

「環境に貢献する膜構造の技術開発」

社団法人日本膜構造協会(会長 石井一夫)

横浜国立大学(大学院工学研究院システムの創生部門准教授 河端昌也)

明治大学(理工学部建築環境工学研究室教授 酒井孝司)

開発目標 : 環境負荷低減可能なスーパー膜材料の開発

- ・ヒートアイランド現象の緩和効果を有する膜材料
- ・暖房負荷を低減可能な高断熱膜(熱貫流抵抗が現状の2倍の膜材料)
- ・透光性を持ち照明負荷を削減可能な二重膜構造
- ・都市・建物への日射を遮蔽する外皮膜構造

スローガン: 明るく涼しい膜構造で地球温暖化の抑制を!



技術開発成果の先導性

膜構造の特長

- ・光の透過、拡散 ⇒ 照明負荷小、低グレア
- ・軽量(躯体を含む) ⇒ 資源の有効活用 ⇒ スポーツ空間への適用

課題

- ・熱負荷(熱貫流抵抗小) ⇒ 熱負荷大のため検討されない
- ・膜関連企業: 構造が主たる興味 ⇒ 環境性能の情報開示少

スローガン: 明るく涼しい膜構造で地球温暖化の抑制を!
 開発目標 : 環境負荷低減可能なスーパー膜材料の開発



環境性能

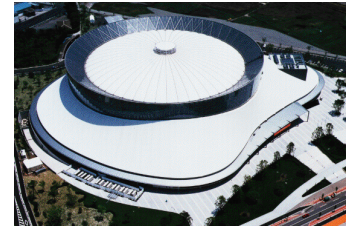
膜構造の環境性能の明確化

ヒートアイランド現象の緩和効果を有する外皮膜構造

都市・建物への日射を遮蔽し、冷房負荷削減効果を有する外皮膜構造

暖房負荷を低減可能な高断熱膜の開発

膜構造の環境クライテリアの策定



技術開発の効率性

社団法人 日本膜構造協会(会長:石井一夫)

環境貢献膜構造研究会(座長:松尾陽)

技術開発

熱性能分科会 (主査:酒井孝司)

膜構造が有する環境性能の明確化と利用可能性の検討

材料構造分科会(主査:河端昌也)

膜構造建築物の温熱環境と環境貢献膜の構法に関する検討
膜構造施設管理者のアンケート調査

実用化への対応

基準普及分科会(主査:油川真広)

環境貢献膜構造の普及展開方策の検討

既存建物に膜構造を設置する場合の法的扱いの調査

膜協会員(膜材メーカー, 施工会社, ゼネコン, 研究機関)

実験資材, 試作, 実験棟提供

◎産学連携のもとに, 材料・構造・実務等の多面的視点⇒実現可能性を踏まえた技術開発

実用化・市場化の状況

地球温暖化対策 : 民生分野におけるCO₂削減
 都市の高温化 : ヒートアイランド現象緩和
 東北大震災対策: 電力需要低減 が急務

環境貢献膜

外皮膜 : ヒートアイランド現象の緩和効果, 冷房負荷削減効果
 高断熱膜 : 暖房負荷低減効果
 透光膜(従来) : 照明負荷削減効果

市場ニーズに合致

日本膜構造協会: パンフレット作成⇒積極的に成果の周知広報

膜関連企業: 研究成果を反映させた高反射膜材料や高断熱膜等の試作
 膜材料: 長尺巻物で連続生産・供給⇒スケールメリットが出やすく,
 供給体制を整えばコストダウンが可能

※外皮膜 : 駅舎ホーム4例(半屋外空間)
 外皮膜 : 事務所ビル例2例(屋根面, 壁面改修)
 高断熱膜: 商用建築(大阪)外壁で採用



2011/6 屋根面外皮膜



2009/11 外皮膜改修



2010/10 高断熱膜

技術開発の完成度, 目標達成度

開発目標 : 環境負荷低減可能なスーパー膜材料の開発

- ・ヒートアイランド現象の緩和効果を有する膜材料
- ・暖房負荷を低減可能な高断熱膜(熱貫流抵抗が現状の2倍の膜材料)
- ・透光性を持ち照明負荷を削減可能な二重膜構造
- ・都市・建物への日射を遮蔽する外皮膜構造

技術開発

①膜構造の環境性能の明確化

- 19年度: 膜材の物性値把握
- 20年度: 膜構造の環境クライテリア案
- 21年度: 膜構造の環境クライテリア策定

②ヒートアイランド現象の緩和効果を有する膜材料

- 19年度: 模型による外皮膜の日射遮蔽効果の検証
- 20年度: 既存住宅への外皮膜の適用と実測
- 21年度: 外皮膜設置仮設建物の冷房消費エネルギー実測

③暖房負荷を低減可能な高断熱膜

- 20年度: 多重膜化による断熱性能向上効果の検証
- 21年度: 外壁と同等の熱貫流率を有する採光多重膜の開発

④都市・建物への日射を遮蔽する外皮膜構造

- 20年度: 膜使用建物の室内気候予測手法の開発
- 21年度: 外皮膜設置建物の室内気候予測とCO₂削減効果の試算

⑤透光性を持ち照明負荷を削減可能な二重膜構造

- 21年度: 膜構造建物の照明負荷削減効果の検討

評価項目

- ヒートアイランド低減(高日射反射膜)
- 暖冷房負荷削減(高断熱膜)
- 照明負荷削減(採光膜)
- 日射遮蔽効果(遮熱膜)

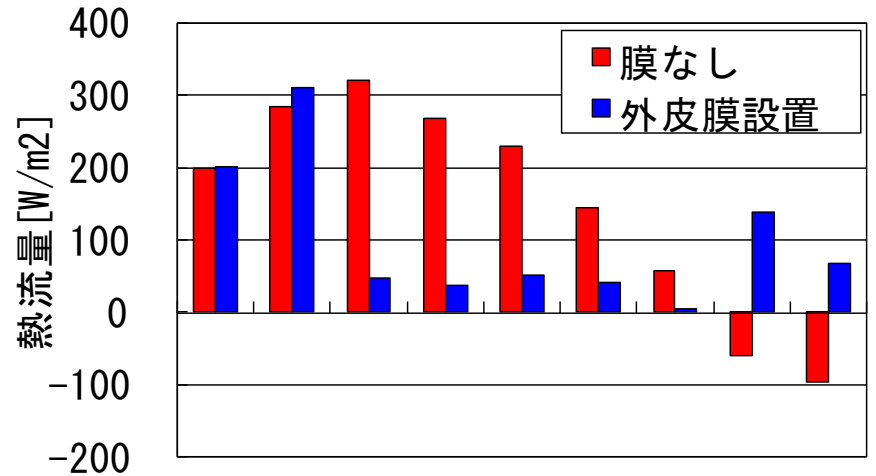
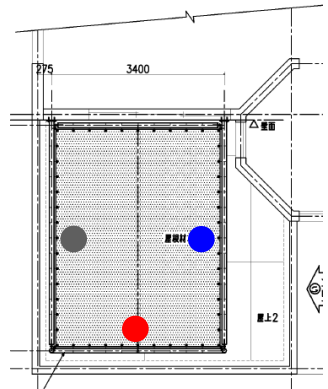
運用方法案

- ①性能: メーカー・設計主体が公的機関でJISに基づく測定
- ②申請: 利用目的に合致した項目に登録申請。
- ③登録: 測定値に基づき、膜協が性能登録。

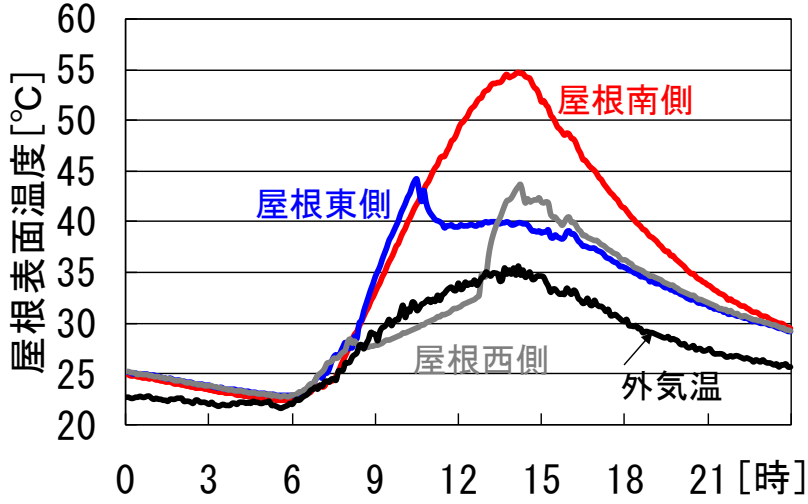


開発目標:ヒートアイランド現象の緩和効果を有する膜材料

既存住宅への外皮膜の適用と日射遮蔽効果の実測



室内への侵入熱流量(2008/9/12)

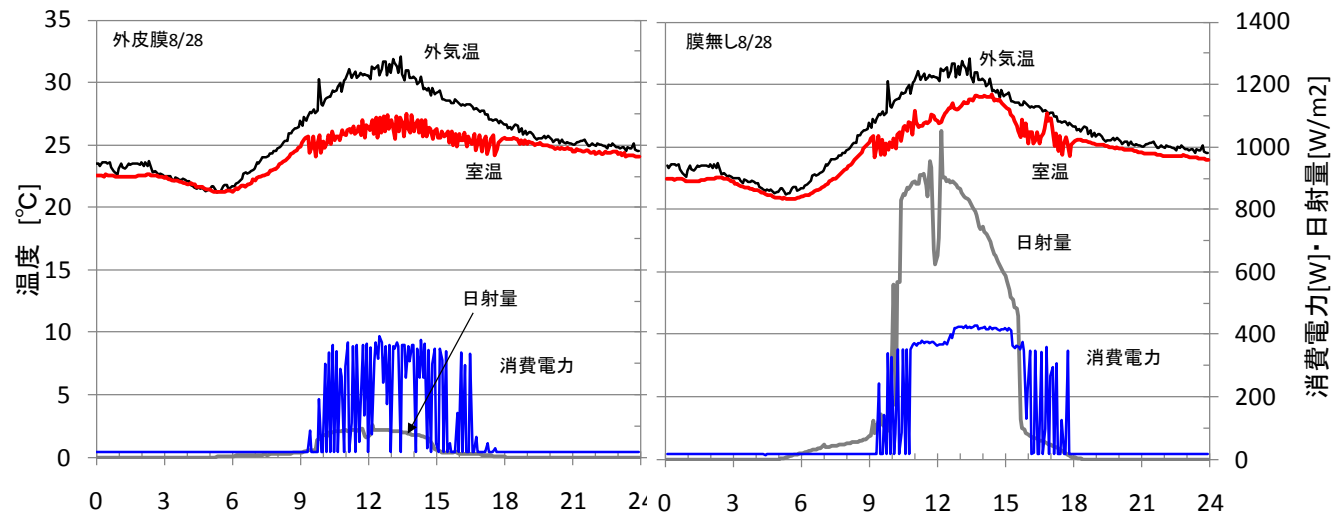


屋根面温度の実測結果(2008/9/12)

- 外皮膜設置
 - 屋根表面の温度上昇抑制, 蓄熱抑制
⇒ヒートアイランド緩和効果
 - 室内への熱流入抑制
⇒日射遮蔽による遮熱効果 を確認

開発目標: 都市・建物への日射を遮蔽する外皮膜構造

外皮膜を設置した仮設建物における冷房消費エネルギー削減効果の実測



外皮膜なし測定値

外皮膜あり測定値

消費電力率(外皮膜/膜無し)

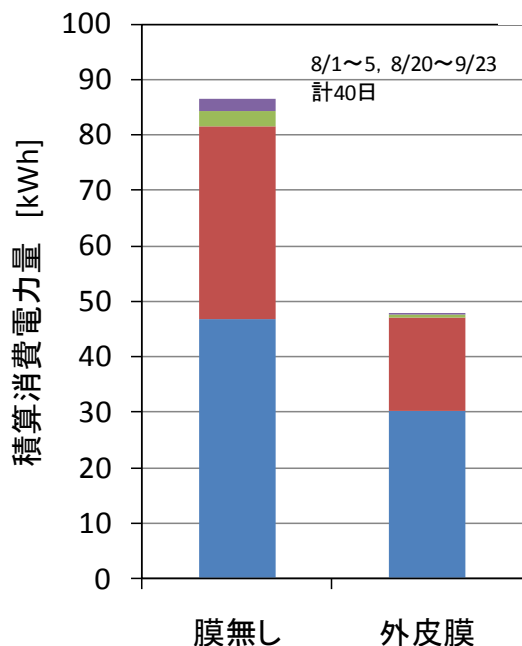
測定値 補正值

8月: 64.7% 62.0%

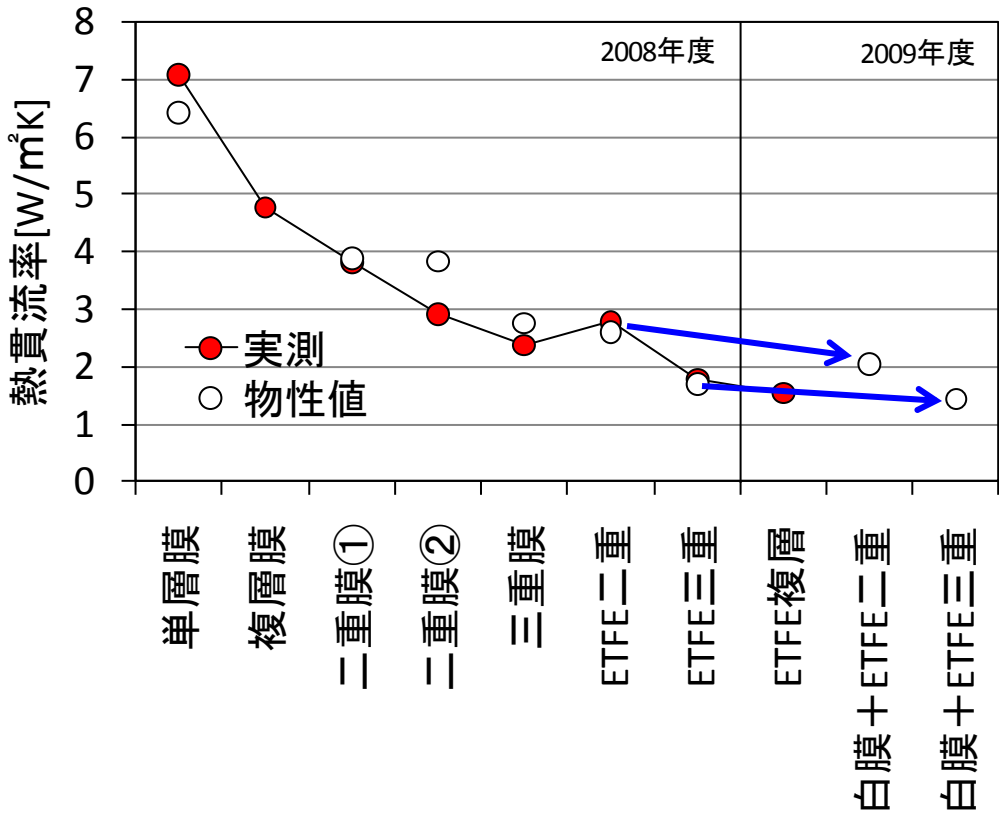
9月: 48.7% 46.2%

計 : 57.8% 55.3%

⇒外皮膜: 冷房消費電力43%削減



開発目標: 暖房負荷を低減可能な高断熱膜(熱貫流抵抗が現状の2倍の膜材料)
透光性を持ち照明負荷を削減可能な二重膜構造



多重膜の熱貫流率

- 単層膜 6.42
- 複層膜 4.77
- 二重膜 2.6~2.89
- 三重膜 1.70~2.60 W/m²K程度

屋根: 単層膜,
 内膜: ETFE二重, 三重
 K=2.04, 1.44 W/m²K

透光率

- 白色二重膜: 2.7%
- ETFE二重膜: 56.5%
- ETFE複層膜: 10.7%



白色ETFE二重膜



- ・多重膜化による断熱性能の向上が可能(単層膜の2倍程度)
- ・内膜にETFEを用いることで, 透光率・断熱性能を向上可能
- ・透光率: 外膜の透光率で制御可能

環境性能の明確化とクライテリアの策定

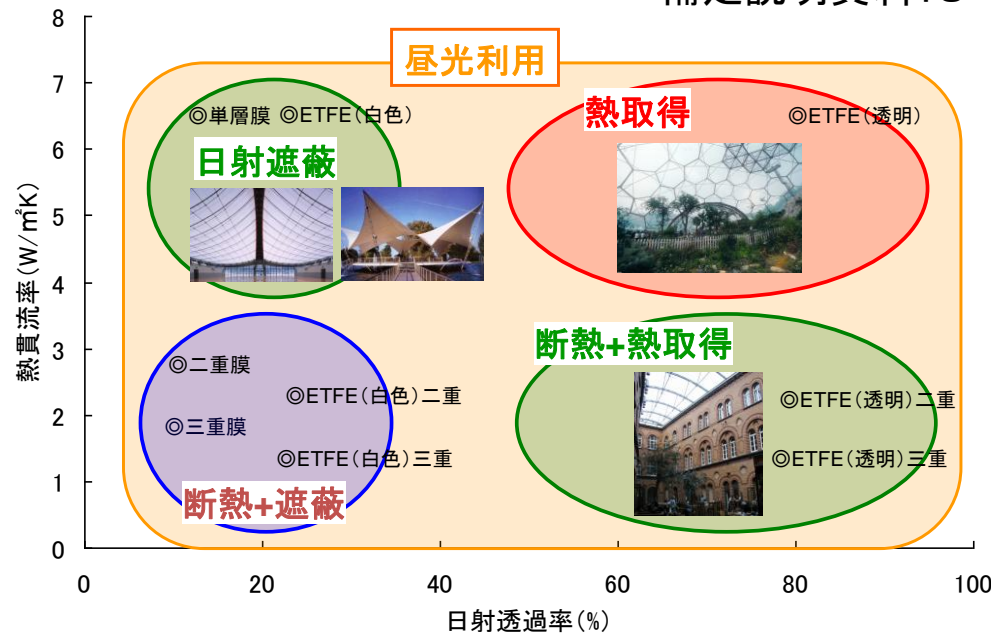
環境膜クライテリア

- ヒートアイランド低減(高日射反射膜)
日射反射率(JIS R 3106, JIS K 5602)
- 暖冷房負荷削減(高断熱膜)
熱貫流率(JIS A 4710, JIS A 1420)
日射熱取得率(JIS R 3106)
- 照明負荷削減(採光膜)
- 日射遮蔽効果(遮熱膜)
日射遮蔽係数(JIS A 1422)
日射透過率(JIS R 3106, JIS K 5602)

運用方法

- ①性能: メーカー, 設計主体が公的機関で測定
- ②利用目的に合致した項目に申請。
- ③測定値に基づき, 膜協が性能認定

⇒現在, 細則を検討中⇒環境膜の適正利用, 普及促進



今後の課題

- ・環境膜適用空間の人体快適性
⇒ 半屋外・室内における人体入射日射解析
数値人体熱反応モデル
ペリメータ空間のCFD解析
⇒環境膜への応用を目指す

