

鋼鉄道橋における高力ボルト適用区分の現状と課題

○(財)SCOPE(前:鉄道・運輸機構)フェロー
鉄道・運輸機構
神鋼ボルト
パシフィックコンサルタンツ

保坂 鐵矢
藤原 良憲
長崎 英二
松尾 仁

正会員
正会員

1. 現状

最近の鋼複合橋梁は防錆仕様の改訂^{1) 2)}、設計思想にLCC等の総合評価の適用、鋼材の高品質化、橋梁耐久性からの補修橋梁の増大、そして、これまでの建設主体から維持管理を主体にする環境への転換、経験豊富な熟練工の技術管理からコンピュータへの理論的技術移行の流れが、最近の橋梁機能を管理する

表-1 高力ボルトの適用区分

		耐候性無塗装桁		塗装桁		めっき
		耐候性仕様ボルト	さび安定化処理仕様ボルト	黒皮ボルト	防錆ボルト	めっき仕様
摩擦接合面		無機ジंकリッチペイント		黒皮無機ジंक※	無機ジंकリッチペイント	めっき処理
高力六角ボルト		○	○	○	○	○
トルシア形高力ボルト	一般孔	○	×	○※	×	×
	拡大孔	△	×	○※	×	×

注) 鋼鉄道橋の添接部摩擦接合面は、これまで上記処理が標準であったが、参考文献1)の改訂により、黒皮ボルト区間でも無機ジंकリッチペイントを塗布する(表中※)こととなった。この場合の適用性は×である。

体制の中に何かしらの「落とし穴」が生じているのではと危惧しているところである。つまり、この様な技術環境の中で、従来の規定を「いいとこ取り」している適用があり、安易に適用を行うと構造耐力を損なうこととなる恐れがある。たとえば、高力ボルトの適用区分である。高力ボルトのJIS規格は摩擦接合用高力六角ボルトで、JIS規格外のトルシア形高力ボルト、防錆処理高力ボルト、打込み式高力ボルト、溶融亜鉛メッキ高力ボルトは各機関が材料や施工条件を仕様^{3) 4)}しているが、適用に当たっては拡大孔、接触面の塗装処理の有無、ボルト本体の潤滑剤を含む塗装等の表面処理等によりすべり耐力の評価に影響が生じるおそれがある。なお、ボルト締付け法はトルク法を基本とした。

2. 摩擦接合用高力ボルト継手の耐力

(1) ボルト耐力に影響する要因

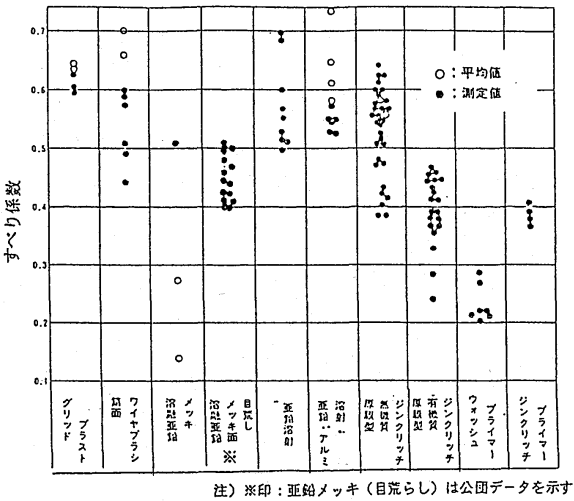
摩擦接合における継手接合部のボルト耐力に影響を与える要因としては、①ボルト本体の構造および表面処理、②継手接合面の表面状況(鉄面の粗さ、塗膜の種類、厚さ等)、③ボルト孔径(標準孔、拡大孔、楕円孔等)、④継手材片の製作精度(肌すきや目違い等)、⑤締め付け施工精度等が考えられる。このうち、①～③項はボルト本体や継手接触面等の品質に、④、⑤項は鋼部材の製作精度や架設施工精度によるものと考えられる。

(2) 継手接触面の処理方法によるすべり係数への影響

継手接触面の各表面状況におけるすべり係数を図-1に示す。本図より、すべり係数が0.4以上確保できる表面状況は『鉄面の地肌のまま』、『溶融亜鉛メッキ』、『亜鉛溶射』および『厚膜型無機ジंकリッチペイント』の場合である。

(3) 塗膜の厚さのすべり係数および軸力減少率への影響

厚膜型無機ジंकリッチペイントにおける継手接触面の塗膜の厚さとすべり係数の関係を図-2に、軸力の減少率を図-3に示す。図-2より、厚膜型無機ジंकリッチペイントは50μ以上の厚さで塗布されていればすべり係数は0.4以上確保できる。一方、図-3に示すように、軸



注) ※印: 亜鉛メッキ(目荒らし)は公団データを示す

図-1 接触面の処理方法とすべり係数^{2) 6)}

キーワード 高力ボルト, 摩擦接合, 耐力, すべり係数

連絡先 〒136-0082 江東区新木場 1-6-10

力の減少は塗膜の厚さに比例し、そのバラツキは塗膜の薄い側と厚い側に大きくなる傾向が見られる。このため、塗膜の厚さは標準 75μ 、管理範囲 $60\sim 90\mu$ とすることにより、安定した値となる。

(4) 溶融亜鉛めっき高力ボルトの使用

継手接触面を溶融亜鉛メッキ処理とした場合、メッキ面にブラスト処理等を行い表面粗さ $50S$ 以上が必要である(図-1参照)。主要構造に用いる場合は表面の粗さを $80S$ 程度とするのが良いとする報告もある。なお、軸力の減少率が約 20% あるため、ボルトの締め付け方法としてはナット回転法を用いている。

3. 鍍安定化处理高力ボルトの使用

鍍安定化处理高力ボルトを用いる場合、添接板の外表面は鍍安定化处理を施しているため、鍍安定化处理材の種類によっては、座金接触面をマスキングしないと所定の摩擦接合継手耐力を確保することができない場合がある。図-3は、添接板外表面に鍍安定化处理材を塗布した場合における、軸力の経時減少率を示したものである。本図より、塗膜の厚さによっては軸力の減少率が約 20% になるため、軸力の減少率が小さかった1社の製品を除いては、原則としてマスキング施工としている。最近、マスキングをしなくても所定の継手耐力が確保できる

さび安定処理剤も開発されているのですべり試験等で確認して採用している例もある。

4. トルシア形高力ボルトの使用

トルシア形高力ボルトは摩擦接合用高力ボルトと軸力導入メカニズムが異なるため後者に比べ温度依存性が継手耐力に大きく影響する特性を有する。鉄道公団の適用条件⁴⁾の中で用いてはいけない主たる内容は①ボルトの塗装等の表面処理(たとえば、防錆処理ボルト)、②摩擦接合面のめっき処理や無機ジंकリッチペイント処理、③拡大孔等がある。やむを得ず、このような条件での適用をせざるを得ない場合は、すべり試験(必要により動的試験も含む)におけるすべり係数、軸力リラクゼーション、変動係数等の確認を行い、既往の論文と総合評価を行い判断することが必要である。なお、最近改定された防食便覧等¹⁾では摩擦接触面は無機ジंकリッチペイントの塗布、また、最近多く用いられている現場溶接で高力ボルトとの併用継手の添接部の拡大孔等々の継手構造が多く用いられている。継手耐力確保からトルシア形高力ボルトの適用には注意を要する。

5. おわりに

部材を連結する高力ボルトは、黒皮、耐候性、防錆処理、溶融亜鉛メッキ処理等あり、それぞれの特性を適切に使用すれば効果は十分発揮される。しかし、その高力ボルトの特徴を十分理解していないと、種類によっては所定の耐力が得られない。関連する関係者の資料になれば幸いである。

参考文献：1) 道路の防食便覧、鉄道の塗装指針 2) 鉄道公団、設計たより、No. 105、高力ボルト摩擦接合の耐力、3) たとえば、鉄道総研編、鋼鉄道橋規格(SRB)、4) 鉄道運輸機構、トルシア形高力ボルト施工管理の手引き、5) (社)日本橋梁建設協会；高力ボルトの省力的施工管理に関する研究、昭和52年3月、6) 成宮、百瀬；高力ボルト摩擦接合継手の設計と耐力、宮地技報 No. 4 1988

高力ボルト継手のすべり係数と接触面の各種ジंकリッチ系塗膜厚の関係

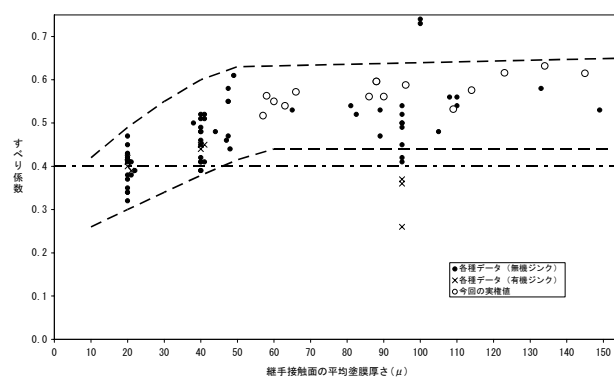


図-2 塗膜の厚さ-軸力の減少率¹⁾

厚膜型ジंकリッチペイントの膜厚と軸力減少率の関係

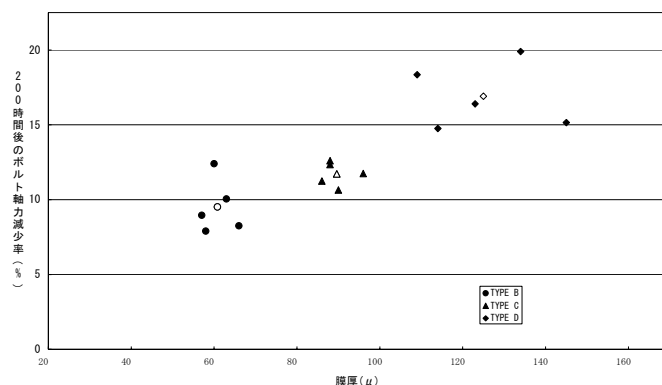


図-3 軸力の経時減少率³⁾

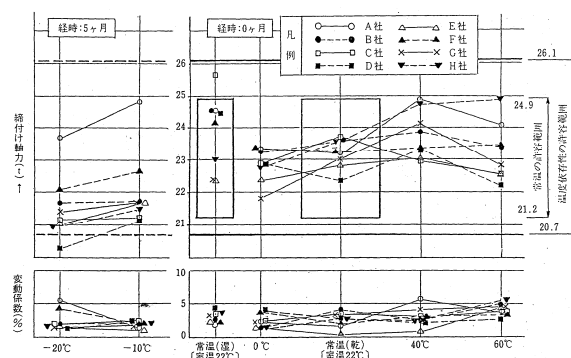


図-4 温度特性による軸力変動

温度特性による軸力変動