

名古屋高速道路公社 正員 佐藤 章 次
正員 虫 賀 恭 一
三菱重工業株式会社 正員 三 宅 勝
正員 ○鈴木 英 二

1. まえがき

都市高架橋はその立地条件から建物に近接して施工されることが多く、建物が火災を起した場合、高架橋に与える影響は大きい。鋼橋を対象とした場合、その耐荷力上最も問題となるのは高力ボルト継手部であろう。高力ボルト継手の高温すべり耐力については、従来数多くの実験が行われ、その性状は明らかにされてきているが、これらはいずれも摩擦面を発錆させた試験体によるものである。一方最近、鋼桁の製作から架設までの期間が長い場合、摩擦面を防錆処理しておくことが多くなっているが、このような継手の高温すべり試験は行われたことは無い。市道高速1号運河工区上部工は倉庫群の直上を跨ぐ鋼床版桁橋で、倉庫火災時の検討として、摩擦面にジンクリッチペイント塗装した高力ボルト継手の高温すべり試験を実施したので、ここに報告する。

2. 試験体、試験装置

- 試験体は加熱冷却後すべり試験用（A型）と熱間すべり試験用（B型）の2種類とし、材質は母材SM50YB、添接板SM50YAとした（図-1）。塗装は、まず一次表面処理としてミルメーカーでブラスト後無機ジンクリッチプライマー15μを塗布、試験片加工完了後、ブラスト処理により除錆度SIS Sa2.5以上、表面粗さ70μRz以下とし、厚膜形無機ジンクリッチペイントを塗布した。膜厚の測定結果は70~100μであった。
- 高力ボルトセットはS10T、M22とし座金の熱処理条件によりB1、B2の2タイプとした（表-1）。試験体組立時にボルト導入軸力を検定した結果、B1タイプ21.7ton、B2タイプ23.0tonであった。
- 試験装置は東京工業大学の150tonヴォールドウィン大型万能試験機及び付属の大型電気炉を用いた。

3. 試験内容

試験内容は大きく分けて、加熱冷却後試験（加力タイプA）、加熱熱間試験（加力タイプB）と載荷加熱試験（加力タイプC）の3種類で、これにボルトセットタイプ、加熱温度との組合せを考えて表-2の内容とした。加力タイプAは所定温度まで試験体を加熱後空冷し常温ですべり試験を行い、加力タイプBは所定温度まで加熱後熱間ですべり試験を行うものである。また加力タイプCは引張荷重14ton作用状態で所定温度まで加熱し、熱間ですべり試験を行うものである。表-2中のボルトセットタイプB3は、B1ボルト使用で加熱し、冷却後新品のB1タイプボルトに交換するものである。

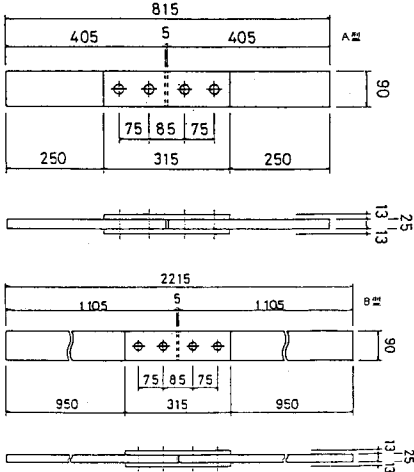


図-1 試験体

	材 質	ボルトセットタイプ		熱 処 理 条 件	
		B1	B2	焼 入	焼 戻
ボルト	BOLTER110	○	○	880℃水冷	440℃空冷
ナット	S40C	○	○	焼透焼入水冷	580℃空冷
	S45C	○		860℃油冷	400℃空冷
座 金	KSK208		○	880℃水冷	290℃空冷

表-1 ボルトセット熱処理条件

加力 タイプ	ボルト セット タイプ	加熱温度(℃)									
		常 温	150	200	250	300	350	400	450	500	
A	B1	④		③	③	③	③	③	①	③	
	B2							③	③	①	
	B3			③	③	③	③	③			③
B	B1		①	③	②	②	②	②	①	②	
	B2					②	②	②	①		
C	B1			①	①	①	①	①			

表-2 試験内容一覧表

4. 試験結果及び考察

荷重・すべり量曲線の1例を図-2に示す。曲線は類似しており、すべりは徐々に生じて支圧状態に入っている。試験時にすべり音を発するものは少なく、発する場合もかすかな音にとどまった。高温履歴を受けたボルトセットの力学的性質のうち座金の硬度は、材質S45Cでは400℃加熱までは熱影響を受けていないが、NSW20Bでは350℃加熱のもので常温の80%に低下していた。図-3に平均すべり耐力・加熱温度関係を示すが、これより次のことが判る。

- ・加熱冷却後試験のすべり耐力は200～300℃加熱の範囲では、常温に比べ15%程増加しているが350℃以上急激に減少している。冷却後ボルト交換したAB3では200～400℃で常温の20%増、500℃でも常温に等しい耐力となっている。
- ・熱間試験のすべり耐力は300℃までは徐々に減少し、350℃以上で急激に減少している。
- ・載荷加熱試験のすべり耐力は熱間試験と差はない。
- ・冷却後試験と熱間試験のすべり耐力を比べると、400℃までは冷却後の方が15%程大きい。これ以上の温度ではほぼ等しい。
- ・座金の熱処理条件が耐力に与える影響は無い。
- ・冷却後試験での耐力の低下は、AB3の結果よりボルト軸力の減少によると推定できる。熱間試験での耐力低下は、材料の力学的性質が変化しない300℃以下でも生じていることから、加熱中の摩擦面変化の影響が卓越している。

写-1に摩擦面塗膜の状態を示すが、塗膜は400℃まではやや退色して引き剥がされたような状態であり、450℃ではボルト孔を囲みくびれのある卵形で茶褐色に変色、500℃では卵形輪郭が白くなっていた。

5. あとがき

摩擦面に厚膜形無機ジンクリッチペイント塗装した高力ボルト継手の高温すべり試験を行い、図-3の結果を得た。試験体の項で記した塗装条件下では、道路橋示方書に規定されるすべり耐力を満す許容温度は350℃程度と考えられる。またボルトの交換を前提とすれば、400～450℃を許容温度とすることもできよう。

最後に当試験の実施にあたり、全面的な御指導、御協力をいただいた東京工業大学工業材料研究所古村教授・安部助手に心からの感謝の意を表するとともに、大成建設技術研究所田中空長の御助言、日鉄ボルトン(株)の御協力に御礼申し上げます。

<参考文献>

田中、小久保、古村：高温加熱を受けた高力ボルト摩擦接合部の性状について 建築論文集第252号

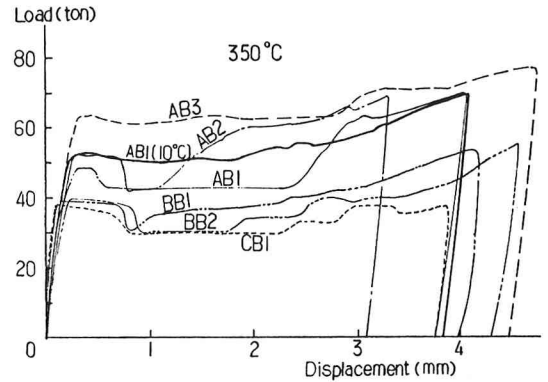


図-2 荷重・すべり量曲線

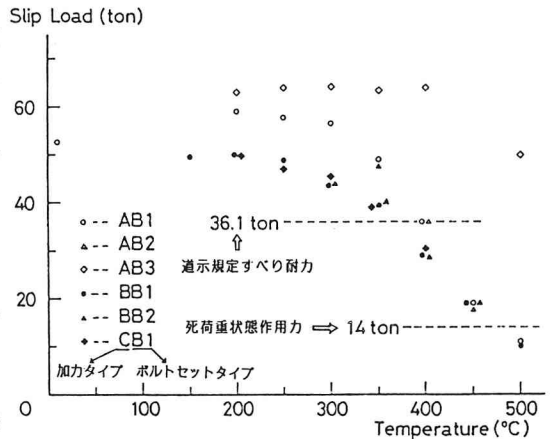
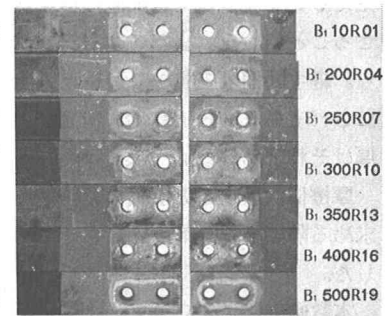


図-3 平均すべり耐力・加熱温度関係



写-1 摩擦面の状態