

建材試験センター規格 (JSTM) 紹介

環境関係 その1 -JSTM J 7001-

萩原伸治*

現在、様々な分野において大きな課題である地球環境に対して、建築分野ではライフサイクルアセスメント、建物の長寿命化等をテーマに多くの研究がなされている。そのなかで、キーワードとしてよく用いられるのが「耐久性」である。

建築材料の耐久性は、個々に規定されているJIS及びその他の規格等に従って試験を行うことにより評価できる。しかし、複数の建築材料によって構成される外壁及び屋根等に関しては、その評価手法が構築されていないのが現状である。外壁及び屋根等は、日射、季節の変化等による温度の影響、降雨による水分の影響を受ける。これらの影響を総合的に評価したものが、本規格である。

実大外壁等の日射熱による熱変形性及び耐久性試験方法 (JSTM J 7001) について

この規格は、建築物の外壁、屋根等の自然環境にさらされる部材について、人工気候室を用いて日射、気温、降雨等の環境の変化による熱変形性及び耐久性を試験する方法について規定した。

○ 試験体

試験体は、原則として実際の仕様及び施工に従って製作する。試験体の大きさは、外壁等の部位を代表し、熱変形性及び耐久性を適切に評価できるものとする。試験体の内部の温度やひずみを測定する場合は、制作時に試験体の構成材にセンサーを埋め込むか貼り付けておく。なお、当センターで実施できる試験体の最大寸法は、高さが3m、幅は2.8mである。

用語・解説

耐久性・熱変形性とは

耐久性とは、耐熱性、耐水性、耐凍害性、耐薬品性、耐光性、耐候性、耐摩耗性…等、様々な評価項目があるが、要するに「劣化に対する抵抗性」である。劣化要因としては、熱、水、力、日射等の自然環境及び、人為的行為等がある。材料又は部材の用途及び使用目的を考慮し、劣化要因を把握・検討することにより、耐久性の評価が可能となってくる。

熱変形性とは、日射熱及び雨による温度上昇及び下降に伴う膨張及び収縮に対する性能である。日射熱を受け、温度が上昇及び下降することにより材料は膨張変形及び収縮変形しようとするが、部材は複数の箇所固定されているため、その変形が拘束される。そのため、部材内部に応力が発生し、部材及び部材を構成する材料に負荷を与えることになる。その際、この応力が材料の強度を超える場合には、ひび割れが発生することもある。熱変形は、毎日繰り返し発生するため、部材及び部材を構成する材料の性能を適切に評価することが重要である。

○ 試験装置

試験装置は、図1に示すように人工気候室、取付枠及び計測機器で構成されるものとする。

○ 試験方法

試験体の取付は、外気条件設定チャンバーと室内条件設定チャンバーの間に設置した試験体取付枠に実際の施工に従って行う。

* (財) 建材試験センター中央試験所 品質性能部環境グループ

①熱変形性試験

試験は、まず、初期状態として外気温度と室内温度を等しくし、試験体の温度を平衡させ、基準となる温度、ひずみ、変位等の測定を行ってから開始する。試験条件は、試験体の使用環境を考慮して決定するが、試験条件が特になくはない場合には、次のa)、b)に示す試験条件を標準とする。繰り返しサイクル数は、3サイクルを標準とし、3サイクル終了後初期状態に戻す。

- a) 温度基準方式 外気条件は、図2及び表1に示す試験条件を標準とする。
- b) 熱量基準方式 外気条件を日射照射装置によって、熱量を $1\text{kW}/\text{m}^2$ 一定として加熱する。他は、a)と同様とする。

②耐久性試験

耐久性試験は、熱変形性試験と同様に、まず、初期状態を基準としてから試験を開始し、要求される試験条件で、必要なサイクル数で繰り返し負荷を与えた後、初期状態に戻して試験を終了する。

試験条件は、原則的に熱変形性試験と同様に決定するが、標準的には、次のa)に示す条件で試験を行う。

人工気候室とは

人工気候室は、外気条件を設定する外気条件設定チャンバーと室内条件を設定する室内条件設定チャンバーの2つのチャンバーを有するもので、それぞれのチャンバーは、設定した温湿度等の環境条件がプログラム制御機器等によって自動的に制御する機能を持つものである。

外気条件設定チャンバーは、温度を $(-20\sim 40)\pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度を $(20\sim 90)\pm 3\%$ の範囲で、温湿度が任意に設定できるものであり、日射照射装置及び散水装置を有するものである。

日射照射装置は、赤外線ランプにより試験体全面に最大 $1.2\text{kW}/\text{m}^2$ の熱量を一様に照射できるものである。照射熱量の調節は、被照射体表面の温度が設定値になるようにする方式(温度基準方式)と、一定の熱量を照射する方式(熱量基準方式)の2通りが実施可能な機構である。

散水装置は、チャンバー内の上部に固定した散水ノズルで試験体上方から噴霧して、試験体の表面を水膜状に一様に濡らすことができるものである。

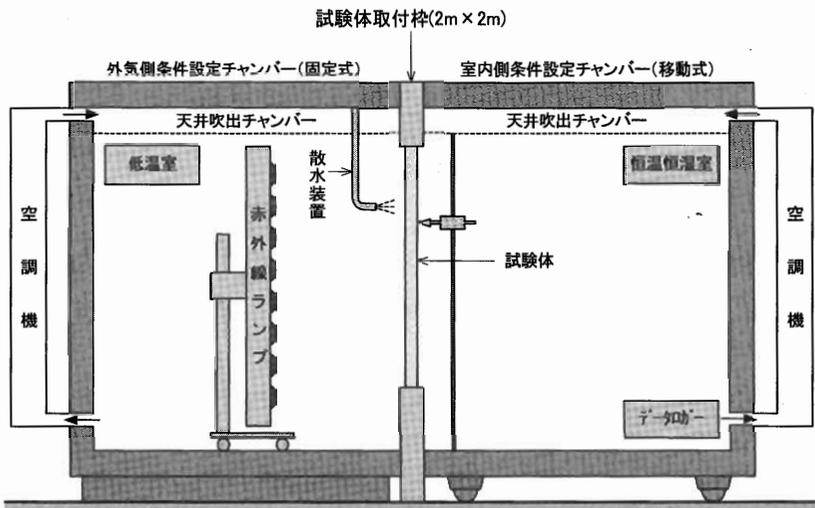


図1 試験装置の概要

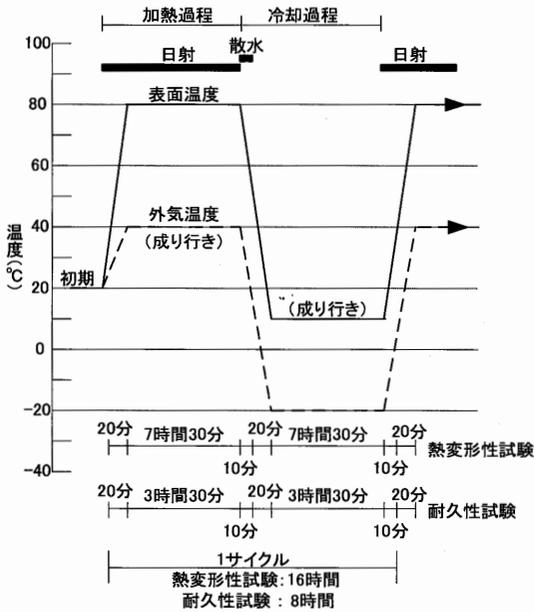


図2 標準的な試験条件

表1 標準的な試験条件

項目	熱変形性試験	耐久性試験
1サイクルの時間	16時間	8時間
加熱時間	8時間	4時間
散水時間	10分	10分
冷却時間	8時間	4時間
繰り返しサイクル数	3サイクル	90サイクル

注) 加熱時には日射照射装置を用いて日射を照射し、表面温度は $80 \pm 3^\circ\text{C}$ とする。冷却開始時には散水(散水量: $1\text{l}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$) し、冷却時には温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ とする。なお、加熱時の気温は特に制御しなくてもよい。また、室内の温湿度条件は一定とし、温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $60 \pm 3\%$ とする。

- a) 試験条件 外気条件は、図2及び表1に示す条件で試験を行う。
- b) 中間確認 繰り返し試験中に、試験体の劣化状況等を確認するために一時試験を中断する場合は、初期状態に戻して行う。その後、試験を開始する場合には、サイクルの初めの加熱から行う。

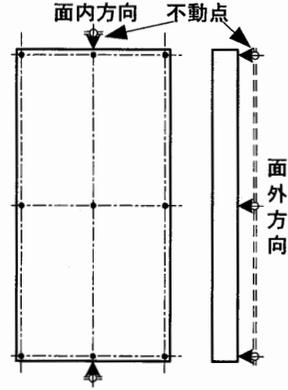


図3 変位測定位置の例

○ 測定項目

測定項目は、温度、湿度、変位(たわみ)、ひずみ及び含水率である。

温度及び湿度の測定は、JISに規定される熱電対及び電気式湿度計を用いて行う。

変位の測定は、試験体の面外方向について電気式変位計を用いて行う。必要に応じて面内方向変位を測定する。変位の測定は、図3に示す位置において行い、測定した変位から次式によってたわみを算出する。

$$\delta = \delta_2 - (\delta_1 - \delta_3) / 2 \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 δ : たわみ (mm)

δ_2 : 直線上に並ぶ3点の変位の内の中央部の変位 (mm)

δ_1, δ_3 : 直線上に並ぶ3点の変位の内の両端部の変位 (mm)

ひずみは、ひずみゲージを貼り付けて測定する。コンクリート等の内部ひずみを測定する場合は、埋め込みゲージを用いて測定する。測定したひずみから拘束を受けるひずみを算出し、熱応力を次式から算出する。

$$\eta = E \cdot \varepsilon \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 η : 熱応力 (N/mm² (kgf/cm²))

E : 縦弾性係数 (N/mm² (kgf/cm²))

ε : 拘束ひずみ (-)

拘束ひずみは、拘束を受けない状態における温度変化に伴うひずみ(自由ひずみ又は温度ひずみ)から計測したひずみを差し引いたものである。

$$\varepsilon = \varepsilon_f - \varepsilon_i \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 ε ：拘束ひずみ

ε_f ：自由ひずみ (線膨張率×温度)

ε_i ：計測ひずみ

含水率は、強度や温度分布に著しく影響が生じる場合に参考として測定する。測定は、電極法により電極の比抵抗から含水率の経時変化を求める方法又はその他のセンサーを用いて行う。

○ ひび割れ、剥離等の検査

試験開始前及び試験終了後の試験体表面や取付け部の外観を目視により観察し、異常の有無を調べる。

耐久性試験においては、外観観察を15サイクル毎に行い、異常が発生した時期を特定できるようにする。また、赤外線カメラによって試験前後の試験体の表面温度分布を測定し、比較することにより、外装材のひび割れやタイルの剥離等の異常をみる。更に、タイル等の接着状態の変化をみるために、直径29mmの鋼球による試験前後の打音により異常を調べる。

○ 強度試験

耐久性試験において、劣化の程度を調べるために次のような強度試験を行う。

- a) **曲げ強度** パネル状の試験体又は試験体を構成する材料について試験終了後に曲げ試験を行い、曲げ強度を求める。パネルの曲げ試験は、JIS A 1414に規定する方法に準拠して行い、材料の曲げ試験は、その材料のJIS等を参考にして行う。
- b) **接着強度** タイル等の接着強度は、建研式接着力試験器を用いた単軸引張強度試験方法によって求める。接着強度試験は、試験前後又

は試験の途中で行う。試験前の接着強度は、比較用試験体を用いて求める。なお、試験途中の接着強度試験のために取り除いた部分は、同一の材料で十分な補修を行う。

○ 試験結果の評価

試験の結果は、変位、たわみ、ひずみ、熱応力、外観、ひび割れ・剥離の検査、強度の項目で評価するが、試験の内容に応じて適宜評価項目を選択し、評価する。

○ おわりに

本規格は、建築物の外壁及び屋根等に対して、試験装置を用いて人工的に自然環境を再現し、熱変形性及び耐久性を促進的に評価する手法を述べている。

よって、環境条件の負荷を促進的に与えた試験室レベルのものであり、緩やかに環境条件の負荷を受ける実際の建築物との相関関係は明らかになっていない。しかし、短時間で自然環境の条件を促進的に与えることで、実際の状況において試験体に発生すると考えられる不具合及び劣化現象が現れてくることが、わかってきたところである。今後更に、多くのデータ蓄積を行うことにより、実建築物との相関を明らかにしていく必要がある。

本規格を有効的に利用することにより、設計段階において環境因子における試験条件を危険側に与え、部材の耐久性を確認することも可能である。また、実際建物に使用した時に発生した部材の劣化に対して、環境条件を再現して試験体を与えることにより、劣化因子を概ね特定することができるため、その劣化に対する対処方法も検討できる。

今後、建物の耐久性に関する関心は益々高まり、耐久性試験に対する需要も増すと考えられるので、積極的に活用されることを期待する。