

接着剤を用いた接合面に作用する面圧がせん断強度に及ぼす影響に関する研究

大阪市立大学大学院
学生会員 ○藤本 高志

大阪市立大学大学院
ユニシ株式会社

正 会 員 山口 隆司
正 会 員 堀井 久一

1. 研究背景及び目的

鋼部材の腐食に対する当て板補修では、不陸調整や防食を目的として腐食部にエポキシ樹脂（以下、接着剤という。）等を充填する場合があるが、高力ボルト摩擦接合部に接着剤を用いる場合のすべり挙動に与える影響について明確でない。

本研究では、高力ボルト摩擦接合と接着剤を併用した接合（以下、接着摩擦併用接合という。）を想定し、接着接合面に作用する面圧と接合面のせん断強度の関係を把握することを目的として、小型鋼板の接着接合面に均等な面圧を作用させてすべり試験を実施した。なお、接着摩擦併用接合への展開を想定し、接合面のずれを摩擦接合のすべりとみなし評価する。

2. 実験供試体

実験供試体の内訳、形状を表-1、図-1 にそれぞれ示す。使用鋼種は SS400 である。内試験片は既設部材を想定して、接合面にブラスト処理を行った。外試験片は、新設部材を想定して、無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンクという。）とし、空隙を充填することによる強度向上を狙ってプライマーを塗布した。接着剤は、ペースト状の 2 液混合型金属接着用エポキシ樹脂系接着剤（製品名：E258RW）を青に着色し、プライマーは、超低粘度形注入補修用エポキシ樹脂系接着剤（製品名：E205）を用いた。実験供試体のパラメータは接着面の作用面圧とした。Case-A では、接着面の作用面圧を 100%とし、B, C では 50%, 5%とした。作用面圧の 100%は 64.9N/mm²である。これは、F10T の M22 ボルトを使用し、連結板厚を 12mm と想定した場合に、図-2 に示す軸力影響範囲の接触圧面積から算出した設計軸力時に作用する平均面圧である。

3. 試験方法

使用した試験機を図-3 に示す。試験機の鉛直ユニットに万能試験機で圧縮载荷を行った。供試体は、内試験片 2 枚と外試験片 2 枚を用い、それぞれ 1 枚ずつを接着接合する。供試体の接着は、接着剤の層厚を均一に保つために、スナッグタイト程度である 46kN³⁰時に図-2 の接触圧面積における平均面圧 14.6N/mm² が接着面全体に作用するように、軸

力 36.5kN で圧着した。プライマーの養生期間は 30 分とし、その上から接着剤を塗布し接着している。圧縮状態で 24 時間以上、その後未圧縮状態で養生し、計 1 週間以上の養生期間を設けた。接着した供試体例を図-4 に示す。はみ出た接着剤は試験前にグラインダーにて除去した。供試体を試験機に設置し、水平ジャッキで所定の軸力を作用させた状態で、万能試験機により鉛直ユニットを载荷する。载荷は 1kN/sec を目標とし、すべり後荷重が一定の値に落ち着くところまで载荷した。

計測項目は、鉛直荷重、水平荷重、各供試体の内試験片

表-1 実験供試体の内訳

供試体 Case	面圧		表面処理		供試体数
	(N/mm ²)	(%)	内試験片 (母材想定)	外試験片 (連結板)	
A	64.9	100	ブラスト	無機ジンク	3
B	32.5	50	ブラスト	無機ジンク	3
C	3.2	5	ブラスト	無機ジンク	3

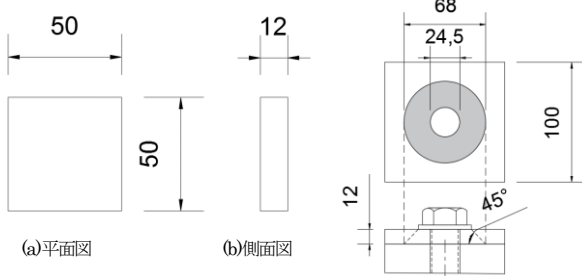


図-1 内試験片と外試験片の形状（単位：mm）

図-2 接触圧面積（単位：mm）

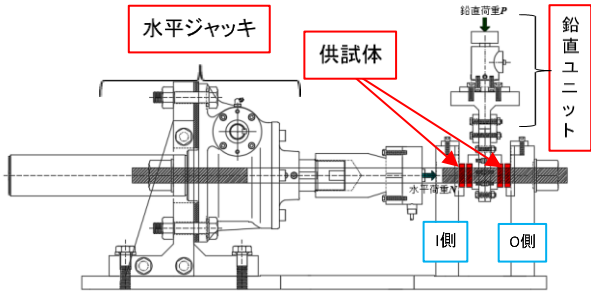


図-3 試験機と供試体の設置状況

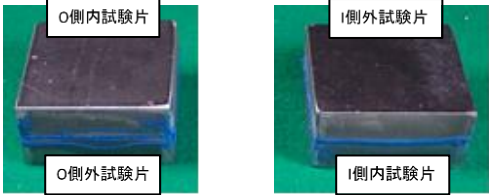


図-4 接着後の供試体例

表-2 試験結果まとめ (3体の平均値)

供試体 Case	すべり 荷重 (kN)	試験前 水平力 (kN)	すべり時 水平力 (kN)	試験前 面圧 (N/mm ²)	すべり時 面圧 (N/mm ²)	せん断 強度 (N/mm ²)	すべり 係数
A	160.0	162.0	163.9	65.2	66.0	32.1	0.49
B	131.0	81.1	84.8	32.7	34.1	26.3	0.81
C	86.7	8.1	12.0	3.3	4.8	17.4	5.32

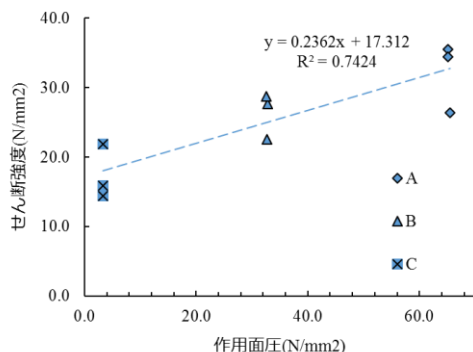


図-5 せん断強度と面圧の関係

と外試験片の相対変位である。

4. 試験結果と考察

試験結果を表-2に、面圧とせん断強度の関係を図-5に、CaseA~Cの代表供試体の荷重と相対変位関係を図-6に、試験後の接合面を図-7に示す。すべり荷重は、明確な荷重低下の生じた第一ピーク荷重とする。

表-2、図-5より作用面圧が大きくなるとすべり荷重が増加することがわかり、作用面圧とせん断耐力の係数に線形性を有しているものと考えられる。これは、面外方向からの拘束力が大きくなると、せん断変形が抑えられるためせん断強度が高くなったことが原因の一つと考えられる。

図-6より面圧によって荷重-相対変位の剛性に大きな違いは見られないが、面圧100%のCase-Aのみ第一ピーク後になだらかな荷重低下が生じている。

試験後の接合面の観察より、面圧5%のCase-Cは外試験片の無機ジンクが破壊せず残っており、接着剤と無機ジンクの接着層面の破壊が多くを占めていた。これは、面圧が低く拘束力が小さいためである。面圧50%のCase-Bは主とする破壊形式は無機ジンクの破壊であり、接着剤の破壊も混在する。面圧100%のCase-Aは外試験片に接着剤が付着しており、接着剤の破壊が主とする破壊形式であり、接着剤の破壊と無機ジンクの破壊が混在している。Case-Cに比べCase-A,Bは拘束力が高くなり、接着層面のせん断耐力が向上し、接着剤の破壊や、無機ジンクの破壊が生じたためと考えられる。

5. 結論

接着摩擦併用接合を想定し、接着接合面に面圧を作用させた小型鋼板を用いた小型すべり試験を実施した。得られ

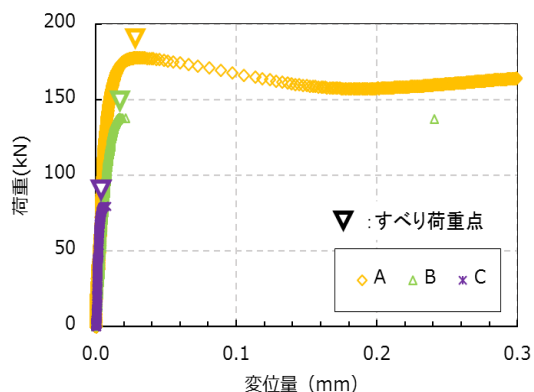


図-6 荷重-相対変位関係

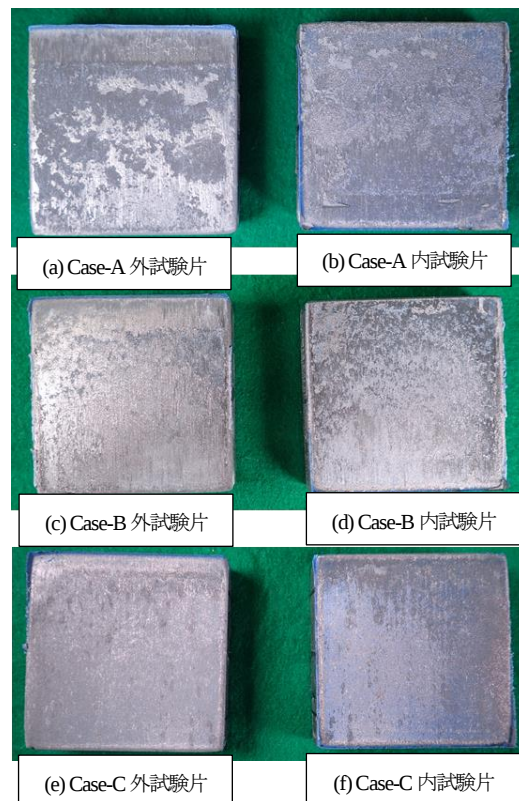


図-7 試験後の接合面

た結果を以下にまとめる。

- (1) 接着摩擦併用接合の接合面に面圧が作用した場合に面圧の増加に伴い、接合面のせん断強度が線形に増加することを示した。
- (2) 試験後の接合面の破壊形式については、面圧が小さい場合は無機ジンクと接着剤の接着層面の破壊が支配的となり、面圧が大きい場合は無機ジンクの破壊と接着剤の破壊が支配的である。

参考文献

- 1) 土木学会 鋼構造委員会 鋼構造の残存耐荷性能評価と耐久性向上方策研究小委員会：腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル, 2009.3
- 2) 丹波寛夫, 行藤晋也, 山口隆司, 杉浦邦征, 飛ヶ谷明人, 田畑晶子：腐食孔を模擬した凹部を有する接合面に接着剤を塗布した高力ボルト継手の力学的挙動に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.60A, pp.703-714, 2014.3