

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8 品質管理方法の検討と施工実績の追跡調査

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

1. はじめに

当該複合補修工法の使用材料や標準施工方法およびその性能評価について、一連の報告をしている^{1)~5)}。さらに、実施工にあたっては、本工法の施工品質の安定化や標準化を図るために標準施工マニュアルを作成して、その内容に準じて施工および管理を実施している。その中で品質管理の手法として、施工終了後にセメントペースト層の引張試験やアンカーピンに対する引抜試験を実施して、所定の強度が確保されていることを確認している。その試験には従来の油圧式の大型引張試験器ではなく、小型で軽量の油圧式の簡易な引張試験器を適用して、施工管理の合理化を図ることになっている。本報では、当該試験器の信頼性や作業性を評価して施工管理における信頼性や合理化を検討するとともに、当該工法で改修した外壁の追跡調査を実施してその効果を確認した結果について報告する。

2. 品質管理方法の検討

2.1 引張試験器の概要

当該工法の品質管理に適用する引張試験器（三幸工業(株)製 引張試験器 R-500）の概要は表1と図1に示すとおりであり、小型で軽量の油圧式である。

2.2 荷重表示の精度

万能試験機と当該引張試験器に荷重をかけて、各々の荷重表示を比較して、その信頼性を評価する。

2.2.1 試験方法

万能試験機（(株)島津製作所UEH-30型）に当該引張試験器を装着して引張試験器に100kgfごとの荷重を載荷していき、その時の万能試験機の荷重表示値を読み

取る。試験に適用した万能試験機の性能諸元は表2に示すとおりである。

2.2.2 試験結果と考察

当該引張試験器と万能試験機における荷重の表示値を比較した試験結果を表3に示す。

以上の試験結果によると、当該引張試験器の表示は万能試験機の表示値より大きめの値を示す傾向はあるが、再現性は十分に認められる。しかし、表示値が大きめになるといっても、荷重100kgfの場合で2~3%、300kgfの場合で0.7%、500kgfの場合で0.4~0.6%であり、当該工法に用いるセメントペースト層の引張強度やアンカーピンの引抜強度のばらつきより小さい値である。したがって、当該引張試験器は本工法の品質管理に適用するのに十分な信頼性を保持していると

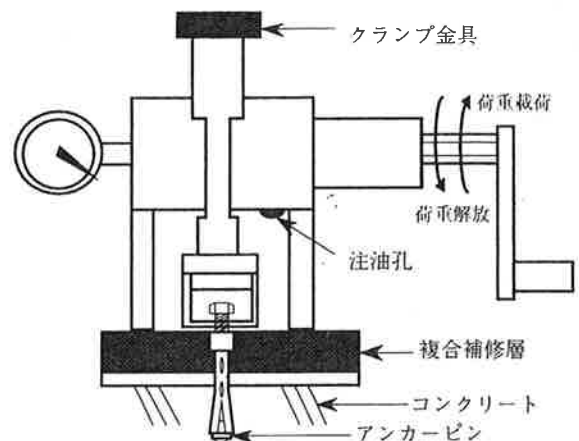


図1. 引張試験器の概観

表2. 万能試験機の性能諸元

表1. 引張試験器の性能諸元

項目	性能諸元
機器の名称	三幸工業(株)製 引張試験器
機器の型式	R-500
最大油圧	500kgf
測定範囲	20~500kgf
最小目盛	20kgf
機器の重量	2.3kg
格納箱寸法	200×190×150mm

項目	性能諸元
機器の名称	電子電動平衡式万能試験機
機器の型式	UEH-30
最大載荷能力	30tonf
秤量	0.6~30ton 6段切替え
最小目盛	1/1200
テーブル有効面積	500×500mm
ラムストローク	200mm
載荷速度	0~100mm/分
ポンプ用電動機	3P 750W

Study on a new renewal method for external walls by application of net overlaying and anchoring

Part 8. Quality control method and results in field survey

1) 清水建設(株)

2) 昭和女子大学

3) 建設省建築研究所

4) (株)竹中工務店

5) 戸田建設(株)

6) (株)リフォームジャパン

表 3. 荷重表示の比較試験結果

試験回数	引張試験器表示	万能試験機表示	表示値の差
1	100	97	3
	200	197	3
	300	298	2
	400	398	2
	500	498	2
2	100	97.5	2.5
	200	197	3
	300	298	2
	400	397	3
	500	498	2
3	100	97	3
	200	197	3
	300	298	2
	400	397	3
	500	498	2

判断できる。

2.3 ハンドル操作速度の検討

当該引張試験器は付属の手動ハンドルを回転して荷重を付加していく機構であるため、荷重表示が回転速度に影響を受ける可能性が考えられる。そこで、回転速度による荷重表示の違いをテストピースを用いた引張試験で確認して、回転速度の標準化を図る。

2.3.1 試験方法

JIS A 5304 舗装用コンクリート平板に規定されるコンクリート(300×300×厚さ60mm)を下地として、当該補修工法を施した試験体を作成した。試験体を作成して14日経過した時点でエポキシ樹脂系接着剤でアタッチメントを張付け、周辺を下地に達するまで切込み引張試験を実施した。その際、引張試験器のハンドルを標準の1回転/3秒、それより速い1回転/1秒、遅い1回転/6秒で操作して測定結果を比較した。試験後における破断位置の表示を図2に示す。

2.3.2 試験結果と考察

回転速度を変えた場合の引張試験結果を表4および図3に示す。ハンドル操作による回転速度によって試験器の表示荷重値に有意差が生じているか否かを検討

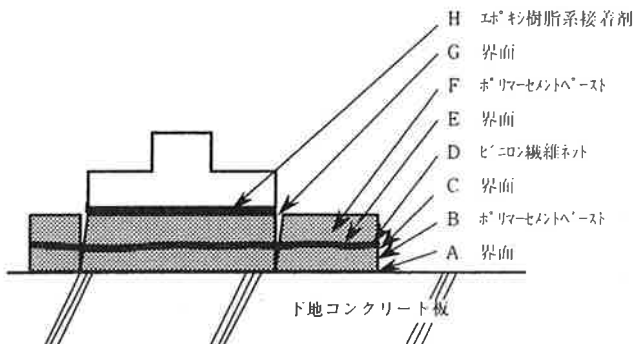


図 2. 引張試験後における破断位置の表示

するため、各々の回転速度ごとに平均値の差を t 検定した。その結果は表5に示すとおりである。

以上の検定結果によると、回転速度が標準(1回転/3秒)と速い(1回転/1秒)および速いと遅い(1回転/6秒)の間には1%の危険率で表示値に有意差が見出され、標準と遅いの間には5%の危険率で有意差がないということになる。したがって、特に回転速度が速い1回転/1秒でハンドル操作をすると衝撃的に荷重が載荷されることになり、表示値が過大になると判断され、1回転/3秒のハンドル操作によ

表 4. 回転速度の違いによる引張試験結果

ハンドル 回転速度	試験体 No.	破断時		破断強度 [kgf/cm ²]	平均値 標準偏差	破断位置 図3による
		回転数	秒			
標準 1回転/3秒	1	6.0	18	290	271.3 25.18	E 100
	2	5.5	16	240		E 100
	3	5.5	17	230		E 80 H 20
	4	6.0	16	270		E 100
	5	7.5	17	265		C 100
	6	6.5	15	285		C 100
	7	6.5	16	290		E 100
	8	6.5	18	300		E 100
速い 1回転/1秒	9	6.0	7	320	306.7 14.02	E 100
	10	6.0	7	305		E 100
	11	6.0	6	320		E 100
	12	6.0	6	315		E 100
	13	6.0	6	290		E 100
	14	6.0	6	290		E 100
遅い 1回転/6秒	15	6.5	32	260	243.3 22.51	E 100
	16	6.5	38	260		E 100
	17	6.5	35	220		E 100
	18	6.0	32	270		E 100
	19	6.0	36	230		E 100
	20	6.0	35	220		E 100

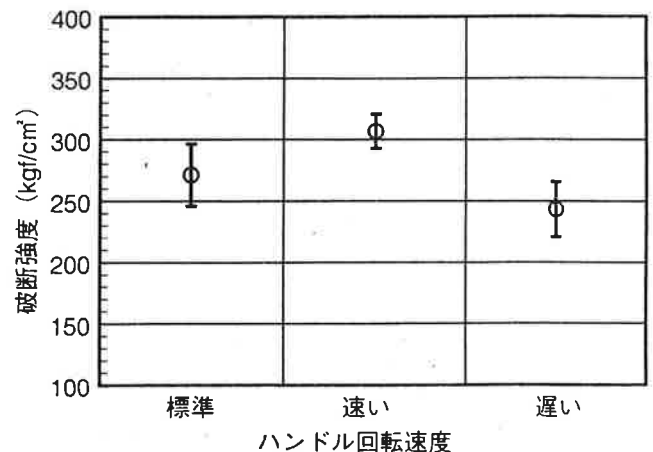


図 3. 引張試験後における破断強度

表5. ハンドル回転速度ごとの平均値の差の検定

回転速度の比較条件	t ₀	t(12,0.05) t(12,0.01)	判定
標準VS速い	3.34**	2.179 3.055	1%有意
標準VS遅い	2.15	2.179 3.055	有意差なし
速いVS遅い	5.86**	2.228 * 3.269	1%有意

*. この場合のみ上段がt(10,0.05), 下段がt(10,0.01)の値である。

て測定を実施することが重要である。

2.4 現場試験における作業性の検討

当該引張試験器は現場での施工管理に適用するため、実際の現場における適用性や作業性が重要となることから、主に作業性の観点から従来の引張試験器と比較する。

2.4.1 評価方法

実際に当該複合補修工法を適用して外壁補修が終了した建築物の外壁において、従来の油圧式引張試験器と当該引張試験器とを用いて引張試験を実施して、その作業性を比較評価した。

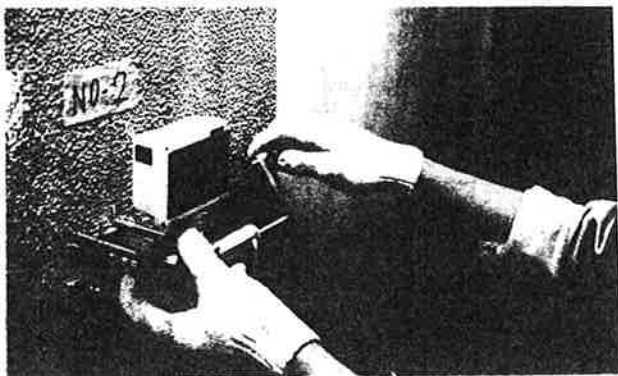
2.4.2 評価結果と考察

施工現場における両試験器を用いた引張試験の状況を写真1に示す。実際の試験作業を通じて、主として作業性の観点から両試験器を比較検討した結果を表6に示す。

今回の検討結果によると、当該引張試験器は本工法



(1) 従来の試験器による試験



(2) 当該試験器による試験

写真1. 引張試験の状況

表6. 引張試験器の作業性比較

項目	当該簡易引張試験器R-500	従来の引張試験器LPT-1500
油圧容量	500kgf	1500kgf
測定範囲	20~500kgf	5~1500kgf
重量	2.3kg	18kg
格納箱寸法	200×190×150mm	270×585×290mm
所要作業人数	1名	2名
操作性	軽量で壁面への取付けが容易	壁面への取付けに手間がかかる
仮設足場における移動	軽量、小型であるため、足場上で移動が容易	重く、大型であるため、足場上での移動が困難
適用上の制約	評価面にかかるせん断荷重が少なく、低強度にも適用可	評価面にかかるせん断荷重が大きく、低強度であると載荷前に剥離して適用不可能
アンカーピンへの適用性	専用アタッチメントが付属しており、適用可能	専用アタッチメントがない
平均試験時間	6箇所/60分	4箇所/60分
人件費 *	625円/1箇所	1875円/1箇所

*. セメントペースト層を対象とした引張試験でサッターによるカット等の事前準備は含まず、1人1時間の単価は¥30,000/8時間=¥3,750と仮定した。

の品質管理を目的として特に開発された試験器であるため軽量で作業能率の向上が期待され、従来の油圧式試験器より引張試験の作業性に優れていると判断できる。

本試験器は単に本工法の品質管理のみではなく、各種の接着工法による建築仕上げや防水工事における品質管理に適用可能と判断され、日本建築仕上学会認定の試験器として幅広い適用を期待できる。

2.5 検討結果のまとめ

当該複合補修工法の品質管理として施工終了後のセメントペースト層やアンカーピンの引張試験に適用する小型で軽量の油圧式引張試験器の信頼性や作業性について、検討した結果から以下のようなことがいえる。

- (1) 当該試験器の荷重表示には再現性があり、その表示誤差はセメントペースト層の引張強度やアンカーピンの引抜強度のばらつきより小さく、本工法の品質管理に適用するのに十分な信頼性を保持している。
- (2) 当該試験器の適正な荷重表示を得るためには、手動回転ハンドルを1回転/3秒で操作するのが望ましい。
- (3) 当該試験器は軽量で作業能率の向上が期待され、本工法の品質管理に適している。また、日本建築仕上学会認定の試験器として、建築工事における各種の接着工法に対する品質管理への幅広い適用が期待できる。

3. 施工実績の追跡調査

3.1 目的

当該複合補修工法を施した外壁の耐久性を検討する目的で、当該工法を適用した東京およびその周辺の建築物を対象として経年変化の実情を調査した。

3.2 調査の対象と方法

当該工法で補修施工をされた表7に示す6件（東京都内1件、千葉市4件、埼玉県1件）の建築物外壁を主に目視観察した。調査の対象はいずれも使用中の建築物外壁であるため、破壊をとまなう引張試験は容易には実施できないが、1件のみ（S倉庫）について2. で検討した試験器を用いて引張試験を実施した。

表7. 調査対象建築物の概要

建築物名称	所在地	構造	補修施工時期	備考
S倉庫	埼玉県浦和市	RC造	1991年5月	アンカーピンは未使用
S市街地住宅	千葉市中央区	RC造	1991年6月～10月	25角タイル張り部分の補修
H庁舎	東京都港区	RC造	1991年3月	施工時に委員会を確認
W事務所*	千葉市花見川区	S造	1992年4月～6月	ALC外壁タイル張り下地
H団地	千葉市美浜区	RC造	1993年1月～8月	大庇、小庇タイル浮き補修
T団地	千葉市美浜区	RC造	1993年6月～10月	仕上塗材塗り外壁の補修

*. 補修施工ではなく、ALC外壁の新築工事において陶磁器質タイル張り仕上げの下地として、当該工法を適用した施工事例

3.3 調査結果と考察

今回の調査対象は施工後の経過期間がいずれも0.5～3年程度で耐久性を論じるには不十分であるが、今回の調査結果をまとめると以下のようなことがいえる。

- (1)既存外壁におけるひび割れや浮き、鉄筋腐食による爆裂等の劣化現象に対して、当該工法を適用した効果は十分に認められる。
- (2)既存躯体の打継ぎによる著しい不陸や波打ちは当該工法を施す前に表面を平滑にするための目地を設ける等の処理を施して、仕上がり状態を改善する必要がある。
- (3)目地シーリングの上に仕上げ塗りを施すと他の部分より汚れやすいため、シーリング材の上は塗り仕上げを避けるか、材料メーカ指定の処理を施す必要がある。
- (4)躯体に対する足場繋ぎの跡は安直に補修しないで、局所的な汚れや劣化を促進しないように適切な材料選択と施工を実施する。
- (5)長スパンで伸縮調整目地が設けられていない外壁に対しては、補修施工時に目地を設けてひび割れの発生を抑制することが有効である。
- (6)未補修部分に外壁剥落の危険が予想される建築物については、当該工法による補修施工を早急に実施することが望まれる。
- (7)笠木天端の勾配は外壁側が水上になるようにして、外壁面への雨水や汚れ水の流出を防止する。
- (8)補修施工に際して、上げ裏には水切りを設ける等建築的に有効な雨仕舞を検討する。
- (9)パラベットの笠木には、耐久性を考慮してモルタルではなく金属製品を採用する。
- (10)ALCに対する陶磁器質タイル張り仕上げの下

地処理に当該工法を適用した事例は現状では問題を発生しておらず、今後追跡調査を継続して適用性を評価する。

引張試験の結果は表8に示すとおりであり、施工後3年を経過しても外装塗り仕上げとしての十分な接着性を保持している。

表8. 実態調査における引張試験結果

試験No.	破断荷重(kgf)	引張強度(kgf/cm ²)	破断位置
1	140	8.75	繊維ネットと下層 ^ペ -材間
2	210	13.1	繊維ネットと下層 ^ペ -材間
3	180	11.3	繊維ネットと下層 ^ペ -材間
平均	176.7	11.05	—

4. おわりに

当該複合補修工法の品質管理に適用する小型で軽量の引張試験器の信頼性や作業性を検討した結果、測定されるデータの信頼性は高く、現場管理の作業に適していることが確認された。

また、当該工法が適用された建築物の外壁を調査した結果、施工後の期間は最大でも3年で耐久性を論じるには不十分であるが、いずれも優れた改修効果を示していることが確認された。

今後は屋外暴露試験や施工実態の追跡調査により、当該工法の効果や耐久性を継続的に評価していく予定である。

謝辞 本研究は日本建築工学会に設置された「複合補修工法研究委員会」の成果の一部をまとめたものであり、研究の遂行には本学会に別途設置された「複合補修工法研究運営委員会」の助言を受けた。また、引張試験器の性能評価については、本学会の「材料性能評価研究委員会」におけるWG活動の一環として実施したものである。本研究の調査や実験に際しては、多数の関係者のご協力を得た。記して感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) 佐々木淳ほか：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1 工法の概要と施工物件の実態調査），日本建築工学会1993年大会学術講演会研究発表論文集，pp.169～172（1993）
- 2) 伊藤広暁ほか：同上（その2 当該工法に用いる材料の品質），同上，pp.173～176（1993）
- 3) 渡辺博司ほか：同上（その3 下地の変形に対する追従性の実験的検討），同上，pp.177～180（1993）
- 4) 近藤照夫ほか：同上（その4 熱冷繰り返しによる耐久性の評価），同上，pp.181～184（1993）
- 5) 本橋健司ほか：同上（その5 既存仕上げ層と新しい仕上げ層を複合した場合の透湿性の評価），同上，pp.185～188（1993）