

スタッドボルト接合の併用による当て板接着鋼板の剥離抑制効果

京都大学大学院 学生会員 ○河本 隆史, 正会員 石川 敏之, 服部 篤史, 河野 広隆

1.はじめに

近年, 鋼構造物の劣化・損傷への補修方法として当て板接着工法が行われ始めている. この工法は施工が容易であり, 迅速な補修ができるという利点がある. 当て板接着工法では, 外力が作用すると当て板端部付近の接着剤に高いせん断応力と垂直応力が生じることで, 当て板の脆性的な剥離破壊が生じ, 補修効果が失われる. そこで, 本研究では, 当て板接着にスタッドボルト接合を併用することで, 脆性的な剥離破壊を防止する方法を考えた. ここでは, 切断鋼板, 連続鋼板に対して引張試験を行い, 当て板接着にスタッドボルトを併用した場合の効果を確認する.

2.試験体

試験体の寸法を図1~3に示す. 長さ350mm, 幅90mm, 板厚12mmの2枚の鋼板(SM490Y)を突き合わせ, 当て板に長さ320mm, 幅90mm, 板厚6mmの鋼板(SM490Y)を用いた切断鋼板試験体, 同様の寸法で, 切断縁のない連続鋼板試験体の2種類準備した. 図1は当て板を接着した切断鋼板試験体, 図2は接着接合にスタッドボルト接合を併用した切断鋼板試験体, 図3は接着接合にスタッドボルト接合を併用した連続鋼板試験体である. 図1と同寸法で, 切断縁のない連続鋼板試験体も準備した. 連続鋼板試験体では, 図3に示すように, 接着剤の剥離の起点と考えられる当て板端部のみにスタッドボルトを設けた. また, 図2, 図3で, 接着剤を用いずにスタッドボルトのみで当て板を接合した試験体も準備した. さらに, 切断鋼板試験体では, 図2のスタッドボルトと同じ位置に, 4本のトルシア形高力ボルト(M20, ボルト孔φ22.5mm)で摩擦接合した試験体を準備し, 連続鋼板試験体では, 図2のスタッドボルトと同じ位置に, 4本の高力ボルト, 図3と同じ位置に2本の高力ボルトで接合した試験体2種類も準備した.

3.載荷試験

接着剤の養生後, スタッドボルトに普通ボルトとしてのトルク(106N・m)を導入し, さらに1週間養生してから静的漸増引張試験を行った. 高力ボルト接合の試験体もボルトの締め付け後1週間以上経ってから試験を行った. 連続鋼板試験体の接着接合, 接着とスタッドボルト接合を併用させた試験体については, 試験体製作後3ヶ月間養生した試験体にも同様の試験を行った. 切断鋼板試験体の母材突き合わせ部側面にはクリップゲージを設置し, 母材の開口変位を計測した. また, 図3のように, 連続鋼板試験体の母材中央部の側面にはひずみゲージを貼付した.

4.試験結果

4.1.切断鋼板試験体

荷重-開口変位関係を図4に示す. 図には母材の降伏荷重, 破断荷重, 高力ボルト接合試験体の母材ボルト孔純断

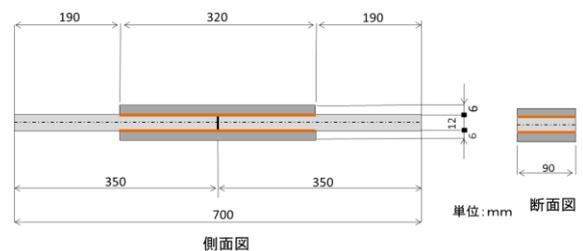


図1 接着接合(切断鋼板)

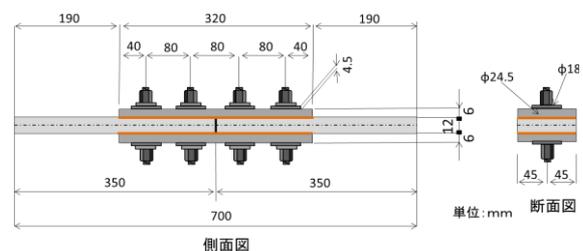


図2 接着+スタッドボルト接合(切断鋼板)

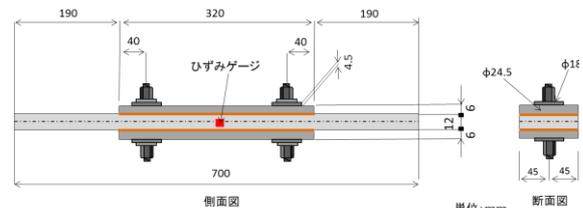


図3 接着+スタッドボルト接合(連続鋼板)

キーワード 当て板 接着 鋼板 スタッドボルト

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-227 京都大学桂キャンパス 075-393-3321

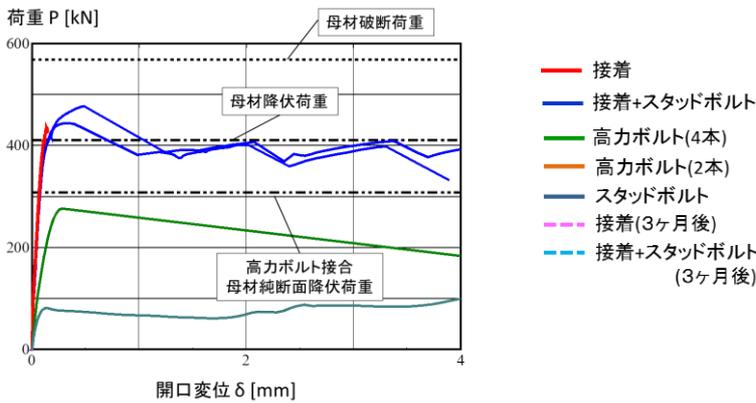


図4 荷重-開口変位関係(切断鋼板)

面降伏荷重も示している。高力ボルト接合試験体は 270kN 付近ですべりが生じ、接着接合試験体は 430kN 付近で脆性的な剥離破壊が生じた。一方、接着接合にスタッドボルトを併用した試験体は、接着接合の剥離荷重付近ですべりが生じ、その後すべりが繰り返して生じ、脆性的な剥離破壊の改善が確認できた。

4.2.連続鋼板試験体

荷重と母材中央のひずみの関係を図5に示す。接着接合、高力ボルト接合、スタッドボルト接合のみの試験体は、母材降伏荷重付近で母材の降伏が見られる。一方、接着接合にスタッドボルト接合を併用した試験体は、接着接合の最大荷重を超え、母材破断荷重まで補強効果が保持できている。当て板の端部に設置したスタッドボルトが、端部からの剥離を抑制し、母材中央の位置では接着剤の剥離が高い荷重でも生じなかったと考えられる。

3ヶ月間養生を行った試験体の結果は、1週間養生した試験体とほぼ重なり、3ヶ月間の接着剤のクリープが接合強度に与える影響は小さいと考えられる。

5.試験体の破断状況

接着接合とスタッドボルトを併用した切断鋼板試験体の試験後の破壊状況を図6に示す。ボルト孔とスタッドボルト間に接着剤が充填し、支圧状態となり、スタッドボルト軸部の破断が生じていた。

接着接合とスタッドボルトを併用した連続鋼板試験体の試験後の破壊は、当て板補強部分はなく、母材無補強部で生じた(図7)。ただし、図8に示す様に、当て板端部からスタッドボルト設置位置付近まで剥離が生じていた。

6.結論

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1)接着接合にスタッドボルトを併用することで脆性的な剥離破壊の改善が見られた。
- 2)スタッドボルトによって当て板端部からの剥離の進展を抑制でき、高い荷重まで補強効果が保持できた。

謝辞

本研究は、(一社)日本鉄鋼連盟 2014 年度「鋼構造研究・教育助成制度」を受けて実施した。また、接着接合に関して、コニシ(株)の堀井久氏にご協力頂いた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1)複合構造委員会 FRP と鋼の接合方法に関する調査研究小委員会：FRP 接着による鋼構造物の補修・補強技術の最先端，複合構造レポート 05，2012

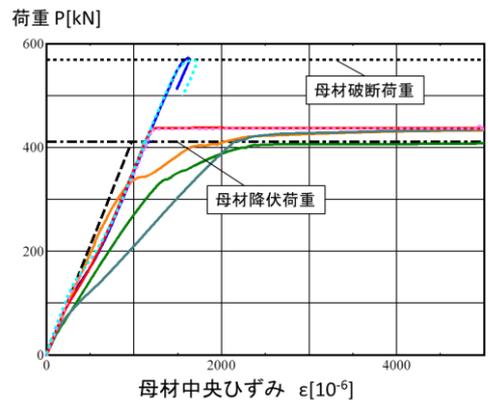


図5 荷重-母材中央ひずみ関係(連続鋼板)



図6 接着+スタッドボルト(切断鋼板)



図7 接着+スタッドボルト(連続鋼板)



図8 当て板端部の剥離状況