

日本鉄道建設公団 正会員 津金昭一

正会員 井口光雄

1. まえがき

摩擦接合用トルシア形高力ボルト（以下「トルシア形ボルト」という）は、従来の高力六角ボルト（以下「六角ボルト」という）に比べ、施工・管理が容易で架設時の省力化にも経済性にも優れた長所を有する。一方、現場における締付けトルクの調整が出来ないため、温度変化等による締付け軸力に変動し易い短所も有する。このためトルシア形ボルトは、製品自体に高度な性能と精度が要求され、各メーカーにおいて品質改善努力が成されてきており、鋼鉄道橋の接合材料としてトルシア形ボルトを本格的に採用するべく、ボルト品質の確認のため、現場施工の実情に合わせた形での温度特性について、締付け時の温度と保管期間の経過時間の違いによる締付け軸力の変化を試験によって確認を行った。また併せて、鉄道橋固有の問題である振動に関して継手試験体でボルトの軸力経時変化及び耐力変化に関する試験も行った。

以下、試験結果の概要と実際にトルシア形ボルトを全面的に施工した北総線・江戸川橋梁の施工結果について報告する。

2. トルシア形ボルトの品質確認試験

試験の概要を表-1に示す。径時変化に伴う温度特性及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履歴を受けていない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った。試験材料は、M22×80 S10T(F10T同等)を使用し、温度特性試験は、8メーカーの製品、振動試験は、1メーカーの製品についてのみ行った。総試験ボルト本数は1600本で、軸力の測定はロードセルが内蔵されているボルト試験機で行った。

1) 温度特性に関する試験

軸力測定結果のうち6ヶ月目の軸力変動を図-1に、常温（乾）軸力経時変化を図-2に示す。

①温度特性による軸力変動は当公団で規定している表-2に示す許容範囲をこえるものは無く、最大変動係数は常温（乾）で4.7%、60℃で最大7.3%である。②ボルトの水濡れ状態「常温（湿）」と60℃の温度で一部の製品に常温の許容範囲を超えるものがあつた。③常温（乾）状態で0ヶ月目に対する各径時軸力変化は、3ヶ月目で最大1.62t(6.8%)、6ヶ月目で最大1.74t(7.3%)、9ヶ月目で最大1.24t(5.2%)、12ヶ月目で最大2.14t(9.1%)である。

以上の結果より、ボルトの工場出荷時の品質が現

表-1 試験一覧

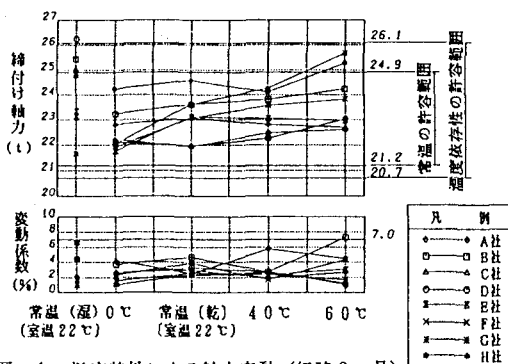
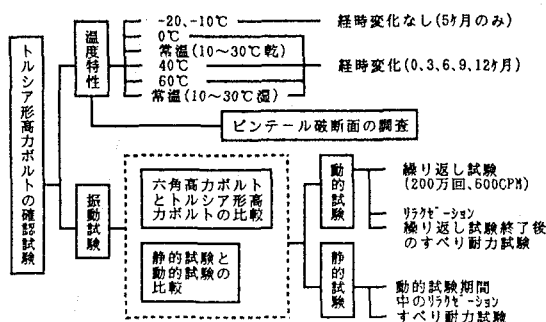


図-1 温度特性による軸力変動（径時6ヶ月）

表-2 セットの締付け軸力の平均値（単位：ton）

ボルトの機械的性質による等級	ボルトの呼び	常温の許容範囲（10~30℃）		温度依存性による許容範囲（0~10℃、30~60℃）	
		下限値	上限値	下限値	上限値
S10T	M20	17.2	20.2	16.7	21.1
	M22	21.2	24.9	20.7	26.1
	M24	24.7	29.0	24.1	30.4

場施工時まで保たれるよう包装や保管に注意し、ボルト搬入は計画的に行い施工までの期間をできるだけ短くし、その期間を原則として6ヶ月以内とした。また、トルク係数値は水濡れの状態で変化しやすいため降雨時などでの作業の禁止などについてトルシアボルトの施工管理の手引に仕様した。

2) 振動試験

軸力減衰率の経時変化を図-3に、動的試験期間における軸力減衰率と同期間の静的試験との比較を表-3に示す。

試験の結果、①200万回の動的試験完了後の平均軸力減衰率は、トルシア形ボルト95.09%、六角ボルト95.37%で大差ない。②軸力減衰値の変動は一定(0.2~0.3t)で両ボルトの差異はあまりない。③振動試験直後の動的載荷試験体と静的試験体のすべり耐力試験によるすべり係数値はトルシア形ボルト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. 実橋での施工結果

鋼鉄道橋として本格的にトルシア形ボルトを採用した北総線・江戸川B(複線下路トラス 全長320m)における施工データについて、締付け管理シートより鋼材の表面温度と締付け軸力の関係を図-4に示す。施工時期が5月から9月までと非常に鋼材表面温度が高くなる時期に行ったにもかかわらず常温での管理値に締付け軸力が入っており、また変動係数も3.4%と非常に少なかった。

4. あとがき

今回の品質確認試験や実橋の施工結果より、温度特性による軸力変動や軸力経時変化については、現行の施工管理の手引に従って施工される限り許容範囲を超えることはない。また、振動試験による軸力減衰効果やすべり耐力についても六角ボルトと大差なく、トルシア形ボルトの品質面での信頼性が十分認められる。

また、現場における施工に関して、作業・管理の省力化、迅速性に非常に役立ち、数値に現われない効果がみられた。この様に、江戸川Bを始めとした施工実績を積み重ね、各種データの収集、調査を行い、より品質の安定した接合材料としたいと考えている。

最後に、試験にあたって日鐵ボルト、神鋼ボルト、三星産業、住金精圧品工業、滋賀ボルト、日本ファスナー、瀧上精機、帝国製鉄の各社や資料収集など関係各位に御協力していただき感謝しております。

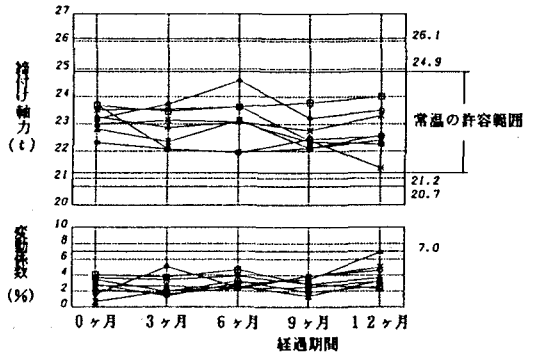


図-2 常温(乾)軸力経時変化

表-3 動的試験期間における軸力減衰率の比較

動的載荷試験の期間(時間)	軸 力 減 衰 率 (%)					
	動 的 試 験			静 的 試 験		
	試験体	トラスボルト	六角ボルト	試験体	トラスボルト	六角ボルト
①	T ₁	4.63	4.41	T ₁ 、 T ₂ 、 T ₃ の 合計平均値	2.87	2.40
②	T ₂	1.19	1.25		0.94	0.78
③	T ₃	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。

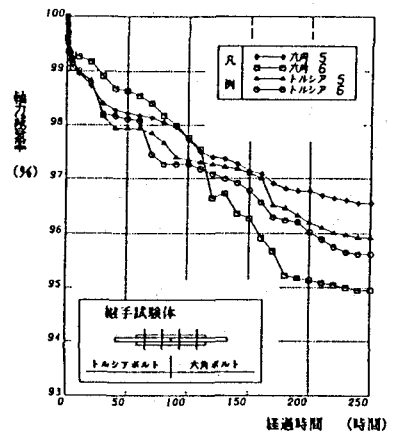


図-3 T3試験体の軸力減衰率の経時変化

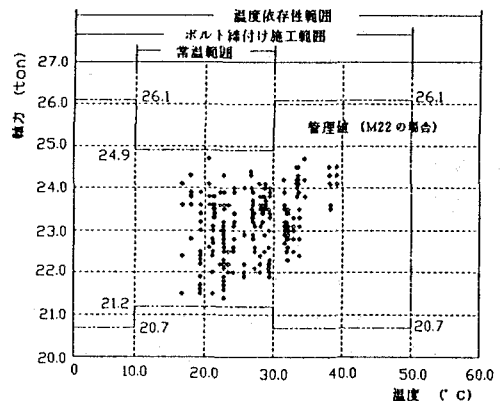


図-4 江戸川B 締付け管理