

木製外装材で被覆された RC 建造物の長期断熱性能評価

正会員 ○木下進一 *1 正会員 吉田篤正 *1
 正会員 荘保伸一 *2 正会員 松村佳明 *3

断熱 木製外装材 RC 建造物
 熱測定 長期評価

はじめに

建物内部での省エネルギー・空調負荷削減を進めるうえで、空調機の性能向上と併せて、壁面および屋上面の断熱性能の向上は極めて重要である。また、近年都市域で問題となっているヒートアイランド現象についても、外壁の断熱性を高めることにより、日中の建物躯体の蓄熱を抑え、夜間気温の上昇を緩和することが期待されている。そこで、低熱伝導率で断熱性の高い木材を建物外装材として利用することが考えられており、これまで様々なスケールのモデルを用いた性能評価が行われ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾、実際の施工事例も増えてきている。

本研究では全面的に木製外装材を採用した実際の RC 建造物対象として、壁面の温度・熱流および室温の長期測定を行い、外壁の木質化による断熱性能を評価した。

断熱性能評価

評価対象の RC 建造物は山形県米沢市の米沢市図書館であり、外壁の鉛直面は窓以外ほぼすべてに木製パネルが施工されている。壁構造は外側より木製パネル 100mm、空気層 60mm、吹き付けウレタンフォーム 10mm、RC 躯体 230mm であり、各材料の一般的な熱伝導率を用いて算出した熱貫流率は $0.26\text{W}/(\text{m}^2\text{C})$ である。パネルと RC 壁との間の空気層は閉じられており、外気との間の通風はない。本建造物との比較のために、北側に隣接する米沢文化会館も対象とする。図 1 に対象建造物の外観を示す。測定は予備測定を含め、2016 年 2 月より継続して実施している。図書館 4 階の東、南、西面と文化会館 2 階の東面のそれぞれにおいて、木製パネル内外表面（図書館のみ）、RC 内外表面において表面温度および熱流束を熱電対 (T 型) および熱流計を用いて測定している。気象要素として、風速・風向、全天日射・赤外放射、紫外放射、気温、黒球温度、湿度を、図書館屋上にて測定している。また、図書館内では 2, 3, 4, 5 階、文化会館では 2 階の温度、湿度を測定している。今回、2016 年 6 月から 10 月までの結果について示す。

実測結果

図 2 に日射、赤外放射、紫外放射の日積算量および気温、相対湿度、黒球温度の日平均の推移を示す。気温、



図 1 測定対象建造物（左上：米沢市図書館，左下：米沢市文化会館，右：図書館閲覧室内部）

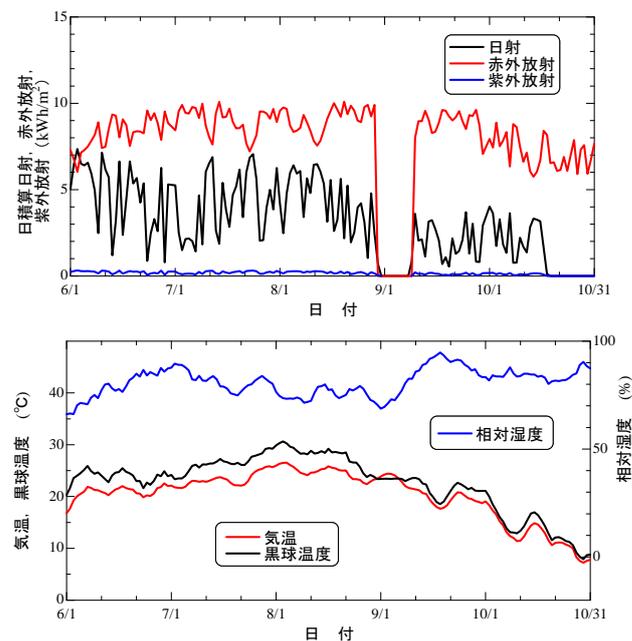


図 2 各気象要素の変化

黒球温度は 8 月初旬にそれぞれ 25°C および 30°C 程度で最も高い値なり、以降は徐々に低下した。積算日射は 8 月以降、赤外放射は 9 月以降それぞれ低下する傾向を示した。

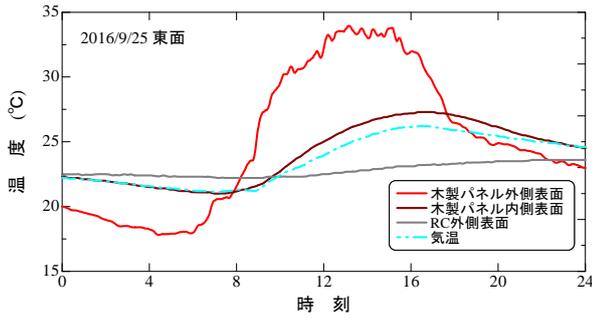


図3 壁面温度（東面）の日変化

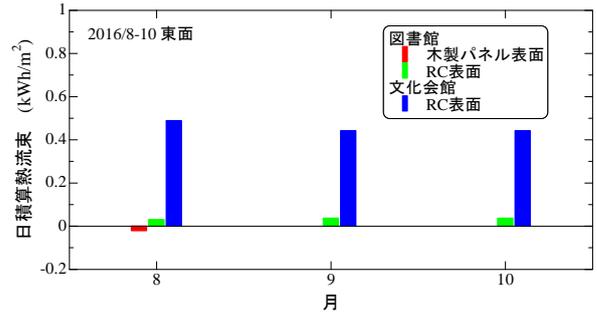


図5 各月の日積算熱流束

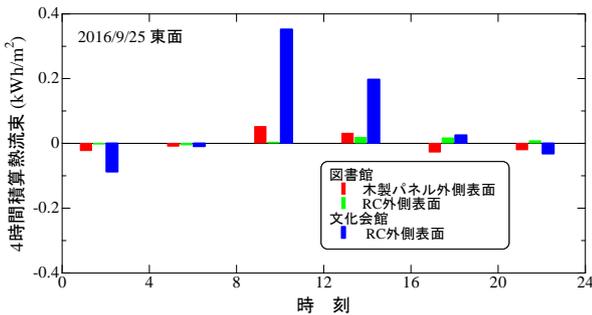


図4 壁面積算熱流束（東面）の日変化

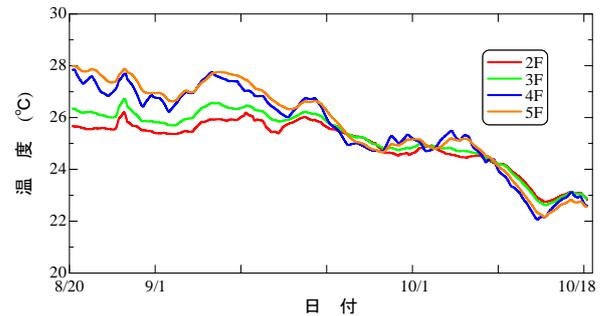


図6 各階での室内温度の推移

この結果から各月の晴天日を判別して選び、壁面温度の日変化ならびに積算熱流束の日変化を評価した。熱流束を積算する時間間隔は4時間とした。例として9月25日の図書館東面の表面温度の推移を図3に、積算熱流束を図4に示す。温度に関して、壁の外側から内側に行くほど、日変化の振幅が小さくなり、極大値が遅い時刻に出現することがわかる。RC表面温度は外気温の変化に対してほとんど変動がないことから、十分な断熱性を示している。また、木製パネル非施工のRC壁面（東面）と木製パネル施工面の積算熱流束を比較すると、昼間の建物内部への熱貫流は10倍近くの違いがあり、夜間の放熱についても0時から4時の範囲で5倍近くの違いがあることがわかる。

図5は、各月の晴天日（8月28日、9月25日、10月1日）における図書館および文化会館東面での日積算熱流束である。木製パネル表面では1日を通してほぼ熱の出入りがないことが認められる。RC表面においては、木製パネルが施工されていない面に対して、施工されている面の熱貫流がかなり抑制されており、夏季から秋季を通じて、木製パネルを施工することによる断熱性の向上が認められる。

図書館内閲覧室各階の温度の推移を図6に示す。室内

の夏季空調は8時から20時30分の間、25°Cから26°Cに設定されており、それ以外は停止されている。気流は2階床から吹き上げ5階の上部で吸い込まれている。9月中旬までは、上の階に行くに従い室温が高くなる傾向があるが、それ以降は上下の差がほとんどなくなり、外気温の低下とともに室温全体も低下していくことがわかる。この上下の温度差には、照明、電子機器など館内での消費電力の影響も含まれるが、室内の気流の向きから考えて、壁からの熱貫流の影響も無視できないと考えられる。

まとめ

RC建造物に対し木製パネルを施工したときの断熱性能が実際の建造物においても確かめられた。今後は建物内外の温度差がより厳しい冬季における断熱性能の検証を引き続き行う。また積雪の影響も評価する必要がある。

参考文献

- (1) 荘保伸一, 朝倉靖弘, 吉田篤正, 木下進一, 熱処理木材を使った木製外装による建物模型を用いた断熱性能の評価, 日本建築学会技術報告集, 22, 52, 871-874, 2016.
- (2) 荘保伸一, 小淵義照, 吉田篤正, 木下進一, 熱処理木材を使った木製外装による建物模型を用いた建物内外の熱負荷抑制効果の評価, 日本建築学会技術報告集, 21, 48, 689-692, 2015.
- (3) 荘保伸一, 小淵義照, 吉田篤正, 木下進一, 木製外装を施した建物模型を用いた建物内外の熱負荷抑制効果, 環境情報科学論文集, 27, 265-270, 2013.

*1 大阪府立大学大学院工学研究科
 *2 越井木材工業株式会社
 *3 株式会社 山下設計

*1 Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture Univ.
 *2 Koshii & Co., Ltd.
 *3 Yamashita Sekkei Inc.