

外装タイル張り仕上層の細径ピンによる部分浮き補修工法の安全性に関する研究

その1 安全性の検討フロー及び外力の検討

214-031 梶原 道大

1. はじめに

外装タイル張り仕上層の直張り工法が普及する反面、壁面の一部での浮きやはく離が多発し、径 6mm 以上のアンカーピンニング部分エポキシ樹脂注入工法の補修が一般的に行われているが、約 5mm 幅のタイル目地にピンを打ち込まず、施工時の労力や美装性に問題があった。このため、近年、径 4.5mm 以上の細径アンカーピンが実用化されたが、部分浮き補修時の安全性の評価方法が確立されていない。本研究は、外装タイル張り仕上層の細径ピンによる部分浮き補修工法の安全性に関する検討を行うことを目的とする。

2. 外装タイル張り仕上層の部分浮き安全性の検討方針

図 1 に、本研究の外装タイル張り仕上層の部分浮きに対する安全性の検討フローを示す。各種の仕様書や指針や告示を参照し、外力の検討、アンカーピン 1 本あたりの許容耐力や壁面 1m²での保持力の検討、外力と保持力の比較、また、許容耐力と転倒モーメントの比較による安全性の検討を行うこととした。本研究その 1 では、固定荷重、風圧力、地震慣性力の外力設定を検討する。

3. 壁面 1m²の仕上層の重量 G_f [N/m²]の算定

図 2 に外装タイル張り仕上層と浮きやはく離の概要を示す。AIJ 荷重指針 2004 に従った固定荷重 G は、壁面 1m²の重量 G [N/m²]として一覧表で与えられているが、タイル厚 7mm、モルタル厚 20mm で算定した。

4. 壁面 1m²の仕上層の風荷重及び風圧力の算定

基本風速 U₀ ならびに基準風速 V₀ を建設省告示の第 1454 号で最も大きい 46[m/sec]とし、建築物の高さ H=30, 45, 60, 90[m]のおおよそ 10~30 階建て中~超高層建築物で、風荷重が最も大きくなる地表面粗度区分 I とし、地表面からの高さ Z を小から大に変化させると、正圧は大きくなるが、屋外から垂直に壁面を引っ張る方向の負圧は算定式中に Z がなく同じまになり、Z=H として計算した。なお、AIJ 荷重指針 2004 では、再現期間 r=5, 100, 500[年]、また、p.17 図 A6.1 と p.28 図 A6.4 から、U₅₀₀[m/sec]≒U₀[m/sec]+4[m/sec]と近似した。

図 3 に、地表面粗度区分 I での建築物の高さごとの壁面 1m²の外装材用風荷重[N/m²]ならびに壁面 1m²の屋外に面する帳壁の風圧力[N/m²]の計算結果を示す。建設省告示第 1458 号の風圧力の負圧は、隅角部と側壁面ともに、建築物の高さ H=45[m]以下では、AIJ 荷重指針 2004 の再現期間 r=5[年]の壁面 1m²の外装材用風荷重に近い計算結果になり、また、建築物の高さ H=60[m]を超える超高層では、AIJ 荷重指針 2004 の再現期間 r=100[年]

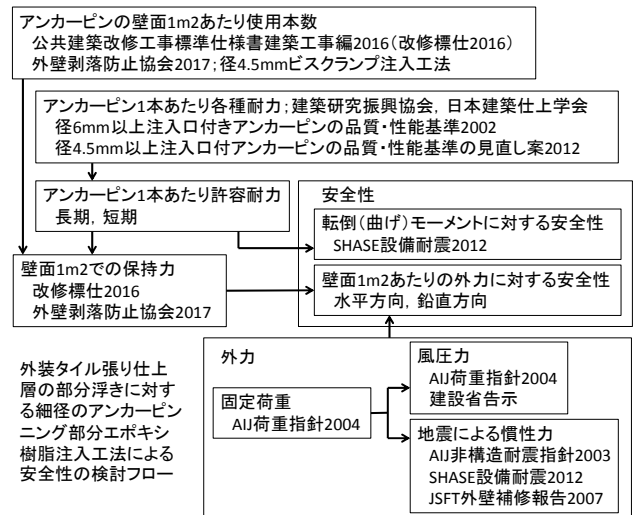


図 1 外装タイル仕上層の部分浮き安全性の検討フロー

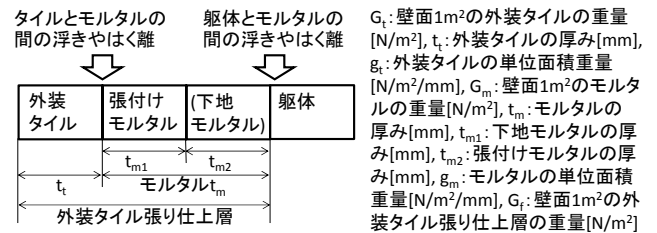
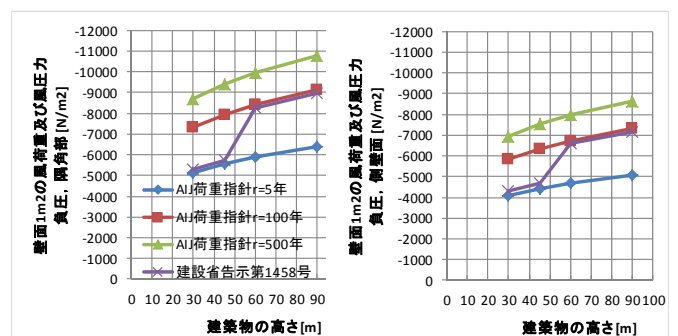


図 2 外装タイル張り仕上層と浮きやはく離の概要



a) 負圧隅角部

b) 負圧側壁面

図 3 基本風速 46[m/sec]で地表面粗度区分 I での壁面 1m²の仕上層の風荷重及び風圧力[N/m²]の計算結果

の壁面 1m²の外装材用風荷重に近い計算結果になった。建築物の高さ H=45~60[m]の高層の範囲では、建設省告示第 1458 号の風圧力の負圧計算式が直線補間形式になっており、図 3 のように負圧の傾きが急激に変化した。

中~超高層建築物の外装タイル張り仕上層の剥離での壁面 1m²の風荷重や風圧力[N/m²]は、最も厳しい安全側

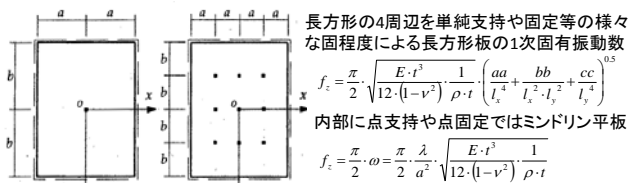
評価で、基本風速 46[m/sec]、地表面粗度区分 I、AIJ 荷重指針 2004 再現期間 $r=500$ 年、負圧隅角部に次になる。

- H=90[m] (約 30 階建て超高層建築物) 11000[N/m²]
- H=60[m] (約 20 階建て高層建築物) 10000[N/m²]
- H=45[m] (約 15 階建て高層建築物) 9500[N/m²]
- H=30[m] (約 10 階建て中層建築物) 8700[N/m²]

5. 壁面 1m² での仕上層の地震による慣性力の算定

AIJ 荷重指針 2004 の地震荷重は、外装材用の規定がない。AIJ 非構造耐震指針 2003 は、非構造部材の応答倍率の係数 β_{Hj} が、構造体との取付け状況にて、固有振動数 10Hz 以上で剛性が高いものと、それ以外で分けられ、まず、仕上層の固有振動数を検討することとした。

モルタルとタイルや躯体の間に浮きがある場合、浮き領域を長方形で仮定すると、浮き周囲のモルタルが接着されており、4 周辺単純支持や固定の長方形板を考え、また、浮き部分でエポキシ樹脂が未注入のままアンカーピンだけ固着の場合、周辺が単純支持や固定で、内部に幾つかの点支持の長方形板を考えた。図 4 に浮きを考慮した長方形板の 1 次固有振動数の算定モデルを示す。



f_c : 1 次固有振動数 [Hz=1/sec], l_x, l_y, t : 長方形板の x 方向長さ y 方向長さ t 厚さ [m], E: ヤング係数でタイル 50000000000 とモルタル 18000000000 [Pa=kg/(m³sec²)], ν : ポアソン比=0.2, D: 板の曲げ剛性 = $E \cdot t^3 / (12 \cdot (1 - \nu^2))$ [kg³sec²/m³], ρ : 板の密度でタイル 2000 とモルタル 2115 [kg/m³], $\rho \cdot t$: 面密度 [kg/m²], a, b, c: 長方形板の 1~4 周辺の固定度の係数で 4 周辺支持 aa=cc=1, bb=2.013 と 4 周辺固定 aa=cc=5.148, bb=3.121, ω : 1 次固有角振動数 [rad/Hz=rad/sec], λ : 無次元化された固有振動数に対するミッドリン平板の係数, a=b: 内部点支持の支点数に応じた長方形板の等分割長さ [m]

図 4 浮き考慮の長方形板の 1 次固有振動数の算定モデル

モルタルと躯体の間に広範囲に浮きが発生した状況を想定し、モルタル+磁器タイルの総厚さ 27mm に対して、 $l_x/l_y=1.5$ となる $810 \times 540 \times 27$ mm や、面積が 4 倍の $1620 \times 1080 \times 27$ mm では、181Hz や 45Hz になり、10Hz より大きい結果になった。また、一般的な階高 3m に対して、幅 2m よりも大きな浮きでは、4 周辺単純支持の長方形板の 1 次固有振動が、 $2 \times 3 \times 0.027$ m で 13Hz に、 $2.5 \times 3 \times 0.027$ m で 9.9Hz に、 $3 \times 3 \times 0.027$ m で 8.1Hz になり、モルタル+磁器タイルの総厚さ 27mm に対して 4 周辺支持の 2.5×3 m の広範囲な浮きで約 10Hz となった。さらに、アンカーピン固定のみを想定して、 $810 \times 540 \times 27$ mm を中央に支点数 1×1 の 1 点支持と、 l_x/l_y を 1, 1.2, 1.5 として $1.08 \times 1.08 \times 0.027$ m, $1.08 \times 1.296 \times 0.027$ m, $1.08 \times 1.62 \times 0.027$ m を縦横各 4 分割して、その縦横格子中央に点支持 3×3 の 9 点支持とした 1 次固有振動数は、内部支持が 1 点支持のとき 2 倍以上高く、内部支持が 9 点支持のとき 6~9 倍程度高くなった。

以上、エポキシ樹脂で取り付けられていれば剛性が高く、表面または裏面を面的に固定の $\beta_{Hj}=1.0$ になり、ま

た、エポキシ樹脂が何らかの原因で注入されずアンカーピンだけ固定も、一端のみ線的に固定の $\beta_{Hj}=1.0$ になる。

それで、AIJ 非構造耐震指針 2003, SHASE 設備耐震 2012, JSFT 外壁補修 2007 での地震による慣性力を試算した。建築物の高さ H=30, 45, 60, 90[m] とし、SHASE 設備耐震 2012 の中間階と上層階の区分に従うこととし、階高を 3m として、建築物の階数=10, 15, 20, 30 階建てとして、地表面から i 階の高さ X_i [m]=階数×階高 3[m]-3[m] で算定した。また、SHASE 設備耐震 2012 では動的解析対象になる 30 階建て 90m 建築物の上層階と中間階の区分は、設計用標準水平震度 k_s の表の欄外の注で上層階の範囲が全階層の 0.7 以上から、 $90[m] \times 0.7=63[m]$ で 22 階以上を上層階と設定した。

図 5 に、地表面から i 階の高さ X_i [m] と壁面 1m² あたりの水平方向の慣性力 [N/m²] の関係を示す。AIJ 非構造耐震指針 2003 と SHASE 設備耐震 2012 は、地表面から i 階の高さ X_i [m] が高くなるごとに、壁面 1m² あたりの水平方向の慣性力 [N/m²] も高くなる変化をして、AIJ 非構造耐震指針 2003 と SHASE 設備耐震 2012 のクラス B 固定条件の算定結果が対応している。また、SHASE 設備耐震 2012 のクラス S 固定条件の上層階と JSFT 外壁補修 2007 の算定結果が対応している。

中~超高層建築物の外装タイル張り仕上層の剥離での壁面 1m² の地震荷重や慣性力 [N/m²] は、AIJ 荷重指針 2004 の固定荷重で、最も厳しい安全側評価で、SHASE 設備耐震 2012 の 20 階建て建築物 (高さ 60m) までのクラス S 固定条件の 15~20 階の上層階と、JSFT 外壁補修 2007 において、壁面 1m² あたりの自重 600[N/m²] に対して、水平方向の慣性力を 1200[N/m²] と、鉛直方向の慣性力を 600[N/m²] になる。

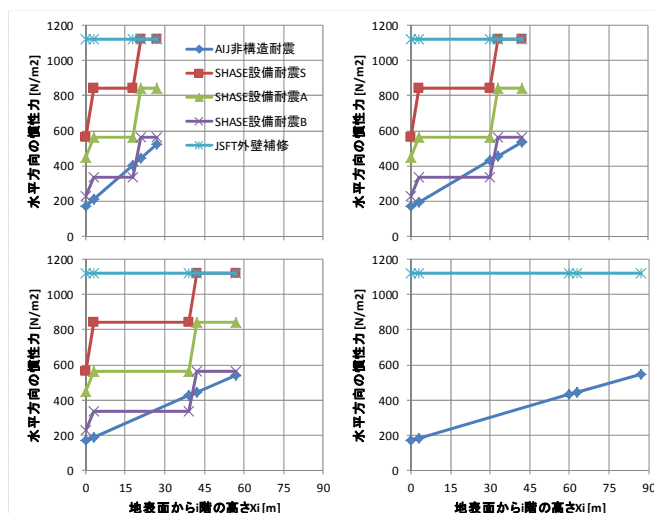


図 5 地表面から i 階の高さ X_i [m] と壁面 1m² あたりの水平方向の慣性力 [N/m²] の関係

6. まとめ

本研究その 1 は、部分浮き安全性の検討フローを示し、固定荷重、風圧力、地震慣性力を設定した。(中村研究室)