

接着剤と高力ボルトを併用した当て板補修に関する実験的研究

(株)建設技術研究所 (研究当時, 大阪市立大学大学院) 正会員○行藤 晋也

(一財)阪神高速道路技術センター 正会員 丹波 寛夫

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

1. 研究背景および目的

腐食鋼部材の補修では, 減肉箇所にエポキシ樹脂等の接着剤を充填し, 当て板を高力ボルトにより締め付ける例が見られるが, 接着剤の接着力を考慮せず, 断面欠損部に配置した高力ボルトは無効ボルトとしている¹⁾.

本研究では, 腐食により減肉した鋼部材を想定し, 断面欠損部に接着剤を充填した上に, 高力ボルトを用いた当て板補修を行った供試体の引張試験を行い, その補修効果を検討する. 特に接着剤および断面欠損部に配置した高力ボルトも耐力に貢献することができれば, 当て板長・ボルト本数の低減ができ, より合理的な補修が実現可能となる.

2. 試験供試体

高力ボルトの軸力, 接着剤の有無, 当て板長, 当て板板厚の違いをパラメータとして供試体を設計した. 供試体の寸法および形状を図-1に示す. 鋼材はSM490A, 接着剤はエポキシ樹脂系接着剤(製品名:E258)を用い, 母板はブラスト処理とし, 当て板は無機ジンクリッチペイント(以下, 無機ジンクという.)を塗布した. 供試体の組み立ては, 断面欠損部および接合面全面に接着剤を充填・塗布した後に, 仮ボルトをスナッグタイトで締め付け1週間の養生を行った. その後, 仮ボルトを抜き取り, 高力ボルトを設計軸力の1割増しで締め付けた. 供

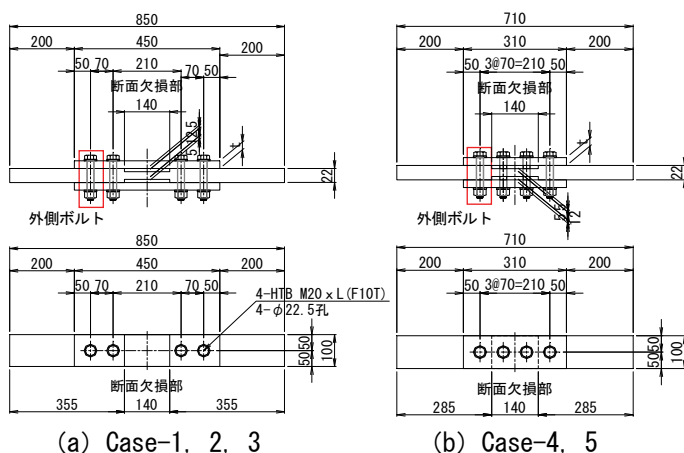


図-1 供試体の寸法および形状 (単位: mm)

試体の内訳を表-1に示す. Case-1は高力ボルトのみで軸力100%の摩擦接合, Case-2は軸力50%の摩擦接合である. Case-3はCase-2に接着剤を塗布した併用接合とし, 接着剤の有無による影響を検討する. Case-4は断面欠損部に配置した高力ボルトを有効とみなし, 当て板長を減少させた供試体である. Case-5はCase-4の当て板板厚を半分の6mm(断面欠損分)としたものである.

3. 試験結果と考察

3.1 荷重と相対変位の関係

図-2に荷重と外側ボルト位置での母板と当て板の相対変位の関係を示す. すべての供試体において, 荷重の増加とともに相対変位が線形的に増加し, その後, 相対変位が大きく増加している. 摩擦接合継手供試体の場合は, 最大荷重の発生直後に明瞭なすべりが生じることが多いが, 本試験では明瞭なすべりは見られなかった. そこで, 外側ボルト位置における母板純断面(以下, 母板純断面という.)の降伏荷重679kN(図-2中の破線)に対する比較を行う. Case-1, 2, 3では大きな差異はなく, 傾きが大きく変化した荷重(以下, 最大荷重という.)は700kN程度であり, 母板純断面で降伏が生じたものと考えられる. 一方, Case-4, 5の最大荷重は母板純断面の降伏荷重に達しなかった.

3.2 断面力

Case-4とCase-5の各断面位置の断面力を図-3に示す. 断面力とは引張試験中に得られた母板側面のひずみの値

表-1 試験供試体の内訳

Case	高力ボルト		接着剤	母板			当て板		供試体数
	本数	軸力 (%)		全長 (mm)	腐食長 (mm)	減肉量 (mm)	全長 (mm)	板厚 (mm)	
1	4	100	—	850	140	5	450	12	1
2		50							2
3		50							3
4		100	E258	710			310	12	3
5		100						6	3

キーワード 当て板補修, エポキシ樹脂, 高力ボルト, 無機ジンクリッチペイント, 引張試験

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野 TEL&FAX 06-6605-2765

を元に各断面での引張方向力を算出し、母板の基準断面(図-3のstd断面)での引張方向力で除して無次元化した値である。なお、断面力は鋼材が弾性域内かつ無機ジンクまたは接着剤の破壊が生じていないと考えられる載荷荷重 200kN 時での値である。

Case-5 の母板に生じる断面力は Case-4 の断面力に比べ③から⑥の断面で 20~30%程度大きく、Case-5 の最大荷重は母板純断面の降伏荷重を大きく下回った。これは、当て板厚の減少に伴い、当て板の荷重分担が低下し、母板の断面力が増加したためと考えられる。

3.3 試験後の供試体の状況

引張試験後に供試体を解体し、その接合面の状況を写真-1に示す。すべてのケースにおいてボルト孔周辺で無機ジンクのすべり痕または接着剤の破壊が見られた。特に、接着剤を塗布した供試体では、ボルト孔周辺以外で無機ジンクの破壊が確認できた。また、Case-4, 5 では、断面欠損部のボルト孔周辺より外側ボルト孔周辺に多くのすべり痕が見られた。Case-2, 3 は、外側ボルト位置での母板純断面が最もくびれていた。Case-4 は、外側ボルト位置の母板純断面が大きくくびれているが、断面欠損部の端部である断面変化部で母板の破断が生じた。また、Case-5 では、載荷を継続すると、当て板が面外方向に変形し、その後、外側ボルトの破断が生じた。

3.4 補修効果の評価

軸力が 100%, 50% の供試体 (Case-1, 2) と接着剤を併用した供試体 (Case-3) は、最大荷重が母板純断面の降伏荷重以上であり、補修効果としては十分であった。一方、当て板長を減少させた供試体については、断面欠損分の当て板厚 6mm を用いた供試体 (Case-5) は、当て板厚 12mm を用いた供試体 (Case-4) より、母板に生じる断面力が大きく、最大荷重が母板純断面の降伏荷重未満であることから、母板純断面相当の荷重を受け持つ補修は成立していない。

4. 結論

断面欠損部および接合面全面に接着剤を充填・塗布した高力ボルト併用当て板補修の供試体に対して引張試験を実施した。得られた結果を以下にまとめる。

- 1) 荷重と相対変位の関係では、明確なすべり挙動は見られなかったが、無機ジンクのすべり痕を確認した。
- 2) 当て板長を確保し、軸力が低い場合または接着剤を塗布した場合の供試体の当て板補修効果は十分であった。一方、当て板長を減少させ、断面欠損分の当

て板厚を用いた供試体は、最大荷重が母板純断面の降伏荷重に達せず、母板純断面の荷重を受け持つ補修は成立しなかった。

今後、断面欠損部に配置した高力ボルトのボルト本数について検討を行うとともに、面外方向の荷重に対する挙動についても検討する予定である。

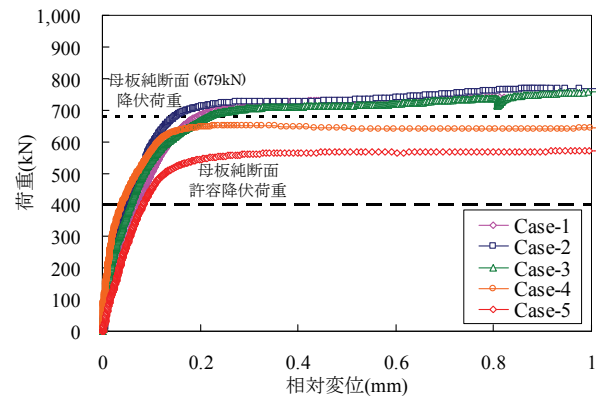


図-2 荷重と相対変位関係

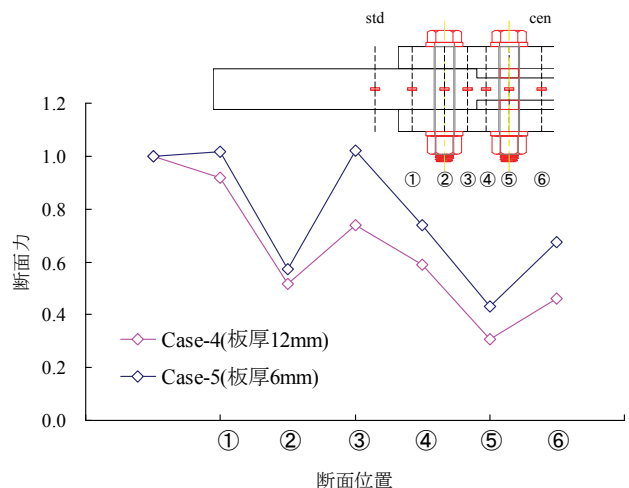


図-3 母板の断面力比較 (板厚の違い)

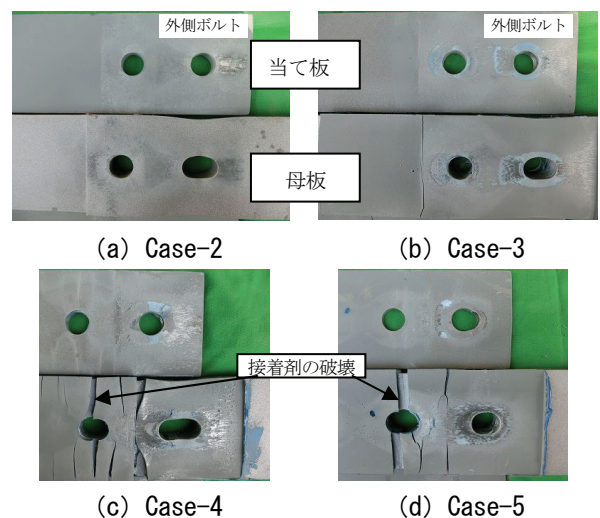


写真-1 接合面の状況

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社：耐候性橋梁の腐食損傷補修要領，2011.9.