を実施
△: 内外の付属物を完全気密状態(テープで目張り)の組合せで測定を実施
3+A12+3mm厚Low-E複層ガラスでの測定
▲: 内外の付属物を完全気密状態(テープで目張り)の組合せで測定を実施
・カーテンは、上部にカーテンボックスがある場合と無い場合で、各々右地カーテンの1重状態と、左地とレースカーテンの2重状態で測定を実施。
・ブラインドは、(室内側/サッシ側)、(室内側\サッシ側)、(室内側-サッシ側)の状態に開めた3条件で測定を実施。
・外付ルーバーは、角度を垂直と水平とその間の2条件の合計4条件で測定を実施
・断熱材10mm厚は発泡スチロール、断熱材15mm厚はスタイロフォーム
・透光断熱材の厚みは6mm、合板の厚みは4mm
・室内側付属物取付け状態

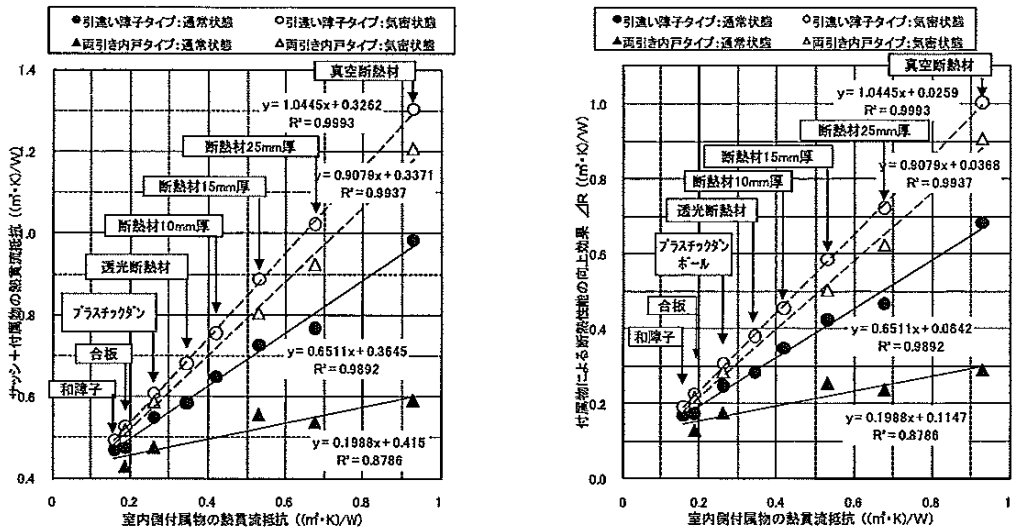


図1 室内側付属物の熱貫流抵抗と開口部周りの断熱性能の向上効果

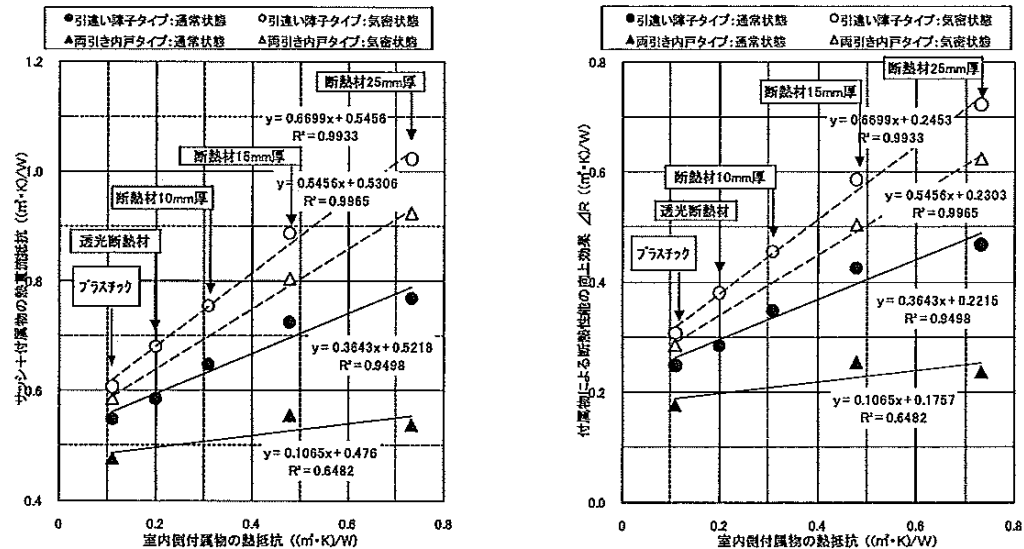


図2 室内側付属物の主構成材の熱抵抗と開口部周りの断熱性能の向上効果

密性能が、開口部の断熱性能向上に与える影響について実験を行ったので、本報ではその結果を報告する。

2. 実験方法

実験は、3+A12+3mm 厚複層ガラスを使用したアルミと塩化ビニル樹脂複合引違いサッシを使用し、最初にサッシの熱貫流率Kdを測定し、次に付属物を取付けた状態の熱貫流率Knを測定し、 $\Delta R = 1/K_n - 1/K_d$ を求めた。実験期間中引違い形式のサッシを常に同一状態にセットし、サッシの熱貫流率を一定に維持することが難しかったため、実験は、引違い障子の四周と召合せ部分を目張りして行った。参考に通常状態でのサッシの熱貫流率も測定した。また、 ΔR がサッシの性能に依存しないかを確認するため、Low-E 複層ガラスを使用して測定を行い測定結果を比較することにした。

表3 室内側付属物の気密性能

| 障子タイプ | 隙間面積 αA | 内戸タイプ | 隙間面積 αA |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 和障子 | 63.1 | | |
| 透光断熱障子 | 48.9 | | |
| 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 38.4 | 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 135.8 |
| 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 45.5 | 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 117.5 |
| 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 46.5 | 合板+ $\alpha 1$ 障子 | 138.7 |

隙間面積 αA : 総相当隙間面積 (cm²)、通常状態
 $\alpha 1$: 無、プラスチックダンボール、断熱材10mm厚、真空断熱材
 $\alpha 2$: 断熱材15mm厚、 $\alpha 3$: 断熱材25mm厚

付属物を取付けた状態の断熱性能は、サッシ単体の場合よりもよくなり内外とも表面温度が変わるため表面熱伝達抵抗も変化する。JIS A 4710-2004「建具の断熱性能試験方法」では、表面熱伝達抵抗を一定としているため、熱伝達抵抗の変化分を含んだ評価ができない。そこで、今回の測定は、この表面熱伝達抵抗の変化も含めて建具

表4 カーテン・ブラインド・和障子を使用した時の開口部廻りの断熱性能の向上効果

| | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-------|-------------|
| | | 布地カーテン | | 布地+レースカーテン | | |
| カーテン | ボックス:無 | 0.326 | 0.026 | 0.323 | 0.023 | |
| | ボックス:有 | 0.330 | 0.030 | 0.333 | 0.033 | |
| ブラインドの状態 | | 室内/サッシ | 室内\サッシ | 室内-サッシ | | |
| ブラインド | | 0.312 | 0.011 | 0.331 | 0.031 | 0.336 0.036 |
| 障子の状態 | | 障子2枚左側 | 障子2枚右側 | 障子を開けた状態での測定 | | |
| 参考:和障子 | | 0.343 | 0.043 | 0.339 | 0.038 | |
| | | R | ΔR | R | ΔR | R ΔR |
| R:サッシと組み合わせた状態での熱貫流抵抗 | | | | | | |
| ΔR:カーテン・ブラインドを取り付けることによる熱貫流抵抗の増分 | | | | | | |
| RとΔRの単位:(m ² ·K)/W | | | | | | |

の断熱性能を求める優良住宅部品の断熱性能試験法 (BLT WDW-01) を使用した。

付属物の気密性能は、付属物を取付けて断熱性能を測定した後、サッシの障子を取り外して、JIS A 2201「送風機による住宅等の気密性能試験方法」に示されている圧力補償法で測定して求めた隙間面積で示した。一部の付属物については、気密性能が断熱性能の向上効果に与える影響をみるため、目張り状態を変え気密性能を変化させて実験を行った。

測定に使用したサッシ、付属物の仕様、測定条件を表1に示す。

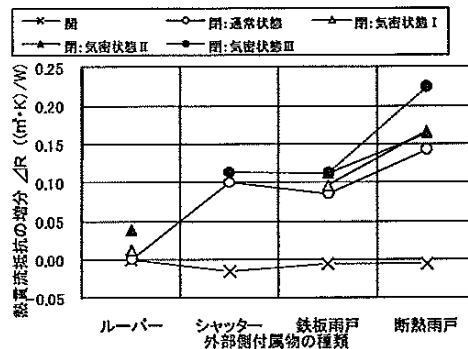
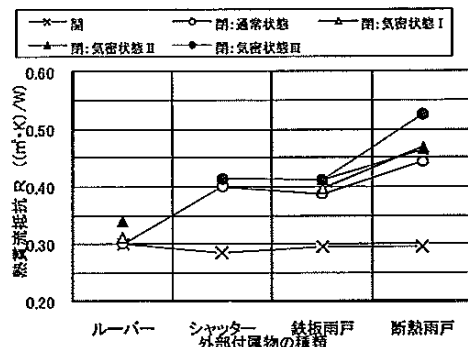
室内側の付属物は、現在使用されているものだけではなく、その断熱性能と気密性能を良くすることによって、外壁の断熱性能に近づけることが出来るかを確認するため、かなり断熱性能の良いものも加えた。また、室内側の付属物の取付け位置によるΔRの違いを確認するため障子タイプと内戸タイプで実験を行った (表1)。

表2にサッシと付属物単体の熱貫流率・熱貫流抵抗と平均温度10℃の熱抵抗を示す。熱抵抗は、JIS A 1412-2「熱絶縁材の熱伝導率および熱抵抗の測定方法」5.3.平板熱流計法 (熱流計2枚方式) で測定した。

3. 測定結果

室内側付属物の熱貫流抵抗と付属物を取付けた状態での開口部廻りの熱貫流抵抗・付属物を取付けることによる断熱性能の向上効果の関係を図1に、室内側付属物の気密性能を表3に示す。図中の気密状態とは、付属物の障子の四周と召合せ部や突付け部をテープで目張りした隙間のない状態を示す。

気密状態と通常状態を比較すると障子タイプも内戸タイプも隙間がある通常状態の断熱性能が低下している。低下の度合いは、隙間面積αAが110cm²以上ある内戸タイプが大きく、この程度の隙間があると付属物の断熱性能を良くしても大きな断熱性能の向上効果が得られないことが示された。気密状態の障子と内戸タイプを比較す



| 付属物の状態 | 外付ルーバー | 鋼製シャッター | 鉄板雨戸 | 断熱雨戸 |
|---------|---------|------------|-----------------------------|--------------|
| 通常状態 | 水平 | 通常状態 65 | 通常状態 112 | 通常状態 85 |
| 気密状態I | 水平に近い角度 | | 上下目張り 86 | 上下目張り 65 |
| 気密状態II | 垂直に近い角度 | | 四周日張り 4 | 戸袋側目張り 30 |
| 気密状態III | 垂直に近い角度 | 四周日張り | 四周と突合せ部目張り 完全に気密状態と想定される | |

下段の数値は測定結果から想定される接合部隙間面積αA (cm²)

図3 室外側付属物による開口部廻りの断熱性能の向上効果

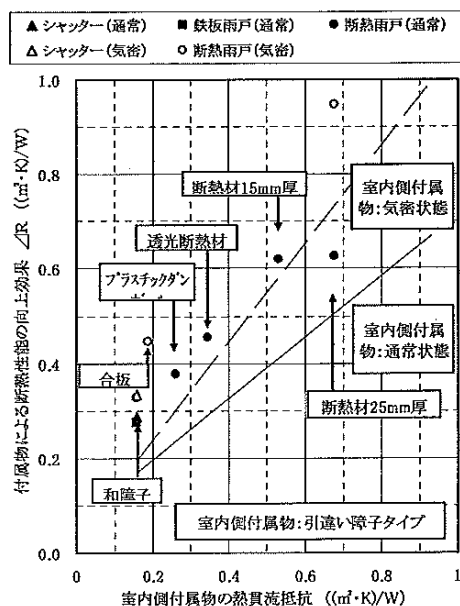


図4 室内側付属物を組み合わせた状態での開口部廻りの断熱性能の向上効果

ると障子タイプの向上効果が大きい。内戸タイプは、サッシと付属物の障子の間が 100mm 以上と障子タイプよりもかなり大きいため空気層内で対流が生じ、断熱性能の向上効果が低下したものと考えられる。通常状態が気密状態より相関係数が悪いのは、試験体によって隙間面積が異なるためである。また、同じ障子でも、木製であるため、温湿度の影響でそり・ねじれなどが生じ隙間面積が変化した可能性がある。

図1は、実測や詳細な計算により求めなければならない付属物の熱貫抵抗を横軸にしており付属物の設計を行うには使用しづらいと考え、図1の横軸を熱貫流抵抗から付属物の障子に使用する主構成材の熱抵抗（熱伝導率から計算）に変えたものを図2に示した。

カーテン・ブラインドと和障子の断熱性能の向上効果を表4に示す。ブラインドの使用状態、昼間の和障子の開放状態によっても断熱性能が異なることが示された。

外側付属物による断熱性能の向上効果を図3に示す。室外側に付属物を取付けることにより冷却部が大きくなるため付属物を開けた状態では、付属物がない場合より断熱性能が若干低下するが、閉めた状態では断熱性能が向上し、室内側付属物と同様に気密性能が高いほど、その効果が大きく示された。また、日射よけや外部から室内への目隠しのために使用するルーバーでも、熱伝達抵抗が大きくなるため、わずかではあるが断熱性能の向上効果が示された。

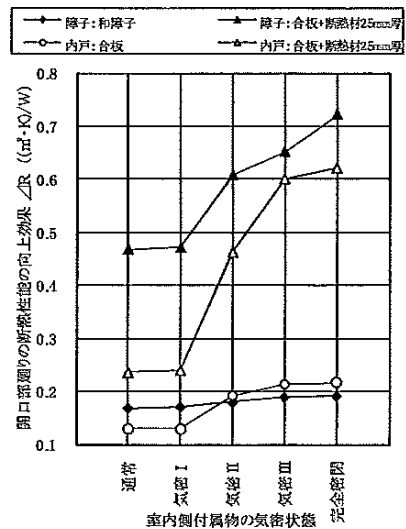
室内外に付属物を取付けたときの断熱性能の向上効果を図4に示す。室内外の両方に付属物を取付けることにより断熱性能の向上効果が大きくなることわかる。室内側に断熱材 25mm 厚の障子、室外側に断熱雨戸を取付けても、両方の気密性能が悪いと大きな断熱性能向上効果は得られない。付属物の熱抵抗が大きな物を使用するほど気密性能が重要であることが示された。

室内側付属物の気密性能と断熱性能の向上効果の関係を図5に示す。障子タイプは召合せ部、内戸タイプは左右の隙間が大きく断熱性能の向上効果に影響している。この部分の気密性能を良くする工夫が断熱性能の向上には重要である。

一般複層ガラスのサッシと Low-E 複層ガラスのサッシを使用した測定から得られた付属物による断熱性能の増分 ΔR の比較を図6に示す。両者で得られた ΔR はほぼ等しく、実験の際に使用したサッシ以外で前述の熱損失係数の計算で使用使用する熱貫流率の補正を行う際に、実験で得られた ΔR を使用しても問題ないことを示したものと見える。

4. まとめ

断熱性能の良い材料を使用して付属物を製作しても、その気密性能が悪いと大きな断熱性能の向上効果が得られないことが示された。今回使用したサッシ (3.33W



| | 通常 | 気密Ⅰ | 気密Ⅱ | 気密Ⅲ |
|---------------|-------|--------|-------|--------|
| 閉鎖箇所 | | 上下 | 召合せ | 左右と召合せ |
| 開放箇所 | | 左右と召合せ | 四周 | 上下 |
| 和障子 | 63.1 | 61.4 | 26.6 | 1.7 |
| 障子:合板+断熱材25mm | 46.5 | 45.3 | 27.0 | 0.2 |
| 閉鎖箇所 | | 上下 | 左右 | 左右と中央 |
| 開放箇所 | | 左右と中央 | 上下と中央 | 上下 |
| 内戸タイプ:合板 | 135.8 | 133.8 | 35.0 | 2.0 |
| 内戸:合板+断熱材25mm | 123.5 | 121.1 | 8.4 | 2.4 |

図5 室内側付属物の気密性能と断熱性能向上効果

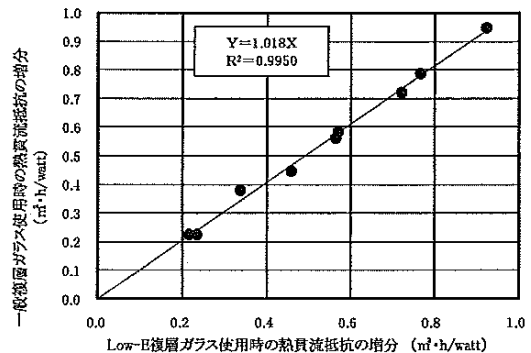


図6 一般複層とLow-E複層ガラス使用時の断熱性能増分の比較

/($m^2 \cdot K$) に市販されている断熱雨戸と透光断熱障子を使用すると熱貫流率が 3.33 から 1.32 ($W / (m^2 \cdot K)$) と半分以下になり前述した熱損失係数の計算で使用する開口部の熱貫流率は、I 地域の開口部の基準に相当する 2.12 ($W / (m^2 \cdot K)$) になった。断熱雨戸と断熱材 25mm の障子を使用して気密性能を高めると熱貫流率は 0.80 ($W / (m^2 \cdot K)$) となり外壁の熱貫流率の基準 0.53 ($W / (m^2 \cdot K)$) に大幅に近づき、熱損失係数を算出するときの熱貫流率が 1.81 ($W / (m^2 \cdot K)$) になる。大きな開口を持つIII地域IV地域の戸建て住宅でこの手法を活用すると大きな省エネルギー効果が得られることが示された。

【文献】1)住宅の省エネルギー基準の解説、次世代省エネルギー基準解説書編集委員会編

住宅用窓の付属物による断熱性能の向上効果について

正会員 ○清水則夫*1

開口部 付属物 断熱性能

1. はじめに

住宅の省エネルギー化と室内環境改善のためには、外壁と比較して極端に断熱性能が劣る開口部の性能を向上させる必要がある。

住宅では夜間帰宅してから家族が暖房機器を使用するケースが多いので、採光を考慮しなくてよい夜間に使用する窓廻りのカーテン・雨戸等の付属物の性能を向上させることが、開口部廻りの断熱性能を向上させることに有効となる。そこで、①住宅に取り付けられたブラインドやガラリを開閉すること、②これらの窓周りの付属物の断熱性能を向上させることにより、住宅の暖房負荷をどの程度低減できるかを実住宅で測定する機会を得たので、本報ではその結果を報告する。

2. 実験住宅

測定は、つくば市に建設された建築面積 92.16 m²、延べ床面積 147.60 m²(1階床面積 68.40 m²、2階床面積 79.20 m²)のアルミを構造材として建設されたオール電化の実験住宅¹⁾で実施した。平面図を図1に示す。

1・2階の屋外室に面した窓と2階コモンスペース南面の窓には 3+A6+3mm 厚複層ガラス入り硬質塩化ビニル樹脂+アルミの複合サッシ(熱貫流率は約 3.365watt/m² K)、その他の小窓には 10mm 厚の亚克力板が使用されており、建物の熱損失係数の概算値は 3.1watt/m² K(換気回数 0.5 回/h)、相当隙間面積の測定結果は 2.6cm²/m²であった。

ポーチの入り口、居間の東面窓、2階コモンスペースの南面窓には外付きのアルミガラリ戸、亚克力の小窓と1・2階の屋外室に面した窓には室内側にブラインドが取り付けられている。付属物の断熱性能を向上させるものとして実験では2種類(付属物 No.1: 合板厚さ 4 mm + プラスチックダンボール厚さ 4 mm、付属物 No.2: 合板厚さ 4 mm)の付属物を使用した。付属物の気密性能も暖房負荷低減に影響するため、付属物 No.2 は天井面と床面をテープで目張りした。付属物は、屋外室に面した1・2階の窓のブラインドと、居間の東面窓、2階コモンスペースの南面窓の外付きのアルミガラリ戸の変わりに窓の室内側に設置した。

3. 測定方法

住宅内のエアコン4台を全日暖房運転し、エアコンの消費電力、全室の平均室温、外気温の測定結果から住宅の室温を単位時間、単位面積当たり 1℃ 上昇させるのに必要なエアコンの消費電力と q (W/m² K: 以下、実質熱損失係数相当値という) と対象時間の積算日射量 I (Wh/m²) を求めた。全室の平均室温は各室中央床上 1.2m の室温の算術平均とした。

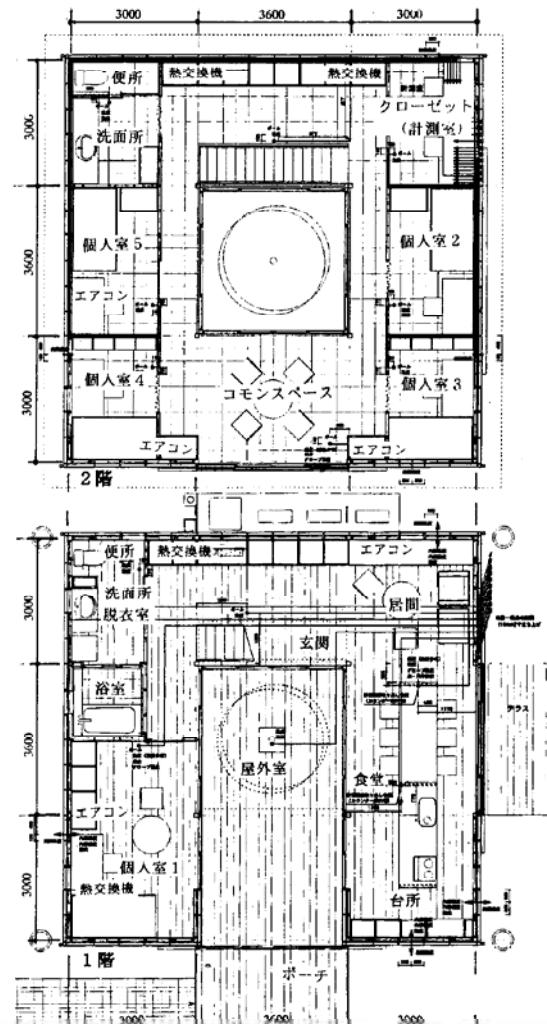


図1 平面図

4. 測定結果

開口部廻りの付属物による暖房負荷低減効果を図2、表1に示す。夜間における実質熱損失係数相当値 q ($W/m^2 \cdot K$)の平均がブラインド・アルミガラリ戸全開時 1.48、ブラインド・アルミ戸全閉時 1.34、付属物 No.1 のとき 1.20、付属物 No.2 のとき 1.06と減少している。減少率は、ブラインド・アルミガラリ全開時と比較して全閉時 9.4%、付属物 No.1 使用時 18.8%、付属物 No.2 使用時 28.5%、ブラインド・アルミガラリ全閉時と比較して付属物 No.1 使用時 10.4%、付属物 No.2 使用時 21.0%で、付属物の性能を向上させることにより大きな省エネルギー効果が得られることが示された。付属物 No.1 は No.2 よりプラスチックダンボール ($\lambda : 0.053 (W/(m \cdot K))$) の分だけ断熱性能が良いが、実質熱損失係数相当値は付属物 No.2 のほうが小さく示された。これは、天井面・床面と付属物をテープで目張りし気密性を高めたためである。

ブラインドガラリ使用時は昼間でも日射量の少ない曇天時は同様の傾向が示された。実験住宅は、日射熱取得の効果が少ないためか晴天時も同様の傾向が示された。しかし、日射熱の取得が多い昼間は夜間より昼間の実質熱損失相当値は大幅に減少した。

付属物 No.1、No.2 は、日射熱の取得が見込めないため、昼夜とも実質熱損失係数相当値はほとんど変わらなかった。昼間は、日射熱の取得を大きく疎外しない程度に表面熱伝達抵抗を高める付属物、夜間は完全に密閉状態に近い状態にする付属物が有効といえる。

5. まとめ

窓廻りに使用するブラインド等を断熱性能の高い付属物に変えることにより、夜間の暖房負荷を減少できること、付属物による窓廻りの暖房負荷低減のためには、その気密性能が重要な要素となることが確認された。今後は、窓廻りの断熱性能を高める付属物を検討するため実験室でその仕様を検討し効果的な付属物を提案したい。

文献1) 清水他：アルミ住宅の室内環境に関する実測調査、その1 建物の概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、2000年9月

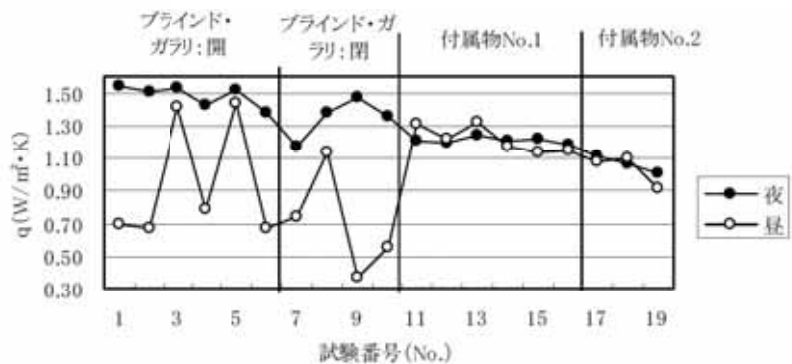


図2 開口部廻りの付属物による暖房負荷低減効果

表1 開口部廻りの付属物による暖房負荷低減効果

| No. | 条件 | 日時 | 夜:21:00~翌日3:00(6時間) | | | | 昼:10:00~15:00(5時間) | | | | I(Wh/m²) | | |
|-----|-------------|----------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|----------|---------------------|----------|
| | | | Q(kWh) | θ_i (°C) | θ_o (°C) | $\Delta\theta$ (°C) | q(W/m²K) | Q(kWh) | θ_i (°C) | θ_o (°C) | | $\Delta\theta$ (°C) | q(W/m²K) |
| 1 | ブラインド・ガラリ:開 | H13.3.27 | 19.77 | 22.5 | 8.0 | 14.5 | 1.54 | 3.58 | 23.5 | 16.5 | 7.0 | 0.69 | 3891 |
| 2 | | H13.3.28 | 18.87 | 22.6 | 8.5 | 14.1 | 1.51 | 5.89 | 23.3 | 11.5 | 11.8 | 0.67 | 2399 |
| 3 | | H13.3.29 | 25.33 | 21.4 | 2.7 | 18.7 | 1.53 | 18.33 | 21.9 | 4.4 | 17.5 | 1.42 | 249 |
| 4 | | H13.3.30 | 23.09 | 22.0 | 3.6 | 18.4 | 1.42 | 6.98 | 23.1 | 11.1 | 12.0 | 0.79 | 3341 |
| 5 | | H13.3.31 | 28.63 | 21.0 | -0.2 | 21.3 | 1.52 | 21.13 | 22.0 | 2.1 | 19.9 | 1.44 | 423 |
| 6 | | H13.4.1 | 21.06 | 21.8 | 4.5 | 17.3 | 1.38 | 5.84 | 23.2 | 11.4 | 11.8 | 0.67 | 4090 |
| 7 | ブラインド・ガラリ:閉 | H13.3.25 | 10.96 | 23.0 | 12.4 | 10.6 | 1.17 | 4.33 | 23.3 | 15.4 | 7.9 | 0.75 | 1086 |
| 8 | | H13.3.26 | 20.67 | 22.2 | 5.3 | 16.9 | 1.38 | 7.78 | 23.1 | 13.8 | 9.3 | 1.14 | 1201 |
| 9 | | H13.4.2 | 16.64 | 22.9 | 10.2 | 12.7 | 1.48 | 1.12 | 24.0 | 19.9 | 4.1 | 0.37 | 3037 |
| 10 | | H13.4.3 | 21.48 | 22.9 | 5.0 | 17.9 | 1.35 | 4.46 | 23.4 | 12.5 | 10.9 | 0.55 | 3539 |
| 11 | 付属物 No.1 | H15.3.20 | 21.25 | 23.1 | 3.1 | 20.0 | 1.20 | 12.95 | 23.9 | 10.5 | 13.4 | 1.31 | 3295 |
| 12 | | H15.3.21 | 20.83 | 22.4 | 2.6 | 19.8 | 1.19 | 12.41 | 23.4 | 9.6 | 13.8 | 1.22 | 4023 |
| 13 | | H15.3.22 | 18.97 | 21.9 | 4.7 | 17.3 | 1.24 | 14.62 | 22.8 | 7.9 | 15.0 | 1.32 | 1199 |
| 14 | | H15.3.23 | 15.02 | 23.0 | 8.8 | 14.1 | 1.20 | 8.07 | 23.2 | 13.9 | 9.3 | 1.17 | 3401 |
| 15 | | H15.3.24 | 11.23 | 22.7 | 12.2 | 10.4 | 1.22 | 5.78 | 23.4 | 16.5 | 6.9 | 1.14 | 3614 |
| 15 | H15.3.25 | 15.23 | 22.9 | 8.4 | 14.6 | 1.18 | 10.66 | 22.8 | 10.2 | 12.5 | 1.15 | 426 | |
| 17 | 付属物 No.2 | H15.3.29 | 20.15 | 23.1 | 2.7 | 20.4 | 1.12 | 9.38 | 24.1 | 12.3 | 11.8 | 1.08 | 3649 |
| 18 | | H15.3.30 | 16.58 | 23.8 | 6.2 | 17.6 | 1.06 | 4.48 | 24.4 | 18.8 | 5.5 | 1.10 | 3807 |
| 19 | | H15.3.31 | 11.76 | 23.5 | 10.3 | 13.2 | 1.00 | 6.23 | 23.6 | 14.3 | 9.2 | 0.91 | 3869 |

付属物 No.1: 合板4.0mm厚+プラスチックダンボール厚4.0mm
 付属物 No.2: 合板4.0mm厚天井・床面等テープで目張り
 Q: エアコン消費電力、 θ_i : 平均室温(°C)、 θ_o : 平均外気温(°C)、 $\Delta\theta$: 温度差(°C)、
 $q = Q / \Delta\theta / A \times 1000 / \text{時間}$ 、A: 住宅の延べ床面積(m²)、
 I: 対象時間積算水平面日射量

*1 ベターリビング つくば建築試験研究センター 博(工)、Center for Better Living, Tukuba Building Research and Test Laboratory, Dr. eng.

内付けブラインドの断熱性能及び日射遮へい性能に関する研究
(その1) 断熱性試験

開口部 ブラインド 熱貫流抵抗
日射遮へい係数

正会員 ○田坂太一*¹ 同 藤本哲夫*¹
同 萩原伸治*² 同 佐久間英二*³
同 遠藤 晃*³

1.はじめに

建物外皮のうち窓などの開口部は、もともと眺望や採光を得るための部位であり、比較的熱伝導率が大きく光の透過性の高い材料がその大部分を占める。このため、窓は他の部位に比べ断熱性能や日射遮へい性能などの熱性能が劣るが、近年、建物の熱負荷低減などを目的として窓の高断熱化、高遮熱化が求められており、サッシや板ガラス類には熱性能を向上させるための様々な工夫が施されている。一方、通常窓の内外には様々な種類、色柄のブラインドやカーテンなどの付加物が取り付けられ、これにより開口部の熱性能は変化する。このため、開口部の熱性能を検討する場合、これら窓の付加物の熱性能を考慮する必要があるが、多種多様な窓の付加物について熱性能を体系的に測定した例はさほど多くない。また、建物の熱負荷計算などを行う上でも、窓の付加物の熱性能を明らかにする事は非常に重要である。

そこで本報その1〜その3では、窓の付加物として代表的な各種ブラインドについて断熱性能及び日射遮へい性能を測定し、さらに日射遮へい性能の簡易推定法について検討した。本報その1では、断熱性試験結果について報告する。

2.試験体

ブラインドには、窓の室外側に取り付けられるタイプ(外付け)と室内側に取り付けられるタイプ(内付け)がある。通常、外付けのほうが開口部の日射遮へい性能は高まるが、現在我が国で使用されているブラインドの多くは内付けのため、試験体は内付けブラインドとした。断熱性能を測定したブラインドの概要を表1に示す。

3.試験方法

一般に、窓などの開口部の断熱性能はJIS A 4710¹⁾で測定されるが、ブラインドのようにすき間が多く気密性の乏しい部材は、それ単体で断熱性能を測定する事が難しい。このため本検討では、まずJIS A 4710に準じ窓単体の断熱性能を測定し、その後窓の室内側にブラインドを取り付け、窓+ブラインドの断熱性能を測定した。この2つの測定結果から(1)式によりブラインドを取り付けた事による断熱効果を求めた。試験条件を表2に示す。

なお、本検討では、窓の代わりにアクリル板²⁾を使用した。

表1 試験体概要

| 番号 | ブラインドの種類 | スラット又はスクリーンの材質 | 備考 |
|-------|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|
| No.1 | 横型ブラインド | アルミニウム合金 | スラット幅 25mm |
| No.2 | | アルミニウム合金 | スラット幅 25mm 高遮光タイプ ³⁾ |
| No.3 | | アルミニウム合金 | スラット幅 50mm |
| No.4 | | アルミニウム合金 | スラット幅 50mm 高気密タイプ ⁴⁾ |
| No.5 | | ポリカーボネート | スラット幅 25mm |
| No.6 | | ポリカーボネート | スラット幅 50mm |
| No.7 | | 天然木 | スラット幅 50mm |
| No.8 | 縦型ブラインド | GF+PVC | スラット幅 100mm |
| No.9 | ロールスクリーン | ポリエステル繊維 | — |
| No.10 | | GF+PVC | — |
| No.11 | ブリーツスクリーン | ポリエステル繊維 | — |
| No.12 | ローマンシェード | ポリエステル繊維 | — |
| No.13 | ファスナーガイド式 ロールスクリーン ⁵⁾ | GF+PVC | 平織り生地 |
| No.14 | | GF+PVC | 綾織り生地 |
| No.15 | | GF+PVC | 暗幕生地 |

表2 試験条件

| 項目 | 設定条件 |
|---------------------|--------------------------------|
| 熱箱内空気温度 | 20℃ |
| 室外空気温度 | 0℃ |
| 合計表面熱伝達抵抗 | 0.165±0.01 m ² ·K/W |
| 伝熱開口寸法(窓の面積) | 1,600×1,600 mm |
| 中空層の厚さ(窓とブラインドとの距離) | 100 mm |
| ブラインドの状態 | 全閉 |
| ブラインドの取り付け位置 | 内付け |



図1 断熱性試験装置概要

$$\Delta R = R_{a+b} - R_a \quad (1)$$

ここに、 ΔR : 熱貫流抵抗の増加分 [m²·K/W]

R_{a+b} : アクリル板+ブラインドの熱貫流抵抗 [m²·K/W]

R_a : アクリル板単体の熱貫流抵抗 [m²·K/W]

4. 試験結果

いずれのブラインドも、アクリル板のみの場合に比べ熱貫流抵抗が大きく、ブラインドによる断熱効果が確認された。種類毎に比較すると、No.1～No.8の横型及び縦型ブラインドよりもNo.9～No.15のクロスブラインドのほうが断熱性能は高い。これは、1枚の生地で構成されるクロスブラインドのほうが複数枚のスラットで構成されるブラインドに比べ中空層の密閉性が高くなり、対流熱伝達が抑制されるためであると考えられる。特に、中空層の密閉性が高まるNo.13～No.15のファスナーガイド式ロールスクリーンは他のブラインドに比べ断熱性能が高くなる傾向が見られた。試験結果を表3及び図2に示す。

4.1 横型ブラインドの断熱性能

①スラットの幅

スラットの材質が同一で幅が異なるNo.1とNo.3、No.5とNo.6をそれぞれ比較すると、いずれも熱貫流抵抗の差は $0.02\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 以下と小さく、スラットの幅の違いが断熱性能に与える影響は比較的小さい。

②スラットの材質

スラットの幅が同一で材質が異なるNo.3(アルミニウム合金)、No.6(ポリカーボネート)及びNo.7(天然木)を比較すると、それぞれの熱貫流抵抗の差は $0.01\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 以下と非常に小さく、スラットの材質の違いが断熱性能に与える明確な影響は認められない。

③スラットの密閉性

スラットの幅が同一で密閉性が異なるNo.1とNo.2、No.3とNo.4をそれぞれ比較すると、いずれも密閉性の高いNo.2、No.4のほうがNo.1、No.3よりも熱貫流抵抗が大きくなる結果となった。いずれも熱貫流抵抗の増加分には2倍程度の差が見られ、スラットの密閉性を高める事でNo.9及びNo.10のロールスクリーンと同程度の断熱性能を持つ結果となった。

4.2 クロスブラインドの断熱性能

①生地の形状

表面が平滑なNo.9及びNo.10のロールスクリーンと凹凸があるNo.11のブリーツスクリーンを比較すると、No.11のほうが断熱性能は高い。この差異は、生地の形状により対流熱伝達が変わるために生じたものと思われる。

②生地の種類

生地の種類が異なるNo.13～No.15のファスナーガイド式ロールスクリーンには、熱貫流抵抗に顕著な差が認められた。いずれの生地も放射率は同程度であるため、この差異は生地の気密性の違いにより生じたと考えられる。No.13とNo.15の熱貫流抵抗の増加分を比較すると2倍程度の差があり、生地の気密性が断熱性能に与える影響は比較的大きい。

5. まとめ

本報その1では、各種ブラインドの断熱性能を測定した。その結果、断熱性能には窓とブラインド間の中空層の密閉性が大きく影響する事が明らかとなった。

次報その2及びその3では、各種ブラインドの日射遮蔽性能について報告する。

参考文献

- 1) JISA 4710(建具の断熱性測定方法)
- 2) JISA 4706(サッシ)

注釈

注1) 高遮光タイプの横型ブラインドNo.2は、No.1と同一材質、色柄のスラットであるが、日射遮蔽性能を高めるためにスラットを全閉した際のスラット間のすき間をNo.1より小さくし、さらに昇降コードの穴を無くした製品である。

注2) 高気密タイプの横型ブラインドNo.4は、No.3と同一材質、色柄のスラットであるが、気密性を高めるためにスラットを全閉した際のスラット間のすき間をNo.3よりも小さくした製品である。

注3) ファスナーガイド式ロールスクリーンは、スクリーンの両側にガイドレールを設けており、スクリーンの上下左右のすき間を無くし、窓とブラインド間の中空層の密閉性を高めた製品である。また、スクリーンの生地は、平織り、綾織り、暗幕の3種類であるが、綾織り生地は平織り生地比べ目が詰まっている。暗幕生地は平織り生地の片側にPVCラミネートを施しており他の2種類の生地比べ気密性が高い。

注4) 断熱性能測定に用いたアクリル板は、放射率が板ガラスと同程度で、断熱性能がH-1等級²⁾(熱貫流抵抗 $0.215\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 以上)に相当するもので、JISA 4710では合計表面熱伝達抵抗を校正するための校正板として使用される。なお、アクリル板の寸法はJISA 4710で標準寸法として定められる $W1,600\times H1,600\text{mm}$ とし、厚さは 10mm とした。

表3 試験結果

| 番号 | ブラインドの種類 | 熱貫流抵抗 [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$] | 熱貫流抵抗の増加分 [$\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$] |
|-------|-----------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| No.1 | 横型ブラインド | 0.272 | 0.045 |
| No.2 | | 0.309 | 0.082 |
| No.3 | | 0.255 | 0.028 |
| No.4 | | 0.292 | 0.065 |
| No.5 | | 0.257 | 0.030 |
| No.6 | | 0.262 | 0.035 |
| No.7 | | 0.264 | 0.037 |
| No.8 | 縦型ブラインド | 0.279 | 0.052 |
| No.9 | ロールスクリーン | 0.305 | 0.078 |
| No.10 | | 0.303 | 0.076 |
| No.11 | ブリーツスクリーン | 0.339 | 0.112 |
| No.12 | ローマンシェード | 0.324 | 0.097 |
| No.13 | ファスナーガイド式 ロールスクリーン | 0.333 | 0.106 |
| No.14 | | 0.405 | 0.178 |
| No.15 | | 0.437 | 0.210 |
| - | アクリル板単体 | 0.227 | - |

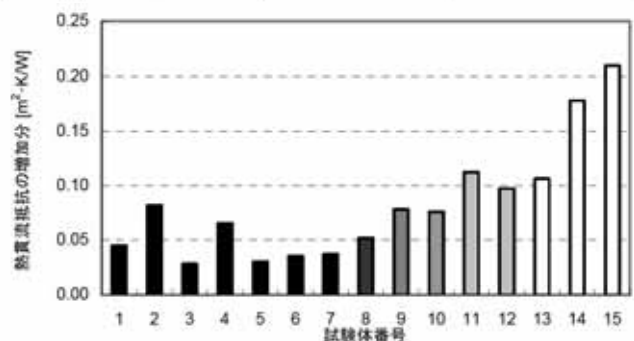


図2 試験結果

*1 (財) 建材測定センター
*2 (財) 建材測定センター 博士 (工学)
*3 (株) ニチベイ

断熱性能試験データ

1) 試験方法

JIS A 4710 建具の断熱性試験方法に準拠。

但し、窓ガラスの代わりに透明アクリル10mm厚を設置し試験体(ブラインド類)を窓枠内に標準施工状態で設置。

試験体のサイズはW1600×H1600とし全閉状態で試験。

試験体とアクリル板間の中空層は100mmとした。

2) 試験機関

(財) 建材試験センター 中央試験所

3) 試験結果データ

| | 遮蔽物名称・仕様 | 遮蔽物イメージ | 主材質 | 熱貫流抵抗R (㎡・K/W) | | | 備考 | |
|----|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|---------|---------|-------------------------|------------------------|
| | | | | アクリル+遮蔽物 | アクリル板単体 | 遮蔽物+中空層 | | |
| 1 | スラット幅:25mm スラット角度:全閉(75°) |  | アルミ | 0.282 | 0.227 | 0.055 | スラット角度別調査 | |
| 2 | スラット幅:25mm スラット角度:45° |  | アルミ | 0.236 | 0.227 | 0.009 | | |
| 3 | スラット幅:25mm スラット角度:水平 |  | アルミ | 0.244 | 0.227 | 0.017 | | |
| 4 | スラット幅:25mm スラット角度:-45° |  | アルミ | 0.259 | 0.227 | 0.032 | | |
| 5 | スラット幅:25mm スラット角度:逆全閉(-75°) |  | アルミ | 0.285 | 0.227 | 0.058 | | |
| 6 | 高遮蔽タイプ スラット幅:25mm スラット角度:全閉(84°) |  | アルミ | 0.296 | 0.219 | 0.077 | | 高遮蔽タイプ調査 スラット幅の違い調査 |
| 7 | 高遮蔽タイプ スラット幅:35mm スラット角度:全閉(84°) |  | アルミ | 0.298 | 0.227 | 0.071 | | |
| 8 | 高遮蔽タイプ サイドフレーム付き スラット幅:25mm スラット角度:全閉(84°) |  | アルミ | 0.3 | 0.219 | 0.081 | | サイドフレームの 効果調査 |
| 9 | スラット幅:50mm スラット角度:全閉(75°) |  | アルミ | 0.255 | 0.227 | 0.028 | | スラット幅の違い調査 |
| 10 | 高気密タイプ スラット幅:50mm スラット角度:全閉(75°) |  | アルミ | 0.292 | 0.227 | 0.065 | | 高気密タイプ調査 |
| 11 | 樹脂製 ヨコ型ブラインド 樹脂スラットタイプ スラット幅:25mm スラット角度:-45° |  | ポリ カーボネイト | 0.257 | 0.227 | 0.030 | 材質による違い調査 (ポリカーボネイト) | |
| 12 | 木製 ヨコ型ブラインド スラット幅:50mm スラット角度:全閉(75°) |  | バスウッド | 0.264 | 0.227 | 0.037 | 材質による違い調査 (木) | |
| 13 | タテ型ブラインド ルーバー幅:100mm スラット角度:全閉 重なり代:9.5ミリ |  | ガラス繊維 +PVC両面ラ ミネート | 0.279 | 0.227 | 0.052 | 一般タテ型ブラインド | |
| 14 | 重なり代大タイプ ルーバー幅:100mm スラット角度:全閉 重なり代:33.5ミリ |  | ガラス繊維 +PVC両面ラ ミネート | 0.295 | 0.229 | 0.066 | 重なり代が大きい ことによる効果調査 | |

断熱性能試験データ

3)試験結果データ その2

| | 遮蔽物名称・仕様 | 遮蔽物イメージ | 主材質 | 熱貫流抵抗R (m ² ・K/W) | | | 備考 | |
|----|------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------|------------------------------|---------|---------|-------------------------|-----------------------------|
| | | | | アクリル+遮蔽物 | アクリル板単体 | 遮蔽物+中空層 | | |
| 15 | 一般生地 | | ポリエステル 繊維 | 0.305 | 0.227 | 0.078 | 生地仕様による 違い調査 | |
| 16 | ガラス繊維 暗幕タイプ生地 | | ガラス繊維 +PVC両面 ラミネート | 0.303 | 0.227 | 0.076 | | |
| 17 | ガラス繊維 一般メッシュタイプ生地 | | ガラス繊維 | 0.287 | 0.229 | 0.058 | | |
| 18 | ガラス繊維 遮熱メッシュタイプ生地 | | ガラス繊維 +裏面アルミ蒸 着 | 0.385 | 0.229 | 0.156 | | |
| 19 | ガラス繊維 一般メッシュタイプ生地 枠外取付 | | ガラス繊維 | 0.253 | 0.229 | 0.024 | | 取り付け状態の 違い調査 |
| 20 | サイドガイドレールタイプ ガラス繊維 暗幕タイプ生地 | | ガラス繊維 PVCコート | 0.437 | 0.227 | 0.210 | | サイドガイドレール 効果調査 (暗幕) |
| 21 | サイドガイドレールタイプ ガラス繊維 一般メッシュタイプ生地 | | ガラス繊維 PVCコート | 0.333 | 0.227 | 0.106 | | サイドガイドレール 効果調査 (メッシュ) |
| 22 | ブリーツスクリーン 一般生地 | | ポリエステル 繊維 | 0.339 | 0.227 | 0.112 | - | |
| 23 | 一般生地 ハニカム25mm幅 | | ポリエステル 繊維 | 0.476 | 0.227 | 0.249 | ハニカム幅の違いによ る 効果調査 | |
| 24 | 一般生地 ハニカム38mm幅 | | ポリエステル 繊維 | 0.463 | 0.227 | 0.236 | | |
| 25 | 一般生地 ダブルハニカム | | ポリエステル 繊維 | 0.495 | 0.227 | 0.268 | | ダブルハニカムの効果 調査 |
| 26 | シングルシェード 一般生地 | | ポリエステル 繊維 | 0.324 | 0.227 | 0.097 | ダブルとトップリターン の効果調査 | |
| 27 | ダブルシェード 一般生地 (トップリターン仕様) | | ポリエステル 繊維 | 0.427 | 0.229 | 0.198 | | |
| 28 | ロールスクリーン ガラス繊維遮熱メッシュタイプ アルミヨコ型ブラインド 全開(75°) | | ガラス繊維 +裏面アルミ蒸 着 + アルミ | 0.424 | 0.229 | 0.195 | 2重使いによる 効果調査 | |
| 30 | ロールスクリーン枠外付け 一般生地 アルミヨコ型ブラインド 全開(75°) | | ポリエステル 繊維 + アルミ | 0.299 | 0.229 | 0.070 | | |
| 29 | ロールスクリーン 一般生地 ロールスクリーン 一般生地(シーズルー生地) | | ポリエステル 繊維 + ポリエステル 繊維 | 0.362 | 0.229 | 0.133 | | |

この調査研究は、株式会社三菱総合研究所からの委託で実施したものの成果である。

本件についてのお問合せ先

(内容等)

〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町二丁目17番8号

(KDX浜町ビル5F)

TEL : 03-5640-0901

一般社団法人 日本建材・住宅設備産業協会