

清水建設 技術研究所	正会員 小野 正
清水建設 土木本部	正会員 田中榮一
清水建設 土木本部	久保睦男
清水建設 横浜支店	久保嘉彦

1. 緒言

建造物の補強には、鋼板を接着する鋼板接着補強工法が、採用されることが多い。この補強工法は、鋼板が強固に接着して、せん断耐力や曲げ耐力が向上するが、この接着系の耐久性について十分に検討されていない。

本報告は、各種エポキシ樹脂系接着剤による接着系の耐久性を試験的に検討した結果をまとめたものである。

2. 試験計画

2.1 使用材料 補強板には、圧延鋼板とステンレス鋼板（SUS）を用い、下地コンクリートの代用としてモルタルを用いた。これらを表-1に示す。また、接着剤は、4種類のエポキシ樹脂系接着剤（一般用：EP21, EP22, EP23, 湿潤用：EP23, EP24）を用いた。なお、EP23（一般用）は被着体No1a, No4HL及び圧延鋼板に、EP23（湿潤用）は被着体No1b, エポキシ粉体塗装, SUS プラスト及びモルタルに用いた。

2.2 試験体の形状・寸法 鋼板試験体は、JIS K 6850 に準じた図-1のもの、モルタル試験体は、JIS K 6852を参考にした図-2のものとした。

2.3 被着面の処理 補強工事における漏水、降雨及び結露などを考慮し、試験体作製時の被着面を乾燥状態と湿潤状態の2条件とした。乾燥状態は、室内に静置し、乾燥している状態、湿潤状態は、鋼板では0℃の恒温槽で1時間以上冷却後標準状態に取り出して2～8分経過後で結露が発生した状態、モルタルでは常温水に24時間浸漬後に取り出して標準状態に15分～40分静置した状態とした。

2.4 試験体作製と前養生 接着剤の混合、塗布及び貼付け後の固定は、接着剤製造業者の指定する方法で実施し、標準状態で7日間以上養生したものを試験体とした。同一条件での試験体数は、3体である。なお、湿潤なモルタルの試験体は、作製後ビニール袋に入れて封をし、乾燥を押さえた。

2.5 劣化養生方法 本工法の接着は構造接着であり、長期の接着耐久性が要求される。ここでは温度が10℃上昇すると反応が倍進み、劣化が促進されると仮定して設定した。即ち、80℃で試験すると80℃の1日は20℃の64日（ $2^{(80-20)/10} = 2^6$ ）に相当することになる。この考え方で1年、10年及び30年相当の養生日数を表-2のように設定した。なお、水分の作用も考えられるので、熱と水分の複合作用（80℃-95%RH）による劣化について試験し、比較のために標準養生（20℃-60%RH）のものも試験した。

2.6 接着性評価試験方法 劣化養生後の試験体の接着強さは、鋼板は引張せん断接着強さ試験（JIS K 6850）補強、鉄筋コンクリート、鋼板接着、接着性、耐久性

表-1 補強板の種類

被着体	種類	表面清掃
ステンレス鋼板 (SUS 304)	表面粗さNo.1 a, No.1 b, No.4 HL	アセトン清掃
	エポキシ粉体塗装	清掃せず
	プラスト（グリット粒子#120～140）	アセトン清掃
圧延鋼板 (SS400)	プラスト	アセトン清掃
モルタル	JIS R 5201の9.4により調整	サンダー掛け

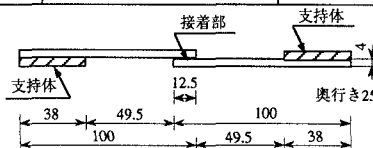


図-1 鋼板試験体 (mm)

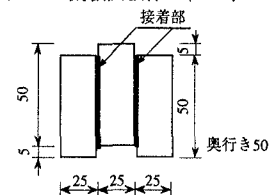


図-2 モルタル試験体 (mm)

表-2 試験体の劣化養生条件

養生条件	被着面	養生日数
高温高湿 (80℃-95%)	乾燥	7日（1年強）、57日（約10年）、170日（約30年）
	湿潤	7日（1年強）
標準 (20℃-60%)	乾燥	7日
	湿潤	7日

で求め、モルタルは圧縮せん断接着強さ試験（JIS K 6852）で求めた。

3. 試験結果とその検討

3.1 湿潤状態と接着強さ

一般用と湿潤用の代表的な接着剤 EP2₁、EP2₄ の標準養生7日後の接着強さを図-3に示す。図から考察される事項を以下に述べる。

(1) EP2₁（一般用）は、エポキシ粉体塗装を除いて湿潤面への接着が悪い。下地水分に注目した工事管理が重要である。

(2) EP2₄（湿潤用）は、湿潤面にも良好な接着性を示した。

3.2 経時的な接着強さ

高温高湿養生170日までの接着強さと養生日数の関係を図-4に示す。この結果から、各種被着体との接着耐久性について、以下の事項を考察することができる。

(1) エポキシ粉体塗装への接着は、いずれの接着剤とも優れており、高温高湿養生170日後も殆ど強度低下は認められない。

(2) SUSプラスト処理と圧延鋼板プラスト処理への接着強さは、類似の経時変化を示し、エポキシ粉体塗装に次いで良好な接着性を示した。

(3) 上記 (1) 及び (2) 以外の補強板ならびにモルタルでは、高温高湿養生7日で大きな接着強さの低下が認められ、57日以降では100kgf/cm²を下回るものが殆どであった。

3.3 初期と劣化後の接着強さの関係 初期と劣化後の接着強さの相関関係を示せば図-5の通りであり、初期の接着強さが大きいものは劣化後も大きい正の相関関係が認められた。即ち、材料選定や工事管理における接着性の判定は、初期の接着強さの大小によってある程度可能であると考えられる。

4. 結言

各種の鋼板及びモルタルと各種接着剤との接着耐久性を試験的に調べた結果、(1) エポキシ粉体塗装、SUSプラスト処理及び圧延鋼板プラスト処理への接着性は良好である (2) 湿潤用接着剤は湿潤面に良好な接着性を示した (3) 初期と劣化後の接着強さは、強い正の相関性が認められたことなどを明らかにした。今後は、寿命曲線の作成、さらに寿命予測へと展開させていきたい。

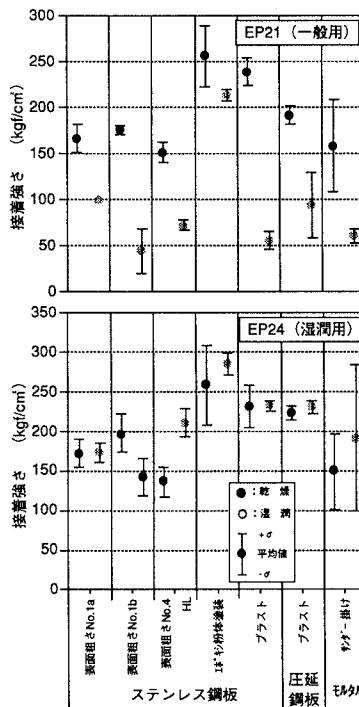


図-3 標準養生7日後の接着強さ（被着面：乾燥、湿潤）

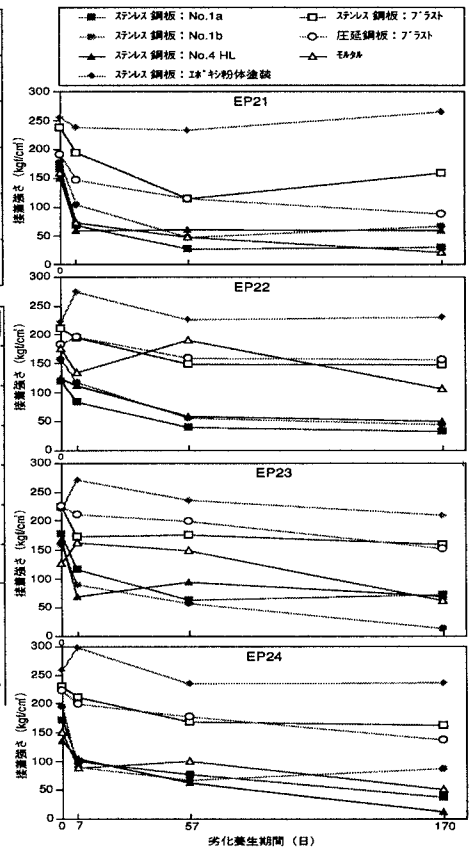


図-4 接着強さと養生期間の関係（被着面：乾燥）

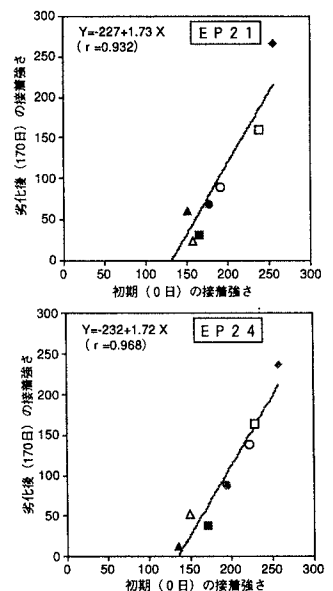


図-5 接着強さの相関関係（凡例は図-4と同じ）