

腐食したリベットの HT ボルト取りかえ補修における継手の力学挙動

コンサルタンツ大地 正会員 ○柿本 祥子 広島大学 正会員 藤井 堅
 広島工業大学 正会員 皆田 理 三菱重工工事(株) 正会員 勝野 壽男
 菱明技研(株) 正会員 梶本 勝也 東京鐵骨橋梁(株) 正会員 田中 雅人

1. はじめに

腐食したリベットを補修する際、諸般の事情から高力ボルトに取り替えることがある。しかし、リベットと高力ボルトの力の伝達機構は全く異なっており、このような場合の継手の力学挙動や力の伝達機構は解明されていない。したがって、この種の取替補修における継手の挙動を調べることは今後の補修において有用と考えられる。特に、ベント仮設を行わず、すなわちリベットの応力を開放しないで、腐食したリベットを取り替える場合には、取り替え作業中に特定のリベットあるいは高力ボルトに荷重が集中し危険な状態となることも予想される。本研究では、このような場合の安全性を検討し、取替え作業における各リベットおよび高力ボルトの分担力の挙動を実験的に把握し、維持・補修のための基礎資料を提供することを目的とする。

2. 実験概要

(1) 実験供試体

実験は、リベット(1本)せん断試験(図-1(a))を2体、高力ボルト(1本)摩擦試験(図-1(b))を3体、多列リベット取替え試験(図-1(c))を6体行った。高力ボルト摩擦試験では高力ボルト F10T-M20 および表面処理を施さない添接板(SS400)を用いた。また、多列リベット取替え試験は、5体については取替え順序を変え、残りの1体はリベット継手のまま引張試験を行った。また、いずれの継手もリベットを6本有しており、リベット径はφ19[mm]、リベット孔はφ21[mm]である。

(2) 実験方法

リベットせん断試験および高力ボルト摩擦試験は終局状態で引張力を載荷した。多列リベット取替え試験において、リベットを高力ボルトに取り替える一連の作業は、荷重を 78.4[kN] に保ったままリベットを取り外し、そこに所定トルクで高力ボルトを締め付けた後、一旦除荷し、再載荷をして次のリベットを取替えるという手順で行った。また、表-1 のように、各供試体により取替え順序を変えて試験を行い、取替え順序がリベットおよび高力ボルトの分担力に及ぼす影響を比較検討した。

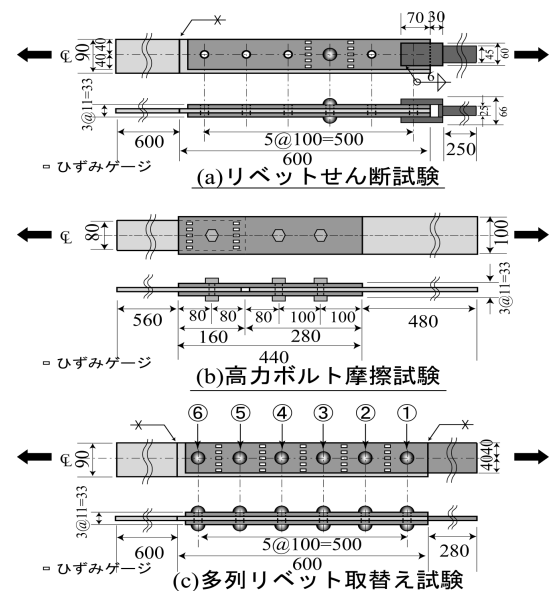


図-1 供試体概略図

表-1 供試体番号と取替え順序

供試体番号	取替え順序
R-6-1	①→②→③→④→⑤→⑥
R-6-2	③→④→②→⑤→①→⑥
R-6-3	③→④→①→⑥→②→⑤
R-6-4	①→⑥→②→⑤→③→④
R-6-5	①→⑥→③→④→②→⑤
R-6-6	取替え無し

3. 実験結果

(1) リベットおよび高力ボルト1本を有する継手の引張試験

高力ボルト摩擦試験には表面処理をしない添接板を使用した。その結果、摩擦係数は 0.27 であった。道路橋示方書ではブラスト処理を標準として 0.4 以上と定めており、本実験の値はこの約 7 割の値である。また、平井ら¹⁾はリベット継手に供用されていた添接板と母材を用いて同様の試験を行っており、摩擦係数 0.34 を得ている。これは、添接板と母材の界面に錆が生じているためである。実際の補修では、添接板と母材との

キーワード：腐食、継手、リベット、高力ボルト、維持補修

連絡先：〒739-0025 広島県東広島市鏡山 1-4-1 TEL 0824-24-7790 FAX 0824-24-7792

界面摩擦係数は、錆の無い添接板の摩擦係数を用いると安全側になる。

(2) 多列リベット取替え試験

添接板の表面の各リベット間に張り付けた単軸ひずみゲージの値を用い、各リベットおよび高力ボルトの分担力を算出した。

図-2に取替え前の多列リベット継手に荷重78.4[kN]が作用する時の各リベットの分担力を示す。図中の破線は、設計において継手の伝達力は全てのリベットが均等に分担すると仮定した場合の分担力(13[kN])を示している。この値を F_{avg} とすると、図より、添接板端部側(⑥)のリベットは F_{avg} の約

3.5倍、母材端部側(①)では F_{avg} の約1.6倍を分担し、各リベットが力を均等に分担していないことがわかる。

図から判断して、添接板端部側のリベットを取り外す場合に最も注意を要すると言える。図-3に、R-6-5において⑥を取り外した時(①は高力ボルトに取替済みのため図中では黒塗りで示してある)の各リベットおよび高力ボルトの分担力変化を示す。⑥を取り外すと⑤にその分担力が加算されており、 F_{avg} の約4.3倍を受け持っている。このため、今回使用した6列程度のリベット継手において安全に取り替え補修を行うには、この値がリベットの許容力よりも小さいことが要求される。つまり、 $4.3 \times F_{avg} \leq \rho_s$ (ρ_s :せん断許容力)であれば、分担力が集中してもそのリベットがせん断破壊する恐れはなく、取替え作業を行ってもよいと言える。本研究では6列リベット継手の取替え実験を行い、上記のような値を得たが、さらに多列のリベット継手についても同様の実験を行い、検証する必要がある。図-4に、R-6-1およびR-6-3において全て高力ボルトに取り替えた後の添接板の平均ひずみ分布を示す。平均ひずみとは、添接板の各リベット間中央に継手幅方向に数枚貼り付けたひずみゲージの平均値である。図中の破線は、高力ボルトが継手の伝達力を均等に分担しているとする設計基準の場合のひずみ分布である。図-4(a)より、平均ひずみは設計基準値には沿っていないが、図-4(b)のように、他の取替え順序では、取替え後の平均ひずみ分布はほぼ設計基準値に沿う結果となった。このため、本実験のデータを見る限りでは、R-6-1を除いては、取替え後の継手において高力ボルトはほぼ均等に力を分担していると考えられる。また、R-6-1の母材端部側から添接板端部側に向かって順に取り替えるという順序(①→②→③→④→⑤→⑥)では力が分散されず、取替え順序としては好ましくないと言える。本研究では以上の結論を得たが、更にデータを増やし、検討していく必要がある。

4. 結論

- ・ 表面処理なしの添接板を用いた場合、摩擦係数は0.27で、道路橋示方書の約7割の値であった。
- ・ 多列リベット継手は、添接板端部に応力が集中し、 F_{avg} の3.5倍程度を端部のリベットのみで受け持つ状態も考えられるため、添接板端部のリベットに応力が集中しないような順序で取替えを行う必要がある。
- ・ 取替え後の継手においては、各供試体とも高力ボルトがほぼ均等に力を分担していると考えられるが、母材端部側から添接板端部側に順に取り替えるのは、取替え後の高力ボルトが均等に力を分担しておらず、取替え順序としては好ましくないようである。

参考文献

- 1) 平井, 藤井, 皆田, 梶本: On Behavior of Rivet Joint Repaired by Replacing Corroded Rivet with High-tensile Bolt, ISEC-01, 2001.1
- 2) 西村昭, 皆田理: 腐食環境下の高力ボルト摩擦接合の力学性状と信頼性, 材料, 第35巻第393号, pp.26-32

