

外壁複合改修工法の実態調査に基づく耐久性評価

○ 渡辺 清彦*¹ 近藤 照夫*² 堀 竹市*¹
佐々木 聡*¹ 本橋 健司*³

1. はじめに

近年のわが国においては、増大する建築ストックに対する社会的な意識も高まり、リフォームという新たな市場が確立されている。外壁の改修は、建築物に対する耐久性の向上はもとより、資産価値や生活環境の向上など大きな役割を担い、社会的にもその必要性が認識されるようになった。特に、モルタル塗りやタイル張りで仕上げられた外壁の改修については、アンカーピンと繊維ネットを併用した外壁複合改修工法(以下、ピンネット工法と記す)が普及してきた。そのような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報告されている。

本報告は、集合住宅の外壁改修工事に適用され、10年程度を経過したピンネット工法の実態調査をした結果から、耐久性を検討している。さらに、ピンネット工法を適用した試験体を11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も報告する。

法には1種類の外壁複合改修工法(以下、G工法と記す)を用い、適用したプライマー、フィラー、繊維ネットおよびアンカーピンの性状を表1~4に示す。試験体1、2には長さ50mm、試験体3、4には長さ80mmのSUS304製専用アンカーピンを用いた。

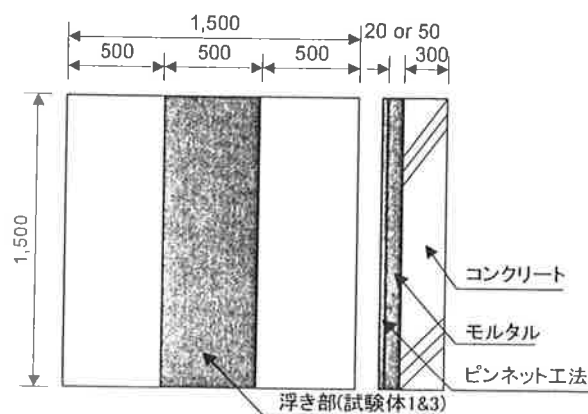


図1 試験体の概略図 (mm)

2. 試験概要

2.1. シリーズ I

シリーズ I では、ピンネット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、経年変化を評価した。試験体の概略図を図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シートをコンクリート表面とモルタル仕上げ面に挟み、モルタルの浮きを想定した。

(2) 使用材料

コンクリート板はレディミクストコンクリートを用い、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

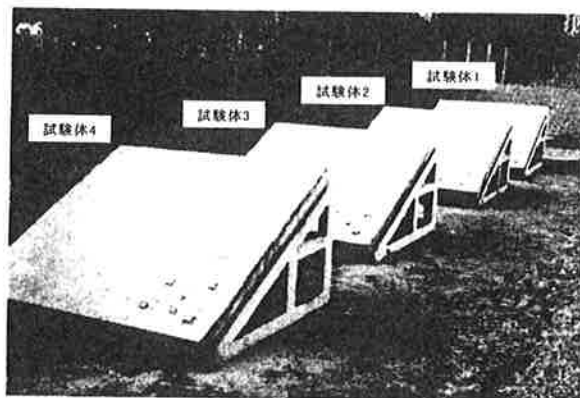


写真1 シリーズ I 屋外暴露試験状況

表1 EVA系専用プライマーの性状

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

Durability evaluation for renewed external walls by application of net overlaying and anchoring

WATANABE Kiyohiko*¹, KONDO Teruo*², HORI Takeshi*¹,
SASAKI Satoshi*¹, MOTOHASHI Kenji*³

表 2 SBR 系専用フィラーの物性値

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		発生なし
耐衝撃性		発生なし
吸水量		1.0
耐久性 (付着強さ:N/mm ²)		発生なし (1.4)

表 3 繊維ネットの物性値

繊維径(μ)	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

表 4 SUS304 製アンカーピンの物性値

引張強さ (N)	埋込深さ 20mm	1,677
	埋込深さ 25mm	2,452
せん断強さ (N)		5,452
モルタルに対する頭部保持力 (モルタル厚:20mm)		1,657

(3)試験方法

a.SBR 系専用フィラーの引張強さ試験

SBR 系専用フィラー施工面に 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。引張強さは、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.SUS304 製専用アンカーピンの引張試験

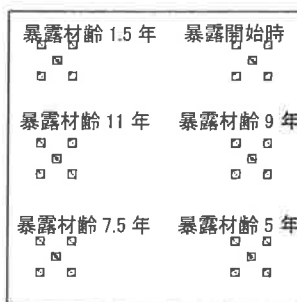
a.の SBR 系専用フィラー引張強さ試験が終了した後、SUS304 製専用アンカーピン頭部にドリルスクリュービス HEX-5×25 をねじ込み、上記の引張試験器を用いて、引抜き最大荷重をアンカーピンの引張強さとした。

(4)試験材齢および試験位置

試験体を作製した後、1 ヶ月経過した時点から試験開始(0年)とし、1.5、5、7.5、9、11 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

屋外暴露は写真 1 に示すように、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。



□:専用フィラー付着力試験

□:専用フィラー付着力試験+専用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

2.2.シリーズII

シリーズIIは、シリーズIと同様にピンネット工法Gを適用した試験体を独立行政法人建築研究所屋外暴露試験場に設置し、経年変化を評価した。

(1)試験体の種類

試験体 A, B:ALC 版上に G 工法を適用した。

試験体 C:ALC 版上に G 工法を適用した後、無機質系仕上塗材を施した。

試験体 D:ALC 版上に G 工法を適用した後、無機質系仕上塗材を施した。

試験体 E:ALC 版上に G 工法を適用した後、アクリル樹脂系弾性仕上塗材を施した。

試験体 F:ALC 版上に G 工法を適用した後、一液型ウレタン仕上塗材を施した。

(2)使用材料

ALC 版には市販品(600×2,000mm)を用い、G 工法はシリーズ I と同様に施工して、SUS304 製専用アンカーピンの長さは 50mm とした。

(3)試験方法

試験方法は、シリーズ I と同様とする。

(4)試験材齢

試験材齢は、シリーズ I と同様とする。

(5)屋外暴露条件

屋外暴露は写真 2 に示すように、試験体を鉛直に固定し、表面が南東面を向くように設置した。

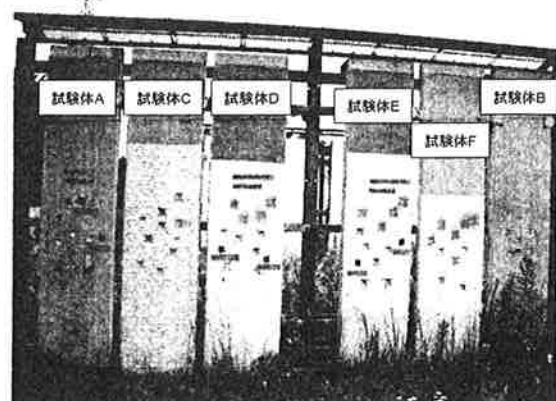


写真 2 シリーズII屋外暴露状況

2.3.シリーズIII

シリーズIIIでは、ピンネット工法Gを適用して、約 10 年を経過した表5と写真 3~5 に示す建築物の実態調査を実施した。

表 5 実態調査の対象建築物

名称	施工年	調査年	経過年数	施工部位	改修後の仕上げの有無
団地①	H.3.10	H14.1	10年	大庇鼻先 踊り場・腰壁・天端 玄関庇鼻先、妻壁	有(つや有り合成樹脂EP)
団地②	H.3.10	H14.1	10年	玄関庇 (約 45° に傾斜)	無
団地③	H.4.12	H14.6	9.5年	妻壁	有(つや有り合成樹脂EP)



写真 3 団地①全景



写真 4 団地②全景



写真 5 団地③全景

(1)調査方法

団地①、②については目視調査のみとした。団地③については妻壁に仮設足場を設置して、目視調査、引張試験および採取したコアによる断面観察を実施した。

(2)試験方法

SBR系専用フィラーの引張強さ試験は、シリーズ I a. と同様な方法を適用した。

3. 試験結果と考察

3.1.シリーズ I

(1)SBR系専用フィラーの引張強さ

暴露材齢と引張強さの関係を図 3 に示す。

暴露 11 年を経過しても、専用フィラーの引張強さは公共建築改修工事標準仕様書に規定されるタイル張り付けモルタルの引張強さ 0.4N/mm^2 以上を満足している。暴露 9 年では引張強さの低下傾向が見られ、それらの破断は既存モルタルの母材またはコンクリート素地

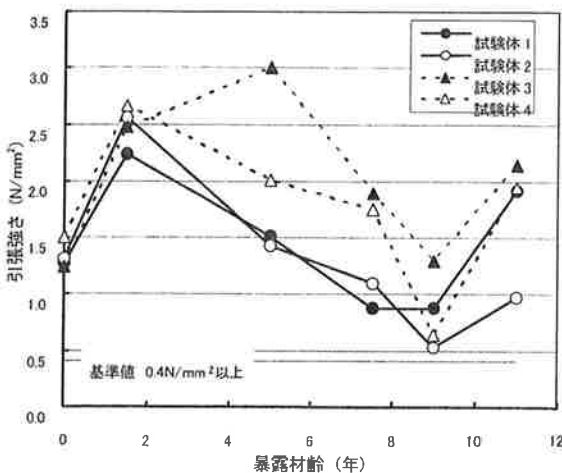


図 3 暴露材齢と引張強さの関係

とモルタルの界面で生じていることから、アタッチメント周囲を切断する際に、切断深さを $50\sim 70\text{mm}$ と深くしたことが影響していると思われる。暴露 11 年では、全ての試験体において引張強さが $1.0\sim 2.0\text{N/mm}^2$ 程度であることから、暴露 9 年の結果については試験方法に問題があったと考えることもできる。

また、専用アンカーピン上の引張強さは暴露 11 年を経過しても、 $1.5\sim 2.5\text{N/mm}^2$ 程度であった。技術開発の当初は、ステンレス鋼 SUS304 製アンカーピンと専用フィラーの熱伝導率の違いにより、専用アンカーピン上の引張強さが低下することが懸念されたが、この結果からそのような問題はないものと判断できる。

(2)専用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 11 年を経過しても、専用アンカーピンの引張強さは建築改修工事監理指針に規定される 1 本当たり 1.5kN 以上を満足していることが確認された。

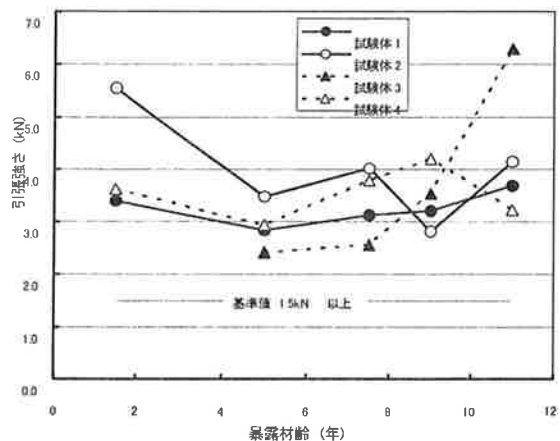


図 4 暴露材齢と引張強さの関係

3.2. シリーズ II

暴露材齢と引張強さの関係を図 5 に示す。引張強さは $0.2 \sim 1.1 \text{N/mm}^2$ 程度であるが、全ての破断位置が ALC の母材破断であることから、専用フィラーの引張強さは測定値以上に確保されていると判断できる。

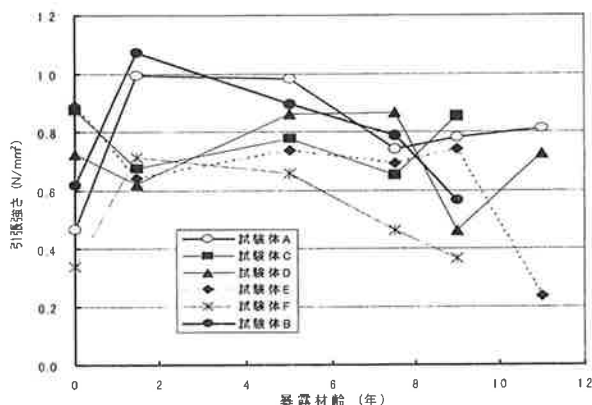


図 5 暴露材齢と引張強さの関係

3.3 シリーズ III

(1) 団地①の調査結果と考察

G 工法を適用した大庇鼻先部分には、ひび割れや補修跡は認められないが、別棟の同部位には樹脂注入跡が確認された。階段室踊場、腰壁および 1 階出入口庇鼻先についても、劣化現象は確認できなかった。

G 工法を全面に適用した妻壁の全景を写真 6 に示す。当該妻壁には、コンクリート打継ぎ部に水平方向のひび割れが確認されたが、漏水等の現象は認められなかった。このことから、構造上必要な部位については、改修時に目地を設ける必要がある

一方、通常の外壁改修工法で施工された別棟には、無数のひび割れ発生や漏水の補修跡が確認された。

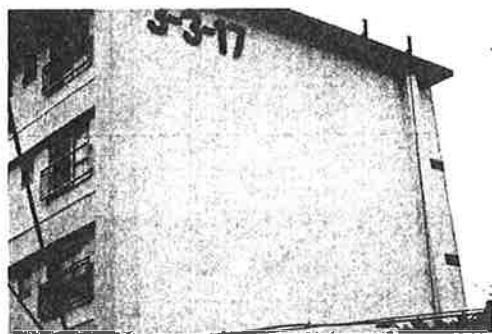


写真 6 団地①施工後 10 年を経過した妻壁

(2) 団地②の調査結果と考察

G 工法の上に仕上げを施していないため、専用

アンカーピンの頭部や繊維ネットの露出部分が認められた。改修後 10 年を経過する期間に、表面の専用フィラーが流失したと推定され、仕上塗材によって表面被覆することが耐久性向上の観点からは推奨できる。

(3) 団地③の調査結果と考察

a. 打診および目視観察

G 工法を適用した全壁面を打診した結果では、浮きの散在は認められた。しかし、 $500 \times 500 \text{mm}$ /個所以下の面積であり、直ちに浮きに対する補修を要するような状態ではないと判断される。各階のコンクリート打継ぎ部には幅 0.5mm 程度の水平ひび割れが確認され、団地①と同じ現象が確認された。これらのことから、G 工法においては、構造上必要な部位には目地を設けることが重要であるといえる。

b. 採取したコアの断面観察

外壁から採取したコアの断面を観察した結果では、表面に目視で確認されたひび割れは改修層に生じているが、繊維ネットは破断していない状態であった。

c. SBR 系専用ポリマーセメントフィラーの引張強さ

約 10 年を経過した後の接着強さは、14 階で 2.56N/mm^2 、10 階で 1.91N/mm^2 、5 階で 1.37N/mm^2 、2 階で 2.12N/mm^2 であり、公共建築改修工事標準仕様書に規定される 0.4N/mm^2 以上を満足している。

5. まとめ

ピンネット工法 G を適用して 11 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 10 年程度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を把握した。

- (1) 施工後 10 年程度を経過した SBR 系専用フィラーは、屋外暴露試験体及び実施工の外壁において 0.4N/mm^2 以上の引張強さを保持している。
- (2) SUS304 製専用アンカーピンの引張強さは、暴露 11 年を経過した後も 1.5kN 以上を保持している。
- (3) ピンネット工法は施工後 10 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。
- (4) ピンネット工法を適用するには、構造上必要な部位に対する目地の設置が不可欠である。

以上のようなことから、ピンネット工法は施工後 10 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。

今回は、施工後 10 年程度を経過した状態から検討したが、今後も継続的な実態調査やデータの蓄積をして、耐久性に関する検討を深める予定である。

[参考文献]

- 1) 近藤照夫ほか: 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)、日本建築工学会 1994 年大会学術講演会研究発表論文集, pp181~184(1994)

*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)

*3 (独) 建築研究所 グループ長 博士(工学・農学)

Japan Building Renewal Constructors Association

Dr. Eng. Professor Institute of Technologists

Dr. Agri. & Eng., Director Building Research Institute