



ボルトナット防錆キャップの 緩み性能試験

○寺阪 剛 共和ゴム(株)

川崎 敏恵 共和ゴム(株)

藤井 克紀 共和ゴム(株)

阿南 隆志 共和ゴム(株)

1. はじめに (1)

高度成長期に建設された道路・橋梁など社会インフラは現在建設後40年以上が経過し、維持管理のニーズが飛躍的に高まり、その長寿命化が強く求められています。

橋梁などの構造物や照明柱などのインフラ設備において、ボルトナットの健全化はインフラ設備そのもの長寿命化にとって必要不可欠です。

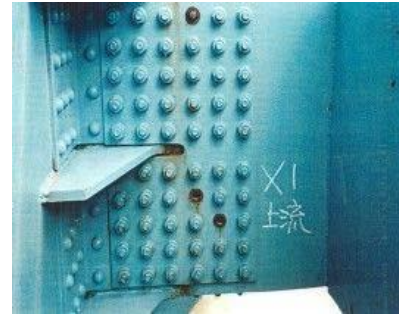
本研究では耐食性能・防錆性能が腐食促進試験により要求性能が確保され、加えて有効性・基本特性が確認されている防水パッキンを有する透明ボルトナット防錆キャップの耐振動性・脱落防止の検証を行いました。

ボルトナットの化粧・目隠しの域を出ていなかったボルトナット防錆キャップを防錆効果とともに、脱落性能の検証の為、加速振動試験としてNAS (米国航空宇宙規格) による高振動試験を実施し、防錆効果とともに高振動部位での適応の検証を行いました。

ボルトの経年劣化・腐食と脱落



高力ボルトの腐食



遅れ破壊によるボルトの脱落



主構造部位(ボルト接合部)の腐食

従来の有色ボルトキャップ



化粧・目隠し

- 目視点検 … 不可
- ボルト打撃点検時 … **キャップ着脱不可**
- 耐振動性 … 検証なし

透明ボルトナットキャップ



防錆・耐候

- 目視点検 … **可**
- ボルト打撃点検時 … **キャップ着脱可**
- 耐振動性の検証 (本研究発表)

1. はじめに (2)

本振動試験の研究対象のボルトナット防錆キャップの特性を記します。

複合サイクル試験 (CCT試験)

「JASO M609-91」に基づくCCT (複合腐食) 試験
(JIS H 8502 めっきの耐食性試験方法)

- 1 塩水噴霧 2時間 (温度: 35±1°C, NaCl濃度: 5±0.5%)
 - 2 乾燥 4時間 (温度: 60±1°C, 相対湿度: 20~30%RH)
 - 3 湿潤 2時間 (温度: 50±1°C, 相対湿度: 95%RH以上)
- くりかえし 1サイクル: 8時間

屋外暴露と相関性がある金属系の腐食促進試験です。
ボルトナットへの防錆性能検証確認済です。

200サイクル実施
腐食・赤錆なし



着脱可能な乾式接合用防水パッキンが腐食要因を遮断

防水試験IPX-7

「JIS C 0920-1993 & JEM1030-1983」に基づく
防水性能試験
水圧 1 気圧、30分間の止水性を保持

スマートフォンやダイバーウォッチ等で有名な防水性能試験です。同試験により防水性能も検証確認済。



着脱可能な防水パッキンが水密性を確保

サンシャインカーボンアーク灯式耐候性試験

「JIS K 7361」に基づく
有機系材料の耐候試験

屋外暴露と相関関係がある有機材系の耐候促進試験です。
ボルトナット防錆キャップ本体そのものの耐候性も検証済です。

0h



1500h



本体耐候性◎: ひび割れ無し、黄変・白濁はほぼ無し

ポリカーボネート製

透明なのに、丈夫で割れにくい。
ガラスの250倍以上、アクリルと比較しても30倍以上の耐衝撃性を持ち、耐熱性に優れ長期間の使用が可能となっています。

丈夫で割れにくい

防水・緩み止めゴムパッキン装備

定着部の滑り抵抗を維持、振動による緩みの軽減 (本研究のNAS振動試験クリア) 繰り返し着脱が可能かつ、高い水密性を確保 (IPX7クリア)

NAS振動試験、IPX-7 クリア

2. NAS振動試験

NAS振動試験とは…

NAS (National Aerospace Standard) 3350
米国航空機宇宙規格による高振動試験

大型旅客航空機やスペースシャトルの接合部の金属ファスナーの選定基準となっています。

独鉄道規格のユンカー式振動試験と並び、高振動試験と評されています。

供試体としては、M16・M22の高力ボルト(F10T)と、M16全ねじボルト(強度区分4.8)同ボルト締結ナットとしてボルト本体が振動試験で緩まないようNAS振動試験をクリアしている「脱落防止特殊緩み止めナット(M16用)」を選定しました。



NAS振動試験条件・概要・選定供試体

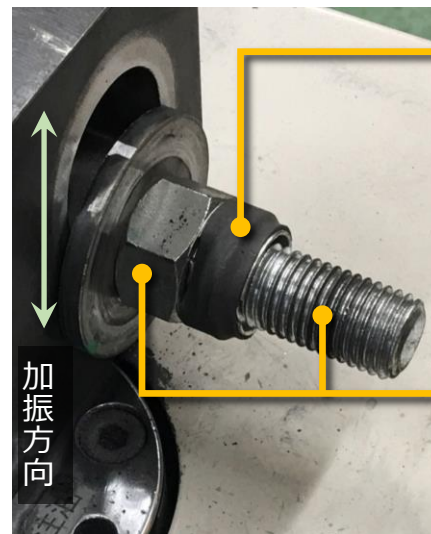
NAS振動試験 条件

加振方向	変位(mm)	振動数(pm)	加振回数(回)	温度(℃)
上下	11.43mmp-p	1,750-1,800	30,000(約17分)	常温

合格判定

1回転(360°)未満
キャップ本体に割れ・亀裂がない

NAS振動試験 概要



脱落防止特殊緩み止めナット
(M16 全ネジボルトに使用)

使用ボルトナット

- ・ M16 高力ボルト (F10T)
- ・ M22 高ボルト (F10T)
- ・ M16 全ねじボルト (強度区分4.8)

選定供試体

使用ボルトナット防錆キャップ

- ・ M16 高力ボルト用
- ・ M22 高ボルト用
- ・ M16 ダブルナット用



3. 結果と考察（1）

ボルトナット防錆キャップの振動試験前後の写真を右に記します。

写真は締付軸力、ネジ余長の条件が一番劣るM16高力ボルトになります。

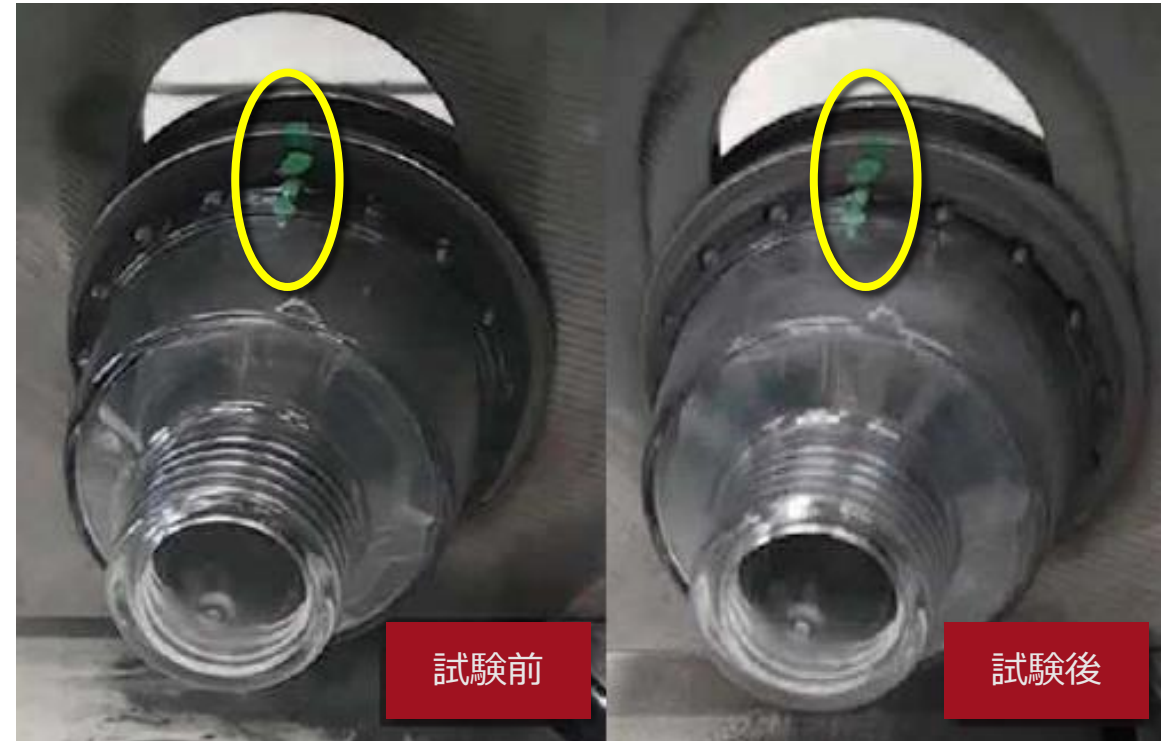
左が振動前、右が振動数1750～1850 p mで17分間加振後の写真になります。

ご覧頂けるように、緩み供回り確認用の合いマークに緩みによるズレ供回りの減少は見られませんでした。

またボルトナット防錆キャップ本体の割れ、亀裂もみられませんでした。

NAS振動試験 写真

M16 高力ボルト



供回り確認用合いマークに 緩みによるズレ・供回りなし
ボルトナット防錆キャップ本体の 割れ・亀裂もなし

3. 結果と考察 (2)

ボルトナット防錆キャップの振動試験前後の写真を右に記します。

写真は締付軸力が一番高いM22高力ボルトになります。

左が振動前、右が振動数1750~1850 p mで17分間加振後の写真になります。

ご覧頂けるように、緩み供回り確認用の合いマークに緩みによるズレ供回りの減少は見られませんでした。

またボルトナット防錆キャップ本体の割れ、亀裂もみられませんでした。

NAS振動試験 写真

M22 高力ボルト強度区分



供回り確認用合いマークに 緩みによるズレ・供回りなし
ボルトナット防錆キャップ本体の 割れ・亀裂もなし

3. 結果と考察 (3)

ボルトナット防錆キャップの振動試験前後の写真を右に記します。

写真はM16全ねじボルト（強度区分4.8）になります。

左が振動前、右が振動数1750～1850 p mで17分間加振後の写真になります。

高力ボルトよりねじ余長が長く、ご覧頂けるように、緩み供回り確認用の合いマークに緩みによるズレ供回りの減少は見られませんでした。

またボルトナット防錆キャップ本体の割れ、亀裂もみられませんでした。

NAS振動試験 写真

M16全ねじボルト 強度区分4.8



供回り確認用合いマークに 緩みによるズレ・供回りなし
ボルトナット防錆キャップ本体の 割れ・亀裂もなし

4. 緩み止めのメカニズム

NAS振動試験クリアの要因として

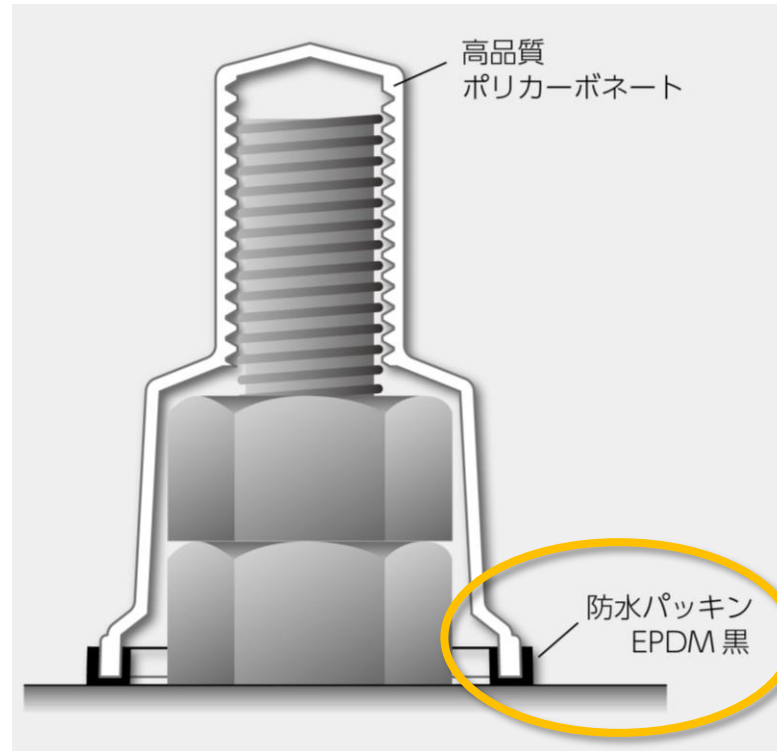
- ① ボルトナット防錆キャップと締結ボルトネジ余長を活用出来たこと。
- ② 定着部のすべり抵抗の維持、振動による緩みの軽減を有するEPDM防水・緩み止めゴムパッキンの効果

の2点の効果が想定され、

そのメカニズム解明の為、①ネジ余長・②ゴムパッキンの有無による検証を行いました。

次葉に検証結果を記します。

EPDM 防水・緩み止めゴムパッキン



NAS振動試験



水密性試験

4. 緩み止めのメカニズム

複数条件によるNAS振動時試験結果を右に記します。

まず、緩み止めゴムパッキン無しの場合、ネジ山 2.5、3、4、12 山で加振の結果、すべてボルトナット防錆キャップが緩みましました。

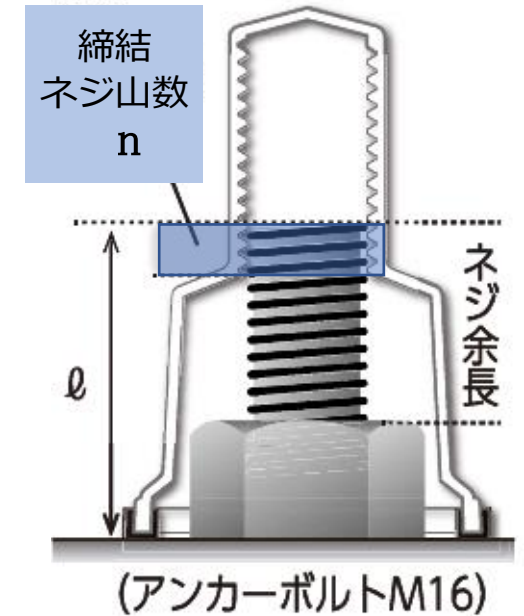
一方、緩み止めゴムパッキンを装着した場合、1.5山を除いた全てのネジ山で緩まないことが判りました。

粘性と弾性を併せ持つ粘弾性体としてのゴムの特有の性質が防水機能のみならず、振動を吸収し、設置面とのすべり抵抗性を有することで、強い緩み止め効果を発揮したと考えられます。

緩み止めゴムパッキンとキャップ締結余長による緩みの検証

NAS振動試験結果 まとめ

l (mm)	ゴムパッキンあり		ゴムパッキンなし	
	n	結果	n	結果
40	1.5	× 脱落	2.5	× 脱落
41	2	○ 合格	3	× 脱落
44	3	○ 合格	4	× 脱落
60	11	○ 合格	12	× 脱落



ネジ余長が2山以上であれば、緩み止めゴムパッキンが耐高振動性能を発揮

5. まとめ

確認できたこと

- ◆ ボルトナットの健全化・長寿命化対策としてナット並びにボルト余長ねじ部にボルト防錆キャップを取り付ける有効性は、ボルトナットの耐食性、キャップ本体の耐候性等から検証済であったが、高振動部位でも緩まないという機能面での確認・検証が出来た。
- ◆ ボルトナット防錆キャップは製品性能に合致したネジ余長の確保とゴムパッキンを止水性能効果を発揮する設置面との密着した乾式接合によりNAS振動試験後も緩み、割れ、亀裂などなく、長時間使用でも緩みがないことを確認した。

今後の継続研究課題

- ◆ ボルト頭部に関しては、防錆効果があり、且つ脱落防止を兼ね備えた透明キャップ等は従来技術では存在しない。
- ◆ 防錆効果のある透明ボルトヘッドキャップの開発を進めており、複合腐食試験、NAS振動試験などにより、その有効性の確認を行い、更なるボルトナットの健全化を目指しインフラ長寿命化に貢献したい。



謝辞

大阪市立大学大学院 教授 山口隆司先生
には本研究へのご助言とともに、論文の
細部に亘りご指導を戴いた。

また石徳螺子株式会社よりNAS振動試験
機貸与及び供試体の脱落防止特殊緩み止
めナット, ボルトナットの提供を頂いた。

ここに深謝の意を表する。



試験状況の動画等について

以下URLより本研究動画等の閲覧が可能となっています。ご興味がありましたら、ご閲覧頂けると幸いです。

<https://youtu.be/tRo4sUuJQtU>

<https://ameblo.jp/monkey0602/entry-12500055633.html>

<https://ameblo.jp/monkey0602/entry-12497925761.html>



ご閲覧ありがとうございました。

