

第6章 膜システムの環境クライテリア

6. 膜システムの環境クライテリア

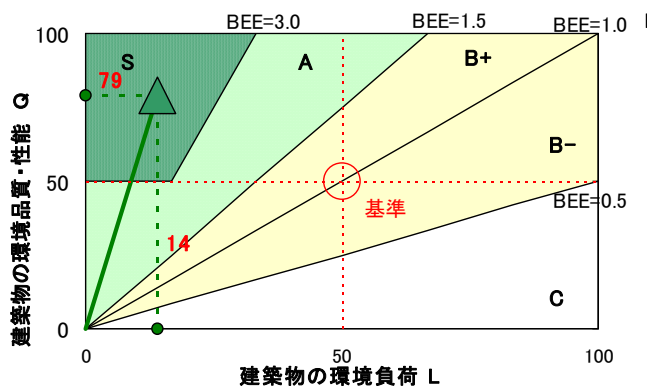
膜構造の普及促進を図ることを目的に、膜構造の環境性能の明確化について、昨年度に引き続き検討を行った。まず、CASBEEにおける膜の性能レベルについて調査を行った。次に、評価評価対象とする環境性能について検討し、それぞれの項目について、性能評価法をJIS等から選定を行う。また、性能値に応じてレベル評価し、利用目的に応じた項目について性能認証を行う案を策定する。

6.1 CASBEE 評価について

「CASBEE」(建築物総合環境性能評価システム)は、建築物の環境性能を総合的に評価し、格付けする手法である。建築の企画段階から、設計、運用、改修の各段階において、目標性能や設計仕様に基づく評価ツールが用意されている。CASBEEでは、省エネやエコ資材の使用といった環境負荷削減はもとより、室内の熱・空気・光・音環境の快適性や景観への配慮などの建築物の環境品質・性能を総合的に評価可能となっている。なお、環境性能の評価が主眼であるため、建築計画や意匠性に関する評価項目は少ない。

CASBEEで扱う環境性能は、「環境品質・性能(Q:Quality)」と「環境負荷(L:Loadings)」の2つに分類され、Qでは主として室内の快適性(室内環境, サービス性能, 敷地内環境)を、Lでは建物外部に対する負の影響(使用エネルギー, 資材, 敷地外環境)を評価する。実際の評価時には、快適水準の設定や、壁構成等の建物仕様、設備機器の仕様、熱負荷の試算等の実務設計レベルの設定が必要となる。QとLそれぞれで項目に重み付けされ、最終的に、 $Q \div L \Rightarrow BEE$ (建築物の環境性能効率)から、 $S > A > B+ > B- > C$ の5段階にランク付けされる。Qが高く、Lが低いほど、よりサステナブルな建築物との評価となる。CASBEEは、国交省主導の下、現在も継続的に改良が進められ、低炭素社会に対応した建築を普及・推進する有力なツールとして利用が進んでいる。

以下では、膜構造に関係する項目について述べる。



CASBEE評価項目内容

- 建築物の環境品質・性能
- Q-1 室内環境
音環境、温熱環境、光・視環境、空気質環境
 - Q-2 サービス性能
機能性(使いやすさ・広さ)、耐用性・信頼性、対応性(空間のゆとり)・更新性
 - Q-3 室外環境(敷地内)
生物環境の保全と創出、まちなみ・景観への配慮、地域性・アメニティへの配慮
- 建築物の環境負荷低減性
- LR-1 エネルギー
建物の熱負荷抑制、自然エネルギー利用、設備システムの高効率化、効率的運用
 - LR-2 資源・マテリアル
水資源確保、低環境負荷材
 - LR-3 敷地外環境
大気汚染防止、騒音・振動・悪臭の防止、風害・日照障害の抑制、光害の抑制、温熱環境悪化の改善、地域インフラへの負荷抑制
- <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/>
<http://www.ibec.or.jp/tosyo/book21.html>

図 6-1-1 CASBEE 評価の概要

1) 冷暖房負荷

膜構造の適用例が多い多目的ホール等は、集会所に相当する。集会所の PAL 基準は、床面積当たりで 550MJ/(m²年)である。一般的な体育館を想定し、年間全館冷暖房を計画した 4 章の数値解析結果では、単層膜で 960MJ/m²年、二重膜で 755MJ/m²年、三重膜で 655MJ/m²年、鋼板で 790MJ/m²年となっており、膜構造はレベル 1 となる。膜構造では、通風による冷房負荷削減や局所暖房方式の採用による負荷削減対策を講じる必要がある。

表 6-1-1 年間冷暖房負荷に関する CASBEE 評価

CASBEE 新築(簡易)>LR 建築物の環境負荷低減性>LR-1 エネルギー>1. 建物の熱負荷抑制

| 用途 | 事・学・物・飲・会・病・ホ 性能基準[PAL 値]での評価 | PAL 性能基準(MJ/m ² 年) |
|------|----------------------------------|-------------------------------|
| レベル1 | 基準値に比べ 5% < [PAL 値] | ホテル等 420 以下 |
| レベル2 | 基準値に比べ 0% < [PAL 値] ≤ 5% | 病院等 340 以下 |
| レベル3 | 基準値に比べ -10% < [PAL 値] ≤ 0% | 物販店舗等 380 以下 |
| レベル4 | 基準値に比べ -25% < [PAL 値] ≤ -10% | 事務所等 300 以下 |
| レベル5 | 基準値に比べ [PAL 値] ≤ -25% | 学校等 320 以下 |
| | | 飲食店等 550 以下 |
| | | 集会所等 550 以下 |

3) 自然採光

CASBEE では、昼光等の自然エネルギーの利用した場合、評価される。評価はポイント制で、膜構造の場合、自然採光でポイント取得が可能である。なお、照明負荷削減については、CEC/L で評価される。

表 6-1-3 自然エネルギー利用に関する CASBEE 評価

新築(簡易) > LR 建築物の環境負荷低減性 > LR-2 自然 エネルギー > 2.1 自然エネルギーの直接利用

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 用途 | 事・学・物・飲・会・病・ホ・工 |
| レベル1 | (評価しない) |
| レベル2 | (評価しない) |
| レベル3 | 評価する取組みのうち、何れの手法も採用していない場合、または、何れかの手法が部分的にでも採用されている。 |
| レベル4 | 評価する取組みのうち、何れかの手法が建物の過半に採用されている。 |
| レベル5 | 評価する取組みのうち、2つ以上の手法が建物の過半に採用されている。 |
| 用途 | 事・学・物・飲・会・病・ホ・工 |
| No | 取組み |
| 1 | 採光利用: 照明設備に代わり、太陽光を利用した、自然採光システムが計画されている事。(例) ライトシェルフ、トップライト、ハイサイドライト+4 など |
| 2 | 通風利用: 空調設備に代わり、冷房負荷低減に有効な自然通風・自然換気システムが計画されている事。(例) 自動ダンパ、ナイトパーズ、アトリウムと連携した換気システム、換気塔ソーラーチムニーなど |
| 3 | 地熱利用: 熱源や空調設備に代わり、冷暖房負荷低減に有効な地熱利用システムが計画されている事。(例) クール&ヒートチューブ・ピットなど |
| 4 | その他: その他、自然を活用した有効なシステムが計画されている事。 |

4) 高反射建材

建材の高反射性能の評価において、現時点では、反射率値に規定はない。設置面積で評価され、屋根面の20%以上に採用で1ポイント、地表面の10%以上に採用で1ポイントとなる。膜構造の場合、反射率を明示すれば、高反射材としてカウント可能と思われる。

表 6-1-4 年間冷暖房負荷に関する CASBEE 評価

CASBEE 新築(簡易) > LR 建築物の環境負荷低減性 > LR-3 敷地外環境 > 温熱環境悪化の改善

| | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 用途 | 事・学・物・飲・会・病・ホ・住・工 |
| レベル1 | 評価する取組み表の評価ポイントの合計値が+3 以下 |
| レベル2 | 評価する取組み表の評価ポイントの合計値が+4~+6 |
| レベル3 | 評価する取組み表の評価ポイントの合計値が+7~+8 |
| レベル4 | 評価する取組み表の評価ポイントの合計値が+9~+11 |
| レベル5 | 評価する取組み表の評価ポイントの合計値が+12 以上 |
| No | 取組み |
| 地表面被覆材 | ② 地表面に保水性・透水性が高い被覆材や、日射反射率の高い被覆材を使用する(地表面被覆材: 保水性・透水性舗装又は高反射性舗装) 保水性・透水性舗装等面積率が 10%以上(1 ポイント) |
| 建築外装材料 | ① 屋上の緑化に努める。また、日射反射率、長波放射率の高い屋根材を選定する(屋根材) 屋根緑化等面積率が 20%以上(1 ポイント) |
| 建築外装材料 | ② 外壁面の緑化に努める。また、日射反射率、長波放射率の高い外壁材料を選定する(壁面材)。外壁面緑化等面積率が 20%以上(1 ポイント) |

6.2 膜構造の環境クライテリアの検討

平成20年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業「環境に貢献する膜構造の技術開発」では、スローガンを、「明るく涼しい膜構造で地球温暖化の抑制を」とし、開発目標として、

(仮目標)それ自体で二重膜の熱的性能を持つスーパー膜材料の開発

(透光率が10%以上で熱貫流抵抗が現状の2倍の膜材料)

(透光性を持ち日射エネルギーを85%以上反射するコーティング)

を掲げている。本節では、膜構造の普及促進を図ることを目的に、膜構造の環境性能の明確化について、昨年度に引く続き検討を行った結果について述べる。

まず、昨年度のクライテリア案を表6-2-1に示す。

表6-2-1 19年度クライテリア案

| 膜材の日射反射等級(案) ※ | | 日射反射率 | 備考 |
|----------------|------|-------|-----------|
| 次世代膜(スーパー) | ☆☆☆☆ | 85%以上 | 当初目標値 |
| 高反射率膜 | ☆☆☆☆ | 80%以上 | 白色, 現状 |
| 高反射率膜 | ☆☆☆ | 75%以上 | クリーム色, 現状 |
| 一般膜 | ☆☆ | 70%以上 | クリーム色, 現状 |

※近赤外域の反射率が、可視域に比べて著しく改善されている場合は、別途判断する。

| 膜材の透光等級(案) | | 透光率 | 備考 |
|------------|------|-------|----|
| スーパー膜 | ☆☆☆☆ | 10%以上 | 現状 |
| 一般膜 | | 10%以下 | |

| 膜材の日射熱取得率等級(案) | | 日射熱取得率 | 備考 |
|----------------|------|--------|----|
| 次世代膜 | ☆☆☆☆ | 5%以下 | |
| スーパー膜 | ☆☆☆☆ | 10%以下 | |
| 一般膜 | | 10%以上 | 現状 |

| 膜材の日射透過率(近赤外域)等級(案) | | 日射透過率(近赤外域) | 備考 |
|---------------------|------|-------------|----|
| 次世代膜 | ☆☆☆☆ | 5%以下 | |
| スーパー膜 | ☆☆☆☆ | 10%以下 | |
| 一般膜 | | 20%以下 | 現状 |

昨年度の基準では、膜材、二重膜などの膜構造システム、外皮膜、オーニング等を、多面的に同一の基準で評価する案であった。しかし、膜単体の場合、白色膜の日射反射率は単体でレベル5となるが、熱貫流率ではレベル1となり、改善も困難である。二重膜の場合、熱貫流率は向上するが、透光率が低い評価となる。また、オーニング等の評価で用いられる日射遮蔽係数は、含まれていない。膜材の用途は、屋根、外皮等多岐にわたり、全ての性能を兼ね備えなくともよい場合が多い。また、策定を試みる環境クライテリアの目的は、膜材・膜構造の普及と技術開発促進であるため、昨年度の評価方法は、不十分と考えられる。

膜の環境性能を考えた場合、日射反射率、透光率、日射遮蔽係数は、現状で十分な環境性能を有している。熱貫流率の向上は、膜材のみでは困難であるが、多重膜とすれば大幅な向上が可能である。そこで、本年度は、膜単体と構造や取り付け方法等のシステムにおいて、それぞれの要求性能に応じたクライテリアを選択可能な方法について検討した。その結果、評価対象とする環境性能として、①ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)、②暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)、③照明負荷削減効果(採光膜)、④日射遮蔽効果(遮熱膜)の4項目を抽出して検討を進めた。

1) ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)

建物や道路等の人工被覆は、日射を受けて高温となるとともに、日射熱を蓄熱し、夜間に放出する。その結果、夏季では、平均気温の上昇、熱帯夜日数の増加等の現象が確認されている。蓄放熱のずれは、季節を通して確認されており、冬日日数の減少の一因ともなっている。ヒートアイランド効果を低減する方法の一つとして、熱容量の大きい人工物への入射日射を低減する方法があり、膜構造の性能が発揮可能である。そこで、膜の環境性能を明示することを目的に、評価項目とした。本項目で評価する環境性能は、日射反射率である。評価レベルは、高反射率塗料の設定値を参考とした。評価案を表 6-2-2 に示す。なお、日射反射率は、淡色・暗色により値が大きく異なるため、色でわけて評価する案とした。測定方法については、競合が予想される高反射率塗料と同等の評価となるよう、分光反射率測定として JISR3106 を、重価方法として JISK5602 を選定している。

表 6-2-2 ヒートアイランド低減膜(案)

| | 淡色系 | 暗色系 | 測定方法 |
|------|-------|-------|----------------------------------------------------------|
| レベル5 | 80%以上 | 40%以上 | 分光反射率(JISR3106)を測定し、高反射塗料と同等の重価(JISK5602)を施した日射反射率で評価する。 |
| レベル3 | 60%以上 | 30%以上 | |
| レベル1 | 40%以上 | — | |

2) 暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)

暖冷房設備を設置する建物において、膜構造を採用した場合、熱負荷が大きくなることが問題となる。特に冬季夜間に暖房が必要な空間では、室内の温熱環境も含めて問題が大きい。一方、膜の熱貫流率は、ガラスと同程度であり、現状で断熱壁と同等の性能を確保することは困難である。そこで、暖冷房を行う膜構造建物に適用される多重膜等の膜構造システムを評価することを想定し、評価基準を設けた。基準は、3章の実験結果とガラスの基準を参考に定めた。測定方法としては、多重膜の熱貫流率測定に用いられている熱箱法を採用した。評価案を表 6-2-3 に示す。

表 6-2-3 高断熱膜(案)

| | 熱貫流率(W/m ² K) | 測定方法 |
|------|--------------------------|---------------------------------------|
| レベル5 | $U < 3$ | 熱箱法 (JISR4710, JISR1420) で測定した値を評価する。 |
| レベル3 | $3 < U \leq 5$ | |
| レベル1 | $5 < U$ | |

膜システムの熱貫流率としては、壁体と同等クラスの目標が望ましいが、現状で開発途上にあるため、まずは窓と同等の評価とした。CASBEE 同様、今後の性能向上に伴いレベル値を見直す必要がある。

3) 照明負荷削減効果(採光膜)

膜構造の長所は、明るく広い空間を確保可能な点にあり、日中の照明負荷を削減する効果大きい。そのため、透光率については、多種商品化されている。ただし、透光率が高い場合、日射透過率も高くなるため、日射熱取得に起因した温熱環境の悪化についても、河端らにより報告されている。一方で、室内に自然通風システムを採用する膜構造も多数存在する。日射熱取得軽減と照明負荷軽減は相反項目であるが、ここでは、膜の長所である照明負荷を特に評価することとした。評価レベルとしては、19年度からの開発目標値を閾値とした。なお、この閾値は、単層膜の場合、現状でほぼクリア可能である。多重膜の場合では、内膜に ETFE 等の透明膜を用いることで調整が可能と思われる。なお、透光率と照明負荷の関係については、次年度検討を行う予定である。次年度の検討を踏まえて、レベル値の見直しを行いたい。

表 6-2-4 採光膜(案)

| | 熱貫流率(W/m ² K) | 測定方法 |
|------|--------------------------|-----------------------------|
| レベル5 | 10% < 透光率 | 従来通り, JISZ8722 で測定した値を評価する。 |
| レベル3 | 5% < 透光率 ≤ 10% | |
| レベル1 | 透光率 ≤ 5% | |

4) 日射遮蔽効果(遮熱膜)

日射遮蔽を目的とした膜の利用は、開口部に用いる場合が一般的である。特に、開口部の屋外側に膜を設置した場合、日射遮蔽効果が大きいことが知られている。屋根を膜構造とした場合で、冷房を行う空間の場合、日中の日射透過によりオーバーヒートする可能性があり、膜を透過する日射と、膜が吸収し再放出する熱を併せて評価するほうが望ましい。日射遮蔽効果については、屋根膜システムと、開口部システム、膜単体を想定し、3つの評価方法について提案する。日射熱取得率のレベルは、現状の白膜が10~15%程度であることから、15%をレベル3とした。昨年行われた河端によるユーザーアンケートでは、

- ・地域を問わず夏季は膜屋根の下が暑いと感じている。
- ・二重膜においても、夏は暑く、冬は寒いという意見が多い。

が示されており、膜構造の快適性を考慮する上で重要な評価項目の一つと考えられる。

表 6-2-5 遮熱膜(日射熱取得率)(案)

| | 日射熱取得率(%) | 測定方法 |
|------|-------------------|---------------------------------------------|
| レベル5 | 日射熱取得率 < 5% | JISR3106 で測定した値を評価する。なお、本項目の対象は、屋根膜システムである。 |
| レベル3 | 5% < 日射熱取得率 < 15% | |
| レベル1 | 20% < 日射熱取得率 | |

オーニングやブラインド等のガラスと膜を組み合わせた開口システムの評価として、日射遮蔽係数がある。窓の外側に膜を設置した場合、遮蔽係数は0.1~0.2程度となり、low-e ガラスに比べて高い性能を示す。そのため、膜の膜の日射遮蔽効果のアピールが可能と思われる。レベルは、CASBEE にならって設定している。

表 6-2-6 遮熱膜(日射遮蔽係数)(案)

| | 日射遮蔽係数 SC(-) | 測定方法 |
|------|----------------|------------------------------------------------------|
| レベル5 | SC < 0.2 | JISA1422 で測定した値を評価する。なお、本項目の対象は、ガラス・サッシ・膜の開口システムである。 |
| レベル3 | 0.2 < SC < 0.5 | |
| レベル1 | 0.5 < SC < 0.7 | |

外壁に膜を取り付ける外皮膜の場合、膜が吸収した熱は大気に再放出される。そのため、外皮膜の場合、建物に直接影響を及ぼす透過率のみを評価することとした。開口部同様、膜を設置することによる環境改善効果が大きく見込めるため、白色膜をレベル5となるようにしている。

表 6-2-7 遮熱膜(日射透過率)(案)

| | 日射透過率 τ (-) | 測定方法 |
|------|--------------------|-------------------------------------------------------------|
| レベル5 | $\tau < 0.2$ | JISR3106, JISK5602 で測定した値を評価する。なお、本項目の対象は、外皮膜として用いる膜材単体である。 |
| レベル3 | $0.2 < \tau < 0.5$ | |
| レベル1 | $0.5 < \tau < 0.7$ | |

5) クライテリアの運用案

20年度に策定したクライテリア案では、①ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)、②暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)、③照明負荷削減効果(採光膜)、④日射遮蔽効果(遮熱膜)の4項目を評価対象とした。案を表 6-2-8 にまとめて示す。

表 6-2-8 環境膜クライテリア案(平成20年度)

| クライテリア | 評価項目 | 評価方法 | 評価対象 |
|--------------------|--------|--------------------|------------------|
| ヒートアイランド低減(高日射反射膜) | 日射反射率 | JISR3106, JISK5602 | 膜単体 |
| 暖冷房負荷削減(高断熱膜) | 熱貫流率 | JISR4710, JISR1420 | 膜システム(多重膜) |
| | 日射熱取得率 | JISR3106 | 膜システム(多重), 構造体含む |
| 照明負荷削減(採光膜) | 透光率 | JISZ8722 | 膜単体, 膜システム(多重膜) |
| 日射遮蔽効果(遮熱膜) | 日射遮蔽係数 | JISA1422 | 窓システム(外皮膜+ガラス) |
| | 日射透過率 | JISR3106, JISK5602 | 膜単体(外皮膜) |

本年度は、この案の運用方法についても検討を行った。膜の利用部位、方法が多岐にわたること、膜構造の普及促進への寄与を考慮して、全ての膜を評価するのではなく、使用目的に応じて、評価項目を選択できるようにしたい。具体的な運用方法手順の案を以下に示す。

- ①性能：メーカー、設計主体が公的機関で測定する。
- ②利用目的に合致した項目で、登録申請をする。
- ③測定値に基づき、膜構造協会が性能を登録する。

この方法により、例えば、

U 大学二重膜構造⇒高反射 LV4, 高断熱 LV3, 採光 LV4

A 邸外皮膜 ⇒遮熱 LV5

等の性能明示が可能となり、膜の環境性能をアピールすることが可能となると

考える。なお、レベル値の設定については、最終年度に再検討を行い、決定する予定である。

6.3 膜構造の環境クライテリアの提案

平成 20 年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業「環境に貢献する膜構造の技術開発」では、スローガンを、「明るく涼しい膜構造で地球温暖化の抑制を」とし、開発目標として、

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

を掲げている。本節では、膜構造の普及促進を図ることを目的に、膜構造の環境性能の明確化について、昨年度に引く続き検討を行った結果について述べる。

昨年度は、膜単体と構造や取り付け方法等のシステムにおいて、それぞれの要求性能に応じたクライテリアを選択可能な方法について検討した。その結果、評価対象とする環境性能として、①ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)、②暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)、③照明負荷削減効果(採光膜)、④日射遮蔽効果(遮熱膜)の 4 項目を抽出して検討を進めた。最終年度は、昨年策定した評価案をもとにクライテリアの提案を行う。

1) ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)

建物や道路等の人工被覆は、日射を受けて高温となるとともに、日射熱を蓄熱し、夜間に放出する。その結果、夏季では、平均気温の上昇、熱帯夜日数の増加等の現象が確認されている。蓄放熱のずれは、季節を通して確認されており、冬日日数の減少の一因ともなっている。ヒートアイランド効果を低減する方法の一つとして、熱容量の大きい人工物への入射日射を低減する方法があり、膜構造の性能が発揮可能である。そこで、膜の環境性能を明示することを目的に、評価項目とした。本項目で評価する環境性能は、日射反射率である。評価レベルは、高反射率塗料の設定値を参考とした。評価案を表 6-3-1 に示す。なお、日射反射率は、淡色・暗色により値が大きく異なるため、色でわけて評価する案とした。測定方法については、競合が予想される高反射率塗料と同等の評価となるよう、分光反射率測定として JISR3106 を、重価方法として JISK5602 を選定している。

表 6-3-1 ヒートアイランド低減膜

| | 淡色系 | 暗色系 | 測定方法 |
|------|-------|-------|----------------------------------------------------------|
| レベル5 | 80%以上 | 40%以上 | 分光反射率（JISR3106）を測定し、高反射塗料と同等の重価（JISK5602）を施した日射反射率で評価する。 |
| レベル3 | 60%以上 | 30%以上 | |
| レベル1 | 40%以上 | — | |

2) 暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)

暖冷房設備を設置する建物において、膜構造を採用した場合、熱負荷が大きくなることが問題となる。特に冬季夜間に暖房が必要な空間では、室内の温熱環境も含めて問題が大きい。一方、膜の熱貫流率は、ガラスと同程度であり、現状で断熱壁と同等の性能を確保することは困難である。そこで、暖冷房を行う膜構造建物に適用される多重膜等の膜構造システムを評価することを想定し、評価基準を設けた。基準は、昨年度の実験結果とガラスの基準を参考に定めた。測定方法としては、多重膜の熱貫流率測定に用いられている熱箱法を採用した。評価案を表 6-3-2 に示す。

表 6-3-2 高断熱膜

| | 熱貫流率 (W/m ² K) | 測定方法 |
|------|------------------------------|-------------------------------------|
| レベル5 | $U < 3$ | 熱箱法（JISR4710, JISR1420）で測定した値を評価する。 |
| レベル3 | $3 < U \leq 5$ | |
| レベル1 | $5 < U$ | |

膜システムの熱貫流率としては、壁体と同等クラスの目標が望ましいが、現状で開発途上にあるため、まずは窓と同等の評価とした。CASBEE 同様、今後の性能向上に伴いレベル値を見直す必要がある。

3) 照明負荷削減効果(採光膜)

膜構造の長所は、明るく広い空間を確保可能な点にあり、日中の照明負荷を削減する効果大きい。そのため、透光率については、多種商品化されている。ただし、透光率が高い場合、日射透過率も高くなるため、日射熱取得に起因した温熱環境の悪化についても、河端らにより報告されている。一方で、室内に

自然通風システムを採用する膜構造も多数存在する。日射熱取得軽減と照明負荷軽減は相反項目であるが、ここでは、膜の長所である照明負荷を特に評価することとした。評価レベルとしては、19年度からの開発目標値を閾値とした。なお、この閾値は、単層膜の場合、現状でほぼクリア可能である。多重膜の場合では、内膜に ETFE 等の透明膜を用いることで調整が可能と思われる。

表 6-3-3 採光膜

| | 熱貫流率(W/m ² K) | 測定方法 |
|-------|--------------------------|----------------------------|
| レベル 5 | 10% < 透光率 | 従来通り、JISZ8722 で測定した値を評価する。 |
| レベル 3 | 5% < 透光率 ≤ 10% | |
| レベル 1 | 透光率 ≤ 5% | |

4) 日射遮蔽効果(遮熱膜)

日射遮蔽を目的とした膜の利用は、開口部に用いる場合が一般的である。特に、開口部の屋外側に膜を設置した場合、日射遮蔽効果が大きいことが知られている。屋根を膜構造とした場合で、冷房を行う空間の場合、日中の日射透過によりオーバーヒートする可能性があり、膜を透過する日射と、膜が吸収し再放出する熱を併せて評価するほうが望ましい。日射遮蔽効果については、屋根膜システムと、開口部システム、膜単体を想定し、3つの評価方法について提案する。日射熱取得率のレベルは、現状の白膜が 10~15%程度であることから、15%をレベル 3 とした。一昨年行われた河端によるユーザーアンケートでは、

- ・地域を問わず夏季は膜屋根の下が暑いと感じている。
- ・二重膜においても、夏は暑く、冬は寒いという意見が多い。

が示されており、膜構造の快適性を考慮する上で重要な評価項目の一つと考えられる。

表 6-3-4 遮熱膜(日射熱取得率)

| | 日射熱取得率(%) | 測定方法 |
|-------|-------------------|-------------------------------------------------|
| レベル 5 | 日射熱取得率 < 5% | JISR3106 で測定した値を評価する。 なお、本項目の対象は、屋根膜システムである。 |
| レベル 3 | 5% < 日射熱取得率 < 15% | |
| レベル 1 | 20% < 日射熱取得率 | |

オーニングやブラインド等のガラスと膜を組み合わせた開口システムの評価として、日射遮蔽係数がある。窓の外側に膜を設置した場合、遮蔽係数は0.1～0.2程度となり、low-eガラスに比べて高い性能を示す。そのため、膜の日射遮蔽効果のアピールが可能と思われる。レベルは、CASBEEにならって設定している。

表 6-3-5 遮熱膜(日射遮蔽係数)

| | 日射遮蔽係数 SC(-) | 測定方法 |
|------|-----------------|--------------------------------------------------------|
| レベル5 | SC<0.2 | JISA1422 で測定した値を評価する。なお、本項目の評価対象は、ガラス・サッシ・膜の開口システムである。 |
| レベル3 | 0.2<SC<0.5 | |
| レベル1 | 0.5<SC<0.7 | |

外壁に膜を取り付ける外皮膜の場合、膜が吸収した熱は大気に再放出される。そのため、外皮膜の場合、建物に直接影響を及ぼす透過率のみを評価することとした。開口部同様、膜を設置することによる環境改善効果が大きく見込めるため、白色膜をレベル5となるようにしている。

表 6-3-6 遮熱膜(日射透過率)

| | 日射透過率 τ (-) | 測定方法 |
|------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|
| レベル5 | $\tau < 0.2$ | JISR3106, JISK5602 で測定した値を評価する。 なお、本項目の対象は、外皮膜として用いる膜材 単体である。 |
| レベル3 | $0.2 < \tau < 0.5$ | |
| レベル1 | $0.5 < \tau < 0.7$ | |

5) クライテリアの運用案

本年度に策定したクライテリア案では、①ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)、②暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)、③照明負荷削減効果(採光膜)、④日射遮蔽効果(遮熱膜)の4項目を評価対象とした。本年度策定した環境膜のクライテリアを表6-3-7にまとめて示す。

表 6-3-7 環境膜クライテリア(平成 21 年度)

| クライテリア | 評価項目 | 評価方法 | 評価対象 |
|------------------------|--------|------------------------|---------------------|
| ヒートアイランド低減 (高日射反射膜) | 日射反射率 | JISR3106 , JISK5602 | 膜単体 |
| 暖冷房負荷削減 (高断熱膜) | 熱貫流率 | JISR4710 , JISR1420 | 膜システム(多重膜) |
| | 日射熱取得率 | JISR3106 | 膜システム(多重), 構造体含む |
| 照明負荷削減(採光膜) | 透光率 | JISZ8722 | 膜単体, 膜システム (多重膜) |
| 日射遮蔽効果(遮熱膜) | 日射遮蔽係数 | JISA1422 | 窓システム(外皮膜 +ガラス) |
| | 日射透過率 | JISR3106 , JISK5602 | 膜単体(外皮膜) |

昨年度に引き続き、この案の運用方法について検討を行った。膜の利用部位、方法が多岐にわたること、膜構造の普及促進への寄与を考慮して、全ての膜を評価するのではなく、使用目的に応じて、評価項目を選択できるようにすることとした。具体的な運用方法手順の案を以下に示す。

- ①性能：メーカー、設計主体が公的機関で測定する。
- ②利用目的に合致した項目で、登録申請をする。
- ③測定値に基づき、膜構造協会内の性能認証委員会において性能の評価・認定を行う。

この方法により、例えば、

U 大学二重膜構造⇒高反射 LV 4, 高断熱 LV 3, 採光 LV 4

A 邸外皮膜 ⇒遮熱 LV 5

等の性能明示が可能となり、膜の環境性能をアピールすることが可能となると考える。

6.4 まとめ

膜構造の普及促進を図ることを目的に、膜構造の環境性能の明確化について検討を行った。評価対象とした環境性能は、①ヒートアイランド低減効果(高日射反射膜)、②暖冷房負荷削減効果(多層化による高断熱膜)、③照明負荷削減効果(採光膜)、④日射遮蔽効果(遮熱膜)の4項目である。それぞれの項目について、性能評価法をJIS等から選定した。また、CASBEEを参考に、性能値に応じてレベル評価し、利用目的に応じた項目について日本膜構造協会に、性能認証委員会を設置し、評価・認定を行う案を提案した。

膜材料は、クールルーフ、日射遮蔽素材として優れた性能を有しており、今後の更なる普及が期待される。今後、高反射率機能材料として普及を図るためには、環境緩和効果の根幹をなす膜材料の物性値、日射反射率、日射透過率、熱貫流率等が測定され、積極的に公開されることが望ましい。本分科会で策定したクライテリアが普及への一助となることを期待している。