

# 高力ボルト連結部における六角型カップを用いた塗装法の検討

## — 実物大試験体を用いた施工試験 —

三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 ○佐々木竜治  
 日鉄トピーブリッジ(株) 窪田 公二  
 大日本塗料(株) 半田 雅紀  
 日塗エンジニアリング(株) 木村 耕

### 1. はじめに

「鋼道路橋塗装・防食便覧(平成17年12月)」<sup>1)</sup>(以下、防食便覧と略記)において、新設橋梁の高力ボルト連結部の塗装仕様は、長期耐久性の観点から300 $\mu$ m仕様の「超厚膜形エポキシ樹脂塗料」(以下、「当該塗料」と略記)が適用された。しかし、高力ボルトのナット部や頭部は形状的に塗装が難しく、また、塗布面が鋭角で凹凸が多く塗膜厚の確保が難しいため、防食上の弱点となり易い部位である。従来仕様でのボルト部の発錆状況を写真-1に示す。本報告は、これらの部位の防食性及び施工性の向上を目的として、「当該塗料」における「六角型カップを用いた塗装法」の適用性を確認したもので、昨年度に報告した六角型カップに改良を加えて塗膜厚の最適化を図り、実物大試験体を用いた施工試験をしたので以下に報告する。



写真-1 ボルト部の発錆状況

### 2. 六角型カップ式塗装

カップ式塗装<sup>2)</sup>は、円筒型のカップをボルト・ナットにかぶせて、カップとボルト・ナットの隙間へ塗料を電動エアレスで圧入し、1回で塗装する施工方法であり、過去、旧本州四国連絡橋公団「鋼橋等塗装基準・同解説(案)」の規格である超厚膜型エポキシ樹脂塗料(HBS-K-5621-1990)1000 $\mu$ m仕様が適用された塗替工事で、ハケ塗りやヘラに代わる厚膜塗装工法として開発され、大型橋梁での使用実績がある。

本検討で対象とした防食便覧の塗装系F11及びF12は、「当該塗料」によるスプレー塗装300 $\mu$ m $\times$ 1回、又はハケ塗り150 $\mu$ m $\times$ 2回の仕様である。カップ式塗装は、スプレー塗装のような周辺へのダスト飛散がなく、かつ確実に塗膜厚を確保できると考えられる。

「当該塗料」は、塗膜厚1000 $\mu$ mまで塗膜性能を確保できることが確認されており、塗膜厚300 $\mu$ mを確実に確保でき使用量を低減させるために、円筒型カップではなく、カップ内孔をボルト・ナット形状と合わせた六角型カップの適用について検討を行った。

### 3. 六角型カップ式塗装の予備検討

試作したカップ構造を図-1に示す。昨年度試験した

隙間800 $\mu$ m、1600 $\mu$ mタイプのカップに加えて、500 $\mu$ mタイプを追加し施工試験を行った。

試験結果は、各カップとも平均塗膜厚が目標塗膜厚300 $\mu$ mを確保できた。また、その結果から、隙間500 $\mu$ mあれば、高力ボルトの出来形寸法に公差範囲でばらつきがあった場合でも必要塗膜厚を塗付けられることが確認できたため、カップの最適隙間は500 $\mu$ mとした。

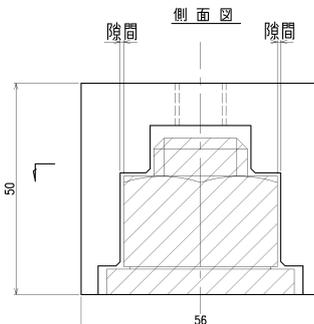


図-1 六角型カップ構造図 写真-2 六角型カップ

### 4. 実物大試験体を用いた施工試験

実際の工事に六角型カップ式塗装を適用するにあたり、現地と施工条件を合わせた実物大試験体による施工試験を行い、隙間500 $\mu$ mタイプのカップによる塗装の品質適正を確認した。

実物大試験体を写真-3に示す。実物大試験体は、橋軸方向に3枚連結した工事桁を並列に2列組立て、連結部を4箇所設けた。

#### (1) 試験項目及び塗装条件

試験項目を表-1に示す。また、試験体部位および塗装姿勢を図-2に示す。



写真-3 実物大試験体写真

表-1 実物大試験の項目

試験No.	塗装方法	ボルト種類	試験部位	塗装姿勢	評価項目	
①	六角型 カップ式塗 装 隙間500μ m	六角 高力ボルト (HTB)	ボルト頭側	上向き 横向き 下向き	外観評価	
②			ナット側			
③		トルシア形 高力ボルト (TCB)	ボルト頭側			
④			ナット側			
⑤	ハケ塗り	六角 高力ボルト (HTB)	ボルト頭側			塗膜厚測定
⑥			ナット側			
⑦		トルシア形 高力ボルト (TCB)	ボルト頭側			
⑧			ナット側			

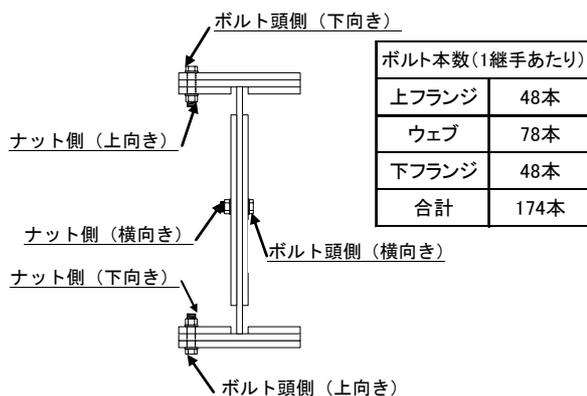


図-2 試験体部位及び塗装姿勢

(2) 試験方法

実際の工事の施工手順と合わせ、六角型カップ式塗装は、高力ボルトに塗装カップをかぶせて電動エアレスで塗料を圧入し塗装し、その直後に連結板の1層目をハケで塗装する。また、連結板の2層目は、その翌日にハケで塗装した。一方、ハケ塗りは、1、2層目ともにハケで高力ボルトと連結板を塗装した。



六角型カップ式塗装状況 塗装完了

写真-4 実物大施工試験状況

(3) 外観評価の結果

施工試験状況を写真-4に、外観評価の結果を表-2に示す。六角型カップ式塗装で施工した連結部の塗装欠陥発生率は、HTB:4.3%, TCB:2.6%と発生率は低い。一方、ハケ塗りの塗装欠陥発生率はHTB:12.4%, TCB:12.6%となりカップ式塗装より発生率は高い。実際の工事では、これらの塗装欠陥は、補修塗装が行われるため、品質への大きな影響はないものであるが、カップ式塗装は、ハケ塗りと比べ、塗装欠陥の発生率が大幅に改善されることが確認できた。

表-2 外観評価の結果

塗装方法	ボルト種類	塗装欠陥の発生箇所数			総観測点数	欠陥発生率 %
		むら、すけ	流れ、タレ	ピンホール		
六角型 カップ式塗装	HTB	0	3	12	15	4.3
	TCB	0	0	9	9	2.6
ハケ塗り	HTB	28	0	15	43	12.4
	TCB	11	0	33	44	12.6

(4) 塗膜厚測定

塗膜厚測定結果を図-3に示す。各試験項目とも、平均塗膜厚は目標塗膜厚 300μmを確保できた。塗装方法別に平均塗膜厚を比較した場合、ハケ塗り 415μmに対し、六角型カップ式塗装は 758μmとなり、塗膜が 300μm以上の増厚を図れた。

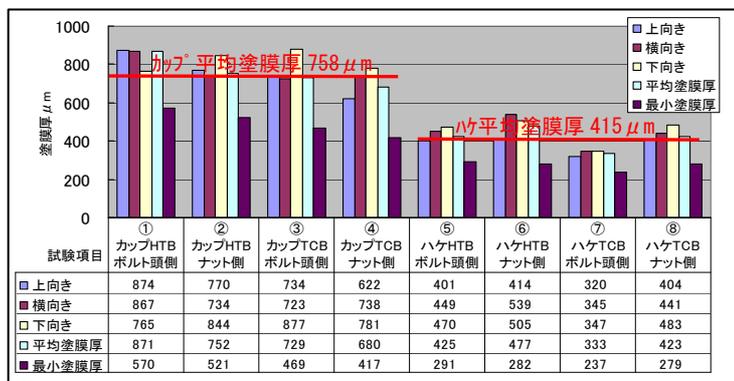


図-3 塗膜厚測定結果

5. あとがき

六角型カップ式塗装の施工試験結果、ハケ塗りと比べ、塗装外観は欠陥発生率が大幅に改善された。また、塗膜厚は、300μm以上の増厚が図れた。この増厚は、高力ボルトの出来形がマイナス側に製作されることによるが、出来形にばらつきがあった場合においても、十分に目標塗膜厚を確保できると考えられる。

塗膜増厚は、経時変化からくる塗膜消耗による腐食因子の進入を抑制するため、その効果として、防食上の弱点である高力ボルト連結部の防食性能が向上し、構造物全体の塗装寿命を底上げできると考えている。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 平成17年12月, PP.Ⅱ-61
- 2) 山田能生, 木村 耕: 添接部ボルト・ナットの厚膜塗装方法, 防錆管理テクニカルレポート, 1996-3, PP.93~98