

外壁複合改修工法の耐久性に関する検討

○ 天田 裕之*¹ 近藤 照夫*² 堀 竹市*¹
渡辺 清彦*¹ 佐々木 聡*¹

1. はじめに

近年は“リフォーム”という言葉が社会一般にも定着し、市場としても着実にその需要が伸びている。スクラップアンドビルドという考え方から建物の長寿命化という考え方に移行していく中で、建築物の外壁改修は、建築物に対する耐久性の向上という観点から重要である。特に、モルタル塗りやタイル張りで仕上げられた外壁面の改修については、アンカーピンと繊維ネットを併用して用いる外壁複合改修工法(以下、ピンネット工法と記す)によって、耐久性を確保することが普及してきた。

当該ピンネット工法の耐久性に関しては、熱冷繰り返し促進試験による評価が過去に報告されている¹⁾。また、2005年大会においても、ピンネット工法が適用されてから10年以上を経過した建築物の実態調査をした結果が報告されている²⁾。

本報では、ピンネット工法を適用して12.5年間にわたり屋外暴露した試験体を用いて、破壊試験を含めた定量的な耐久性評価をした結果を述べている。さらに、集合住宅の外壁改修工事として当該工法が適用され、15年程度を経過した建築物の実態調査をした結果を合わせて、本工法の耐久性を検討している。

2. 試験・調査の方法

2.1. シリーズ I

当該工法を適用した試験体を独立行政法人建築研究所(旧建設省建築研究所)屋外暴露試験場に設置し、経年変化を継続的に評価している。試験体の概要を図1に、暴露試験の状況を写真1に示す。

(1) 試験体の種類

試験体 1, 2: 厚さ 300mm のコンクリート板上に厚さ 20mm のモルタル仕上げを施した後、ピンネット工法を適用した。

試験体 3, 4: 厚さ 300mm のコンクリート板上に厚さ 50mm のモルタル仕上げを施した後、ピンネット工法を適用した。

試験体 1 および 3 については、中央部の幅 500mm 部分に塩化ビニル樹脂フィルムをコンクリート表面とモルタル仕上げ面に挟み込んで、モルタルの浮きを想定した。

(2) 使用材料

コンクリートにはレディミクストコンクリートを適用し、仕上げモルタルには既調合モルタルを用いた。ピンネット工法にはGNスーパーピンネット工法を適用し、当該工法で専用のプライマー、ファイバー、繊維ネットおよびアンカーピンの性状を表1~4に示す。モルタル厚さに応じて、試験体 1, 2 には長さ 50mm、試験体 3, 4 には長さ 80mm のアンカーピンを用いた。

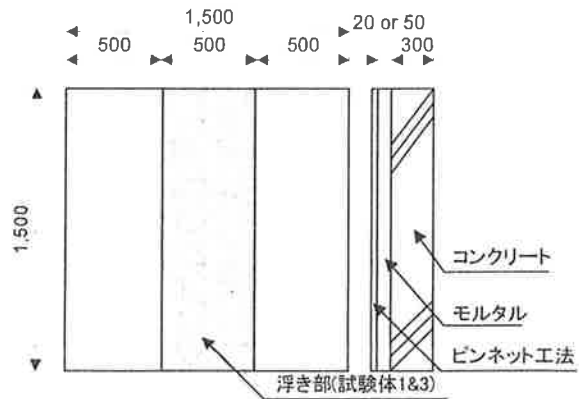


図1 試験体の概要(mm)

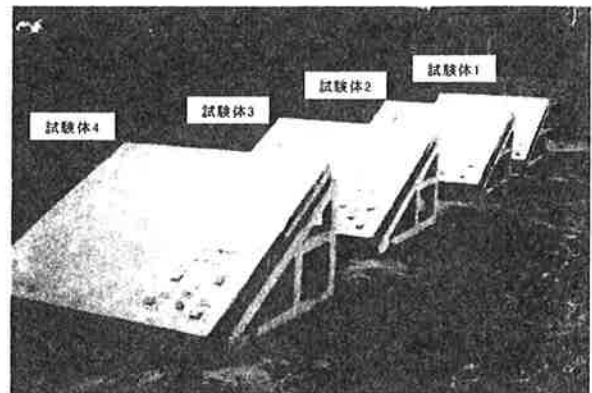


写真1 シリーズ I (屋外暴露試験状況)

表1 プライマーの性状

成分	エチレン酢酸ビニルエマルジョン
外観	乳白色液状
全固形分	45±1%
pH	6±1
粘度	1,000±200mPa·s

Examination concerning durability of renewed external walls by application of net overlaying and anchoring.

AMADA Hiroyuki*¹, KONDO Teruo*², HORI Takeshi*¹
WATANABE Kiyohiko*¹, SASAKI Satoshi*¹

表 2 フィラーの物性値

試験項目		試験結果
軟度変化(%)		11
接着強さ (N/mm ²)	標準養生時	1.2
	低温養生時	1.0
耐ひび割れ性		異常なし
耐衝撃性		異常なし
吸水量(g)		1.0
耐久性 (付着強さ:N/mm ²)		異常なし (1.4)

表 3 アンカーピンの物性値

試験項目		試験結果
引張強さ (kN)	埋込深さ 20mm	1.677
	埋込深さ 25mm	2.452
せん断強さ (kN)		5.452
モルタルに対する頭部保持力 (モルタル厚:20mm)		1.657

表 4 繊維ネットの物性値

試験項目	試験結果
繊維径(μm)	13
引張強さ(MPa)	1,580
伸度(%)	7.2
ヤング率(GPa)	36.3
密度(g/m)	1.30
平衡水分率	3.0
融点(°C)	240

(3)試験方法

a. フィラーの接着強さ試験

フィラー施工面に 40×40mm アタッチメントをエポキシ樹脂で取付け、硬化後ダイヤモンドブレード付きディスクサンダーを用いて、アタッチメント周囲をモルタル仕上げ面に達する深さまで切断して、引張試験に供した。引張試験には、日本建築仕上学会認定引張試験器(サンコーテクノ(株)R-10000ND)を適用した。

接着強さは、最大荷重を面積(1600mm²)で除した値とし、1材齢で5箇所を測定してその平均値を求めた。

b. アンカーピンの引張試験

a.のフィラー接着強さ試験が終了した後、アンカーピン頭部にドリルスクリュービス HEX-5×25 をねじ込み、上記の引張試験器を用いて、引き抜き最大荷重を引張強さとした。

(4)試験材齢および試験位置

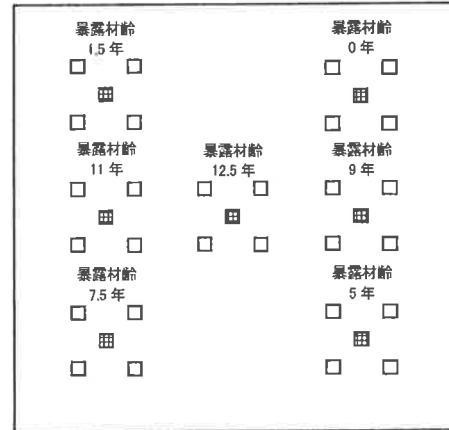
試験体を作製した後、1ヶ月経過した時点を試験開始(0年)とし、1.5、5、7.5、9、11、12.5年で供試した。それぞれの試験位置を図2に示す。

(5)屋外暴露条件

屋外暴露は試験体を45°の角度で、表面が南東面を向くように設置した。

2.2. シリーズⅡ

当該工法を適用して、約15年を経過した表5と写真2に示す建築物の実態調査を実施した。



□ : フィラーの接着強さ試験
 ■ : フィラーの接着強さ試験+アンカーピンの引張試験

図 2 暴露試験体の引張試験位置

表 5 実態調査の対象建築物

名称	団地 A
用途	集合住宅
竣工年月	昭和 46 年 11 月
改修月日	平成 3 年 9 月
構造・規模	鉄筋コンクリート造、地上 7 階
改修前外装仕上げ	陶磁器質モザイクタイル張り
改修後外装仕上げ	つや有合成樹脂エマルジョンペイント塗り



写真 2 団地 A 全景

(1)調査方法

団地 A の外壁面を目視調査し、東西南北壁面の一部に仮設ゴンドラ足場を設置して、打音検査、コア採取、フィラーの接着強さ試験、アンカーピンの引張試験を実施した。さらに、採取したコアの断面観察及び繊維ネットの引張試験をした。

(2)試験方法

a. フィラーの接着強さ試験

シリーズ I a.と同様な方法とし、北・東面の1階で各1箇所(n=3)、西・南面の1、4、7階で各1箇所(n=3)を評価対象とした。

b. アンカーピンの引張試験

シリーズ I b.と同様な方法とし、1階の東西南北面で各1箇所(n=3)を評価対象とした。

c. 繊維ネットの引張試験

繊維ネットの採取は、ダイヤモンドブレード付きディスクサンダーを用いて、既存のモルタル仕上げ面に達する深さまで切り込みを入れ、ファイラー層に埋め込まれているネットをできる限り損傷しないように引き剥がした。採取したネットは損傷が少ない部分から縦軸及び斜軸の長さが 100mm となるように切り取り、20℃、60%RH の室内に 24 時間静置した後、引張試験の試料とした。引張試験は、インストロン万能試験機を用いて、チャック間距離 30mm でクロスヘッド速度 50mm/分の条件で伸長して、引張最大荷重及び伸び率 E を求め、5 回の引張試験をしてその平均値を求めた。

3. 試験結果と考察

3.1. シリーズ I

(1) フィラーの接着強さ

暴露材齢と接着強さの関係を図 3 に示す。

暴露 12.5 年を経過しても、フィラーの接着力は 0.6~1.0N/mm² であり、公共建築改修工事標準仕様書平成 16 年度版に規定されるタイル張り付けモルタルの接着強さ 0.4N/mm² 以上の値を満足している。しかし、測定箇所によっては 0.4N/mm² 以下の接着強さが認められた。これらの破断位置は下地モルタル部分が多いことから、暴露材齢が 12.5 年と長くなり下地モルタルに劣化が生じたものと思われる。また、すべての暴露試験体の表面にはスケーリング等の表面劣化が生じており、暴露条件が 45° の角度で、仕上げ面が南東面を向くような設置であるという過酷な条件も一因であると考えられる。実建築物では、ファイラー層の上に何らかの仕上げ材が施されることや、仕上げ面が一般的には鉛直となることを考慮すると、実建築物においては、今回の試験結果より安全側であるものと判断できる。

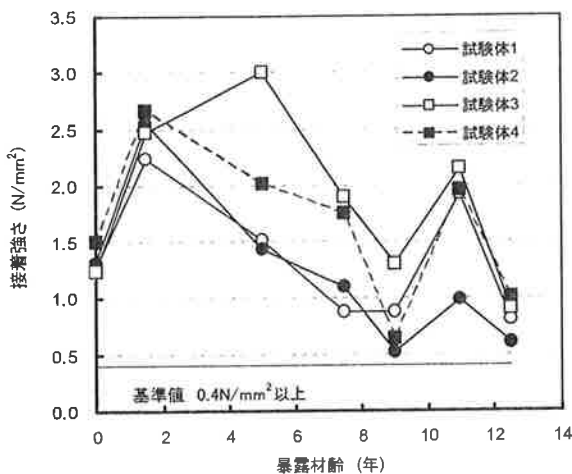


図 3 暴露材齢とフィラー接着強さの関係

(2) アンカーピンの引張強さ

暴露材齢と引張強さの関係を図 4 に示す。

暴露 12.5 年を経過しても、アンカーピンの引張強さは 2,400~5,000N であり、公共建築改修工事標準仕

様書平成 16 年度版に規定される注入口付アンカーピン 1 本当たり 1,500N 以上の値を満足している。

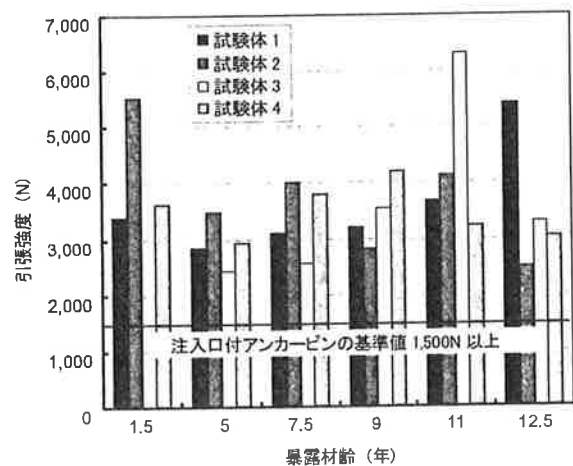


図 4 暴露材齢とアンカーピン引張強さの関係

3.2. シリーズ II

(1) 目視観察

団地 A における西・北面の手摺壁はスパン(柱間)が長く、垂直方向のほぼ等間隔で表面的なひび割れが発生していた。一部では、壁厚を貫通したひび割れとなっており、このようなひび割れの発生を防止するには、ひび割れ誘発目地を設置することが有効であると判断される。

また、東・南面の手摺壁の開口部周りには、斜め方向のひび割れが散見された。当該建築物の建設当時における設計では、開口部周りの補強が一般的には採用されておらず、このようなひび割れが発生したものと考えられる。これらのことから、開口部周りにピンネット工法を適用する場合には、下地補修の段階で開口部周りをワイヤメッシュ等で補強してひび割れの発生を防止するか、ひび割れ部分を U 形にカットし、弾性シーリング材を充填してひび割れを補修する必要があると判断される。

一方、当該工法未施工箇所の西・北面の手摺壁天端においては、金属部材の取合い部から生じたと推察されるひび割れや剥れ、欠損が各階で見られた。また、1 階のバルコニー床上げ裏面では、剥れや欠損が見られた。特に東面と南面に多く、南面 1 階ではほぼ全面にわたって剥れや欠損が見られた。

(2) 打音検査

東・西・南面における下地の浮きは各階に多数見られ、日射による熱影響が劣化を促進していると推察された。特に東面や南面では 500×500mm の面積を超える広範囲の浮きが観察され、4~7 階に集中していた。

(3) 採取したコアの断面観察

打音検査によって浮いている判断された箇所から採取したコアは、いずれも既存下地モルタルが躯体コンクリートから剥離しており、ファイラー層と既存仕上げとの界面における浮きは生じていない状態であった。

(4) フィラーの接着強さ

フィラーの接着強さを図5に示す。

これらの結果によると、施工後15年を経過してもフィラーの接着強さは、公共建築改修工事標準仕様書平成16年度版で規定されているタイルの引張接着強度の基準である $0.4\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の値を満足している。特に北面は、他の面に比べてフィラーの接着強さが大きくなる傾向が見られた。これは日射による熱影響が少ないため、劣化が抑制されたものと考えられる。また、西面4階のNo.1と南面4階のNo.1~No.3は、下地が浮いている箇所であったため、接着強さの測定が不可能になっている。

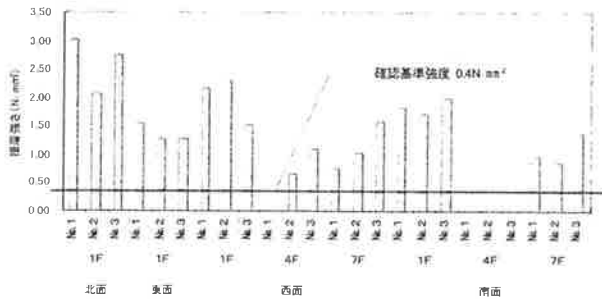


図5 フィラーの接着強さ

(5) アンカーピンの引張強さ

アンカーピンの引張強さを図6に示す。

施工後15年を経過したアンカーピンの引張強さは、公共建築改修工事標準仕様書平成16年度版で規定されている注入口付アンカーピン1本あたり1500N以上の値を満足している。また、西面4階のNo.1, No.2に対する試験においては、取付けたドリルスクリュービスが抜け出し、測定が不可能となっている。

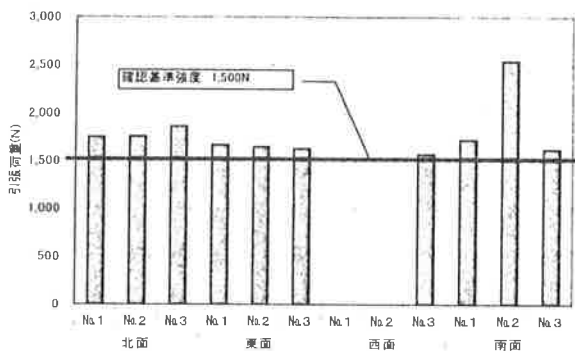


図6 アンカーピンの引張強さ

(6) 繊維ネットの引張試験

ネットの引張試験の結果を図7に示す。

施工後15年を経過した建築物から採取したネットを引張試験した結果のみから判断すると、経年によって引張強さが低下しているように見受けられる。しかし、繊維ネット採取時における損傷や測定結果のばらつき(標準偏差)を考慮すると、現時点での適切な判断を下すこと

は困難である。したがって、当該材料については、今後も機会あるごとに実施工に適用された材料を採取して、試験データの蓄積をした上で統計的な手法により、経時変化を検討していかなければならないと思われる。

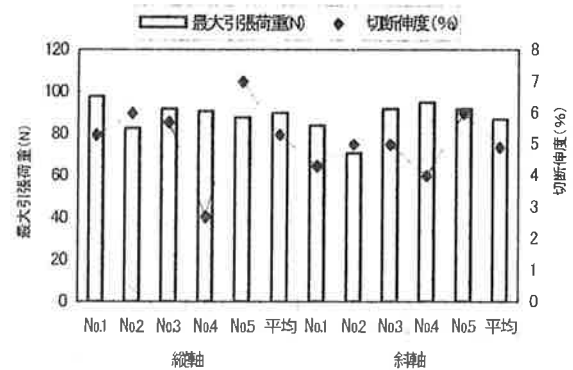


図7 ネットの引張強さ

5. まとめ

ピンネット工法を適用して12.5年間屋外暴露した試験体と、集合住宅の改修工事に適用されて15年以上を経過した外壁の実態調査から、耐久性に関して以下のようなことが把握された。

- (1) フィラーの平均接着強さは、暴露材齢12.5年を経過しても $0.4\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の値を保持している。また、改修施工後15年を経過したフィラー層には、既存仕上げ界面からの浮きは見られない。
- (2) アンカーピンの引張強さは、暴露12.5年を経過しても1500N/本以上を満足している。また、改修施工後15年を経過した外壁の場合においても同様である。
- (3) スパン(柱間)が長い壁面に当該工法を適用する場合には、垂直方向のひび割れ誘発目地を設置する必要があると判断される。
- (4) 開口部周りなどひび割れが発生しやすい箇所に当該工法を適用する場合には、ワイヤーメッシュ等による補強もしくは発生しているひび割れを補修する必要があると判断される。
- (5) 当該工法は施工後15年を経過しても、一般的な外壁補修工法に比較して劣化が少ない。

以上の結果から、当該工法は改修後15年を経過しても十分な耐久性を有することが確認できた。また、既に施工後10~15年を経過した実建築物の実態調査をしており、今後も継続的な実態調査やデータの蓄積を図り、耐久性に関する検討を推進していく予定である。

[参考文献]

- 1) 近藤昭夫: アンカーピンとネットを併用した外壁改修工法に関する研究(その4 熱冷繰り返しの耐久性の評価、日本建築士学会1994年大会学術講演会研究発表論文集, pp181~184(1994))
- 2) 渡辺清彦ほか: 外壁複合改修工法の実態調査に基づく耐久性評価、日本建築士学会2005年大会学術講演会研究発表大会論文集, pp163~166(2005)

*1 全国ビルリフォーム工事業協同組合

*2 ものづくり大学 教授 博士(工学)