

高力ボルトの防錆キャップの紫外線劣化とゆるみ振動下での挙動

構造工学研究室 白井慎之介

1. はじめに

高力ボルトの角部では、塗膜厚が薄くなる傾向があり、他の部位に比べて発錆が起きやすい。そのため、雨水や飛来塩分の腐食生成物の侵入を防ぐ目的でボルトキャップが使用されている。しかし、現在使用されている図1に示す有色キャップでは、5年に1度の定期点検時の外観目視による診断を容易に行えない。よって、図2に示す透明ポリ塩化ビニル製のキャップが琉球大学とメーカーとで共同考案された。本実験は、図3に示すよう今回考案された透明素材に対する紫外線耐侯性を検証する。また、ボルトキャップの固定には目視点検を可能とすることを目的にキャップつばのみに接着剤を使用する。よって、つばのみ充填の密着力に着目し、橋梁振動等による脱落現象に対する検証実験を行う。



図1 有色キャップ 図2 透明キャップ

2. 試験方法

2-1 紫外線劣化した試験体の引張試験

図4は、気象庁等公開の過去10年の紫外線データを平均化し比較したものである。図4より沖縄は東京等と比べても約1.7倍の差があり、日本の中でも紫外線環境が厳しい環境であることがわかる。よって本実験では、ボルトキャップの耐侯性の評価を目的とし紫外線による劣化に着目をした。ここで、UVインデックスとは、紫外線量を日常生活で使いやすい簡単な数値とするために $25\text{mW}/\text{m}^2$ で割って指標化したものである。

2-2 試験方法

本実験に使用する素材パラメーターを図5に示す。紫外線照射方法として図6のキセノンウェザーメーター（紫外線照射量 $60\text{W}/\text{m}^2$ ）を使用する。この紫外線照射強度量は、2500時間の照射で沖縄の116年分に相当する。また、試験体を図7のように加工しロードセル式万能試験機を用いて引張強度を算出し、各試験体で比較を行った。

2-3 緩み振動実験

本実験に使用する試験体は、図2に示すボルトキャップのつばのみに充填した部分的な充填（つばのみ充填）を使用する。図8に示す試験体は、4つ全てがつばのみ充填であり、ボルト両端2本は200KNの設計軸力を導入し、ボルト中央2本は手締めで行いナットの緩みによる状態を模した。

試験では、振動数5~10HZ、振幅 $100\mu\epsilon$ 、載荷

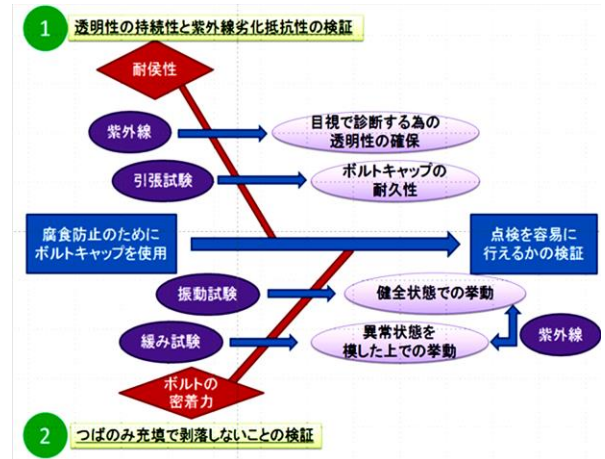


図3 研究フローチャート

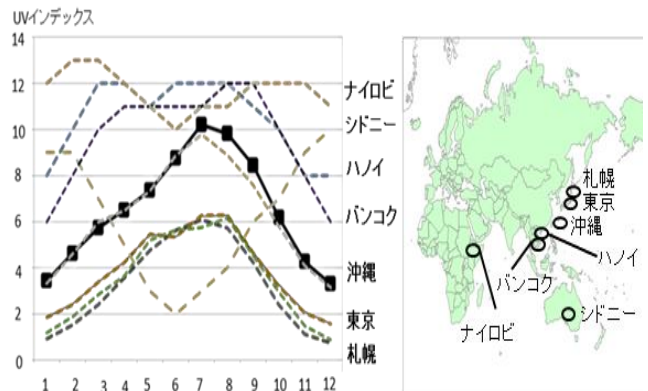


図4 世界UV量¹⁾

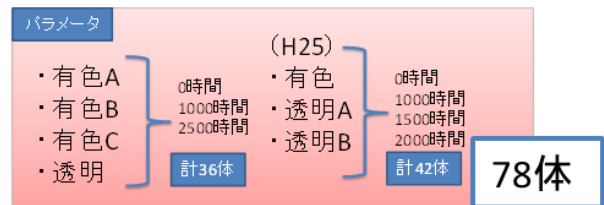
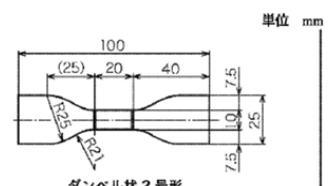


図5 引張試験パラメーター



キセノンウェザーメーター



ダンベル状2号形

図6 キセノンメーター

図7 試験体切抜き

回数 200 万回の振動試験計画とした。また、振動試験を対象としてボルトキャップにキセノンメーターの 15 倍の照射能力を持つ、メタルハライドランプ (900 W/m^2) を用いて 130 時間紫外線照射を行い、目視で紫外線による異常を確認できる状態で振動試験を行った。

3. 試験結果

3-1 紫外線劣化した試験体の引張試験

紫外線照射を行った試験体に対して有色の素材と透明の素材で比較を行った。図 9 に示すよう透明の素材はほとんど変化がないのに対して、有色の素材は茶色に変化しているのが確認できた。

図 10 に引張強さと紫外線照射時間との関係を示す。図より有色の素材は 1000 時間を超えると大きく引張強さが落ちているのに対し、透明素材は 2500 時間の照射でも大きな変化が見られない。

以上の目視と引張強さの結果から、透明キャップ素材は、有色の素材と比較して紫外線に強い耐候性を持っていると考えられる。

3-2 振動実験

振動条件を変え計 3 度の実験を行った。1 回目の結果は 60 万回で試験鋼板の母材が破断した。破断部を図 11 に示す。また、母材が破断したにも関わらずボルトキャップの剥落はなかった。2 回目・3 回目についてもボルトキャップの剥落はなかった。これより、つばのみ充填は十分な密着力があり振動による落下は起こりにくいと考えられる。

次に、ナットの緩み実験では、ボルトキャップの剥落は無かった。図 10 に示すようにナットが回転していることや、ボルトキャップ内部にねじれの跡が確認できる。これは、ボルトに接している充填材が剥がれる要因は、緩みであることを示している。

4. まとめ

- (1) 引張試験より、紫外線に対する耐久性の高さが確認できた。
- (2) 振動実験より、つばのみ充填の十分な密着力が確認できた。

参考文献

- 1) WHO 気象庁：
紫外線データ集 (UV インデックス)



図 8 振動試験・試験体

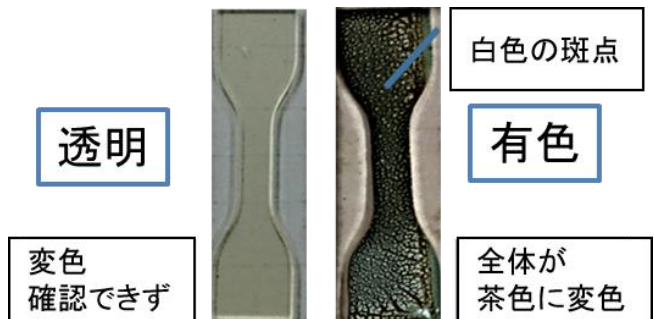


図 9 2500 時間紫外線照射した試験体

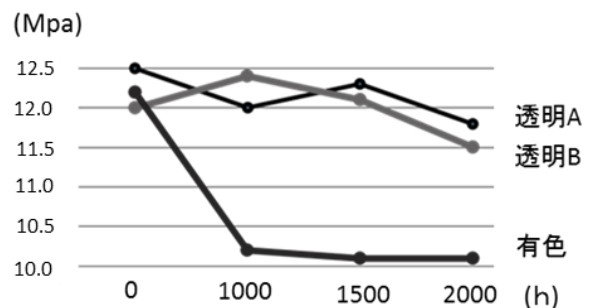


図 10 引張強さ比較



図 11 母材破断

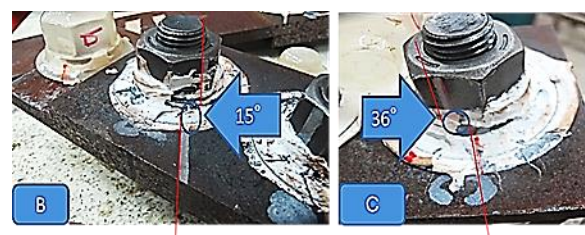


図 12 ボルトキャップ内部