

第Ⅰ部門

当て板接着とスタッドボルトを併用した鋼部材の補修法に関する研究

関西大学

学生員 ○池田 拓矢

関西大学

正会員 石川 敏之

1. はじめに

腐食や疲労き裂に対する補修工法として、当て板をエポキシ樹脂系の接着剤により接合する工法が適用され始めている¹⁾。この工法は従来の高力ボルトを用いた当て板添接方法よりも簡易に施工できる利点がある。しかし、端部から当て板が脆性的にはく離することが懸念されている。当て板の脆性的にはく離を防止するために、当て板端部にスタッドボルト（図-1）を溶植し、接着接合と併用する工法が提案され、基礎的な研究が行われている²⁾。本研究では、当て板接着とスタッドボルト接合を併用した補修法の適用を目指し、押し抜きせん断タイプの試験体を用いて、補修効果を明らかにする。さらに、接着剤の種類の違いによる、本工法の効果を明らかにする。

2. 試験体と試験概要

スタッドボルトと接着接合を併用した試験体ASを図-1に示す。試験体は、主板の下端に10mmの隙間を設け、主板の軸力を当て板へ伝達する構造としている。同様の寸法で接着接合のみの試験体A、比較のために高力ボルトを用いて接合した試験体Bも用意した。主板はSM490Yの鋼板、当て板はSS400の不等辺山形鋼とした。また、図にはひずみゲージおよびクリップゲージの設置位置も示している。クリップゲージは主板と当て板の相対変位の測定に用いた。使用した接着剤の材料特性を表-1に示す。接着剤は鋼材接着用に開発された接着剤（鋼材用接着剤）と土木構造物に一般的に使用されている接着剤（土木用接着剤）を用いた。載荷試験には圧縮最大能力2000kNの万能試験機を用いた。試験体の当て板下面を普通ボルトで治具に固定し、主板の上端に荷重 P を与えた。

3. 試験結果

載荷荷重 P と、主板と当て板の相対変位 δ の関係を図-2に示す。図には主板の降伏荷重 P_y (=591kN)も示している。当て板の材質はSS400であるが、主板の両面に当て板を接合しているため、当て板の降伏荷重は主板のそれよりも高くなっている。図-2より高力ボルトを用いて接合した試験体Bでは荷重が400kN付近に達した際にすべりが生じた。その後、荷重の増加とともに変位が増加した。すべりによって高力ボルトが支圧状態となったため、一度荷重が低下した後も荷重と変位が増加したと考える。

土木用接着剤を用いた接着接合のみの試験体A-cでは、図-2に示す様に主板が降伏する前に当て板が脆性的にはく離した。一方、土木用接着剤を用いた接着接合にスタッドボルトを併用させた試験体AS-cでは、主板降伏荷重に達した後も荷重が線形的に増加した。荷重が700kN付近に達した際に、当て板が全面的にはく離したため、荷重が400kN付近まで急激に低下した。したがって、土木用接着剤にスタッドボルトを併用することではく離荷重が大きく増加することがわかる。

鋼材用接着剤を用いた接着接合のみの試験体A-sでは、図-2に示す様に主板の降伏荷重を超えたあたりで当て板が脆性

表-1 接着剤の材料特性

	鋼材用接着剤	土木用接着剤
	-s	-c
圧縮降伏強度(N/mm ²)	70以上	70
圧縮弾性率(kN/mm ²)	6.5	3.1
引張強度(N/mm ²)	16.5	35
引張せん断強度(N/mm ²)	14以上	28

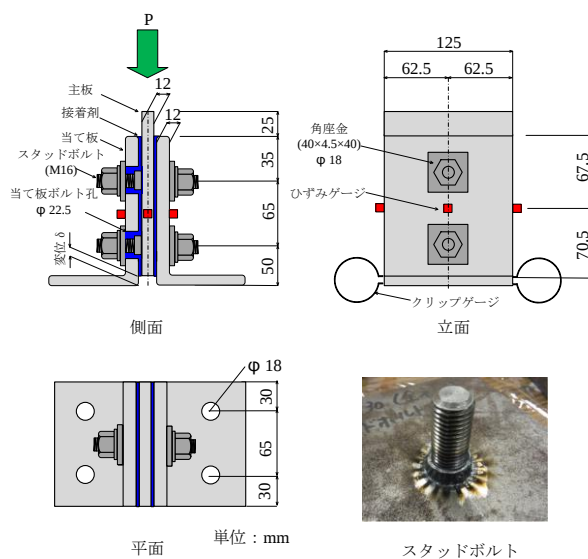


図-1 試験体 AS の寸法およびゲージ位置

Takuya IKEDA, Toshiyuki ISHIKAWA

k193885@kansai-u.ac.jp

的にはく離した。したがって、土木用接着剤よりも鋼材用接着剤の方が、接着強度が高いことがわかる。鋼材用接着剤を用いた接着接合にスタッドボルトを併用した試験体 AS-s では、荷重が 750kN 付近に達した際に、当て板の片面がはく離し、荷重が低下した。その後もう一方の当て板がはく離したため、荷重が 500kN 付近まで急激に低下した。

載荷荷重 P と、当て板中央および主板中央のひずみ ε の関係をそれぞれ図-3, 4 に示す。図では試験体の両面に貼り付けたひずみゲージの平均値が示されており、主板と当て板が完全合成されているとして仮定した場合のひずみの計算値も示している。さらに図-4 には、主板のみの計算値も示している。

図-3 より、試験体 A-c, A-s は、当て板中央のひずみは完全合成として計算した値に近いが、スタッドボルトを併用した試験体 AS-c, AS-s, および高力ボルト試験体 B では完全合成として計算したひずみよりも小さくなっている。これは図-1 からわかるように、ひずみゲージの位置がボルト孔間にあるため、その位置への応力の伝達が小さくなるからである。また試験体 A-c, A-s では、ある荷重で急激にひずみの値が低下している。これは、脆性的に当て板がはく離し、当て板に応力を伝達しなくなったためである。

図-4 より、接着剤を用いた試験体 A, AS はともに、はく離が生じるまで完全合成として計算した値に近い。一方、試験体 B では完全合成として計算した値よりもひずみが大きくなっているため接着接合と高力ボルト接合では、応力の伝達程度が異なるを考える。

4. まとめ

本研究では、接着接合にスタッドボルトを併用させた当て板補修法について、押し抜きせん断タイプの載荷試験を行った。土木用接着剤および鋼材用接着剤を用いた場合、当て板端部にスタッドボルトを併用させることにより、当て板のはく離荷重が上昇し、当て板の脆性的なはく離を防止できることが確認できた。接着接合のみの場合では土木用接着剤の方が鋼材用接着剤よりも強度が低いが、スタッドボルトを併用することで、両者が同程度の強度となった。

謝辞

本研究の実施にあたりコニシ（株）の堀井久一氏に接着剤を提供頂いた。ここに記して、謝意を示す。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会 腐食した鋼構造物の長寿命化のための性能回復技術検討小委員会：腐食した鋼構造物の性能回復事例と性能回復設計法。鋼構造シリーズ 23, 土木学会, 2014.
- 2) 河本隆史, 石川敏之, 服部篤史, 河野広隆：スタッドボルト接合の併用による当て板接着鋼板のはく離抑制効果, 第 70 回年次学術講演会講演概要集, 土木学会, I-510, pp.1019-1020, 2015.

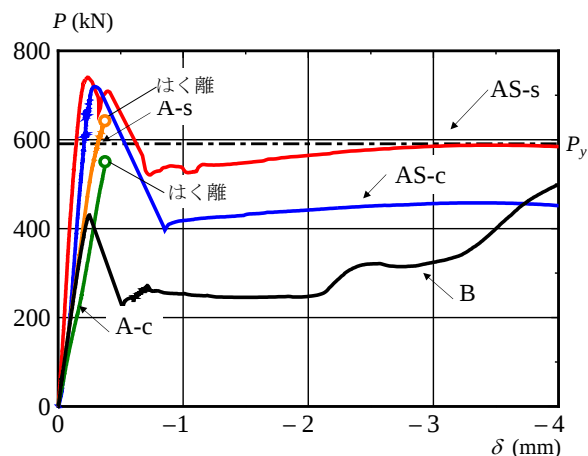


図-2 載荷荷重 P と変位 δ の関係

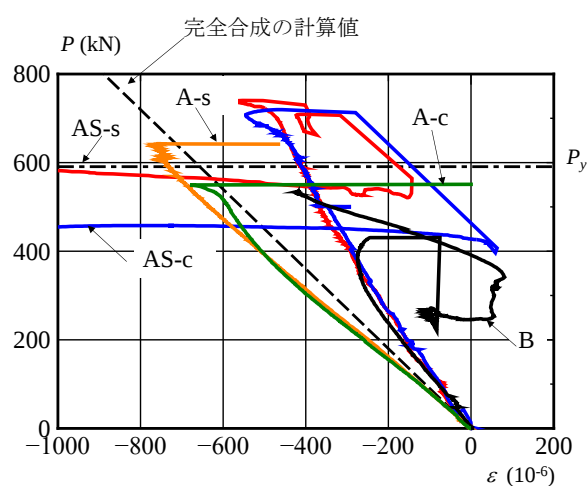


図-3 載荷荷重 P と当て板中央のひずみ ε の関係

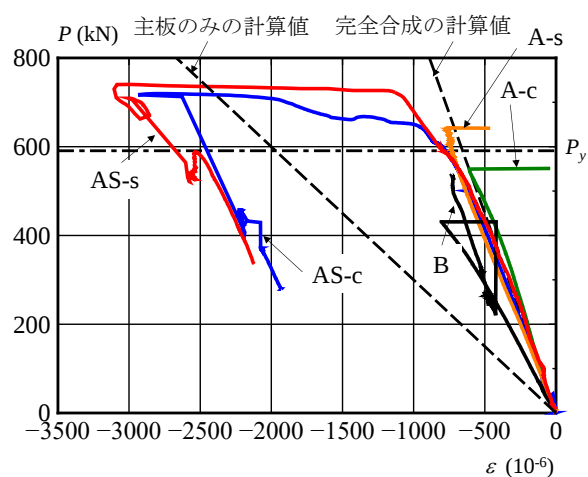


図-4 載荷荷重 P と主板中央のひずみ ε の関係