

京都大学 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、補修効果がなくなることが懸念されている。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、基礎的な研究として、継手タイプの引張試験を行い、当て板接着にスタッドボルト接合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 の鋼板(SM490Y)を用いた。当て板の板厚は 6mm、9mm の 2 種類とした。図 1 は当て板を接着した試験体、図 2 は接着接合にスタッドボルト(M8)を併用した試験体、図 3 は接着接合にスタッドボルト(M16)を併用した試験体である。スタッドボルトは、接着剤の剥離の起点と考えられる、当て板端部と母材継手部の位置に設置した。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、図 3 のスタッドボルト(M16)と同じ位置にトルシア形高力ボルト(M20, ボルト孔 φ 22.5mm)のみで接合した試験体も準備した。

3.載荷試験

接着剤の養生後、スタッドボルトにトルクを導入し、さらに 1 週間養生してから静的漸増引張試験を行った。導入トルクは M16 のボルトで 106N・m、M8 のボルトで 22.1N・m とした。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引張試験を行った。母材の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。当て板の剥離、または母材のひずみ硬化を確認するまで載荷を続けた。

4.試験結果

荷重-開口変位関係を図 4、図 5 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面降伏荷重も示している。当て板厚に関わらず、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。

図 4 の当て板厚 6mm で、接着接合にスタッドボルト(M16)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生じ、脆性的な剥離破壊の改善が確認できた。また、スタッド

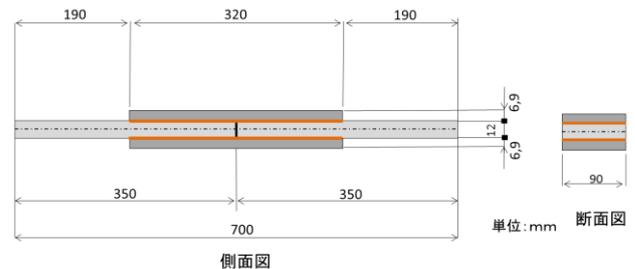


図 1 接着接合

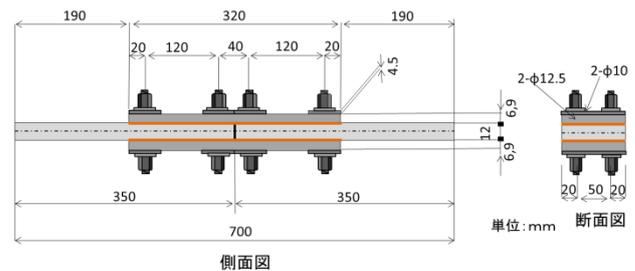


図 2 接着接合+スタッドボルト接合(M8)

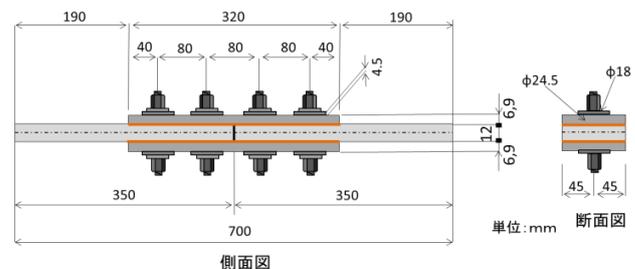


図 3 接着接合+スタッドボルト接合(M16)

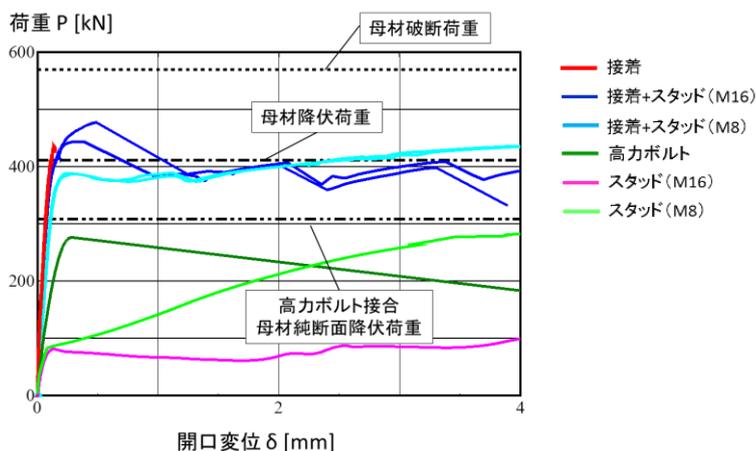


図4 荷重－開口変位関係(当て板厚6mm)

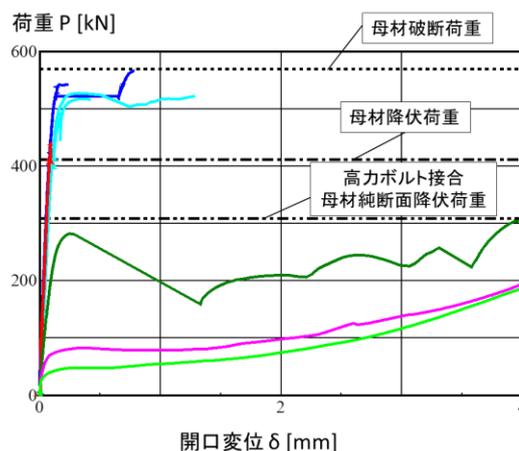


図5 荷重－開口変位関係(当て板厚9mm)

ボルト(M8)を併用した場合も同様に、脆性的な剥離破壊の改善は確認できるが、接着接合の剥離荷重に至る前の380kN付近ですべりが生じた。当て板に設けたボルト孔の位置が、スタッドボルト(M16)よりもスタッドボルト(M8)の方が母材継手部に近い場合、ボルト孔断面が降伏し、すべり荷重が低くなったと考えられる。

図5の当て板厚9mmで、接着接合にスタッドボルト接合を併用した試験体は、当て板厚6mmの場合ほど開口変位は生じなかったが、接着接合と比較すると脆性的な剥離破壊の改善が確認できる。さらに、当て板を厚くすることで、当て板ボルト孔断面の降伏荷重が高くなり、剥離荷重が増加した。

5. 試験体の破壊状況

当て板厚6mmの試験体の破壊状況を図6、図7に示す。接着接合にスタッドボルト(M8)を併用した試験体は、図6のように当て板の内側ボルト孔断面で破断が生じた。スタッドボルト(M16)を併用した試験体は、スタッドボルト軸部の破壊が生じたが、図7のように当て板の内側ボルト孔の変形も見られた。当て板厚6mmでは、当て板のボルト孔により純断面積が小さくなるため、降伏荷重が低下し、接着のみの場合の剥離荷重よりも小さな荷重で、母材と当て板の変位の差が大きくなったと考えられる。当て板厚9mmではボルト孔の大きな変形は見られず、スタッドボルト軸部のせん断破壊が生じた。

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

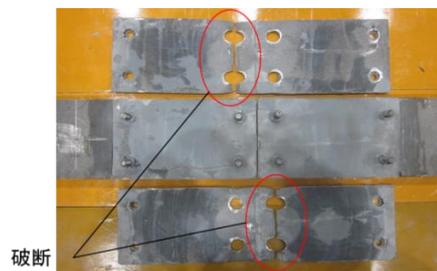


図6 接着+スタッドボルト(M8)接合の破壊状況



図7 接着+スタッドボルト(M16)接合の破壊状況

脆性的な剥離破壊の改善が見られた。

2) 当て板厚6mmでは、ボルト孔断面が降伏することで、剥離荷重が若干低下したが、当て板を厚くすることで、当て板ボルト孔断面の降伏荷重が高くなり、剥離荷重が増加した。

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