

高力ボルトの透明型防錆キャップの耐候性に関する研究

構造設計工学研究室 井上佳紀

1 はじめに

鋼構造物の摩擦接合継手部に使用される高力ボルトは、他の部位に比べ発錆しやすい(写真 1)。それ故、防錆キャップ(写真 2)を有色のシリコン変性エポキシ系接着剤で取り付け、発錆を防止する対策が実施されている。

これまで防錆キャップは構造物の色に合わせて着色されたものを使用するのが一般的であったが、有色ではキャップ内のボルトの状況が確認できないという課題があった。また、キャップの接着方法もキャップ内に接着剤を全充填するものであったため、定期点検や、塗装の塗り替え作業時など取り外しが困難であった、維持管理の面で課題があった。

そこで、透明な軟質塩化ビニルのキャップ(写真 3)が開発され、内部が確認可能且つ取り外しを容易にするために透明シリコン系シーリング材(以下接着剤)をつばのみに充填する手法が提案されている。しかしながら、透明の軟質塩化ビニル製品や接着剤は紫外線により材料劣化が生じる場合があるため、これらの材料の紫外線に対する耐候性を検証する必要がある。

そこで本研究では、透明型防錆キャップの耐候性を評価することを目的とし、透明接着剤の密着力、及び紫外線に対するボルトキャップ素材の視認性、維持管理性能について検証した。

2 接着剤耐久試験

(1)試験方法

透明型防錆キャップを接着する際に使用する接着剤の紫外線に対する耐久性を検証するために簡易的な引張試験を行った。試験体(写真 4)を作成し、接着剤でアクリル板に施工した。写真 5 に示すようにボルトを貫通させ、ナット部にロープを巻き付けて載荷した。載荷には水を使用し、段階的に重量を計測できるようにした。促進試験前と後で接着剤の耐荷力を比較するため初期、300 時間、500 時間で引張試験を行った。促進試験には琉球大学暴露場の約 55 倍(1 日当たり 51840kJ/m²)の紫外線量をもつメタルハイドランプ(写真 6)を使用した。

(2)結果

a) 初期状態

透明型防錆キャップに 45 kgの重さを載荷したところ、キャップ頭部が引張られ、キャップ自体の変形は見られたが、接着面は剥がれることなく健全な状態を保っていた。

b) 300 時間照射

試験体にメタルハイドランプを用いて、キャップ頭部の真上から紫外線を 300 時間照射し促進試験を行った。なお、ランプとキャップ頭部の間に十分な距離が確保できなかったため、頭部に黒色の変色が見られたが、接着剤に変色等は見られなかった。初期状態と同様に、45 kgの重さを載荷したがキャップに変形が生じるのみで、接着剤での剥離は生じなかった。



写真 1 高力ボルトの腐食状況



写真 2 従来のキャップ



写真 3 透明型防錆キャップ

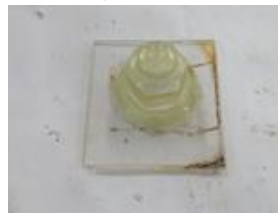


写真 4-(a) 接着した透明型防錆キャップ

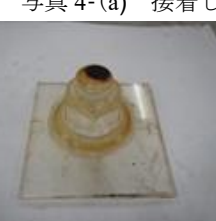


写真 4-(b) 300 h 照射後のキャップの状態

写真 4-(c) 500 h 照射後のキャップの状態

写真 4 試験体



写真 5 試験方法



写真 6 促進試験機

載荷中の頭部の様子を写真7に示す。

c) 500 時間照射

300 時間照射した試験体に続けて促進試験を行い、合計 500 時間紫外線を照射したところ、約 25kg 載荷時に接着面が破断した。(写真 8)これにより接着剤の耐荷力が紫外線によって低下したといえる。

キャップの重さは 0.02 kg、高力ボルトはセットで約 0.5 kg程(M20、首下長さ 100mm)ということ考えると、実環境下でキャップに対して今回適用した過大な荷重が作用するとは考え難いため、紫外線による劣化が生じたとしても十分な密着力を有していると推察される。今後より長期的な促進試験を行い、検証する必要がある。



写真7 45 kg載荷

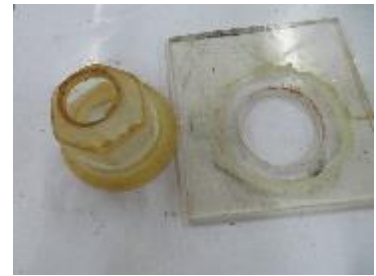


写真8 破断後

3 透明型防錆キャップの耐候性試験

(1) 紫外線照射促進試験方法

透明型防錆キャップと同じ材質のシート(写真 9)を用いて、100 時間ごとにシートの視認性を外観目視、透過率で評価を行った。外観目視では紙に書いた文字の上にシートをのせ、内部の文字が確認できるかで判断を行った。

(2) 透過率の計測方法

シートの紫外線劣化による透過率の変化を定量的に評価するために、分光光度計(写真 10)を用いて計測を行った。

(3) 結果

紫外線照射時間 100~200 時間経過した状態では、目視では初期状態との違いが確認できなかったが、300 時間経過したあたりから僅かな黄変が確認できた。500 時間経過後は黄変がはっきりと表れるようになったが、視認性は良好であった。600 時間経過後、表面にひび割れがみられ、700 時間経過後は促進試験の過程で付着した汚れがシート表面に浮かび上がっていた。800 時間後(写真 11)には汚れがはっきりと表面に現れ、視認性を阻害している。

分光光度計による分析結果をグラフ 1 に示す。800 時間紫外線を照射したところ、100~500 時間の間は徐々に透過率が低下して行くことが確認出来た。しかし、600 時間から一気に透過率は下降し、800 時間後には 20%前後の透過率となった。しかしながら目視による視認性は確保されている。

4 まとめ

- (1) 接着試験の結果、促進試験前、促進試験後どちらも 25 kg以上の荷重にも耐えうることが確認され、実環境下において耐久力の面では十分な適用性を有していると言える。
- (2) メタルハライドランプを用いて促進試験を行った結果、100~500 時間では透過率が徐々に低下するが、600 時間以降は急激な低下が見られた。
- (3) 500 時間経過後はシートに黄変がみられたが、視認性は良好であった。
- (4) 透過率約 30%以下であっても視認性は確保されており、紫外線による変色でキャップの視認性が完全に損なわれることはないことが確認された。



写真9 透明シート



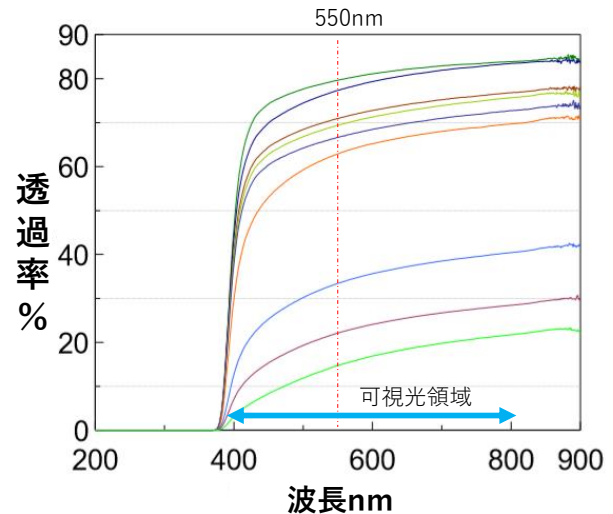
写真10 分光光度計



初期値



写真11 紫外線劣化による外観変状



グラフ1 促進試験結果