

高力ボルト摩擦接合継手への拡大孔の適用に関する調査

日立造船(株) 正会員 山口 実浩 法政大学 正会員 森 猛
佐藤鉄工(株) 大久保 裕 (株)横河メンテック 小川 幸治
三菱重工業(株) 吉田 昌弘 川田工業(株) 米山 徹

1. はじめに

道路橋示方書では、高力ボルト摩擦接合継手のボルト孔を標準でボルト径+2.5mm としている。ただし、箱形断面部材や鋼床版橋の縦リブ継手などのように仮組立時にミーリングが難しい場合、あるいは鋼床版橋の主桁架設後に鋼床版を架設する継手のように仮組立時の形状と架設時の形状が異なる場合など、施工上やむをえない場合に限ってボルト径+4.5mm まで拡大してもよいとされている。このような継手の他にも現場溶接によりボルト孔間隔（継手間隔）の変化が予想される継手や落とし込み工法を用いるなどの架設上の問題、あるいは斜橋や拡幅部における横桁や対傾構の縦部材への取り付けや既設桁との取り合いなどの構造上の問題から、拡大孔の適用が望まれる部位も少なくない。

ここでは、拡大孔を用いた場合の長所と短所、拡大孔に関する国内外の基準をまとめた結果を報告する。高力ボルト摩擦接合継手の設計はすべり耐力と降伏耐力の照査に基づいて行われ、拡大孔を用いた場合には純断面積が減少することから、特に降伏耐力の低下が懸念される。このようなことから、最近多用されているガイドライン型設計にしたがった橋梁と道路公団の合理化橋梁の考え方にしたがった橋梁を対象に設計上のすべり耐力と降伏耐力の比（すべり降伏耐力比）について調査した結果についても報告する。

2. 拡大孔の長所と短所

鋼橋技術研究会の会員メーカーに対するアンケート調査に基づいて、高力ボルト摩擦接合継手に拡大孔を採用する場合の製作・架設上の長所と短所をまとめた。その結果を表-1 に示す。その他、拡大孔を用いた場合に懸念される事項としては、板厚増加の恐れ、疲労強度に対する懸念、すべり耐力と降伏耐力に対する懸念などが挙げられた。

表-1 拡大孔採用の製作・架設上の長所と短所

長 所	短 所
計測誤差、施工誤差、溶接収縮を吸収できる。	キャンバーや平面線形を決めにくい。
仮組立時の整孔作業を省略できる可能性が高い。	仮組立の再現が難しくなる。
工場溶接時の収縮変形を吸収でき、添接板の先孔加工が可能。	

3. 国内外の基準

道路橋示方書に加えて、建設工事標準仕様書（1982 年）、AISC（1978 年）、AASHTO（1983 年）、DIN18800（1983 年）、BS5400（1989 年）と ECCS について、拡大孔に関連する基準を調査した。その結果を表-2 に示す。標準孔径は、ボルト径+1.0～3.0mm の範囲にある。いずれの海外基準においても、許容耐力を低減することを条件に拡大孔の採用を認めている。低減された耐力は、標準孔を用いた場合の 80%あるいは 85%とされている。また、拡大孔を用いた場合に問題となる引張部材の断面控除については、ボルト孔径そのものを用いている基準がほとんどである。多くの基準ではすべり耐力の評価の基となるすべり係数を満たすような母板あるいは添接板の表面処理を要求しているものの、BS5400 では表面処理状態で異なるすべり係数を与えている。合理的な摩擦接合継手の設計を考える上で参考にすべき事項と思われる。

キーワード 拡大孔、高力ボルト摩擦接合継手、海外基準、すべり降伏耐力比

連絡先 〒722-0062 広島県尾道市向東町 14755 日立造船(株)向島工場 製造部 工作課 TEL0848-44-1512

表-2 国内外の拡大孔関連規格

M: ボルトの呼び径

基 準	標準孔	拡大孔	引張部材の断面控除	すべり係数（最小値）
道路橋示方書	M=20~24 M+2.5mm	施工上やむをえない 場合に限り M+4.5mm	M+3.0mm (孔径+0.5mm)	0.4
建設工事標準 仕様書	M<18mm M+1.0mm M≥18mm M+1.5mm	—	M<18mm M+1.0mm M≥18mm M+1.5mm	0.45
AISC	M+1.6mm	M+4.8mm 許容耐力を 85%	M+1.6mm	0.35
AASHTO	M+1.6mm	M+4.8mm 許容耐力を 85%	M+1.6mm	0.35
DIN18800	M+2.0mm	M+3.0mm 許容耐力を 80%	M+2.0mm	St37 鋼材：0.50 St52 鋼材：0.55
BS5400	M<24mm M+1.0mm M≥24mm M+1.5mm	M≤22mm M+5.0mm M≤27mm M+6.0mm M≤30mm M+8.0mm 許容耐力を 85%	ボルト孔実寸法	0.45：暴露面 0.5：ショットブラスト面 0.5：アルミ溶射面 0.35：ジソクリッチェント面 0.25：エッチングプライマー面
ECCS	M<24mm M+2.0mm M≥24mm M+3.5mm	M<24mm M+4.0mm M=24mm M+6.0mm M>24mm M+8.0mm 許容耐力を 85%	—	—

4. すべり降伏耐力比の調査

ガイドライン型設計に従って架設された橋梁の221継手と合理化橋梁の考え方に従って設計された76継手について、すべり降伏耐力比を調査した。母板部のすべり降伏耐力比の調査結果を図-1(a)と(b)に示す。ガイドライン橋梁のすべり降伏耐力比の平均値は1.08、合理化橋梁では1.11と、いずれの場合も1をかなり超えている。このことは、継手の耐力が降伏耐力によって決まることが多いことを意味している。また、標準偏差は、それぞれ0.20と0.15であり、これから判断すると継手の約95%はすべり降伏耐力比が0.68~1.48と0.81~1.41の範囲にあることになる。すべり降伏耐力比により継手の限界状態は異なることから、拡大孔の採用にあたっては、これらの範囲ですべり耐力、降伏耐力、そして疲労強度について検討する必要があるものと考えられる。なお、添接板については、その厚さの合計を母板厚以上とすることが多いことから、すべり降伏耐力比の平均値は、それぞれ1.03と1.04であった。

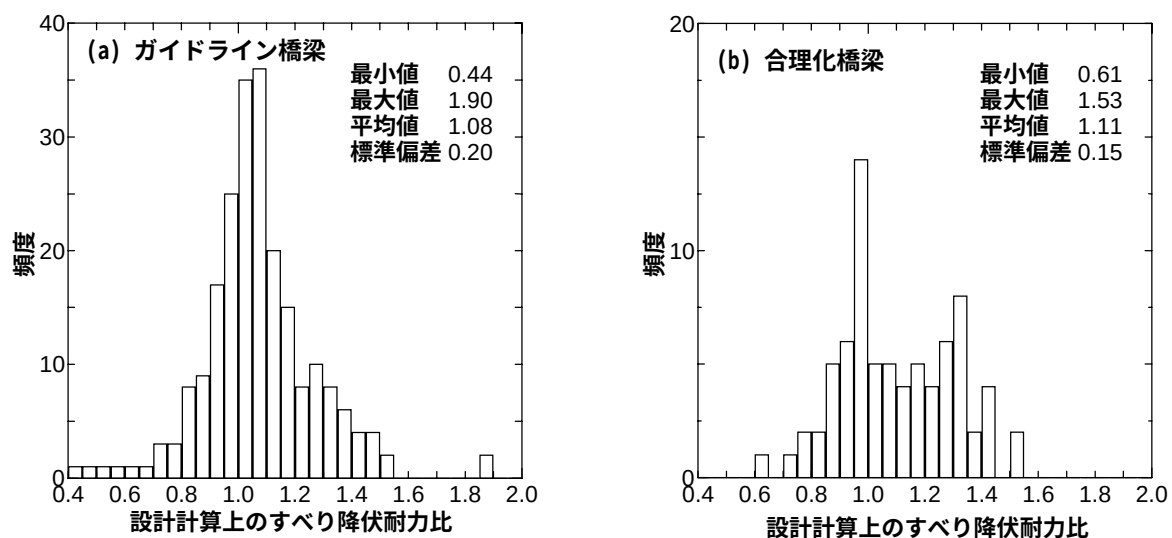


図-1 設計上のすべり降伏耐力比の調査結果

本調査は、鋼橋技術研究会施工部会の活動の一環として行ったものである。アンケートに应邀いただいた会員各社、また貴重な意見をいただいた部会員各位にお礼申し上げます。