透明型キャップ・つばのみ充填法による鋼製高力ボルトの防錆性能

（株）IHI　正会員　○岩本 達志，琉球大学　正会員　下里 哲弘，木更津高専　正会員　田井 政行，
琉球大学　正会員　淵脇 秀晃，沖縄県　非会員　与那原 飛侑，（株）IHI インフラ建設　非会員　清水 隆

１．背景

橋梁やプラントなど鋼構造物の継手部に使用するボルトは，形状の問題から，一般的な塗装による防錆処理では他の部位に比べ発錆しやすい．特に高力ボルトの場合，頭部・ナット部の腐食が進行すると，導入軸力の低下を招き継手全体の耐力が低下するため，構造物の耐久性にも大きな影響を及ぼす．そこでボルト部に対する防錆対策として，塩ビ製防錆キャップの適用が進められてきた．この防錆キャップは，ボルト部を覆い外部環境の酸素や水分を遮断することで優れた防錆効果があるものの，「内部ボルトの腐食状況が把握できない」，「メンテナンスの際の取り外しが困難」といった課題も生じている．そこで，本研究では施工・維持管理の面で効率向上に寄与する防錆法として「透明ボルトキャップ・つばのみ充填法」を提案し，その防錆性能を評価した．

写真 1.a　左：有色　右：透明

２．試験方法

2.1 試験体パラメータ

（1）キャップ：有色（写真 1.a 左）と透明（写真 1.a 右）の 2 種.
（2）ボルト：新品と補修塗装品の 2 種.
（3）施工方法：従来の充填剤完全充填（写真 1.b 左）とつばのみ充填（写真 1.b 右）の 2 通り.
（4）劣化・施工形態の模擬：無傷の試験体（写真 1.c 左）とキャップの割れを想定した上部傷（写真 1.c 中央）と塗膜下腐食などの上にキャップを施工した場合を想定したつば部傷（写真 1.c 右）の 3 通り.

写真 1.b　左：完全充填　右：つばのみ充填

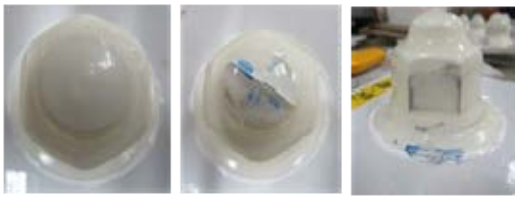

写真 1.c　左：無傷 中央：上部傷
右：つば部傷

2.2　試験方法

本研究では，乾湿繰り返しにより発錆を促進させるため，塩水噴霧・大気暴露のサイクル試験を実施した．具体的には，試験体を日中 8 時間（9:00～17:00）は琉球大学内屋外暴露試験場に設置し屋外暴露に供するとともに（写真 2），夜間 16 時間（17:00～9:00）は塩水噴霧試験機に導入し，JIS Z2371 に準じた塩水噴霧試験を供している．本研究では，この 24 時間 1 サイクルを計 1500 時間実施した．

写真 2.　左：暴露試験場外観　右：暴露試験状況

キーワード　防錆，ボルトキャップ
連絡先　〒235-8501　神奈川県横浜市磯子区新中原町 1 (株)IHI 技術開発本部 生産基盤技術部 塗装・防食 Gr
ＴＥＬ 045-759-2810

2.3　評価方法

評価は，外観目視，錆厚計測，キャップ取り外し作業時間の計測の 3 つで実施した．1 つ目については，キャップの透明度及びボルトの腐食度を目視により確認し，評価した．防錆性に関してはナット部側面の錆厚を電磁式膜厚計で計測し，評価指標とした．最後に，キャップ取り外し作業時間の計測を実施し施工方法別にまとめた．

３．試験結果

まず，内部ボルトの外観からの予測腐食度と腐食状況を図にまとめた．本試験の結果，透明キャップ・つばのみ充填の試験体は，キャップ取り外し前の外観からの予測と実際の腐食度合がほぼ一致していた．また腐食度については，新品ボルト・つばのみ充填・傷有試験体では，キャップの種類，傷の箇所に関わらず内部ボルト表面に全体的に黒錆が生じていた．また，新品ボルト・つばのみ充填・無傷試験体でもキャップ上部に赤錆が生じていたが，これはキャップ内部の湿気に起因したものであると推察される．一方つばのみ充填・補修塗装ボルト試験体については，いずれの条件でも腐食が見られなかった．

次に，錆厚計測の結果について述べる。最も高い値を示したのがつばのみ充填・上部傷試験体であり，またつばのみ充填・つば部傷試験体でも錆厚が比較的高い値を示していた．他の試験体では錆厚が比較的低い値を示しており、補修塗装ボルトは全パラメータとも錆厚の増加は見られなかった．

最後に，キャップ取り外し作業時間であるが，完全充填試験体がいずれも 20～30 分要したのに対し，つばのみ充填試験体はそれぞれ 1～2 分程度であり，作業時間に大幅な差が見られた．

４．結論

外観目視の結果より，透明キャップ・つばのみ充填法が内部ボルトを視認するのに効果的であることが確認された．また取り外し作業時間の計測結果より，つばのみ充填法は従来の完全充填法に比べ取り外しに要する時間を大幅に短縮でき，メンテナンスが容易になることが実証された．よって，ボルト部の維持管理において透明キャップ・つばのみ充填法は従来法と比較してより効果的な方法であると考えられる．その一方，本施工条件における無傷試験体でも内部ボルトに一部赤錆が生じた．これはキャップ内部の湿気によるものであり，外部環境から遮断できていれば，この腐食が進行し致命傷に至ることはないと考えられるが，今後調査検討を実施していく必要がある．さらに，経年劣化に伴うキャップの割れで防錆性が大きく低下することが確認されたため，この手法では，防錆キャップ自体の寿命が長寿命化のための重要な支配要因になると考えられる．今後も暴露試験などを継続的に実施し，キャップ自体の長期耐久性に関する調査を進めていく．

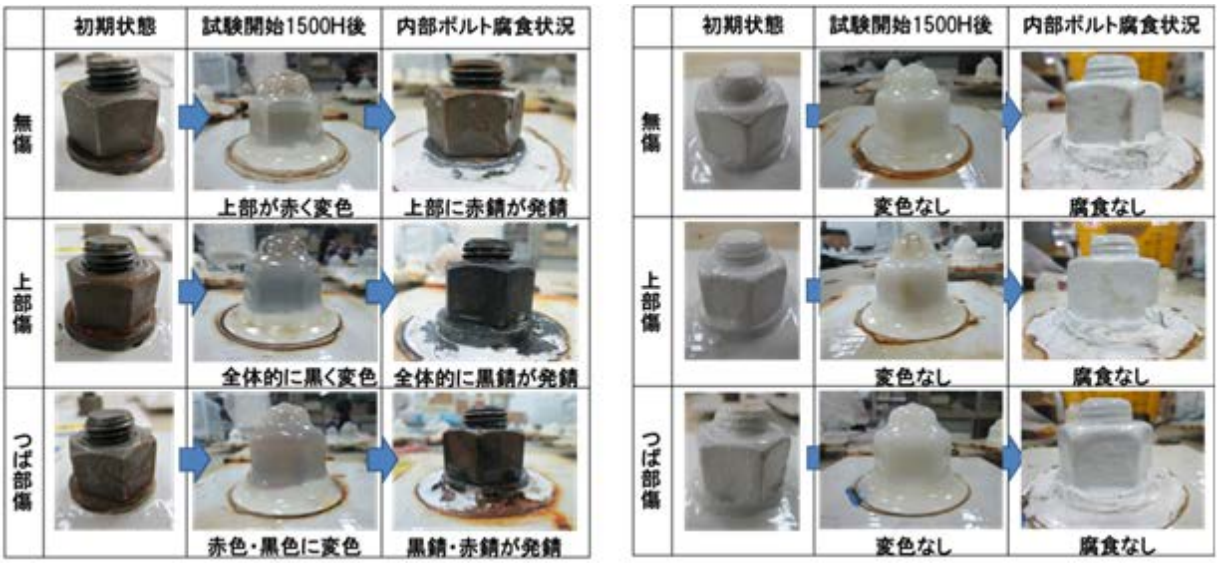

図.　透明キャップ施工における試験後のキャップ及び内部ボルト外観（左：新品ボルト 右：補修塗装ボルト）