

I-100 ナット回転角とボルト軸力に関する実験的研究

阪神高速道路公団 正 南 荏 淳
同 上 神 田 正 孝
同 上 正 石 塚 幹 剛

1. まえがき

高力ボルトの遅れ破壊については、以前より問題となっている所であるが、当公団では昭和39年頃、F13Tを用いた橋梁が建設され、当時破壊事故が発生した為、一部についてF11Tに取替えた経緯がある。

ところが、大半はF11Tとして設計した所にF13Tのボルトで施工している為、F11Tに取替えても設計上の問題とならなかったが、一部当初よりF13T規格で設計された箇所があり、今回これをF10Tのボルトで取替えるにあたり、設計施工上の問題が生じた。

高力ボルトの管理に関する検討委員会(委員長: 西村 昭 神大教授)を串催して検討した結果、ナット回転法により導入軸力を当時の設計軸力に合わせることにより、F10Tを用いて施工することとなった。

現行道路橋示方書によれば、ナット回転法はF10Tについて認められていないので、今回実験を行い、施工の可否及び条件を検討したものである。

2. 実験概要

2-1 規定項目

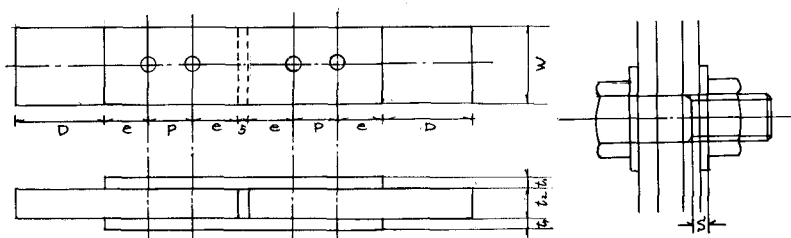
- (1) 供試ボルト及び被締付体の機械的性質(耐力、引張強度、伸び、絞り等) JIS Z 2201による。
- (2) 回転角と軸力の関係(遊びぬじ長さ、各サイズ2種類)
- (3) 締付け後の経過時間と軸力の変化(温度変化の影響測定も含む)
- (4) すべり耐力試験

2-2 供試体

供試体はボルトのサイズ、被締付体の板厚により、次表の4タイプを作成した。

項目 917	使用ボルト				被 締 付 体							供 試 体		
	規格	径	軸長 (mm)	遊びねじ長さ S (mm)	材質	表面処理条件	部 材 寸 法 (mm)						ボルト本数	供試体数
							W	t ₁	t ₂	e	P	D		
A	F10T	M22	65	18	SM58	側板中板と	100	9	9	55	80	150	24	6
B	F10T	M22	75	8	SM58	もサンドプラス	100	9	9	55	80	150	24	6
C	F10T	M22	110	18	SM58	ト後若干の	100	19	34	55	80	150	32	6
D	F10T	M22	120	8	SM58	赤錆が発生 した状態	100	19	34	55	80	150	32	6

供試体形状



なお各ボルトには、軸部側面(2面)に研磨した後原則として首下22mmの位置にひずみゲージを取付けている。

3. 実験方法

3-1 予備試験

各ボルトサイズ毎に、3本づつ荷重とひずみ量（ $P-\varepsilon$ ）の関係を測定する。載荷は5, 10, 15, 20, 25, 26, 27 ton を行った後、25 ton 毎に破断まで行う。また全ての供試ボルトについて、10 ton、20 ton の2点のひずみ量を測定して直線性を確認する。

3-2 締付手順

約17年用供用した実橋における施工条件に近づける為、各ボルトの締付けは、一次的に仮ボルトによって28.2 ton まで締付け、若干時間を経過した後、ボルトを1本づつ抜いて供試ボルトをセットして締付けた。

3-3 回転角と軸力の関係（ $P-\theta$ ）

各タイプとも、予備締付け15 kg-mとし、3体中2体についてはその点から所定の軸力まで締付ける。また残りの1体については同様に150°まで締付けた後、30°毎に破断まで回転角とひずみ量を測定する。

3-4 締付け後の経過時間と軸力の変化

各タイプとも所定軸力締付けたものについて、室温 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ の状態、0、10、30、60、120、1440、2880、4320、5760 分後のひずみ量を測定する。

また温度による影響を調べる為、タイプC及びDのボルトを各4本づつ3-3の要領で120°まで締付けた後、 -10°C と 50°C の恒温炉に入れ、その軸力の減衰を24時間測定する。

3-5 すべり耐力試験

C、Dタイプの内、軸力変化を測定したのものについてすべり試験を行う。軸力減衰測定の完了後、引張試験機に供試体をセットし、ボルトの軸力変化を測定しながらすべり点まで載荷する。すべり点はワガ牛線のずれ、試験機指針の停止、すべり音の発生等で判定し、その点のすべり荷重とする。

4. 結果及び考察

実験結果は以下のとおりである。

- (1) 回転角と軸力の試験で、ボルト長の短いタイプは 60° 近傍から塑性域に入っており、長いタイプは 90° 近傍から塑性域に入っていることがわかった。また、遊びねじ長さの短い方が立上りが急であり、最大荷重も2 ton 程度高い結果となった。
- (2) 軸力の減衰については、最大でも5%程度であった。これは既に一定軸力で仮締していた為、板が割れているものと考えられ、実橋の取替時でもあまり問題にならないと考えられる。
- (3) すべり係数は0.5程度となった。また耐力は最低でも58.2 ton であり、F13T、7%径の設計耐力41 ton を十分上まわっている。

以上の結果、F13T、7%径のボルト取替にあたっての施工方法としては、回転法で可能であると考えられる。

またその時の回転角度については、一度締付けられている事と、少数づつ抜取りながら締付ける点から、ウェブの短いボルトについては予備締付け15 kg-m後、 $60^\circ \sim 90^\circ$ とし、フランジの長いボルトについては予備締付け15 kg-m後、 $90^\circ \sim 120^\circ$ とする予定である。

なお、これは限られた範囲での実験結果であり、実際の施工までにはさらに補足実験を実施する予定である。最後に、本実験に因りて御指導、御協力いただいた皆様に、謝意を表します。