

低層鉄骨造の損傷抑制用DIY制震補強に関する技術開発
-その5- 接着剤による鋼材接合部の力学性能検証実験

正会員 曾田五月也*¹ 花井勉*²
同 皆川隆之*³ 宮津裕次*⁴
丸野悟司*⁵ ○井上雄貴*⁶

低層鉄骨造 DIY 制震補強
接着剤 鋼材接合部

1. はじめに

前報その3では、DIY制震補強における接着剤接合の安全性が認められ、その4では、その施工性の高さが認められた。本報告では、接着剤接合の本格活用に向けて、接着面の表面処理方法の違いや、養生時の接着面圧力の違いが接着強さおよび破壊性状に与える影響を把握するため、一連の接着強さ実験を行った結果を述べる。なお、本実験ではその3で用いた接着剤を使用した。

2. 接着部の引張接着強さ実験

2.1 実験システムと試験体の形状

加力装置には250kNオートグラフを使用した。試験体は2体のCT形鋼(75×50×5×7)を、接着剤を用いて接合したものである。図1には試験体の詳細図を、図2には加力装置への試験体の設置方法を示す。

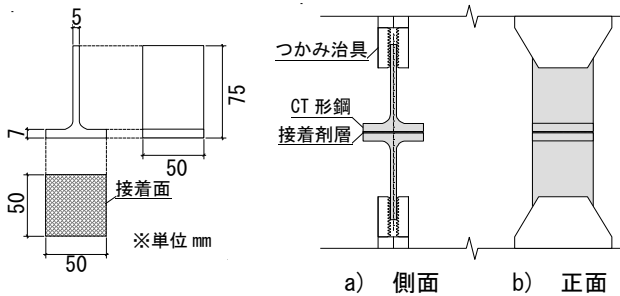


図1 試験体詳細図

図2 実験システム

2.2 試験体の種類と製作手順

実験で用いる試験体は、表面処理方法と養生時の接着面圧力をパラメータとする表1に示す4つの試験体とし、5体ずつ製作した。標準試験体は、接着剤メーカーの仕様規定に準ずるように、塗装と黒皮を落とした金属面を接着し、養生時に接着剤層の厚さが均一に0.2mmとなるようにクリップを用いて0.022N/mm²の面圧で固定した。黒皮試験体は塗装を落とした黒皮面を、塗装試験体は表面処理なしの塗装面を、標準試験体と同じ方法で接着した試験体とした。面圧なし試験体は、表面処理は標準試験体と同じで、養生時の接着面圧力はかけない。接着剤メーカーが公称している引張接着強さから算出した接着強さF_tは20kNである。表2には試験体の製作手順の詳細を示す。

表1 試験体の種類

試験体名	接着面の状態	養生時に作用させる面圧[N/mm ²]	養生時間	試験体数
標準試験体	鋼材	0.022	24時間	5
黒皮試験体	黒皮	0.022	24時間	5
塗装試験体	塗装	0.022	24時間	5
面圧なし試験体	鋼材	0.0012	24時間	5

表2 試験体の製作手順の詳細

順序	作業内容	特記事項
1	接着面をサンドペーパーで研磨する	黒皮試験体は塗装のみ剥がし研磨 塗装試験体は表面処理なし
2	ラッカー系の溶剤で接着面の微粉を除去	
3	専用のガンで接着面に接着剤を塗布	
4	接着剤を薄く均等にのばし、3分以内に接着面をはり合わせる	
5	クリップを用いて接着面を加圧し、養生する	面圧なし試験体は自重のみで養生する
6	そのまま24時間放置する	

2.3 載荷方法

荷重制御による載荷速度5.0kN/minの引張単調加力とし、接着部の耐力が失われるまで実験を行った。

2.4 実験結果と考察

図3には各試験体1体について接着部が破断するまでの荷重変形関係を示す。図中の破線はF_tを示す。表3,4と図4には破壊の種類と最大値などの特性値の一覧を示す。なお、接着破壊は接着剤と被着体との間で起こる破壊を示し、凝集破壊は層の内部で起こる破壊を示す。写真1には各試験体の破断面の状況を示す。標準試験体および面圧なし試験体の接着強さのほぼ全てがF_t以上であり、ばらつきも小さいことがわかる。黒皮試験体、塗装試験体はF_tの6割程度の接着強さであった。いずれの試験体も凝集破壊であるが、接着剤層で破断している標準試験体と面圧なし試験体が特に接着強さが高い結果となった。

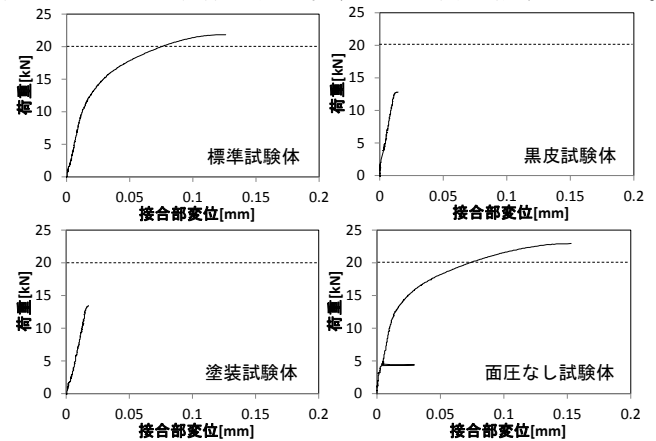


図3 荷重変形関係

表3 各試験体の特性値の一覧

	標準試験体		黒皮試験体		塗装試験体		面圧なし試験体	
	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]
試験体①	●	21.8	■	13.6	▲	13.5	●	22.6
試験体②	●	23.2	■	12.8	▲	9.2	●	23.0
試験体③	●	21.6	■	12.9	▲	9.6	●	19.9
試験体④	●	23.0	■	12.9	▲	10.5	●	21.9
試験体⑤	●	23.0	■	14.0	▲	12.2	●	22.7
最大値[kN]		23.2		14.0		13.5		23.0
最低値[kN]		21.6		12.8		9.2		19.9
平均値[kN]		22.5		13.3		11		22.0
平均値のF _t に対する比		1.13		0.7		0.55		1.10
変動係数		0.03		0.04		0.15		0.05

表 4 破壊の種類

破壊の種類	記号	破壊箇所
接着破壊	□	鋼材—黒皮間での破壊
	△	黒皮—塗装間での破壊
	○	塗装—接着剤間での破壊
凝集破壊	●	接着剤層の破壊
	▲	塗装層の破壊
	■	黒皮層の破壊

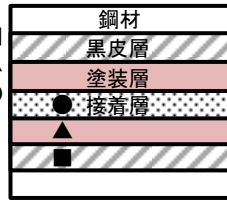


図 4 破断位置

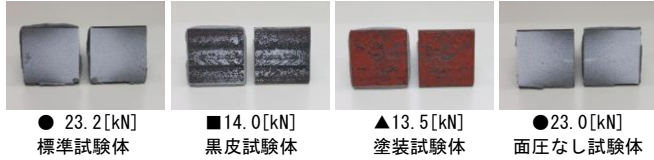


写真 1 試験体の破断面の状況

3 接着部の引張せん断接着強さ実験

3.1 実験システムと試験体詳細

加力装置には 250kN オートグラフを使用する。試験体は幅 50mm、板厚 6mm の平鋼 (SS400) 2 枚を、接着剤を用いて接合したもので、図 5 には実験システムを示す。試験体の種類、および製作手順はそれぞれ表 1、表 2 に示した引張接着強さ実験の場合と同じとした。接着剤メーカーが公称している引張せん断接着強さから算出した接着強さ F_s は 39.25kN である。加力装置の制御方法は引張接着強さ実験と同じとし、載荷速度は 20.0kN/min とした。

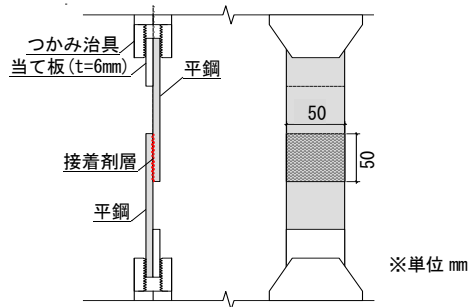


図 5 実験システム

3.2 実験結果と考察

図 6 には荷重変形関係を、表 5 には各試験体の破壊の種類と特性値の一覧を示す。なお、表 5 の破壊状況を示す記号は表 4、図 4 と同じである。写真 2 には各試験体の破断面の状況を示す。接着強さが F_s 以上であったのは標準試験体の 1 体のみで、標準試験体は接着強さの平均値が F_s と同等であった。黒皮試験体と塗装試験体はそれぞれ F_s の約 6 割、約 2 割の接着強さであった。接着剤層で破断したのは標準試験体と面圧なし試験体であるが、両者の接着強さには差が生じたことから、より強い接着強さを得るには接着剤層が適切かつ均一な厚さとなるように面圧をかける必要があるといえる。

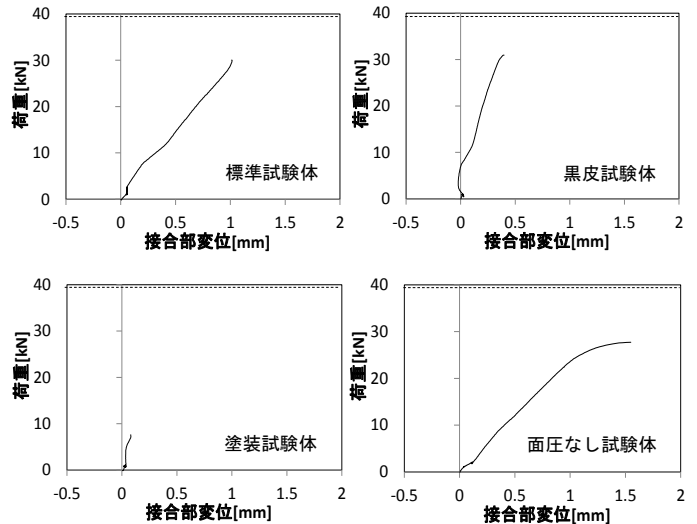


図 6 荷重変形関係

表 5 各試験体の特性値の一覧

	標準試験体		黒皮試験体		塗装試験体		面圧なし試験体	
	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]	破壊状況	強さ[kN]
試験体①	●	30.0	□	30.9	▲	7.1	●	27.8
試験体②	●	40.4	□	20.1	▲	7.6	●	27.7
試験体③	●	37.7	□	20.8	□	5.6	●	33.7
試験体④	●	39.3	□	22.8	□	6.1	●	32.3
試験体⑤	●	38.9	□	18.4	□	12.7	●	32.3
最大値[kN]		40.4		30.9		12.7		33.7
最低値[kN]		30.0		18.4		5.6		27.7
平均値[kN]		37.3		22.6		7.8		30.8
平均値の F_s に対する比		0.95		0.58		0.20		0.78
変動係数		0.10		0.19		0.33		0.08

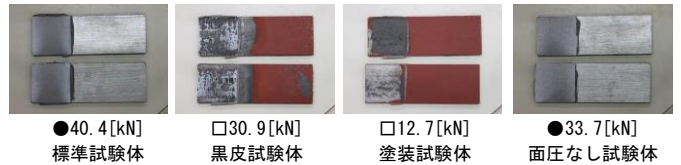


写真 2 試験体の破断面の状況

4. まとめ

接着面の表面処理に関しては、塗装のみを落とすことで F_t, F_s の約 6 割の接着強さが得られ、塗装と黒皮の双方を落とすことで、約 8 割以上の接着強さが得られた。なお、黒皮まで落とすことで接着強さのばらつきは小さくなった。養生時の接着面圧力に関しては、標準試験体と面圧なし試験体を比較した場合、標準試験体の方が接着剤層を適切かつ均一な厚さにすることができたため、より強い接着強さが得られた。また、接着面圧力の有無が接着強さのばらつきに及ぼす影響は少ないといえる。

以上の結果から、接着剤メーカーの仕様規定に準じた標準試験体は引張接着強さ、引張せん断接着強さがそれぞれ F_t, F_s と同等の接着強さを発揮し、接着強さのばらつきも小さいので、接着接合部の仕様に適している。

*¹ 早稲田大学創造理工学部建築学科教授 工博

*² えびす建築研究所代表取締役 博士(工学)

*³ えびす建築研究所

*⁴ 早稲田大学理工学研究所次席研究員 博士(工学)

*⁵ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻 (現 三菱地所設計)

*⁶ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻

*¹ Prof., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.

*² President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.

*³ Ebisu Building Laboratory Co.

*⁴ Junior Researcher, RISE, Waseda Univ., Dr. Eng.

*⁵ Graduate Student, Waseda Univ.

*⁶ Graduate Student, Waseda Univ.