

ユニットタイル直張り仕上げ外壁に対する C型アンカーピンの性能に関する研究

○栗秋裕次*¹ 伊藤洋介*² 河辺伸二*³ 田浦成昭*⁴

1. はじめに

外壁タイル張り仕上げは美装性、躯体保護性、メンテナンス性に優れているが、直張りされた外壁タイルがコンクリート躯体と張付けモルタルの界面ではく離し、はく落する事故が発生している。

外壁タイルがはく離した場合の補修工法としてアンカーピンと注入用樹脂を用いる工法がある。しかし、注入用樹脂の注入時に面外方向に注入圧が掛かり、はく離の隙間（以下、浮き代とする）を拡大させ、張付けモルタルのはく離部分に隣接している健全部の張付けモルタルをはく離させる（以下、共浮きとする）問題がある。

全ねじ切り加工されたアンカーピン（以下、全ねじとする。図1(1)）を用いる補修工法は、注入時にタイルと張付けモルタルの層（以下、TA層とする）を固定できないため、共浮きし易い。

注入口付アンカーピン（以下、注入口付とする。図1(2)）を用いる補修工法は、ピン先端の開脚部が拡張してコンクリート躯体に固定され、ピン頭部の径がアンカーピン挿入孔の内径より大きいので、ピン頭部がTA層を押さえるので共浮きしにくい。作業工程の煩雑さと形状の複雑なアンカーピンの使用によるコスト高が課題となる。

著者ら^{2),3)}は、直張りされた外壁タイルのはく離をC型アンカーピン（以下、C型とする。図1(3)）

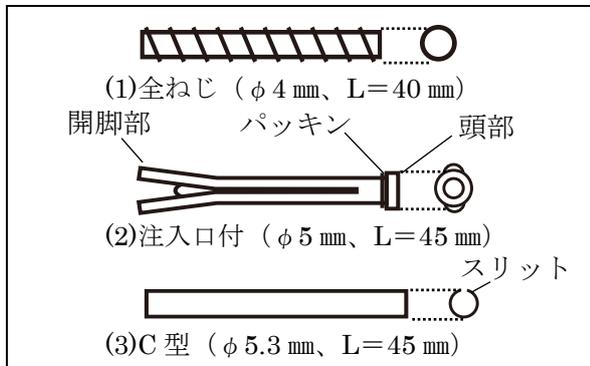


図1 アンカーピン（全ねじ、注入口付、C型）

で補修する工法の研究・開発を行ってきた。本工法では、C形状に丸めたステンレス板をC型の径より小さいアンカーピン挿入孔に挿入することで、復元力でコンクリート躯体とTA層を固定し、共浮きを抑える。C型は注入口付と異なり、頭部を納めるための2段階の穿孔が不要なため、注入口付と比べて作業工程を簡略化でき、アンカーピンの形状が単純であるためコストも低い。しかし、C型によるはく離したタイルの補強効果、共浮き抑制効果については明らかでない。そこで本研究では、C型を含むアンカーピン単体での引抜き荷重と注入用樹脂を注入した際のタイルの引抜き強度を測定し、注入用樹脂を注入した際のタイルの面外方向への変位を確認する。これにより、C型でタイル直張り仕上げ外壁を補修するための基礎データを得る。

2. 供試体

2.1 注入用樹脂

注入用樹脂はアンカーピンを用いたタイルはく離の補修工法に適しているJIS A 6024 : 2019の注入用エポキシ樹脂硬質形中粘度一般用（以下、中粘度とする）と注入用エポキシ樹脂硬質形高粘度一般用（以下、高粘度とする）を使用する。また、C型の復元力によるタイルへの支持力を維持するため、弾性を有する樹脂を使用することが良いと考え、上述JISの可とう性エポキシ樹脂（以下、可とう性とする）、JIS A 5549 : 2003の変成シリコーン樹脂系（以下、変成シリコーンとする）も併せて使用する。

2.2 注入用樹脂を注入したアンカーピン及びアンカーピン単体の引抜き

表1に供試体の仕様を、図2に注入樹脂を注入したアンカーピンの引抜き試験体を示す。供試体は基材とTA層を別に作製し、互いに接着させず重ね、供試体とする。

TA層は、フロート板ガラスに防水シートを貼り付け、その上に張付けモルタルを55×55×t4mmで塗

表 1 供試体の仕様(注入用樹脂を注入したアンカーピン、及びアンカーピンの単体)

供試体名	基材	張付け材	タイル	アンカーピン	注入用樹脂		浮き代 (mm)	
					種類	粘度 (Pa・s)		
A1	モルタル C/S=1/3 W/C=50% 70×70 ×t60mm	既調合張付け モルタル (t=4mm)	セラミック タイル 45×45×7mm JIS A 5209	C型 (t=0.4mm, φ 5.3mm, L=45mm)	中粘度	12	A5,B5 0	
A2					高粘度	20 以上		
A3					可とう性	5.34		
A4					変成シリコーン	300		
A5					なし	—		
B1				注入口付 (φ 5mm, L=45mm)	中粘度	12		上記以外 0.3
B2					高粘度	20 以上		
B3					可とう性	5.34		
B4					変成シリコーン	300		
B5					なし	—		
C1				全ねじ (φ 4mm, L=40mm)	中粘度	12		
C2					高粘度	20 以上		
C3					可とう性	5.34		
C4					変成シリコーン	300		
D1				なし	中粘度	12		
D2					高粘度	20 以上		
D3	可とう性	5.34						
D4	変成シリコーン	300						

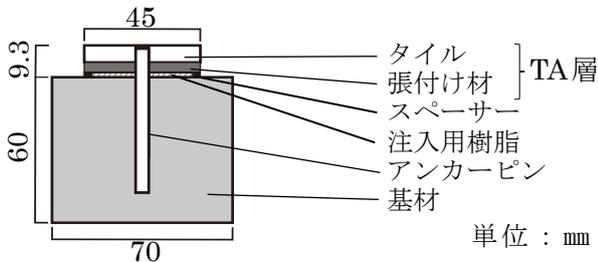


図 2 注入用樹脂を注入したアンカーピンの引抜き供試体

布し、タイルを圧縮して、張付けモルタルとタイル厚の合計（以下、仕上がり厚とする）が9mmになるまで行う。その後、張付けモルタルは45×45mmになるようにタイル周縁部のモルタルを取り除いて成形し、20±2℃の室内で28日間気中養生する。

基材は、C/S=1/3、W/C=50%のモルタルを用いる。内寸190×400×t60mmの型枠に打設後、24時間で脱型し、26日間水中養生する。また、脱型から24時間後にコンクリートカッターで70×70×t60mmに切断する。水中養生期間中にTA層と基材にアンカーピン挿入孔を設ける。アンカーピン挿入孔は供試体上面の中心に水循環式無振動ドリルで行い、A1～A5とC1～C4はφ5mm、奥行き60mm、B1～B5はφ5.5mm、奥行き60mmで穿孔し、D1～D4はφ5mmでTA層のみ穿孔する。打設後27日目に基材を水中から取り出し、浮き代をスペーサーで確保した後、TA層を周囲のみエポキシ樹脂系の石材内装用接着剤で基材に固定する。24時間20±2℃の室内で気中養生を経てアンカーピンを挿入し、供試体端部から漏出するまで手動式注入器でアンカーピン挿入孔に注入用樹脂を注入する。その後、20±2℃の室内で14日間気中養生する。なお、供試体は各条件でn=3とする。また、

アンカーピン単体の引張供試体であるA5及びB5は、樹脂注入を行わないためスペーサーを設置しない。

2.3 共浮きに対する抵抗性

表2に供試体の仕様を、図3に供試体を示す。TA層を作製し、JIS A 5372:2016の上ぶた式U形側溝ふたに重ねてはく離状態とした、供試体とする。

TA層は、前節と同様345×345×t9mmのTA層を作製し、20±2℃の室内で2日間の気中養生をした後に、目地モルタルを詰める。その後、20±2℃の室内で28日間気中養生する。養生期間中に、TA層の外周に沿って張付けモルタルに幅3mmのスペーサーを設置して0.3mm、0.6mmの浮き代を作り、TA層を周囲のみエポキシ樹脂系の石材内装用接着剤で基材に固定する。石材内装用接着剤の硬化後に、供試体上面の中心に水循環式無振動ドリルでE1～E4、G1～G4はφ5mm、奥行き60mm、F1～F4はφ5.5mm、奥行き60mmで穿孔する。アンカーピンは目地詰めから28日目に挿入する。C型はC型断面のスリットを上方に向けて挿入する。供試体は各条件でn=3とする。

3. 実験方法

3.1 注入用樹脂を注入したアンカーピン及びアンカーピン単体の引抜き

JIS A 5548:2015の接着強さ試験の方法を参考に供試体を固定する。供試体のタイル中央に取り付けたアンカーピン頭部にテープを貼って絶縁した後、エポキシ系接着剤で鋼製アタッチメントを接着し、引張圧縮試験機を用いて引抜き荷重を測定する。引張速度は3mm/minとする。

3.2 共浮きに対する抵抗性

供試体は壁面に固定する。図3の①～③の位置で

表 2 供試体の仕様（共浮きに対する抵抗性）

供試体名	基材	張付け材	タイル	目地材	アンカーピン	注入用樹脂		浮き代 (mm)
						種類	粘度 (Pa・s)	
E1	上ぶた式 U形側溝ふた 600×400 ×t60mm JIS A 5372	既調合張付け モルタル (t=4mm)	セラミック タイル 45×45×7mm JIS A 5209	既調合目地 モルタル	C型 (t=0.4mm, φ 5.3mm, L=45mm)	中粘度	12	0 0.3 0.6
E2						高粘度	20 以上	
E3						可とう性	5.34	
E4						変成シリコーン	300	
F1					注入口付 (φ 5mm, L=45mm)	中粘度	12	
F2						高粘度	20 以上	
F3						可とう性	5.34	
F4						変成シリコーン	300	
G1					全ねじ (φ 4mm, L=40mm)	中粘度	12	
G2						高粘度	20 以上	
G3	可とう性	5.34						
G4	変成シリコーン	300						

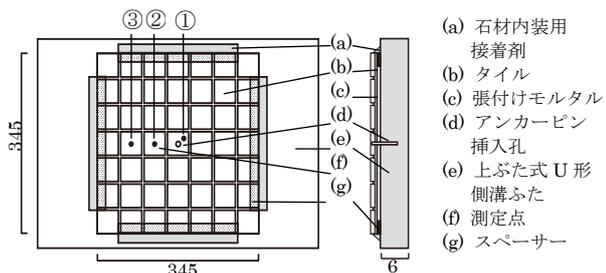


図 3 共浮きに対する抵抗性の供試体

面外方向の変位を測定する。アンカーピン挿入孔からの距離①はアンカーピン挿入孔から右上に15mm離れた位置、②はアンカーピン挿入孔から左に50mm離れた位置、③はアンカーピン挿入孔から左に100mm離れた位置とする。

手動式注入器により、アンカーピン挿入孔へ約25mlの注入用樹脂を注入する。本実験では17ストロークで約25mlの注入を行う。注入用樹脂の注入は(1)20秒で7ストローク、(2)15秒静止、(3)15秒で10ストロークの順で行う。アンカーピンを挿入し、手動式注入器をアンカーピン挿入孔に押し当てた状態から変位計により0.5秒間隔で面外方向の変位の測定を開始し、注入用樹脂を注入する。規定量を注入し終えて10秒後に測定を終了する。測定時間内での最大の変位を最大変位とし、規定量の注入終了から10秒後の変位を最終変位とする。

4. 実験結果と考察

4.1 注入用樹脂を注入したアンカーピン及びアンカーピン単体の引抜き

図4に注入用樹脂を注入したアンカーピンの引抜き強度平均を示す。本実験ではJASS19のタイル工事の完成検査で用いる引張接着強度0.4N/mm²を参考値とする。C型と注入口付を用いた供試体のアンカーピンの引抜き強度は、いずれも0.4N/mm²を上回り、C型は注入口付よりも引抜き強度は小さい。

C型は中粘度を用いる場合を除くほぼ全ての条件

で全ねじより引抜き強度が大きい。C型はC型の内外に注入用樹脂が充填され、アンカーピン、基材、TA層が一体化しやすいが、全ねじは内部に注入用樹脂を充填できず、凹凸により表面にも注入用樹脂を充填しにくい。このため、C型の引抜き強度はほぼ全ての条件で全ねじやアンカーピンなしを上回ると考える。よって、C型を用いたタイルはく離の補修は十分な強度を有すると考える

アンカーピン単体の引抜きを表3に示す。面外方向の設計風圧力を基準風速36m/s、地表面粗度区分Ⅲ、高さ45mの条件で算出すると、45mm角タイル1枚当たりに作用する風荷重は約5.6Nであり、実験結果はこれをすべて上回る。

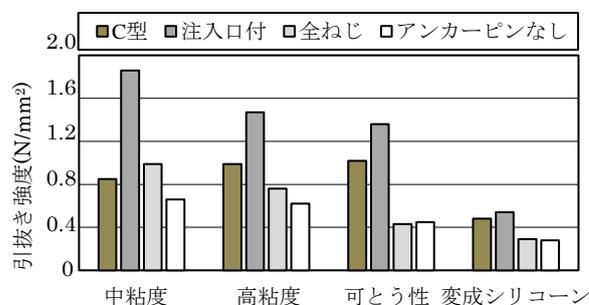


図 4 注入用樹脂を注入したアンカーピンの引抜き強度の平均

表 3 アンカーピンの引抜きの実験結果

供試体名	アンカーピン	引抜き荷重(N/本)			
		1	2	3	平均
A5	C型	78	31	58	56
B5	注入口付	1697	1040	1411	1383

4.2 共浮きに対する抵抗性

図5に共浮きに対する抵抗性の実験結果を示す。ほぼ全ての条件でC型は全ねじより最大変位が小さい。これは、全ねじは注入前に挿入しないため、注入圧による面外方向に働く力への抵抗がないが、C型は復元力が孔内壁面に対し直交方向に作用して抵抗するためであると考えられる。よって、C型は全ね

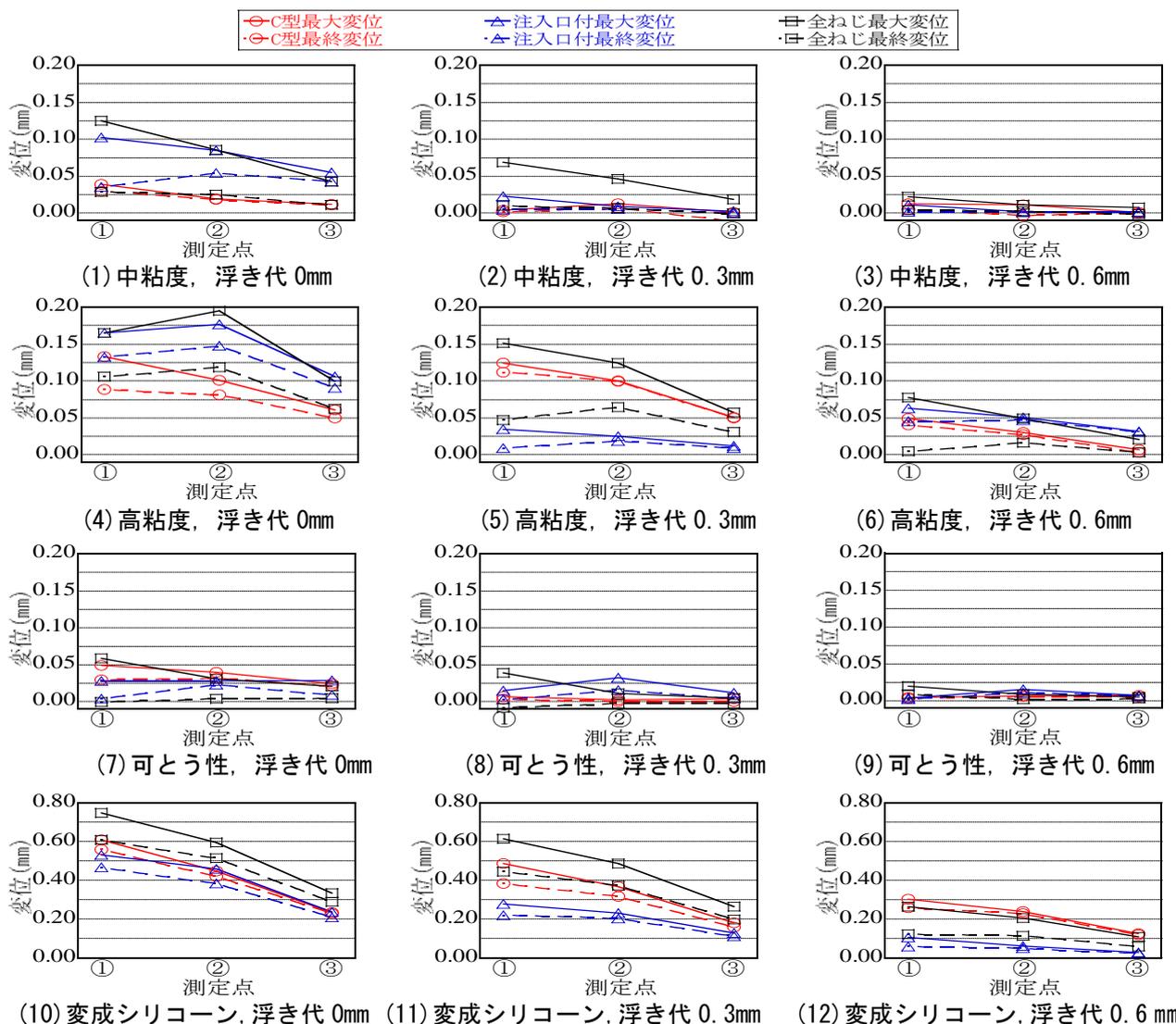


図5 共浮きに対する抵抗性の実験結果

じよりも共浮きに対する抵抗性が大きいと考える。また、C型は全ねじより最大変位と最終変位の差が小さい。これは、C型は孔内壁面に対し直交方向に作用する復元力でTA層の位置が保持されているが、注入用樹脂の注入時での膨れによるTA層の変位後においても復元力が継続されるためと考える。

5. まとめ

本研究の範囲内において、以下のことが分かった。

- (1) 注入用樹脂を注入しない場合、注入口付及びC型の単体引抜き荷重は、想定した設計風圧力により作用する風荷重を上回る。
- (2) 注入用樹脂を注入する場合、C型の引抜き強度はほぼ全ての条件で全ねじやアンカーピンなしを上回り、C型を用いたタイルはく離の補修は十分な強度を有する。
- (3) 共浮きに対する抵抗性の測定より、ほぼ全ての

条件でC型は全ねじより最大変位が小さいため、C型は全ねじよりも共浮きに対する抵抗性が大きい。

[参考文献]

- 1) 難波蓮太郎：モルタル浮き補修のためのエポキシ樹脂注入技術の改善, FINEX, 日本建築工学会, pp.62-68, 1990.6
- 2) 栗秋裕次：ユニットタイル浮き改修工法の研究・開発 その1：専用アンカーピンによるひずみ, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), pp.447-448, 2022.9
- 3) 栗秋裕次：ユニットタイル浮き改修工法の研究・開発 その2：定速載荷で専用アンカーピンを取付けた際に生じるタイル表面ひずみの考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), pp.447-448, 2023.9
- 4) 日本樹脂施工協同組合：樹脂注入工法による直貼りタイル外壁の補修方法の確立 平成28年度 活路開拓調査 実現化事業報告書, p.64, 2017.2

*1 (株) リノテック

Renotec Co., Ltd

*2 名古屋工業大学大学院 准教授 Associate Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

*3 名古屋工業大学大学院 教授 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

*4 菊水化学工業(株)

Kikusui Chemical Industries Co., Ltd