

第I部門

2024年9月5日(木) 14:40 ~ 16:00 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）

15:10 ~ 15:20

[I-202] 乾式接合透明ボルトナット防錆キャップの屋外暴露試験

*上田 慎也¹、大久保 宣人¹、寺阪 剛²、杉浦 邦征⁴、富山 禎仁³、佐合 大¹、壽系 亘平¹、道上 隼人²
(1. 高田機工株式会社、2. 共和ゴム株式会社、3. 国立研究開発法人 土木研究所、4. 国立大学法人 京都大学)

キーワード：高力ボルト、ボルトキャップ、屋外暴露試験、ポリカーボネート、EPDMゴム

鋼橋の継手部に使用するボルトは、ナット部およびネジ部の凹凸により高力ボルト継手部において特に防錆塗装時に処理を施しにくく、また塗膜厚を確保しにくいことから、一般部に比べて腐食が進行しやすい傾向にあり、導入軸力の低下等により構造物としての耐久性を損なうことが懸念される。そこで、高力ボルト連結部の腐食耐久性を高め、鋼橋の長寿命化並びにライフサイクルコスト低減を目的として、乾式接合透明ボルトナット防錆キャップ(以下、ボルトキャップと称す)の開発を進めてきた。ここでは、ボルトキャップの屋外暴露試験の8ヶ月暴露後の途中経過観察結果について報告する。

乾式接合透明ボルトナット防錆キャップの屋外暴露試験

高田機工(株) 正会員○上田 慎也 大久保宣人
正会員 壽系 亘平 佐合 大
共和ゴム(株) 正会員 寺阪 剛 道上 隼人
土木研究所 正会員 富山 禎仁
京都大学 正会員 杉浦 邦征

1. 目的

鋼橋の継手部に使用する高力ボルトは、特にナット部およびネジ部の凹凸により防錆塗装時に処理を確実に施しにくく、また塗膜厚を確保しにくいことから、一般部に比べて腐食が進行しやすい傾向にある。そのため、導入軸力の低下等により構造物としての耐久性を損なうことが懸念される。そこで、高力ボルト連結部の腐食耐久性を高め、鋼橋の長寿命化並びにライフサイクルコスト低減を目的に、乾式接合透明ボルトナット防錆キャップ(以下、ボルトキャップという)の開発を進めてきた。耐候性を確認するため、CCT 試験¹⁾、キセノンアークランプ法を用いた促進試験²⁾を行っているが、促進試験だけでは実環境における評価が困難である。そこで塩害の影響を受けやすい沖縄県で 10 年間の屋外暴露試験を行うことにした。ここでは、ボルトキャップの屋外暴露試験の 8 ヶ月暴露後の途中経過観察結果について報告する。

2. 防錆キャップの概要

ボルトキャップは、図 1 に示すように、ドーム型に成形した透明ポリカーボネートフレームとし、これに取り付けた EPDM(Ethylene Propylene Diene Methylene Linkage)ゴムパッキンによりナット部と固定する。設置時には、母材とゴムパッキンの間(ワッシャの周り)に EPDM ゴムスポンジを設置し気密性及び水密性を確保するとともに、ボルトキャップの脱落に対するフェールセーフ機能として、隣接するボルトキャップのフレームをワイヤーで連結した。



図 1 ボルトキャップの概要

3. 屋外暴露試験の概要

屋外暴露試験は沖縄県大宜味村の土木研究所の屋外暴露試験場で実施した。試験体は図 2 に示すような形状で全 4 ケース用意し、ボルト 2 本のうち片方のみボルトキャップを取り付けて、暴露試験所内の架台に設置した。試験体の種類を表 1 に示す。ケース 1 は F-11 塗装されたボルトに対して、実橋梁での部分的な腐食を想定し、人為的にボルト軸部やナット部を研磨して錆を発生させたものである。ケース 2 は塗装作業の軽減を図るための方法としてボルトに F-11 の上塗り 1 層のみを施したケースである。ケース 3, 4 は EPDM ゴムスポンジの気密性及び水密性を検証するため、無塗装ボルトに対して、EPDM ゴムスポンジの有無で比較を行った。試験体の設置状況を図 3 および図 4 に示す。長期暴露期間を設け、定期的にキャップ内のボルトの状態を目視で点検するとともに、1 年ごとに、透明ポリカーボネートの変色や、EPDM ゴムスポンジ、EPDM ゴムパッキンの材料引張強さの確認を行い、屋外暴露がボルトキャップの材料特性に与える影響を確認する。

表 1 試験体の種類

ケース名	ボルト部の仕様	ボルトキャップ	ゴムスポンジ
ケース1	F-11塗装,きず付	あり, なし	あり
ケース2	F-11塗装(上塗り1層)	あり, なし	あり
ケース3	無塗装	あり, なし	あり
ケース4	無塗装	あり, なし	なし

キーワード 高力ボルト, ボルトキャップ, 屋外暴露試験, ポリカーボネート, EPDM ゴム
連絡先 〒556-0011 大阪市浪速区難波中 2-10-70 高田機工株式会社 技術本部 技術開発部 TEL06-6649-5170

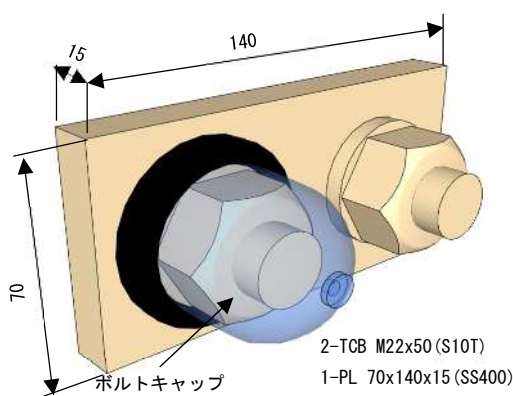


図2 試験体概要図

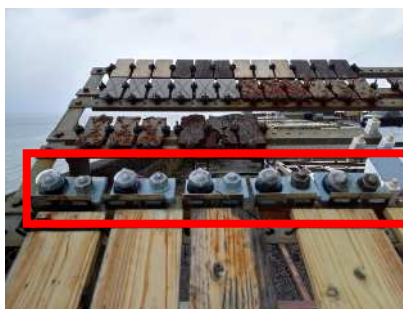


図3 試験体設置状況



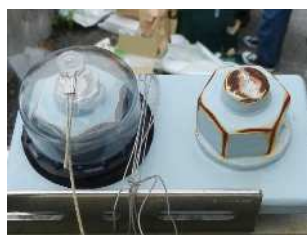
図4 引張試験片設置状況

4. 試験結果

各試験体の、暴露開始時と8ヶ月経過後の外観比較を図5から図8に示す。ケース1, 2, 3について、ボルトキャップなしの方は相当の錆が発生しているのに対して、キャップありの方は錆の発生は見られなかった。ゴムスポンジなしのケース4については、キャップありのボルトにおいてもわずかに浮き錆が生じていた。このことから、ボルトキャップとゴムパッキンを設置することで錆の進行を防止できることが分かった。一方、ゴムスポンジなしのケースでは母材の凹凸によりゴムパッキンとの接触面に隙間が生じ、空気等の出入りが生じていると考えられることから、ゴムスポンジが気密性及び水密性の確保に寄与していることが確認できた。なお、1年毎の確認を予定している材料特性の初期値については、ゴムスポンジの引張強さは0.3MPaで、ゴムパッキンは12.0MPaであった。この結果は促進試験で用いたゴムスポンジ材料の初期値と同値である。



(a) 暴露開始時



(b) 8ヶ月経過後

図5 ケース1



(c) 暴露開始時



(d) 8ヶ月経過後

図6 ケース2



(e) 暴露開始時



(f) 8ヶ月経過後

図7 ケース3



(g) 暴露開始時



(h) 8ヶ月経過後

図8 ケース4

5. まとめ

屋外暴露試験を行い、ボルトキャップを取付けることでボルト部の錆の進行を抑えられることが確認できた。また、取付け後も中の様子を鮮明に確認できることから点検作業性を損なわないことが分かった。今後も引き続き暴露試験を継続するとともに、1年ごとに透明ポリカーボネートの変色及びEPDMゴムパッキン、EPDMゴムスポンジの引張試験を行い、材料特性の変化を確認していく予定である。

- 1) 壽系亘平ら：乾式接合透明ボルトナット防錆キャップの腐食促進に関する研究，第78回年次学術講演会概要集，2023.9
- 2.) 大久保宣人ら：乾式接合透明ボルトナット防錆キャップの耐候性に関する研究，第78回年次学術講演会概要集，2023.9