

寒冷地におけ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

Outdoor exposure test of dry-Joining clear anti-rust bolt cap in cold regions

高田機工(株) 正会員○上田慎也(Shinya Ueda) 大久保宣人(Nobuhito Okubo)
正会員 佐合 大(Dai Sago)
共和ゴム(株) 正会員 寺坂 剛(Tsuyoshi Terasaka) 道上隼人(Hayato Michiue)
寒地土木研究所 正会員 角間 恒(Wataru Kakuma)
北海道大学 正会員 松本高志(Takashi Matsumoto)

1. はじめに

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 1)。しかしながら、CCT 試験やキセノンアークランプ法を用いた促進試験だけでは実環境における評価が困難であるため、塩害環境下での暴露試験を沖縄県で行っているが、寒冷地におけるボルトキャップの評価が重要であると考えられるため北海道江別市において暴露試験を行っている。ここでは、ボルトキャップの屋外暴露試験の 1 年後の途中経過観察結果について報告する。

2. ボルトキャップの概要

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をフレームとし、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。設置時においては、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

屋外暴露試験は北海道江別市の寒地土木研究所の角山実験場で実施している。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、暴露試用架台に設置した。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模擬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、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 およびケース 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。ケース 3 がゴムスポンジあり、ケース 4 がゴムスポンジなしである。試験体の設置は冬季の積雪量を考慮して図-3 に示すように、地面から約 1 m 程度の高さに試験体を設置した。暴露は 10 年の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、寒冷地における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。

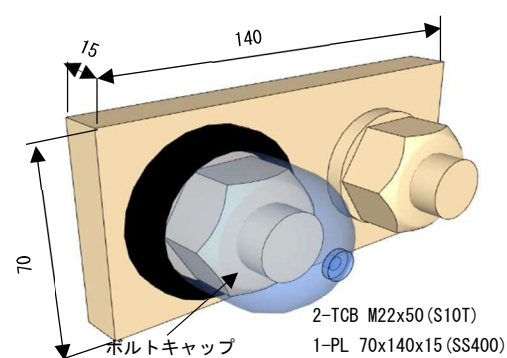


図-2 試験体の概要

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



図-3 試験体設置状況



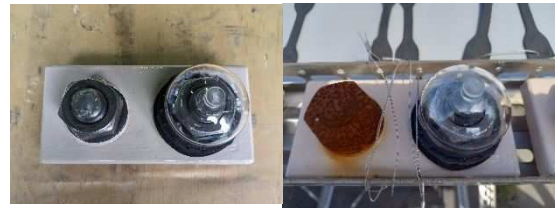
(a)試験開始時 (b)1年経過時
図-4 ケース1の暴露状況



(a)試験開始時 (b)1年経過時
図-5 ケース2の暴露状況

4. 試験結果

各試験体の、暴露開始時と1年経過後の外観を比較した状況を図-4 から図-7 に示す。ケース1はキャップなしは人為的にキズを付けた部分の錆が進行しているのに対しキャップありは錆が進行していない。ケース2は1層塗装の部分に少し錆が発生しているがキャップありは錆の発生がない。ケース3 およびケース4 については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、ケース3 の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。これは母材間の不陸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図-8 に示すようにゴムとポリカーボネートの試験片を採取し物性試験



(a)試験開始時 (b)1年経過時
図-6 ケース3の暴露状況



(a)試験開始時 (b)1年経過時
図-7 ケース4の暴露状況



図-8 試験片採取状況

を行った、ゴムスポンジの引張強さは 0.3MPa で、ゴムパッキンは 12.0MPa であり、1年後のゴムスポンジの引張強さは 0.2MPa でゴムパッキンの引張強さは 12.1MPa でほとんど変化はなかった。また、ポリカーボネートの透明度は良好であった。

5. まとめ

寒冷地での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とともに、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。また、ゴムの物性値やポリカーボネートの変色等も変化が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。

参考文献

- 1) 上田慎也, 大久保宣人, 佐合 大, 寺阪 剛, 富山 慎仁, 杉浦邦征: 屋外暴露した乾式接合透明ボルトナット防錆キャップの長期耐久性に関する検討, 第32回鋼構造年次論文集, p.477-482, 2024.11