

太径・高強度高力ボルトを用いた摩擦接合の有効性に関する検討

NKK 正会員 ○太田 雅夫
大阪市立大学 正会員 山口 隆司

1. 目的

I 桁・箱桁などのプレートガーダー，鋼製橋脚を設計する際，従来の鋼重ミニマム設計からガイドライン設計¹⁾を適用するケースが多くなっている．ガイドライン設計により設計した断面構成は1ブロック1断面となり，その断面の多くが継手部の孔引き応力照査により決定されている．この孔引きによる応力照査の結果，母材厚・添接板厚が増大し，ブロック重量が大幅に増える傾向にある．そのため，輸送・架設条件による制約から，継手位置の再検討や板継ぎを設けるケースが発生している．

さらに，平成8年の道路橋示方書の改訂に伴い高強度な板や厚板の使用が可能となり，これまで多く使用されてきたM22(F10T)による摩擦接合部の設計では，ボルト列数も増加し，架設工期が長くなる傾向にある．特に，ボルト本数が同示方書の解説に記述されている「高力ボルト摩擦接合では12本程度まではすべり耐力が低下しないという実験例があるが，無理のない範囲ということとなるべく8本程度以下とするのがよい」²⁾を満足することが難しいケースが発生している．

以上のことから，少数主桁橋を対象に，太径かつ高強度の高力ボルトを用いた摩擦接合の試設計を行い，経済性比較にもとづいてその有効性を検討した．

表-1 高力ボルトの2面摩擦許容力

ボルトの呼び径	2面摩擦許容力(kN)
M16	73 (50)
M20	114 (78)
M22	140 (96)
M24	162 (112)
M30	260 (178)
M48	682 (466)

() 外はF14T、() 内はF10Tを示す．

2. 太径高力ボルト

太径であるM30(F10T)高力ボルトは，既に建築構造物と土木構造物の両方で用いられており，実績もある．特に土木構造物では主として主塔に採用されている．さらに太径であるM48(F10T)高力ボルトはJIS規格外であり使用実績はないが製造は可能である．

3. 超高強度高力ボルト

F14Tの超高強度高力ボルト³⁾(SHTB: Super High-Tension Bolt)は，主に建築構造の継手の合理化を目的として開発されたものである．鋼材の許容できる拡散性水素量を高めることと，応力集中の緩和を可能とするボルトの細部の形状を改良するという2つの対策により，耐遅れ破壊性能の向上を図り，引張強度が140kg/mm²級のF14T高力ボルトを実現させている．建築分野ではすでに建設大臣の一般認定を取得している．表-1に2面摩擦時のボルト1本あたりの許容力を示す．

4. 太径・超高強度高力ボルトを用いた摩擦接合部の試設計

太径・超高強度高力ボルトの有効性を検討するために，省力化・合理化の橋梁の1つであり，厚板化の傾向が顕著である少数主桁橋梁を試設計の対象として取り上げる．

M22(F10T)を使用した場合に，フランジのボルト本数が道示の規定にある12本以上となる1ブロックを試設計の対象とした．そして，継手部に太径・超高強度高力ボルトを使用した場合のボルト列数・ボルト本数・孔引きによるフランジ板厚の変化，ブロック重量の変化に着目し，経済性比較とボルト締めに必要な架設日数の比較を行った．

表-2 検討したケースのボルト径とボルトの強度

		ボルト呼び径			
		M22	M24	M30	M48
ボルト強度	F10T	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
	F14T	CASE5	CASE6	CASE7	CASE8

M48 (F10T) はJIS規格外 M30・M48 (F14T) は未製造

キーワード 高力ボルト摩擦接合継手，太径高力ボルト，超高強度高力ボルト

連絡先 〒230-0045 横浜市鶴見区末広町二丁目1番地 TEL045-505-7555 FAX045-505-7561

対象としたブロックの継手は、作用応力度にて決定されており、全強の75%以上の部材強度を確保する規定は満足されている。ボルトの呼び径はM22, M24, M30, M48の4つとして、これら4つのボルト径に対して、ボルト強度をF10TとF14Tとして検討した。表-2に検討ケースの一覧を、図-1には試設計結果を示す。CASE1では、ボルト列数が13列となる。図1(a)よりこれを9列以下にするためには、少なくともM30(F10T)を使用するか、あるいはM24(F14T)を使用すればよいことがわかる。ボルト強度をF10TからF14Tに約1.5倍近く強度上げても、ボルト列数は強度上昇分以下にすることはできず、そのためには1.7倍近い摩擦接合力が必要となる。

3. 経済性比較

試設計の結果に基づいて経済性の比較を試みた。その結果を図-2に示す。金額、工費ともにM22(F10T)の場合を1としている。概算工費の算出は平成8年鋼橋積算基準に基づいて行った。

図-2(a)より太径にすることより、高強度高力ボルトを使用する方が経済的には有利な結果となっている、これは主として孔引きによる母材厚の増加が原因と考えられ、ボルト孔径の経済性に与える影響が少なくないことがわかる。

また、ボルト本数は架設工期に与える影響も大きく、太径M30にすることにより、ボルト本締め所要日数はM22の場合と比べて約3割短くすることが可能である。

4. 今後の課題

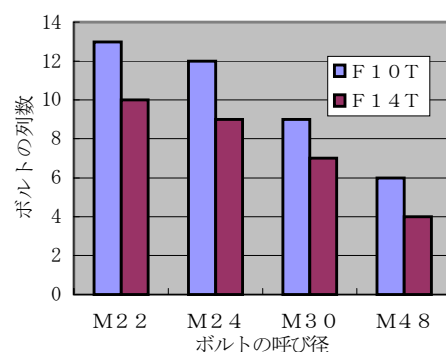
1 ブロック1断面の母材厚が孔引き照査により増加するようなケースでは、太径にすることによる合理化は限定的となる。

また、輸送上の都合から、継手位置を全強と作用力の差がはなはだしい位置に設ける場合もあり、全強の75%を確保とする設計では著しく不経済となるケースも発生している。

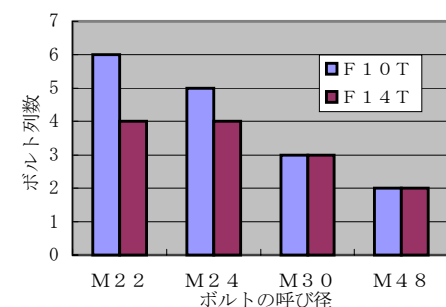
上記の2点が、今後の課題として挙げられるが、それらに対して、これまでに合理的な継手部の設計法として、すべり係数の見直し、フランジとウェブの協同作用を考慮した曲げ継手の設計法や引張力を受ける母材の有効断面積の設定法⁴⁾、ウェブに施工性の良い高力ボルト接合を用いて、ボルト列数・孔引きが問題となるフランジに溶接接合を用いる併用継手⁵⁾などが検討されており、これらも考慮してさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 建設省：鋼道路橋設計ガイドライン（案） 平成7年10月
- 2) 道路協会：道路橋示方書 II 鋼橋編 平成12年8月
- 3) 宇野暢芳：現実となったF14T超高力ボルト、建築と社会、Vol.81、pp.51-52、2000.4.
- 4) 秋山寿行・西村宣男：曲げを受ける鋼I桁高力ボルト継手のすべり機構と限界強度の評価、鋼構造年次論文報告集、第4巻、pp.287-294、1996.
- 5) 中村貴史・西村宣男・亀井義典・雨森慶一・新井正樹：高力ボルト・溶接併用継ぎ手における高力ボルト施工法に関する一検討、鋼構造年次論文報告集、Vol.7、1999.11.

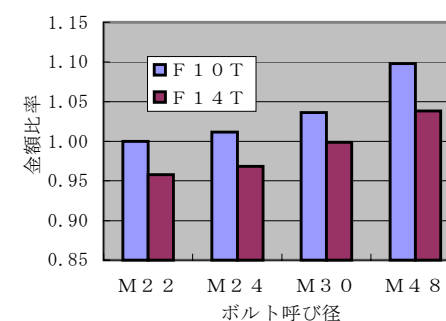


(a) 引張側フランジのボルト列数

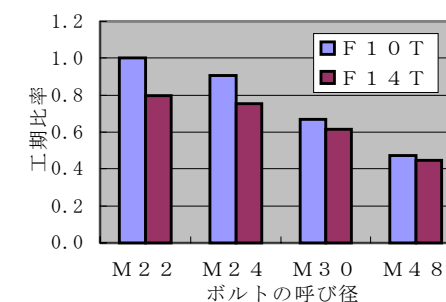


(b) 腹板のボルト列数（千鳥配置）

図-1 試設計結果のまとめ



(a) 継ぎ手部概算工費の金額費



(b) ボルト本締め工の所要日数比

図-2 経済性の比較