相反方向に締め付けるダブルナットを併用する特殊ボルトを用いた施工事例等について

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　藍郷　一博　塚田　堅士　清水　祐司
東鉄工業株式会社　正会員　○中村　宏　岡村　直利　北村　敬

１．はじめに

普通ボルトにおける緩み抑制構造は，一般的なダブルナット・上下のナットの形を楔状としたダブルナット・特殊リングをナットに組み込みネジ山の相反面に反力を与えるシングルナット・バネ機能を有するワッシャー等，様々なものがある．筆者等は，数ある緩み抑制機能付きのボルト・ナット等の中から，上下ナットを相反方向に締めるダブルナットを併用する，２重のネジを切られた構造の特殊なボルトに着目し，耐ゆるみ試験を行い，一部現場で施工を行ったので，この特殊ボルトの機能および施工性について報告する．

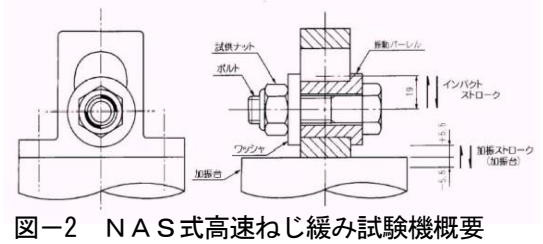
２．特殊ボルトの構造概要

本ボルトは，ボルト同軸上に相反するネジ山を転造で構成しておき，並目ねじの下ナット（右回り），および細目ねじの上ナット（左回り）を，相反方向に締め付けて，ナットが緩もうとする時に，ダブルナットが同一方向に共回りしないようにさせることで，緩みを防止する機能を持たせたものである(図 - 1)．また，１度緩んでも再度締め付けることが可能である．

図－1　ボルト・ナットの構造概要

３．緩み試験

現在，日本には耐緩み性能を規定する基準等は無いが，比較的簡易に試験が実施できることから，一般的にアメリカ航空機仕様(ＮＡＳ式)の緩み試験が行われる事が多い．試験機の概要を図－２に，試験機の仕様を表－１に示す．



図－2　ＮＡＳ式高速ねじ緩み試験機概要

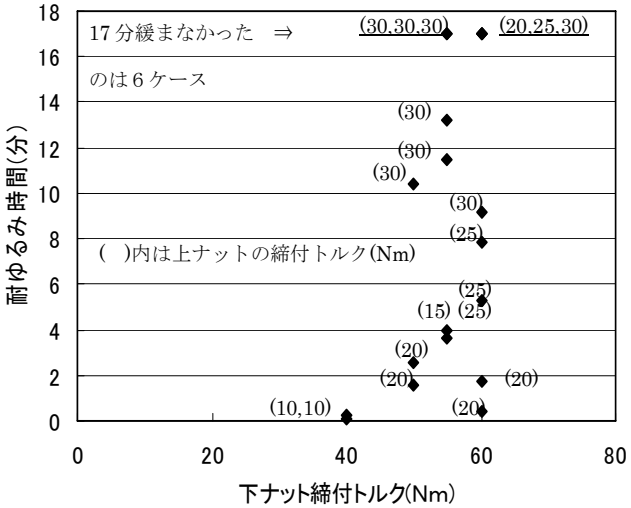
表－１　ＮＡＳ式高速ねじゆるみ試験機仕様

振　動　数	1,780 c.p.m
加 振 ス ト ロ ー ク	11 mm
イ ン パ ク ト ス ト ロ ー ク	19 mm
加 振 台 振 動 加 速 度	19.5 G
【参考】米国航空機仕様の基準の振動回数	30,000 回(17′)

本ボルトのゆるみ試験もＮＡＳ式で実施した．ここで，アメリカ航空機仕様における耐ゆるみ性能の基準は，17 分間(30, 000 回)緩まないことであるが，17 分という基準，および試験中にボルト・ナットをセットしたバーレルがガタガタと叩かれる挙動から，車両荷重等による実際の供用状態で受ける振動よりも，過酷な試験である．

緩み試験の結果を図－3 に示す．また，17 分緩まなかったケースの戻しトルクを表－2 に示す．試験試料は，SS400 鋼材を使用し，M12 ボルトで 20 ケース実施した．

① 下ナットの締め付けトルクを 55N･m 以上，上ナットで 20N･m 以上とした６ケースでは 17 分緩まなかった．
② 17 分間緩まなかった６ケースでは，緩み試験終了後，戻しトルクが十分に残っている．
③ 試験結果は大きくばらついている．上下ナットのトルクを①と同程度としても，12 ケースで０～14 分の間で緩んでいる．このばらつきの要因は，ボルト・ナットの噛み合わせ精度，上ナットの細目ネジ側に大きなトルクを入れたこと，M12 と径が小さく相対的により過酷な試験条件になったことが考えられる．



図－3　ゆるみ試験結果概要(M12)

４．塩水噴霧試験

膜厚が比較的厚いとされる溶融亜鉛メッキ仕様のボルトにナットを締め付けると，ボルトのネジ山からメッ

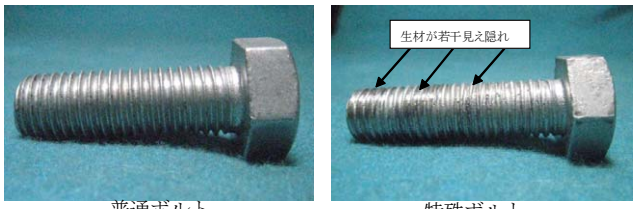
キーワード：ボルト　緩み抑制　防錆
連絡先　〒160－8589　東京都新宿区信濃町 34 番地　ＪＲ信濃町ビル４階　東鉄工業株式会社　土木エンジニアリング部　TEL 03－5369－7621

キが削られることがある．そこで，M12 ボルトを用いて，ナットを締めた後にメッキが削られた場合，溶融亜鉛メッキの防食効果への影響程度を調べるため，JIS Z 2371 に準拠し，塩水噴霧試験を実施した．

写真－1 と 2 に試験前後の状況を示す．比較のために用いた普通ボルトは，ダブルナットを根元まで締め，ナットをはずした状態でメッキがボルトネジ山に残った状態から試験を開始し，特殊ボルトはナットをはずした後で，メッキが削られ，鋼材の生材が見え隠れする状態から試験を開始した．500 時間塩水噴霧を行った後の，試験終了後の状況は，両者とも発錆し，発錆量は特殊ボルトの方が若干多い．但し，相対的には大差ない状態と言える．特殊ボルトでは，鉄の生材露出部がイオン化する(錆びる)のを防ぐため，周囲の亜鉛メッキが先にイオン化する犠牲防食作用により，発錆が抑制されたと考えられる．

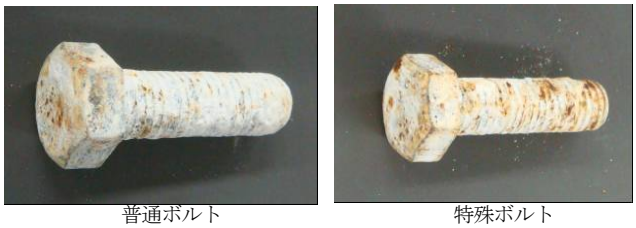
表―2　戻しトルク

締付けﾄﾙｸ(N･m)			戻しﾄﾙｸ(N･m)	
No.	下ﾅｯﾄ	上ﾅｯﾄ	下ﾅｯﾄ	上ﾅｯﾄ
1	60	20	62.9	24.4
2	60	25	55.7	43.3
3	60	25	64.6	40.7
4	55	30	40.7	38.5
5	55	30	32.9	36.8
6	60	30	59.2	40.6



普通ボルト　　特殊ボルト

写真－1　試験開始前(ナットをはずした後)


普通ボルト　　特殊ボルト

写真－2　500 時間噴霧試験終了後

5．施工例および今後の課題

写真－3～5，および図－4 に，これまでに実施した施工例を示す．また，使用された特殊ボルト・ナットの仕様を表－3 に示す．事例③の橋マクラギ用フックボルトの例では，供用開始から 2 年 8 ヶ月後の状況として，木

全　景　　側　面

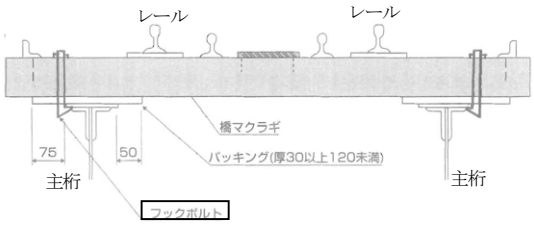
写真－3　①防風柵の有孔折板と支柱の接合

全　景　　側　面(締め付け中)

写真－4　②橋りょう制振対策用の縁切り部の接合

全　景　　再締め付け

写真－5　③橋りょう上の橋マクラギ用フックボルト



図－4　橋マクラギとフックボルト(概要)

表－3　実施工における特殊ボルト・ナットの仕様等

ｹｰｽ	ﾎﾞﾙﾄ径	使用本数	備考(防錆処理・その他)
①	M12	1,900 本	ﾎﾞﾙﾄ･ﾅｯﾄとも溶融亜鉛ﾒｯｷ　上ﾅｯﾄにｸﾛﾑ(電気ﾒｯｷ)を付加
②	M10	56 本	ﾎﾞﾙﾄ･ﾅｯﾄともﾀﾞｸﾛﾀｲｽﾞﾄﾞﾒｯｷ(下ﾅｯﾄ 40N･m　上ﾅｯﾄ 17N･m の管理)
③	M25	64 本	ﾎﾞﾙﾄと上ﾅｯﾄはｸﾛﾑの電気ﾒｯｷ　下ﾅｯﾄはｸﾛﾒｰﾄﾒｯｷ

マクラギとワッシャーの間に空隙が認められた 6 箇所を再度締め付けた程度の対応で済んでおり，従来品よりも緩みにくい状況で推移している．

写真－6　トルクレンチのソケット

また，事例②では，上下ナットの高さを変え，なおかつナット 1 個だけを確実に咥えるソケットを有し，所要のトルクに達すると音で知らせるトルクレンチ(写真－6)を使用し，確実なトルク管理を行った．事例②は今後の方向性を示唆すると考えられる．今後は，現場で上下ナットが見間違われない構造・方法，適正な締め付けトルク値がナット 1 個単位で管理できる工具の整備等を進めたい．