

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11- 接着剤の接着強さの寸法効果に関する検証実験

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

低層鉄骨造 DIY 制震補強
接着剤 寸法効果 併用接合

1 はじめに

提案するDIY工法では、非専門家でも行える簡易な施工方法として、ダンパ取付け用金物の接合部に接着剤接合を採用している。ダンパ取付け用金物の形状と接着強さの関係を定量的に評価するためには、接着強さに及ぼす寸法効果の影響を明らかにする必要がある。本報告では、寸法効果に関する実験結果と、寸法効果を低減するためのドリリングタッピングねじ(以下、ドリルねじとする)併用接合に関する実験結果について記す。

2 寸法効果

一般に接着剤接合は寸法効果を有することが知られている¹⁾。図1にはせん断試験体に作用するせん断応力の分布の概略を示す。せん断試験体では、試験片の加力方向につき重ね合わせ長さ(以下、ラップ長とする)の増大に伴い接合部端部の最大応力が平均応力と比較して過大となり、局部的に破壊が進行していくためトータルの接着強さが低下することが考えられる。

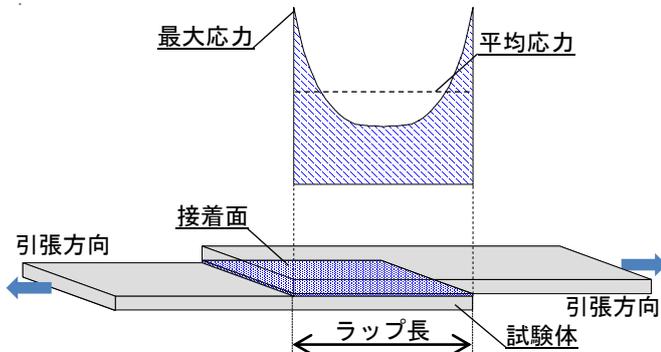
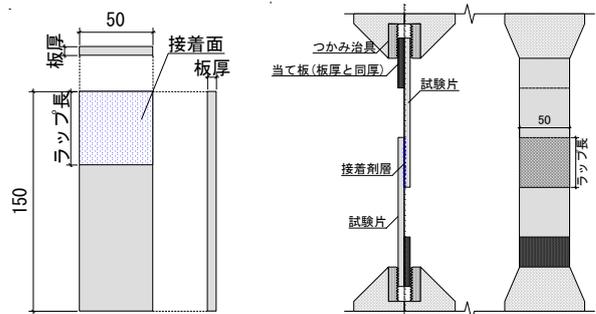


図1 せん断試験体に作用する応力分布の概略

3 接着接合部の接着強さの力学性能検証実験

3.1 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、載荷方法は片側引張単調加力とし、接着部の耐力が失われるまで載荷を行った。図2にはせん断試験に用いる試験体の詳細図と取付け図を示す。試験体の製作は変動の少ない最適接着強さが得られるように接着剤メーカーの仕様規定に準じて粗度40のサンドペーパーによる表面処理を行い、接着剤塗布後一定期間適切に養生した。また試験体数はいずれも3体ずつとした。



(左：せん断試験体詳細図 右：取付け図)
図2 せん断試験体と取付け図[単位:mm]

3.2 使用する接着剤の特性

表1には接着剤A、Tの2種類の接着剤の特性を示す。接着剤A、Tともに2液混合熱硬化型接着剤であるが、接着剤Aはエポキシ樹脂を、接着剤Tはアクリル樹脂を主剤としている。また、メーカーの公称せん断接着強さは、接着剤Aが20[N/mm²]、Tが23[N/mm²]である。式1には接着強さの算出式を示す。

表1 接着剤の特性

接着剤名	接着剤A(A社)		接着剤T(T社)	
	主剤	硬化剤	主剤	硬化剤
色	灰色	黒色	赤色	青色
種別	2液混合熱硬化型接着剤			
主剤	エポキシ樹脂		アクリル樹脂	
匂い	無臭		低臭	
保存方法	常温可能		常温可能	
可使時間/硬化時間	60分/1週間		15分/24時間	
その他の特徴	温度耐久性		低臭性	
メーカー 公称値	せん断接着強さ [N/mm ²] 20 (20℃時)		23 (25℃時)	

$$S = \frac{P}{A} \dots (式1)$$

S:接着強さ[N/mm²] P:最大荷重[N] A:接着面積[mm²]

4 実験結果と考察

4.1 せん断接着強さの寸法効果

まずせん断接着強さの寸法効果の力学性能検証実験結果を示す。ラップ長をパラメータとした寸法効果はラップ長を12.5[mm]、25[mm]、50[mm]、75[mm]の4パターンとし、板厚を6[mm]として実験を行った。また、板厚をパラメータとした寸法効果は板厚を1.6[mm]、6[mm]、10[mm]の3パターンとし、ラップ長を50[mm]として実験を行った。図3、4にはラップ長毎の平均接着強さ、板厚毎の平均接着強さを示す。図中の点線はそれぞれメーカーの公称せん断接着強さを示す。いずれの接着剤ともラ

アップ長が増大するにつれて接着強さが低減しており、アップ長を JIS 規格の 12.5[mm]とすることで公称値以上の接着強さが発揮されることが分かる。さらに、エポキシを主剤とする接着剤 A の方がアクリルを主剤とする接着剤 T より寸法効果が顕著に現れることが分かる。また、板厚が大きいほど接着強さが増大することが分かる。これは板厚が増大することで試験片の曲げ剛性が大きくなり、2 章で述べた接合部端部の局所的な破壊が緩和されたためと考えられる。

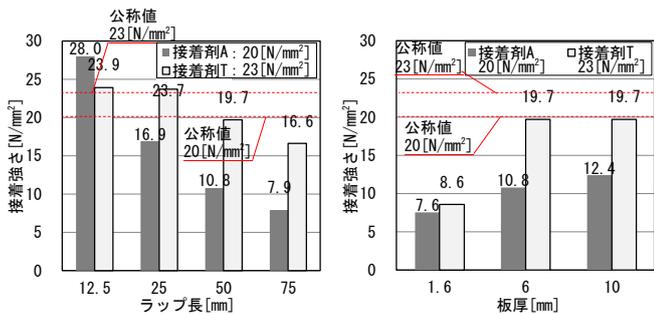


図3 ラップ長の違いによるせん断試験結果

図4 板厚の違いによるせん断試験結果

4.3 寸法効果の低減に関する実験的検討

接着剤接合のせん断接着強さは、接着面積を増大させても増大しないことが分かった。そこで大きな接着面積を有する場合にも、十分なせん断接着強さを発揮させるために、応力が集中する接着剤接合部の端部にドリルねじを併用することを考えた。図5には本検討に用いる試験体の詳細図を示す。試験体のアップ長は75[mm]、板厚は6[mm]とし、ドリルねじを接合する6φの穴を2箇所ずつ設けた。開孔箇所は試験片端部から9[mm]と30[mm]の2パターンとした。ドリルねじは接着剤を塗布し、所定の養生期間経過後に接合した。試験片2枚を接合する場合のドリルねじ接合部のせん断耐力²⁾は、1本当たり9.15[kN]であり、4本では36.6[kN]となる。図6、7には平均接着強さ、ドリルねじ単体接合の場合と併用接合した場合の端あき距離9[mm]時の荷重変形関係を示す。図中の点線はそれぞれメーカーの公称せん断接着強さを示す。いずれの接着剤とも接着剤のみで接合した場合と比較してドリルねじを併用接合した場合は、最大変形量と最大荷重値が増大することが分かる。寸法効果の大きい接着剤 A では、接着剤単体接合の場合では公称値の7割以下となるが、ドリルねじを併用接合することで接着強さが増大し、特に端あき距離を9[mm]とする場合には公称値程度の接着強さを発揮することが分かる。一方、寸法効果の小さい接着剤 T では接着剤単体接合の耐力が大きいいため、併用接合の影響は小さいことが分かる。したがっ

て、寸法効果の大きい接着剤に対しては、ドリルねじ接合との併用接合により端部の応力集中が緩和され、寸法効果を低減できるといえる。

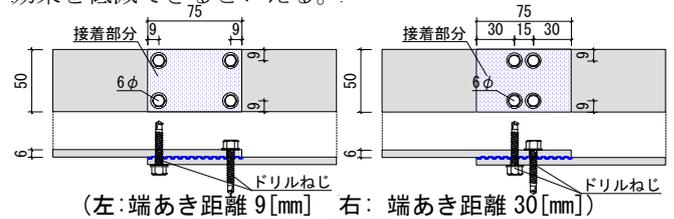


図5 試験体の詳細図



図6 平均接着強さ

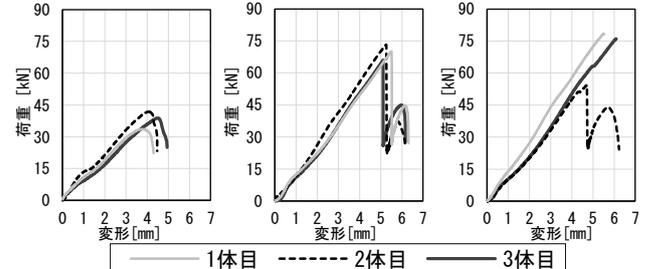


図7 荷重変形関係(端あき距離9[mm])

5 まとめ

本稿では、せん断接着強さはアップ長が増大し板厚が小さくなるほど低下することを示した。また、寸法効果はエポキシを主剤とする接着剤の方がアクリルを主剤とする接着剤より顕著に現れることが分かった。さらに、ドリルねじを併用接合することで最大荷重値と最大変形量が増大し、特にドリルねじを端部に打ち込むことで寸法効果の低減に有効であることが分かった。したがって接着強さを増大させることができ、アップ長を接着面積が大きくなるように設定した場合にも公称接着強さ程度となることから、ドリルねじとの併用接合は有効であることを示した。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、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)小野昌孝他: 新版接着と接着剤, 日本規格協会, pp.2,16-18,1989.3
- 2)一般社団法人日本鉄鋼連盟: 薄板軽量形鋼造建築物設計の手引き, 技報堂出版, pp.187-189,2002.6

*¹ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻
 *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 久米設計
 *⁶ 早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻

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