

I-54

130^{kg/mm²}高張力ボルト (SMK22) の施工について

阪神高速道路公団	正員	野口 勇二郎
〃	〃	津田 嘉太郎
〃	〃	梶垣 心一
〃	〃	福岡 悟
KK 栗本鉄工所	〃	○ 奥村 敏久

1. まえがき

阪神高速道路大阪1号線湊町工区上部工事において、わが国で初めての試みとして130^{kg/mm²}高張力ボルト (SMK22) を現場摩擦接合に使用した実例について報告する。

2. 設計について

上記ボルトを使用した橋は支間58.0^m、巾貢22.4^m~26.6^mで主桁は腹板間隔3.3^mの箱桁3本を並べた活荷重格子合成桁で、上フランジはSM50で最高板厚37^{mm}、腹板及び下フランジはH.T. 60で最高板厚34^{mm}を使用した。この橋は跨道橋であり、桁高制限の関係で腹板高は1.9^mしかとれず、したがって上下フランジは相当厚くなった。現場継手については現行の公団2種(110^{kg/mm²})ボルトでは6列以上となり、設計上好ましくないので3種(130^{kg/mm²})高張力ボルトを使用した。この橋の主桁接合に使用した3種高張力ボルトは約12000本で、全鋼重は450^tである。

3. 許容耐力について

現在一般に利用されている許容耐力の算式で求めると、公団1種、2種ボルト間の耐力に比べ、2種3種間の差が小さく、利用価値が少ないので次式によって求めた。

$$T_a = \frac{0.9}{1.14} \cdot \sigma_y \cdot A_e \cdot \frac{1}{1.6} \mu$$

ここに T_a : 許容耐力

A_e : ボルトの有効断面積

σ_y : ボルトの降伏点応力度

μ : 板の摩擦係数

上式の係数は現行公団案の1.22の代りに1.14を用いているが、これはボルトのねじ間の摩擦によるトルク係数を0.08以下におさえることによつて、この値を用いることができる。よつて、許容耐力は $\mu = 0.4$ 、 $\sigma_y = 11000$ ^{kg/cm²}、 $A_e = 2.947$ ^{cm²} を代入して $T_a = 6.40$ ^t と使用した。

4. 製品検査について

このボルトの使用はわが国で最初の試みであることを考慮して、ボルト製品検査は次のように厳格に行はつた。

試験品目	試験の種類	規 格 値
① ボルト素材から切り出した試験片について	引 張 硬 度	0.2%耐力 110 kg/mm^2 以上, 伸び 14% 以上 引張強さ 130 kg/mm^2 以上, 伸び 35% 以上 HRC 36-46
② ボルト完成品	引 張 ねじ切り 保証荷重 衝 撃 硬 度	38.9 t 以上 83 kg/mm^2 以上 13μ (3号) 6 kg-m/cm^2 以上 HRC 36-46
③ ナ ッ ト	引 張 硬 度	HRC 30-40
④ 座 金	硬 度	HRC 40-50
⑤ トルク係数		$0.13 \pm 10\%$
⑥ ねじ間トルク係数		0.08 以下
⑦ マクロ試験		
⑧ 探傷試験		
⑨ 素材試験		

上記各項目について行った試験結果の主なものを述べると、引張強さは素材で平均 147.1 kg/mm^2 、完成品で 158.3 kg/mm^2 であった。縦弾性係数は 20290 kg/mm^2 であり、ねじ切り試験は平均 39600 kg であった。常温と -10°C とに分けて測定したが、ほとんど変化はなかった。また保証荷重についても何ら問題はなかった。衝撃試験では各ロットとも3号のほか5号試験片を参考値としてとった。3号のときは常温 9.5 kg-m/cm^2 、 -10°C のときは 8.6 kg-m/cm^2 、5号ではそれぞれ 7.7 、 7.2 kg-m/cm^2 でそれぞれ規格値より大であった。トルク係数、ねじ間トルク係数について平均値で 0.118 、 0.070 であり、特にねじり間トルク係数は耐力に影響する 0.08 以上のものは皆無であった。

5. すべり試験

桁の希接部はショットブラストし、プライマーをぬった板を製作後、サンドブラストによってプライマーをはがし摩擦係数をよくするようにした。実桁と同じ方法で作ったテストピースですべり試験をして結果、摩擦係数は 12 mm の板で平均 0.510 、 34 mm の板で平均 0.531 を得た。設計値は 0.4 で十分安全である。

6. ナット回転角試験

現場のボルト締付方法をトルク法にするか、ナット回転角法にするかを決定するため数多くの実験を行ったが、トルク法ではインバクトレンチ（インガーソールランド型）、エア－、ボルトのトルク係数、その他の要素の誤差が累積し、締付力に相当のばらつきを生じため、ナット回転角法で行うことにした。回転量の測定規程などの状態にどうかについては、十分な研究をしなければならぬが、この場合はスパナー（柄の長さ 40 cm ）で一ぱいに締め状態をとった。このときのボルト張力はキャリブレーターで何度かテストしたが、大体 $5 \sim 6 \times 10^3$ ポンドであった。この状態からボルトに所定の軸力が導入されると

きまでの回転量をボルトにワイヤーストレンゲージをはりつけて、ねじり試験機、テストピース、桁本体について測定し、また直接キャリブレーターでも測定した。結果はねじり試験機の場合はロードセルに直接ボルトをさし込むので、隙間が少なく板の場合より回転量は少なく、キャリブレーターの場合は首下長によってロードセルの前に剛度の異った板を重ね合わせることで回転量が異った。桁本体、テストピースの場合は似かよった結果がでた。この状態が実際に締付ける場合の値と考えられる。結果としては首下 70mm のボルトに対しては平均 90°、首下 110mm のボルトについては平均 115°を得、この値から実際の締付角度としては締付板厚によって比例配分し、90°、100°、115°の3段階を決定した。

7. 現場施工について

本橋は架設の都合で、仮締ボルト、ドリフトピンを全ボルト数の 1/3 ずつ締めたので、高張力ボルト締付順序は、まず残りの 1/3 の孔から始め、つぎに仮締ボルトをはずしてボルトを締め、最後にドリフトピンの分を締めた。希接各部におけるボルトの挿入方向は、上フランジはナットを上側にし、他は箱桁の内部でナットを締めるようにした。締付はスパナで一ぱいに締めた後、ナット頭部と希接板に石墨で必要回転角をしるし、インパクトレンチで必要な回転量の約 80% 位を締め、全部終ってから所定のところまで締めた。これは板の密着をより完全にするためである。

8. あとがき

ボルトの許容耐力についてはボルト製作時厳格な管理を行なって、ねじ間トルク係数を 0.08 以下におさえることが別記のとおり基礎実験で確認されたので、ここに提案した式を用いてもよいとの確信を得た。またボルト締付の場合、回転角法はトルク法に比べ相当手間がかかるが軸力のばらつきは小さくなる。しかも板の密着を注意し、締付速度のおそいインパクトレンチを使用すれば、回転角法はこのような高強度のボルトの締付には、高い信頼度を有する方法と考えられる。