

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2 当該工法に用いる材料の品質)

○伊藤広暁¹⁾ 渡邊敬三²⁾ 本橋健司³⁾
近藤照夫⁴⁾ 渡辺博司⁵⁾ 矢野瑞穂⁶⁾

1. はじめに

ここでは既存外壁面(RC構造物の吹付仕上げ面や陶磁器質タイル面等)にプライマーを施し、ポリマーセメント系フィラーを塗り、ビニロン繊維である三軸ネットをフィラーの中にはさみ込み(サンドイッチとする)ネットの上から孔をあけた後、さらにステンレス鋼SUS304製特殊アンカーピンを躯体まで打ち込み、補強固定して、外壁の剥落を防止する本改修工法に用いる材料の性能評価について報告する。

2. 本改修工法に用いる材料

2.1 プライマー

本工法に使用するプライマーの物性を表1に示す。

表1 プライマーの物性

項目	性状
成分	エチレン酢酸ビニル(EVA)エマルジョン
外観	乳白色液体
全固形分	45±1%
pH	6±1
粘度	1000±200CP
最低造膜温度	0℃
凍結安定性	-10℃(5サイクル)
有害性	なし

2.2 フィラー

当工法に使用するフィラーの物性をJIS A 6916(セメント系下地調整塗材)に基づいて測定した結果を表2に示す。なお、測定に用いたフィラーの調合は、粉体:混和液:市水=100:10:20(重量比)とした。

2.3 ネット

当工法に使用するネットの素材であるビニロン繊維の物性を表3に示す。

2.4 アンカーピン

当工法に使用するステンレス鋼製(SUS304)アンカーピンの化学成分を表4に示す。

表2 フィラーの物性

試験項目	試験結果	JIS A 6916 品質基準
軟度変化 (%)	1.1	-15~15
付着強さ (kgf/cm ²)	標準養生時	12.7
	低温養生時	10.2
耐ひび割れ性	異状なし	ひび割れが発生しないこと
耐衝撃性	異状なし	割れおよびはがれがないこと
吸水量 (g)	1.0	1.0以下
耐久性 (付着強さ (kgf/cm ²))	異状なし (14.1)	割れ、ふくれおよびはがれがなく、付着強さが10.0kgf/cm ² 以上であること

表3 ビニロン繊維ネットの物性

項目	数値	試験方法
繊維径 (μ)	16	JIS L 1013
引張強度 (kgf/mm ²) (MPa)	183 1793	JIS L 1013
伸度 (%)	6.4	JIS L 1013
ヤング率 (kgf/mm ²) (GPa)	4200 41.2	JIS L 1013
密度 (g/ml)	1.30	JIS L 1013
平衡水分率 (%)	3.0	JIS L 1013
融点 (℃)	240	JIS K 0064

表4 アンカーピンの化学成分表 (%)

成分	C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Fe
含有量	0.08	1.00	2.00	0.03	8.00	18.00	残部

3. 各種材料の性能評価

3.1 モルタルに対するプライマーの接着性

コンクリート又はモルタルの上にプライマーを塗り、その上に塗付けたモルタルとの接着強さを測定した。

3. 1. 1 温冷繰り返し試験

温冷繰り返しの試験条件を表5に結果を図1に示す。

表5 試験条件

項目	適用条件
下地コンクリート	JIS A 5304に規定するコンクリート板
モルタル	セメント/利根川産川砂=1/2 (重量比)
養生条件	20℃、65%RH 28日
温冷繰り返し条件	70℃で6時間および-10℃で18時間を1サイクルとして10サイクル

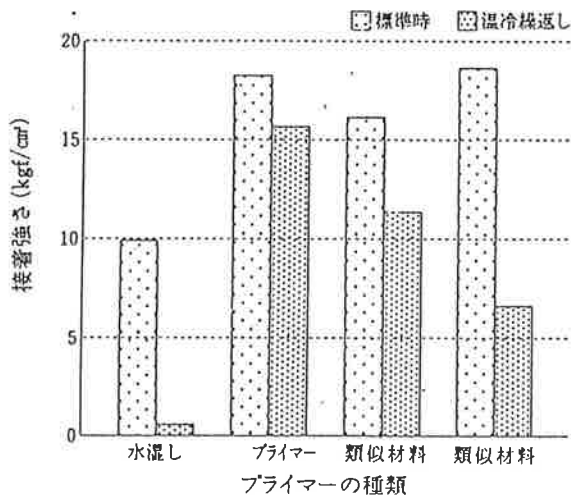


図1 温冷繰り返し後の試験

3. 1. 2 アルカリ温水浸せき後の試験

アルカリ温水浸せきの試験条件を表6に結果を図2に示す。

表6 試験条件

項目	適用条件
下地モルタル	JIS A 6203に規定するモルタル板
モルタル	セメント/豊浦標準砂=1:2 (重量比)
養生条件	20℃、65%RH、28日
アルカリ液	セメント上澄液

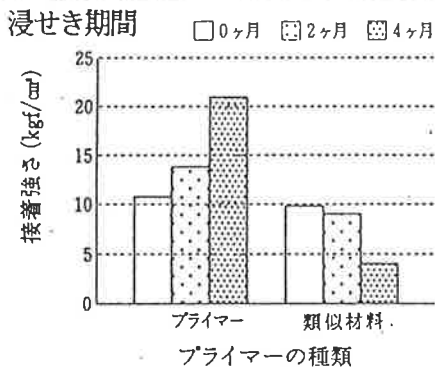


図2 アルカリ温水浸せき後の接着強度

3. 2 フィラーの性能

3. 2. 1 コンクリートに対する接着性

コンクリートに対する接着性の試験方法を表7に、結果を表8に示す。

表7 試験条件

コンクリート板	JIS A 5304(舗装用コンクリート平板)に規定する300×300×t60mmのコンクリート板
下地処理	プライマー3倍希釈液を所定量塗布
養生条件	28日間標準状態(20℃、65%RH)
接着強さの測定	油圧式引張試験機による(アタッチメント寸法40×40mm)

表8 フィラーのコンクリートへの接着試験結果

No	接着強さ (kgf/cm²)	破断状況
1	15.4	GNSフィラーの 凝集破断
2	14.2	
3	13.3	
4	13.7	
5	16.9	
平均	14.7	

3. 2. 2 中性化抑制効果

住宅・都市整備公団「補修用プレミックスポリマーセメントモルタル」による方法を適用した。その試験条件を表9に、結果を表10に示す。

表9 試験条件

項目	適用条件
モルタル下地板の調査	セメント:川砂=1:3 (重量比)、水セメント比60%
モルタル下地板の養生条件	2日湿空(20℃、80%RH)+5日水中(20℃)+21日標準状態(20℃、65%RH)
フィラーの調査	粉体:混和液:市水=100:10:20 (重量比)
フィラーの塗り厚	3mm
フィラー塗り付け後の養生条件	14日間
促進中性化試験条件	温度30℃で60%RH+5日水中(20℃)+21日CO ₂ 濃度5%(30日間)
中性化深さの測定	試験体の割裂面にフェノールフタレイン1%溶液を噴霧し、赤変しない部分の表面からの深さを測定。

表10 中性化試験結果 (mm)

測定箇所 番号	測定箇所					
	A	B	C	D	E	F
1	0.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5
2	1.0	0.5	1.5	0.5	2.5	1.0
3	2.0	1.5	0.5	1.5	2.0	1.5
平均	1.1					
検定値	3.0 以下					

3.3 各種条件下におけるネットの引張強度

(1) 試験方法

JIS L 1013(化学繊維フィラメント系試験方法)による。

(2) 試験結果

試験結果を表11(a)~(f)に示す。

表11 (a) 水中耐久性 (kg)

試験時間	0	18	78	308	908	1808
50℃水	22.6 (100)	22.8	22.7	22.4	22.5	22.2 (98)
70℃水	22.6 (100)	22.7	22.6	22.3	22.1 (98)	21.8 (96)

表11 (b) 常圧スチーム耐久性 (kg)

試験時間	0	1分	5分	10分	1時間	5時間
100℃水	22.6 (100)	22.6 (100)	22.3 (99)	22.0 (97)	21.7 (96)	20.4 (90)

表11 (c) 耐熱性(乾熱) (kg)

試験時間	0	5時間	10時間	24時間	48時間
100℃	22.6 (100)	22.7	22.5	22.6	22.75
140℃	22.6 (100)	22.5	22.2	22.5	22.4 (99)

表11 (d) 耐アルカリ性 (kg)

試験時間	0	308	608	1808	1年	2年
20℃	22.6 (100)	22.4 (99)	22.2 (98)	22.1 (98)	22.0 (97)	21.8 (96)
70℃	22.6 (100)	22.5 (99)	21.0 (93)	19.8 (87)	19.5 (86)	19.3 (85)

pH 13.5のCa(OH)₂水溶液中に放置

表11 (e) 促進耐候性試験 (kg)

試験時間	0	120時間	240時間	360時間	480時間	960時間
	22.6 (100)	21.5 (95)	20.8 (92)	19.5 (86)	19.1 (84)	18.5 (82)

表11 (f) 屋外暴露試験 (kg)

試験時間	0	1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	1年
	22.6 (100)	21.7 (96)	20.5 (91)	19.8 (87)	19.3 (85)

※ () 内の数字は初期値に対する割合

3.4 アンカーピンの強度

3.4.1 評価方法

(1) 供試体

アンカーピンの寸法形状を図3に示す。

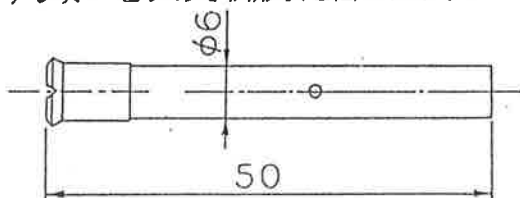


図3 アンカーピンの形状 (mm)

(2) 試験方法

① コンクリートに対する引張試験

コンクリート面に電動ドリルで、穿孔し粉塵を清掃した後、ピンを挿入し打込棒により内部プラグを打込固定した。ピン頭部にある孔を利用して試験機に接続された軸を連結し、加力して荷重および変位量をXYレコーダに記録した。

② モルタル部に対する頭部保持力試験

モルタル板中央に電動ドリルで穿孔した後、ピンを頭部まで打ち込んだ。ピン基部の孔を利用して試験機に接続された軸を連結し、加力して荷重、変位量をXYレコーダに記録した。

③ 剪断試験

剪断治具にピンをセットし、治具を介して剪断荷重を加え、荷重、変位量をXYレコーダに記録した。剪断箇所は、ピンの横穴のある位置とした。

3.4.2 試験結果

試験結果を表12~表14に示す。

表12 コンクリートに対する引張試験結果

埋込深さ(mm)	テストNo	最大荷重(kgf)	平均(kgf)
20	1	155	171
	2	239	
	3	131	
	4	150	
	5	179	
25	1	343	250
	2	181	
	3	331	
	4	205	
	5	192	

表13 モルタルに対する頭部保持力試験結果

モルタル厚(mm)	テストNo	最大荷重(kgf)	平均(kgf)
15	1	150	147
	2	172	
	3	157	
	4	141	
	5	115	
	6	144	
20	1	178	169
	2	182	
	3	157	
	4	168	
	5	168	
	6	163	
25	1	170	178
	2	182	
	3	187	
	4	172	
	5	162	
	6	185	

表14 単体剪断試験結果

テストNo	最大荷重(kgf)	平均(kgf)
1	531	556
2	545	
3	570	
4	530	
5	570	
6	587	

3.5 既存仕上材に対する接着性

3.5.1 陶磁器質タイル面への接着試験

(1) 試験方法

① タイルの種類

磁器質施釉外装タイル（50二丁）つやあり
磁器質施釉外装タイル（50二丁）つやなし

② タイルの前処理

JIS A 5334（鉄筋コンクリートU型用ふた）に規定する1種-300コンクリート板に張付けた陶磁器質タイル表面をサンドペーパー（#60）を用いて目荒しした。

③ フィラーの塗付けおよび養生

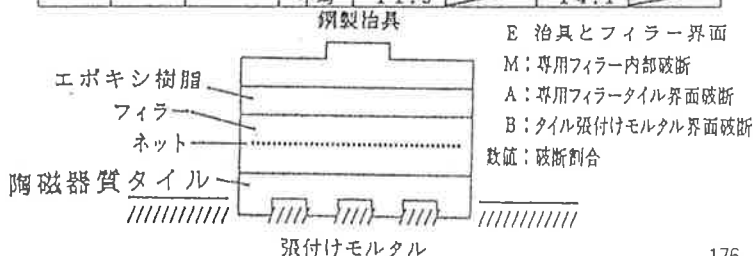
前処理をしたタイル（目荒しあり）および無処理のタイル（目荒しなし）に対してネットをはさみ込むようにしてフィラー2mmの厚さに塗り付けた。これを7日及び14日養生して供試体とした。タイル面への当該工法フィラーおよびネットの複合材引張強さの結果を表15に示す。

(2) 試験結果

結果を表15に示す。

表15 タイル面への引張接着強さ

前処理	ネットの有無	タイルの種類	供試体番号	材 令			
				7日		14日	
				接着強さ (kgf/cm ²)	破断状況	接着強さ (kgf/cm ²)	破断状況
なし	なし	つやあり	1	21.2	M _{1,2}	23.8	M _{1,2}
			2	19.4	M _{1,2}	26.9	M _{1,2}
			3	20.0	M _{1,2}	23.8	M _{1,2}
			4	21.9	M _{1,2}	25.6	M _{1,2}
			5	17.5	M _{1,2}	26.9	M _{1,2}
平均	20.2		25.4				
あり	なし	つやあり	1	23.8	M _{1,2}	24.4	M _{1,2}
			2	21.8	M _{1,2}	23.8	M _{1,2}
			3	18.9	A ₁ M _{1,2}	26.9	M _{1,2}
			4	23.1	M _{1,2}	23.1	M _{1,2}
			5	25.6	M _{1,2}	23.1	M _{1,2}
平均	22.6		24.2				
なし	なし	つやなし	1	23.8	M _{1,2}	24.4	M _{1,2}
			2	23.8	M _{1,2}	23.1	M _{1,2}
			3	20.0	A ₁ M _{1,2}	22.5	M _{1,2}
			4	23.0	M _{1,2}	26.2	M _{1,2}
			5	19.4	B _{1,2}	23.1	M _{1,2}
平均	22.0		23.9				
あり	なし	つやなし	1	23.8	M _{1,2}	23.8	M _{1,2}
			2	25.6	M _{1,2}	26.9	M _{1,2}
			3	23.8	B _{1,2}	25.6	M _{1,2}
			4	26.9	M _{1,2}	23.8	M _{1,2}
			5	24.4	M _{1,2}	26.9	M _{1,2}
平均	24.9		25.4				
なし	あり	つやあり	1	11.9	M _{1,2}	12.5	M _{1,2}
			2	10.6	M _{1,2}	13.8	M _{1,2}
			3	11.2	B _{1,2}	14.4	M _{1,2}
			4	10.6	M _{1,2}	13.8	M _{1,2}
			5	-	-	-	-
平均	11.1		13.6				
なし	あり	つやなし	1	11.9	M _{1,2}	13.8	M _{1,2}
			2	13.1	M _{1,2}	14.4	M _{1,2}
			3	11.9	M _{1,2}	13.8	M _{1,2}
			4	10.6	M _{1,2}	14.4	M _{1,2}
			5	-	-	-	-
平均	11.9		14.1				



3.5.2 各種外装仕上材への接着性

JIS A 5304（舗装用コンクリート平板）に規定する300×300×t60mmのコンクリート板に各種外装仕上材を塗布し、20℃、60%RH4週間養生をした。次いで外装仕上材の上に当該工法を施工して、20℃、60%RH2週間養生をした。養生終了後、ダイヤモンドカッターで40×40mmとなるようにコンクリート面に達する迄切り込みを入れ、エポキシ樹脂接着剤を用いて鋼製治具を張付け、油圧式引張試験機を用いて接着強さを測定した。また、比較として外装仕上材のみを施工した場合の接着強さも測定した。測定結果を表16に示す。

表16 各種外装仕上材への接着強さ

外装仕上材の種類	No	外装仕上材のみ		外装仕上材+ 当工法	
		接着強さ (kgf/cm ²)	破断状況*	接着強さ (kgf/cm ²)	破断状況*
E	1	18.8	A ₁ P ₁	21.2	A ₁ P ₁
	2	20.0	A ₁₀	20.0	F ₁ N ₁ A ₁ P ₁
	3	18.8	A ₁ P ₁	15.6	F ₁ A ₁ P ₁
	平均	19.2		18.9	
U	1	11.9	A ₁₀	10.6	S ₁ P ₁
	2	15.6	A ₁₀	8.1	S ₁ A ₁
	3	11.9	A ₁₀	11.6	S ₁ A ₁
	平均	13.1		9.8	
A	1	29.4	P ₁₀	23.8	F ₁ N ₁
	2	45.0	P ₁₀	19.4	F ₁ N ₁ P ₁
	3	31.9	P ₁₀	18.8	F ₁ N ₁
	平均	35.4		20.7	

〈破断状況〉F；フィラー凝集破断、N；ネット・フィラー界面破断、S；外装仕上材凝集破断、A；外装仕上材・下地コンクリート界面破断、P；コンクリート凝集破断
〈凡例〉E；JIS A 6910（複層仕上塗材）に規定する防水形複層塗材E、U；JIS A 6910（複層仕上塗材）に規定する複層塗材RS、A；JIS A 6910（複層仕上塗材）に規定する防水形複層塗材RS

4. まとめ

本報では、本工法に用いる材料（プライマー、フィラー、ネット、アンカーピン）の基本的な物性を示した。プライマー、フィラーの既存下地に対する接着強さは、標準養生時および温冷繰り返し等の条件においていずれも約10kg/cm²以上を示している。ネットとして使用されているビニロン繊維は使用上十分な耐アルカリや耐水等の耐久性を有すると判断される。また、SUS 304製アンカーピンはコンクリートに対し適切な保持力を有している。

また、施工の状態を想定した各々の試験結果から、本工法に用いた材料は剥落防止に有効であると考えられる。