

耐候性鋼橋添接部の高力ボルト配列に関する考察

日本橋梁建設協会 無塗装部会 正会員
同 上

○藤原 英之 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
鈴木 克弥

1. 目的

現在，耐候性鋼材を用いた無塗装橋梁（以下，無塗装橋という）に関する幾つかの要領，基準類^{1)~3)}（同，総称として便覧という）において，無塗装橋の高力ボルト摩擦接合におけるボルト配列について，道路橋示方書⁴⁾（以下，道示）の規定とは異なる値が採用されている．具体的には表-1に示すとおり，ゲージ方向のボルトの最大中心間隔，および最大縁端距離について，道示の規定値に対して便覧の各値が小さく規定されている．

このボルト配列に関する便覧と道示の各値の違いについては、必ずしもその根拠が明らかではなく、橋梁計画・設計時の混乱を考えれば、その統一が望ましい。

よってここでは、道示に示されたボルト配列に関する要求性能を踏まえたうえで、無塗装橋で配慮すべき固有条件が及ぼす影響を明らかにすることで、無塗装橋梁のボルト配列に関する見解を示すことを目的とした検討をおこなう。

2. ボルト配列に関する要求性能と無塗装橋の固有条件

(1)ボルト配列に関する要求性能(道示)

道示でのボルト配列に関する要求性能を以下に示す.

1) ボルトの最大中心間隔 (道示 6.3.11)

ボルト間の材片が局部座屈することなく、かつ材片の密着性が確保できる寸法であること。

2) 緣端距離 (道示 6.3.12)

縁端部の破壊によって継手部の強度が設計値を下回らず、かつ材片間の密着性が確保できる寸法とすること。

(2) 無塗装橋で配慮が必要な固有条件の抽出

(1) で示す要求性能である添接部材の強度と材片間の密着性に関して、一般鋼材と耐候性鋼材で機械的性質による差異はない。差異が生じるとすれば、

防食機構の相違による影響, すなわち耐候性鋼材に生じるさびの影響によるものに限られる. また, ボルト配列が外面のさび状況に影響を与えるとは考えにくいため, ここではボルト配列が接合面のさび状況に与える影響を固有条件として考察する.

3. 検討方法

ボルト配列が接合面のさび状況に与える影響を明らかにするために以下の2つの試験を実施する.

(1)接合面の浸水試験

腐食因子のひとつである水分の接合面への浸透状況を確認するた

め、添接部分試験体を用いた浸水試験をおこなう。

試験は試験体の接合面端部に浸透性の高いインク(青色)を塗布した後に解体し、着色範囲を確認する方法とする。

(2)接合面の腐食試験

経年後の接合面のさび状況を確認するため、腐食促進試験をおこなう。腐食促進方法は、JIS Z 2371 に準拠した中性塩水噴霧試験(1000 時間)とし、曝露終了後、試験体を解体して接合面の観察をおこなう。

(3) 試験体

試験体は M22 ボルトを 2×2 配列した 2 面摩擦接合の部分モデルとし、表-2 に示す 4 タイプを両試験で共用する。名称の A, B はそれぞれ道示、便覧のボルト配列の適用をあらわし、B 種では母材、添接板の板厚を変えて板厚の影響を比較する。材質は SMA490W とし、全面ブラスト処理を施す。

4. 試験結果

図-1 に各試験における試験体の接合面状況を示す。

(1) 接合面の浸水状況

図-1 上段に示すように、すべてのタイプで中央部に着色していない部分が残るものの、それ以外では濃淡はあるが着色が見られ、広い範囲で浸水することがわかる。

浸水程度の目安となる着色の濃さは、全タイプとも板端の数ミリ範囲が濃く、ボルト孔周辺は薄くなっており、ボルト

表-1 ボルト配列に関する規定値

基準図書	使用鋼種	ボルトの呼び		最大中心間隔		最大縁端距離
				p:ピッチ	g:ゲージ	
道路橋示方書・ 同解説	全 般	M24	170	12t 千鳥の場合は 15t-(3/8)g ただし、12t以下	24t	8t ただし、150以下
		M22	150		ただし、 300以下	
		M20	130			
鋼道路橋塗装・ 防食便覧	耐酸性鋼のみ	M24	170	12t 千鳥の場合は 15t-(3/8)g ただし、12t以下	24t ただし、 300以下	8t ただし、150以下
		M22	150			
		M20	130			

※ t : 外側の板厚(mm)

表-2 試験体種類

名称	A-1	B-1	B-2	B-3
板厚	添接板:9mm 母材:16mm	同左	同左	添接板:12mm 母材:24mm
間隔	105mm×215mm (ピッチ×ゲージ)	105mm×105mm	75mm×75mm	140mm×140mm
縁端	70mm	50mm	40mm	50mm
図				
摘要	道示での最大間隔	便覧での最大間隔	三者共研 ⁵⁾ 準拠	便覧での最大間隔

キーワード 無塗装橋梁，ボルト配列，耐候性鋼，摩擦接合面，さび

連絡先 〒105-0003 東京都港区西新橋 1 丁目 6-11 西新橋光和ビル (社) 日本橋梁建設協会 TEL: 03-3507-5225

名称	A-1	B-1	B-2	B-3
浸水試験				
腐食試験				

図-1 接合面状況

配列や板厚による明確な差異は見られない。

ボルトの締付け力により強い支圧力が作用するボルト孔周りのワッシャー径範囲においても薄い着色が見られるのは、ブラスト処理時の微細な打痕が連続することで、わずかな水みちが生じているものと考えられる。また、中央部の未着色部は密着によるものではなく、板端から侵入したインクが毛細管現象により未着色部の周りに先行して伝わり、中央部に空気溜りが生じて浸水しなかったためと推測される。

(2) 接合面の腐食状況

はじめに、促進曝露後の試験体外面のさび状況を図-2a)に示す。図に示すように外面は全面に断面損耗を伴う粗いさびが生じており、極めて厳しい腐食が再現されていることがわかる。これに対して接合面は図-1 下段に示すように、板端部に黒褐色の薄いさび層が形成されているものの、ボルト孔周辺とボルトに囲まれた中央域は極めて軽度のさびが見られる程度でほぼ素地に近い状態である。

タイプ別ではA-1タイプがB-1～B-3タイプに比べて黒褐色の範囲がいびつな形状になっているが、腐食程度に顕著な差は見られない。またこれら状況は、図-3に示す自然曝露条件下で実施された三者共研での試験結果⁵⁾とも一致しており、曝露条件による差異も見られない。

なお、図-2b)に示すように外面のワッシャー接触面は鋼素地のままでさびは生じていない。また同様にボルト孔の板厚面とボルト軸部についても、赤茶色の薄い浮きさびの付着が見られる程度であった。

5. 考察

接合面への浸水試験では、ボルト群中央部に空気溜りによるものと思われる非浸水部が残る以外は、ボルト孔周りを含めて水が浸透することが確認された。ただし、促進曝露試験結果から、著しい腐食環境下においても接合面には軽微なさびが生じる程度であり、必ずしも浸水箇所にさびが発生、進行するわけではないことが確認された。さらに、これら接合面のさび状況は今回比較したボルト配列の範囲では顕著な差異が生じないことが確認された。



a)曝露後の表面腐食状況 b)ナット撤去後
図-2 円周切欠き丸鋼試験片

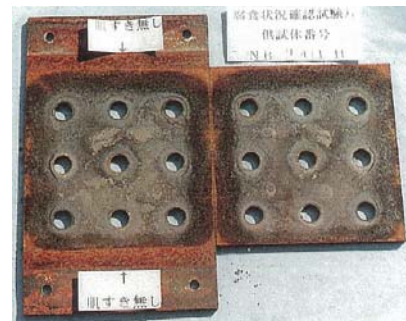


図-3 三者共研⁵⁾での曝露試験結果(海岸部 4年曝露)

また、今回と同様の接合面状態が確認された三者共研⁵⁾では、同時に曝露後の試験体によるすべり耐力試験を実施し0.4以上のすべり係数が確保できることが確認されている。

以上の結果から、無塗装橋でのボルト配列寸法の使い分けの根拠と考えられる接合面のさび状況は、道示の規定寸法範囲であっても便覧に準拠した場合と差異はなく、道示のボルト配列の規定値への統一が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所, (社)鋼材倶楽部, (社)日本橋梁建設協会: 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XX)-無塗装耐候性鋼材の設計施工要領(改定案), 共同研究報告書第88号, 1993.3
- 2) (社)日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.12
- 3) 東・中・西日本高速道路株式会社編著: 設計要領第二集(橋梁建設編), NEXCO 中央研究所, 2006.5
- 4) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編, 2002.3
- 5) 建設省土木研究所ら: 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XI)-耐候性高力ボルト暴露試験の第一回及び第二回調査結果, 共同研究報告書第34号, 1989.12