

第I部門

2024年9月5日(木) 14:40 ~ 16:00 会 A106(川内北キャンパス講義棟A棟)

継手(4)

座長：平尾 賢生 (横浜国立大学)

15:30 ~ 15:40

[I-204] 防錆処理を施した新たな高力ボルトの開発

\*住田 亮介<sup>1</sup>、和田 新<sup>1</sup>、磯部 龍太郎<sup>1</sup>、川口 裕士<sup>1</sup>、政門 哲夫<sup>2</sup>、中澤 芳寛<sup>3</sup>、高木 正人<sup>4</sup> (1. 首都高速道路株式会社、2. 日本エンジニアリング株式会社、3. 日亜鋼業株式会社、4. 株式会社日本ラスパート)

キーワード：防錆処理高力ボルト、新材料、開発、橋梁

首都高速道路では工事現場から火災リスクを低減する目的で水性塗料を採用しており、ボルト添接部においては、防錆処理高力ボルトを用いることが標準である<sup>1)</sup>。一方、防錆処理高力ボルトは製造会社が全国的に少なく、材料手配に時間を要し、材料費は高価であることが一般的である。そこで、現在より手配が容易となる新たな防錆処理高力ボルトを開発した。本稿では、新たに開発した防錆処理高力ボルトの概要及び各種試験結果について報告する。

## 防錆処理を施した新たな高力ボルトの開発

首都高速道路（株） 正会員 ○住田 亮介 和田 新 磯部 龍太郎 川口 裕士  
 日本エンジニアリング（株） 正会員 政門 哲夫  
 日亜鋼業（株） 非会員 中澤 芳寛  
 （株）日本ラスパート 非会員 高木 正人

### 1. はじめに

首都高速道路では工事現場から火災リスクを低減する目的で水性塗料を採用しており、ボルト添接部においては、防錆処理高力ボルトを用いることが標準である。一方、防錆処理高力ボルトは製造会社が全国的に少なく、材料手配に時間を要し、材料費は高価であることが一般的である。そこで、現在より手配が容易となる新たな防錆処理高力ボルトを開発した。

本稿では、新たに開発した防錆処理高力ボルトの概要及び各種試験結果について報告する。

### 2. 試験確認項目と試験結果

#### (1)使用材料

既存高力ボルト上に薄膜の焼付塗装を行うことを検討した。防錆処理には(株)日本ラスパート社の DISGO 高耐食クロムフリーコーティング（以降、「DISGO 処理」と称す。）を採用した。処理を施した高力ボルトについて、防錆処理の被まく性能や道路橋示方書等に規定される高力ボルトの機械的性質を満足するか確認した。

#### (2)防錆処理の被まく性能確認

##### a)付着力試験

アドヒージョン試験により鋼材と防錆処理材との付着力を確認した。表面処理は3パターンとし、現行要領におけるボルト添接部の塗装仕様を考慮することで、上塗りとの層間付着性試験についても確認した。

- ① 防錆処理のみ（無塗装）
- ② 防錆処理+水性有機ジンクリッチペイント
- ③ 防錆処理+水性エポキシ樹脂塗料

試験の結果、全ての供試体で2.0MPa以上の付着力が確認され、破壊形態は処理層での凝集破壊であったことから、鋼材及び塗装との付着性について問題ないことを確認した（図-1）。

##### b)耐塩水噴霧性試験

橋梁構造物設計施工要領〔鋼橋・鋼部材編〕（首都高

速道路(株)平成31年3月)では、被まく性能として、「100時間の塩水噴霧に耐えること」が規定されている。試験開始100時間後、試験体を確認した結果、赤錆等の不具合は確認されなかった。また、その後も試験を継続したところ、2000時間を超えても赤錆等は発生しておらず、高い防食性を有していた（図-2）。

##### c)促進耐候性試験

試験は、促進耐候性試験において最も一般的であるサンシャインウェザーメーターを用いて実施した。

試験の結果、割れ、膨れ、剥がれは確認されなかった。

#### (3) 高力ボルトの機械的性質等確認

防錆処理には焼付塗装を用いているため、入熱により高力ボルトの機械的性質に変化が生じていないことを確認した。

		DISGO処理					
		無塗装		水性有機ジンクリッチペイント		水性エポキシ樹脂塗料	
外観写真	治具側						
	鋼材側						
付着力(MPa)		4.99	3.81	4.86	6.05	4.91	3.92
平均値		4.40		5.46		4.42	
破壊形態		処理層凝集 100%		処理層凝集 100%		処理層凝集 100%	
評価点		0		0		0	

図-1 アドヒージョン試験結果



図-2 耐塩水噴霧性試験結果

キーワード 防錆処理高力ボルト、新材料、開発、橋梁

連絡先 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 2-2-1 KANDA SQUARE 17 階

首都高速道路(株) 更新・建設局 TEL03-6803-3750

### a)機械的性質試験

本試験は、道路橋示方書・同解説 I 編（社団法人日本道路協会.平成 29 年 11 月）に規定される防錆処理トルシア高力ボルト（S10T）・六角ナット（F10）・平座金（F35）のセットで実施した。耐力、引張強度、伸び及び硬さについて万能試験機等を用いて測定した。

試験の結果、防錆処理を施した後でも高力ボルトの規格を満足した（表-1）。

### b)軸力試験

高力ボルトの軸力は、気温により強度が変化するため、常温（20℃）だけでなく、低温（0℃）及び高温（60℃）下においても軸力を確認した。また、締付完了後の軸力の減衰（部材等のなじみによる軸力の経時変化）を確認するため、リラクゼーション試験も実施した。ボルトを締め付ける部材は、

- ① ブラスト処理後
- ② 無機ジンクリッチペイント塗布後

を用意し、ボルト締付後から 30 秒ごとにひずみ計測を行い、60 日後までの値を測定した。

試験の結果、常温以外においても、軸力の規格値を満足しており、潤滑剤の性質を反映した一般的な温度依存性を示した（図-3）。

また、リラクゼーション試験においても、60 日経過後の残存軸力率は、一般的な高力ボルトと同等の傾向<sup>2)</sup>を示した（図-4）

## 3. 新たな防錆処理高力ボルトの製造工程

現在の防錆処理高力ボルトの大きな課題は、現場への納期に長期間有することである。これは、市場性の少なさから、

- ・ 材料手配後の受注生産になっていること
- ・ ある程度のロット数の注文がないと製造が開始されないこと

が要因である。

本材料は、通常で製造している高力ボルトの表面に防錆処理を施すのみであり、防錆処理高力ボルト用に新たな高力ボルト及び座金を製造する必要がない。そのため、完成までに要する主な期間は、防錆処理工程の期間のみである。

また、DISGO処理はライセンスを付与することで全国各地の工場で実施可能である。そのため、防錆処理の工程待ちといった要因で、納期が長期間となることを防ぐことが可能である。

このことから、現状では1年程度材料手配に時間を要してしまう場合があるが、約3～6か月まで納期短縮できることを見込んでいる。

表-1 機械的性質確認結果

	試験項目	単位	規格	試験結果 (平均)	判定
ボルト (試験片)	耐力	N/mm <sup>2</sup>	≥900	1041	合格
	引張強度	N/mm <sup>2</sup>	1000～1200	1076	
	伸び	%	≥14	19	
	絞り	%	≥40	71	
ボルト (製品)	引張強度	kN	≥303	323	
	破断位置	-	頭飛びしない	ねじ部	
	硬さ	HRC	27～38	34	
ナット	硬さ	HRC	20～35	27	
	保証荷重	kN	≥303	異常なし	
座金	硬さ	HRC	35～45	40	

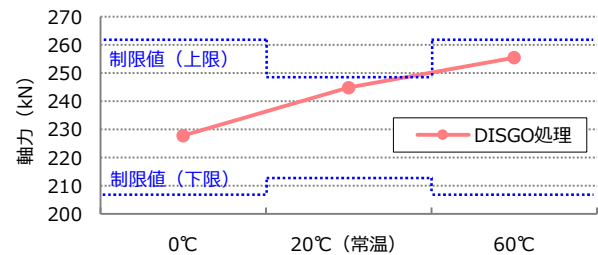


図-3 軸力の温度依存性

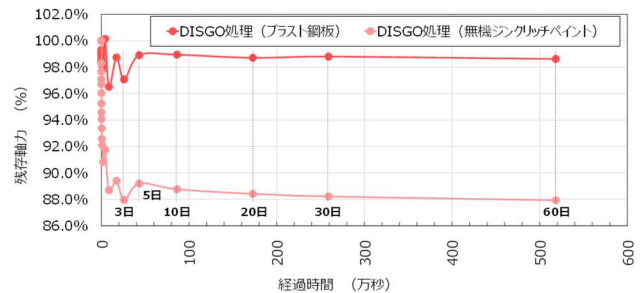


図-4 リラクゼーション試験結果

## 4. まとめ

本材料は、耐塩水噴霧性試験において2000時間を超えても赤錆等が発見されず、高い防食性を持っていることが確認された。

首都高速道路では、ボルト添接部の塗装において、無機ジンクが塗布できないことから下塗り塗装を多数塗り重ねることで防食性を高める対応をしてきたが、高い防食性を有する本材料を用いることで下塗り回数を減らすことも可能ではないか等、検討していきたい。

高速道路業界では、2024年度から大規模更新・修繕Ⅱ期工事が事業化され、大量の防錆処理高力ボルトが必要になると思慮する。本材料が、構造物の高齢化が進む中で今後増加していく損傷への迅速な対応に寄与出来れば幸いである。

【参考文献】

- 1)蔵治:水性塗料を標準材料として鋼橋塗装の現場に採用-首都高速道路鋼橋塗装設計施工要領の制定-,総合土木技術誌 土木施工2018年1月号,pp.45-48,2018.1
- 2)平井,福田,堀園:ジンクリッチペイントを施した高力ボルト摩擦接合部に関する研究,日本建築学会構造系論文集 第492号,pp.131-137,1997.2