

低層鉄骨造の損傷抑制用DIY制振補強に関する技術開発

-その12- 被着面の表面処理方法が接着強さに与える影響に関する実験的検討

正会員 ○神谷佳祐^{*1} 曾田五月也^{*2}
同 花井勉^{*3} 皆川隆之^{*4}
大入慎也^{*5} 渡辺啓太^{*6}

低層鉄骨造
接着剤
DIY
表面処理
制震補強

1 はじめに

既往の研究から、被着面の黒皮と塗装を剥がすことで接着強さが増大することが分かっている¹⁾。さらに被着面に凹凸加工を施すことで、投錨効果による接着強さの増大が見込めると考えられる。本報告では、施工性に優れ、十分な接着強さを得ることができる被着面の表面処理方法を明らかにするために行った実験について述べる。

2 実験概要

2.1 実験システム

加力装置、および試験体はその11と同様とし、接着剤にはエポキシ系接着剤Aとアクリル系接着剤Tを用いた。本検討ではせん断試験体を用いることとし、試験体のラップ長は12.5[mm]、板厚は6[mm]、載荷時の温度は20℃とした。本実験のパラメータは被着面の表面処理方法とし、表面処理は粗度40、240のサンドペーパー処理、ショットブラスト処理、及びブリストルブラスター処理の4種類とした。表1には試験体の種類を示す。

表1 試験体の種類(表中の数値は試験体数)

接着剤	表面処理方法		サンドペーパー #40	サンドペーパー #240	ショットブラスト	ブリストルブラスター
	金物側	躯体側				
接着剤A	サンドペーパー#40		3			3
	サンドペーパー#240			3		3
	ショットブラスト		3		3	3
	ブリストルブラスター		3		3	3
接着剤T	サンドペーパー#40		3			3
	サンドペーパー#240			3		3
	ショットブラスト		3		3	3
	ブリストルブラスター		3		3	3

2.2 表面処理方法の仕様

ショットブラスト処理は、研磨材を処理面に高速で噴出することで表面加工を施す工法である。表面に均一な処理を行える点で優れているが、研磨材が飛散するためキャビネット内で処理を施すことが好ましく、現場で躯体表面に施工することは難しいと考えられる。本実験では研磨材には粒径300~355[μ]の褐色アルミナを使用し、噴出圧は0.6[MPa]とした。写真1には、ブリストルブラスター処理の作業状況を示す。ブリストルブラスター処理は、縦回転するブラシの衝撃力によってブラスト面を形成する工法である。ショットブラスト処理と同等の1種ケレン相当の下地を形成することが出来るが、習熟度により均一な表面処理を行うことができないという問題がある。本実験では電動式の工具によりスチールブラシ

23[mm]を使用して加工を施した。また、試験体を形成する2つの試験片を金物側試験片、躯体側試験片とし、接着剤は金物側試験片に塗布した。実際の現場では躯体にショットブラスト処理を施すことは困難と考えられるため、ショットブラスト処理同士の試験体を除き、いずれも金物側試験片にのみショットブラスト処理を行った。



(左：作業状況 右：処理状況拡大)
写真1 ブリストルブラスター処理の作業状況

表2には各表面処理後の試験片の表面平均粗さRaを示す。表面平均粗さは小型表面粗さ測定機により計測し、計測は図1に示す試験片上の計測箇所6か所とした。写真2には光学顕微鏡により倍率50倍で拡大撮影した試験片の表面状況を示す。粗度40、及び粗度240のサンドペーパー処理を施した試験片はY方向のばらつきが大きく、明瞭な表面処理跡が残っていることが分かる。これは、表面処理の際にせん断接着強さを大きくするためにせん断方向と直行する方向の表面処理を大きくしたためと考えられる。ショットブラスト処理を施した場合は、方向性がなく均一な表面状態であり、いずれの方向もばらつきが小さいことが分かる。ブリストルブラスター処理を施した試験片の場合は、いずれの方向もばらつきが大きいことが分かる。

表2 表面粗さRaの一覧

表面処理方法	計測方向	計測箇所						平均値	変動係数
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		
サンドペーパー #40	X	1.26	1.40	1.71	1.37	1.24	1.28	1.38	0.12
	Y	1.25	1.00	1.45	0.97	1.41	1.63	1.29	0.19
サンドペーパー #240	X	0.57	0.42	0.60	0.47	0.39	0.43	0.48	0.16
	Y	0.60	0.44	0.63	0.72	0.63	0.35	0.56	0.22
ショットブラスト	X	3.38	3.95	3.79	4.52	3.70	4.09	3.91	0.09
	Y	3.50	4.18	3.63	3.52	4.14	3.72	3.78	0.07
ブリストルブラスター	X	1.88	3.12	1.10	2.99	2.68	2.25	2.34	0.30
	Y	3.27	2.69	2.54	3.69	4.54	3.52	3.38	0.20

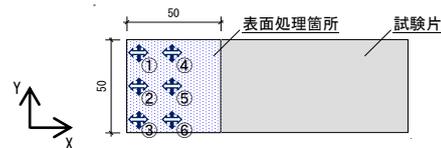
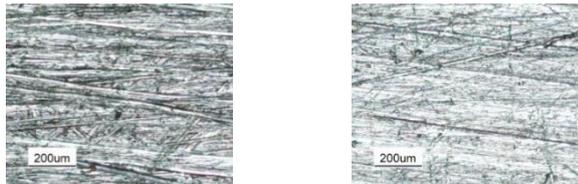


図1 表面粗さの計測箇所



a) サンドペーパー処理(#40) b) サンドペーパー処理(#240)



c) ショットブラスト処理 d) ショットブラスト処理

写真2 試験片の表面処理状況

3 実験結果と考察

3.1 接着強さの比較

図2には、表面処理毎の平均せん断接着強さを示す。グラフ内の点線は各接着剤メーカーの公称値を示す。表3にはせん断試験結果の一覧を示す。接着剤Aでは、全ての試験体が公称値以上の接着強さを示すことが分かる。金物側にショットブラスト処理を施した場合は公称値を4割程度上回ることが分かる。接着剤Tでは、金物側に粗度40のサンドペーパー処理、ショットブラスト処理を施した試験体は、公称値を上回ることが分かる。また、ブリストルブラスター処理を施した試験体はばらつきが大きく、特に躯体側にブリストルブラスター処理を施した場合は接着強さが公称値より小さくなる事が分かる。したがって、ショットブラスト処理を施すことで接着強さが大きくなると考えられる。

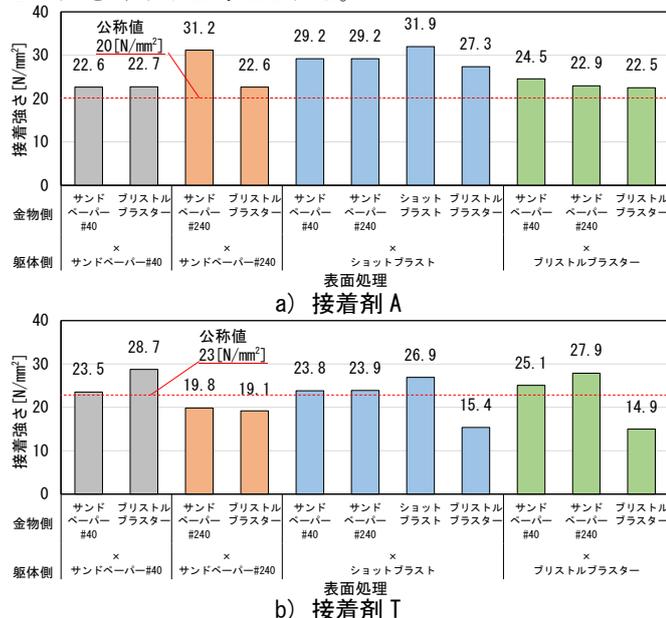


図2 表面処理毎の平均せん断接着強さの比較

表3 せん断試験結果一覧

a) 接着剤 A											
金物側表面処理方法	サンドペーパー#40		サンドペーパー#240		ショットブラスト		ブリストルブラスター		ブリストルブラスター		ブリストルブラスター
躯体側表面処理方法	サンドペーパー#40	ブリストルブラスター	サンドペーパー#240	ブリストルブラスター	サンドペーパー#40	サンドペーパー#240	ブリストルブラスター	ブリストルブラスター	サンドペーパー#40	サンドペーパー#240	ブリストルブラスター
最大接着強さ [N/mm²]	20.0	24.4	32.9	22.8	28.2	29.7	28.2	24.0	29.5	23.5	26.2
1体目	20.5	20.8	31.0	24.5	31.2	29.1	35.2	32.7	20.1	25.3	21.2
2体目	23.5	23.1	29.5	20.5	28.1	28.7	32.4	23.2	23.2	19.9	20.0
平均接着強さ [N/mm²]	22.6	22.7	31.2	22.6	29.2	29.2	31.9	27.3	24.6	22.9	22.6
変動係数	0.15	0.07	0.04	0.07	0.05	0.02	0.09	0.14	0.16	0.10	0.12

b) 接着剤 T											
金物側表面処理方法	サンドペーパー#40		ブリストルブラスター		ショットブラスト		ブリストルブラスター		ブリストルブラスター		ブリストルブラスター
躯体側表面処理方法	サンドペーパー#40	ブリストルブラスター	ブリストルブラスター	ブリストルブラスター	サンドペーパー#40	サンドペーパー#240	ショットブラスト	ブリストルブラスター	サンドペーパー#40	サンドペーパー#240	ブリストルブラスター
最大接着強さ [N/mm²]	18.3	29.8	13.0	22.0	24.7	19.6	26.3	15.4	33.8	27.7	6.4
1体目	24.7	23.4	31.0	17.9	20.4	23.8	25.8	12.8	19.4	21.9	13.5
2体目	23.6	26.8	25.5	18.2	26.2	28.2	28.7	17.9	22.0	34.0	19.9
平均接着強さ [N/mm²]	23.5	26.7	19.8	19.1	23.8	23.9	26.9	15.4	25.1	27.9	14.9
変動係数	0.16	0.03	0.26	0.11	0.10	0.15	0.05	0.14	0.25	0.18	0.41

3.2 破壊性状の比較

写真3には荷重後のせん断試験体の破壊性状を示す。いずれの接着剤ともショットブラスト処理を施した試験体ではブリストルブラスター処理との組み合わせの場合を除いていずれも接着剤層で発生する凝集破壊が先行していた。他の表面処理方法の場合では接着剤Aでは鋼材と接着剤層との間で発生する界面破壊が先行し、接着剤Tでは凝集破壊が先行することが分かる。一方で、いずれの接着剤ともブリストルブラスター処理を施した試験体に接着剤層が残らず、界面破壊が生じていた。したがってショットブラスト処理を施すことで破壊性状が凝集破壊となり大きな接着強さが発揮できたと考えられる。

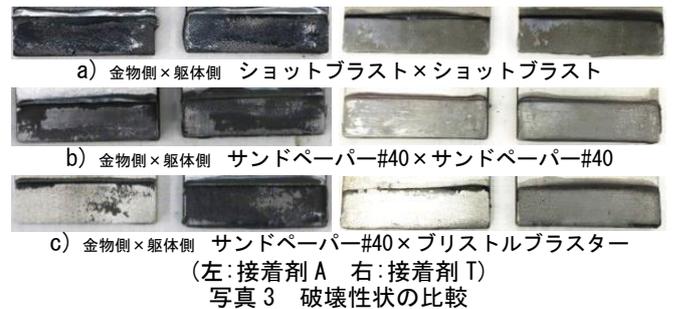


写真3 破壊性状の比較

4 まとめ

実験結果から、エポキシ系接着剤では表面処理方法の影響が大きいが、アクリル系接着剤では影響が小さいことが分かった。表面処理方法の組合せとしては、いずれもショットブラスト処理とすることで安定した接着強さが得られるが、躯体側をサンドペーパー処理とする場合でも、十分な接着強さを発揮できることが分かった。したがって、DIY工法における接着剤接合では、ダンパの取付け用金物には事前にショットブラスト処理を施し、躯体表面には黒皮・塗装を剥がした後にサンドペーパー処理を施すことで十分な接着強さを発揮できるといえる。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、アルファ工業(株)の谷口晋二郎氏、堀川恵巳子氏、関西ペイント(株)の中野正氏、ゴト一電機(株)の後藤ひと美氏、辻良尚氏から多大なるご協力を頂いた。また文部科学省科学研究費「低層鉄骨造建築物を対象としたDIY制振補強構法の開発(挑戦的萌芽研究)」研究代表者:曾田五月也」から研究助成を受けた。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 井上雄貴, 曾田五月也, 花井勉, 皆川隆之, 宮津裕次, 丸野悟司: 低層鉄骨造の損傷抑制用DIY制振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的性能検証実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集2013(構造III), pp.1361-1362, 2013.8

*¹ 久米設計
*² 早稲田大学創造理工学部建築学科教授 工博
*³ えびす建築研究所代表取締役 博士(工学)
*⁴ えびす建築研究所
*⁵ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻
*⁶ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻

*¹ KumeSekkei Co.Ltd.
*² Prof., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.
*³ President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.
*⁴ Ebisu Building Laboratory Co
*⁵ Graduate Student, Waseda Univ.
*⁶ Graduate Student, Waseda Univ.