

I-211

トルシア形高力ボルトの温度特性と振動試験による軸力変化

日本鉄道建設公団 正員 稲葉紀昭  
日本鉄道建設公団 正員 保坂鐵矢

1. はじめに

トルシア形高力ボルト（以下 トルシアボルト）を接合材料に用いることは従来の六角高力ボルト（以下 六角ボルト）に比べ施工管理が容易で架設時の省力化にもなり、経済性に優れた長所を有する。一方、現場における締付力の調整ができないためメーカーでの一層の品質管理が要求される。「トルシアボルトの温度特性」に関しては1984年11月「橋梁と基礎」<sup>1)</sup>において詳細が報告され一部の製品についてはなお一層の品質向上を要請している。その後、各メーカーの品質改善努力により従来に比べさらに良い成果が期待されている。この度、上記についての確認のため、8メーカーの協力を得て温度特性に関する同様の試験を実施した。併せて、鉄道橋個有の問題である継手試験体における振動によるボルトの軸力経時変化および、すべり耐力変化に関する試験を行なった。

以下、その結果の概要について述べる。なお、試験ボルト総本数は3600本である。

2. 試験の概要

試験の概要を表-1に示す。経時変化に伴う温度特性試験および、ある期間に一定の動的繰返し荷重履歴を受けた継手試験体と繰返し荷重を受けていない静的な継手試験体における軸力変化を六角ボルトと対比させた振動試験を行なった。

1) 試験材料

ボルトはM22×80、S10T（F10T同等）を使用し温度特性試験については8メーカーの製品をそれぞれ自主的に用意した1ロットより抽出した。振動試験は1メーカーの製品についてのみ行なった。

2) 温度特性

室内に保存した状態で0, 3, 6ヶ月の各経過段階ごとにボルトを取り出し常温（10~30℃乾）状態にしたもの、水道水に30分間浸漬して常温（10~30℃湿）状態にしたもの及び、恒温槽で-20, -10, 0, 40 及び、60℃の各温度で1時間保持したものについて導入軸力を測定その変化を調べた。なお、低温地域を考慮した-20, -10℃の試験について供試体・試験機器ともに冷却する必要があるため、冬期・北海道で5ヶ月経過のみ測定した。軸力の測定はボルト試験機（ロードセルが内蔵されている。）に行なった。

0ヶ月目の軸力測定結果を図-1に示す。温度による軸力変動は当公団

表-1 試験一覧

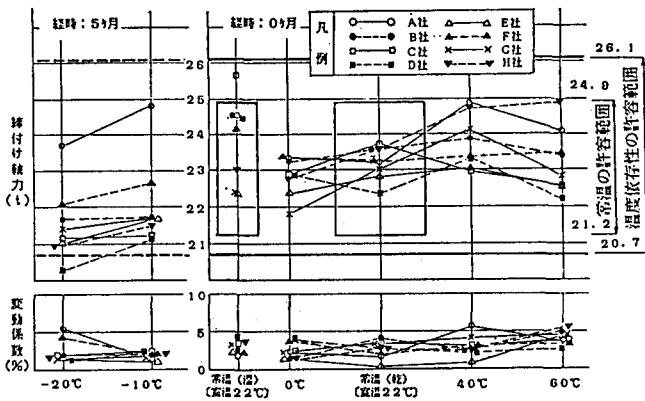
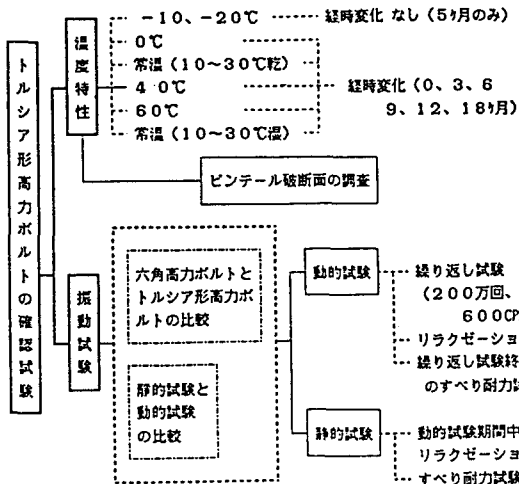


図-1 温度特性による軸力変動

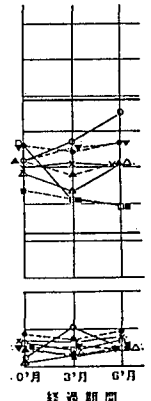


図-2 常温（乾）軸力経時変動

で規定している許容範囲<sup>2)</sup>を超えるものは無く、最大変動係数は常温(乾)で3.7%、60℃で最大5.7%である。また低温域の試験では-20℃で一部許容範囲を超えるものがあった。また常温(湿)では常温の許容範囲を越すものがあり、現場において水濡れしない状態に保管することの重要性が指摘される。6ヶ月目までの常温(乾)軸力経時変化を図-2に示す。常温(乾)状態で0ヶ月目に対する各経時軸力変化は3ヶ月目で最大1.62t(7.2%)、6ヶ月目で最大1.74t(7.3%)である。

3) 振動試験

(1)試験体: 継手試験体は図-3に示すように、2本ずつの六角ボルトとトルシアボルトの両面添接とし、ボルト軸部の相対する面にそれぞれひずみ計を取り付け、動的・静的試験各3体(T<sub>1</sub>~T<sub>3</sub>・T<sub>4</sub>~T<sub>6</sub>)、計6体について軸力を測定した。

(2)試験条件: 秤量40t(動)の電気油圧式(サーボ型)振動疲労試験機で片振22.5t、繰返し速度600CPM、繰返し回数200万回とした。

(3)試験方法: 試験体の軸力導入は6体同時に行った後、3体の動的試験については試験開始までの経過時間をそれぞれ変えて所定繰返し回数ごとに軸力変動を測定した。1動的試験は約55時間を要し、3体の試験終了時(途中約60時間停電を含めて250時間)に3体の静的試験と同時期にすべり耐力試験を行った。

(4)試験結果: 図-3は軸力減衰率の経時変化、図-4は繰返し荷重期間中の軸力減衰量の変動、表-2は動的試験期間における軸力減衰率と同期間の静的試験のものと比較した結果をそれぞれ示す。①試験終了後(250時間)における6試験体の平均軸力減衰率はトルシアボルト95.09%、六角ボルト95.37%で大差はない(図-3)。②トルシアボルト、六角ボルトとも動的荷重時期が初期のものほど軸力減衰率が大きい。また、両ボルトでの軸力減衰率に差はあまりない(図-3,表-2)。③動的試験における軸力減衰値の変動は一定で両ボルトの差異はあまりない(図-4)。なお、すべり耐力試験によるすべり係数値はトルシアボルト:0.639~0.683、六角ボルト:0.606~0.688で、両ボルトとも同等の値を示している。

3あとがき

今回の確認試験により、トルシアボルトの温度特性については現行の施工管理の基準<sup>2)</sup>に従って施工される限り軸力変動が許容範囲を超えることはない判断され、既報<sup>1)</sup>におけるデータに比べ、より品質面での信頼性が高まったと思われる。また、振動試験による軸力減衰結果も六角ボルトと大差なく、問題ないことが確認できた。現在、本格的採用を前提にトラス及び、ガーダー橋に試行し、現場データを収集中である。なお温度特性については9,12および、18月にわたる長期軸力経時変化測定を継続中である。

最後に、試験にあたって材料提供等、多大な御協力いただいた8社(日鐵\*ルン, 神鋼\*ル、三星産業, 住金精圧品工業, 滋賀\*ル、日本ファナ、龍上精機, 帝国製鉄) 関係各位に紙上を借りて謝意を表します。 参考文献 1) 西田、多久和、石川「トルシア形高力ボルトの温度特性」橋梁と基礎 84-11

2) 日本鉄道建設公団「トルシア形ボルトの設計施工の管理の手引」

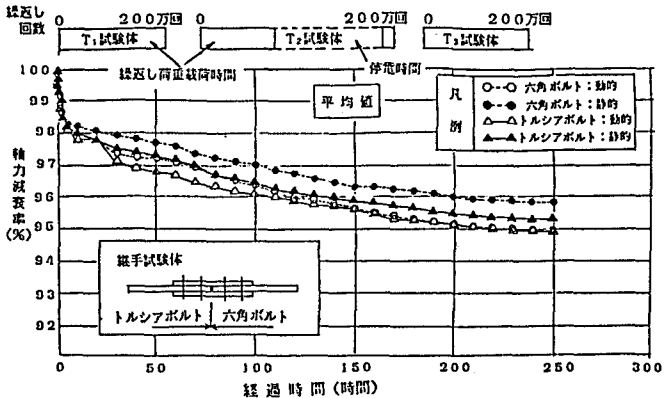


図-3 軸力減衰率の経時変化

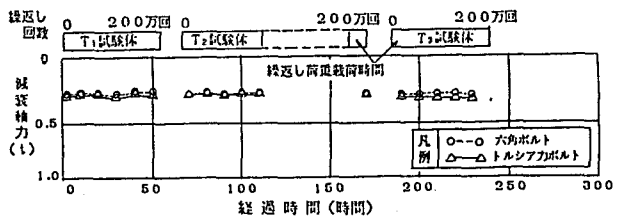


図-4 繰返し荷重期間中荷重期間中の軸力減衰量の変動

表-2 動的試験期間における軸力減衰率の比較

動的 時期 の間 荷重 範囲 経過 時間	軸力減衰率 (%)					
	動的試験			静的試験		
	試験体	トルシア*ル	六角*ル	試験体	トルシア*ル	六角*ル
①	T <sub>1</sub>	4.63	4.41	T <sub>3</sub> 合 T <sub>4</sub> 計	2.87	2.40
②	T <sub>2</sub>	1.19	1.25	T <sub>5</sub> 平 の 均 値	0.94	0.78
③	T <sub>3</sub>	0.58	0.28		0.34	0.36

注) ①: 0~60時間 ②: 60~170時間  
③: 170~250時間を示す。