

VI-144

鋼桁製作の省力化によるボルト継手部について

日本道路公団	檜山 義光	川田工業(株) 正会員	○ 柳澤 則文
日本道路公団 正会員	富樫 正彦	川田工業(株) 正会員	寺本 耕一
日本道路公団	太田 哲司	川田工業(株)	茂手木 博

1. まえがき

近年における熟練工などの労働力不足や労務費の高騰は、工程の遅れやコストアップにつながっている。そこで、札幌自動車道・新琴似高架橋(5径間連続鋼1桁)では、鋼桁製作時における省力化を図るため、主桁断面は全て1部材1断面とし、継手部にフィラープレートを挿入したボルト継手を採用した。しかし、このようなボルト継手は、本四の吊橋や斜張橋のようなトラス構造の斜材や垂直材の継手部には用いられているが、鋼1桁の主桁継手部に用いられた例はない。また、すべり係数に関する検討結果¹⁾はすでに報告されているが、応力の伝達に関する資料がほとんどないのが現状である。一方、道路橋示方書²⁾では、連結部の継手構造に対し、応力の伝達が明解であり有害な応力集中を生じさせないことが要求されている。このようなことから、標準試験体による引張試験を行い応力の伝達とすべり係数を確認するとともに実橋においても安全性の確認を行うこととした。

2. 省力化の概要とその継手形状

本橋における鋼桁製作の省力化の大きなポイントは、主桁の断面変化数を大幅に減らし、溶接作業(フランジ・ウェブの突合わせ溶接)を省略することである。そこで、以下に述べる方法で省略を行った。

- ① 主桁断面は全て1部材1断面とし、現場継手位置で断面変化を行う。
- ② フランジ断面は、上下とも幅を一定とし、板厚のみで断面変化を行う(フィラープレートで板厚調整)。
- ③ フィラープレートは板厚差3mm以上で使用し、2mm以下では腐食を考慮して使用しない。最大板厚は母材板厚を限度とし、フィラープレートの板厚が9mm以上では母材とフィラープレートとのすべり防止から添接板より外側に伸ばしボルトを1列追加する。しかし、それ以外の場合は肌すきを考慮して伸ばさない。図-1にフィラープレートを挿入した継手形状を示す。

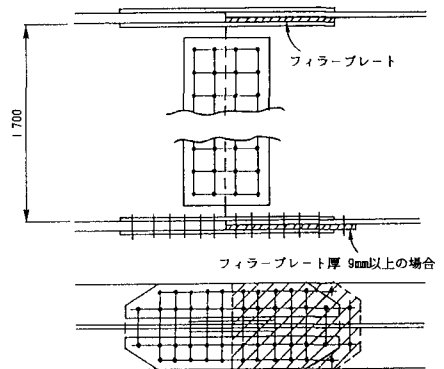


図-1 フィラープレートを挿入した継手形状

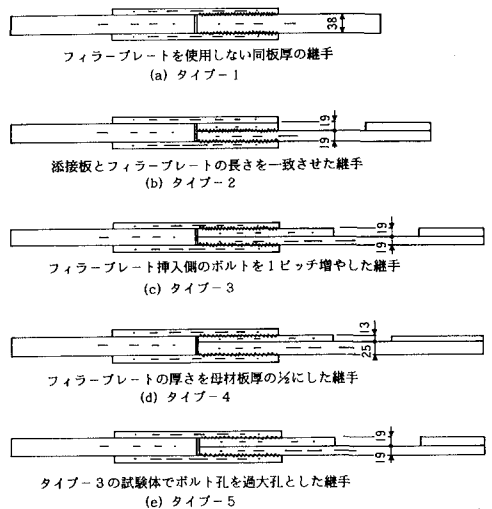


図-2 高力ボルト摩擦継手すべり試験片の種類および側面応力分布

3. 試験概要と結果

1) 標準試験体による引張試験

図-2に示す5種類の試験片を用いて、純引張状態によるボルトすべり試験を行った。試験では、すべり耐力の確認に加え、継手部にフィラープレートを挿入することによる応力の流れに対する影響を調べた。

すべり試験結果を表-1に、各試験片のすべり面と応力の流れ(荷重35tf時)を図-2に示す。

まず、すべり係数は、フィラープレートを挿入しても道

路橋示方書の規定値0.4を大きく上回っており、すべり耐力として安全であることが確認された。しかし、すべり挙動では、タイプ2は、母材とフィラープレートの間で摩擦が切れてすべり、タイプ3～5は、母材とフィラープレートが一体となって、添接板との摩擦面ですべる挙動を示した。

次に、応力の流れでは、タイプ2において母材側の添接板に応力が偏ったが、他の試験片ではその傾向は小さかった。

したがって、本橋ではフィラープレートの板厚が9mm以上の場合、フィラープレートを添接板より外側に伸ばしボルトを1列追加していることから、すべり耐力や応力の伝達に対し、本継手部は安全であると判断された。

2) 実橋における試験

実橋では、純引張状態の試験と異なり、荷重作用やボルト継手部での添接板の形状が違うため、不均等な応力が作用する可能性がある。そこで、プレキャスト床版の架設時を利用した試験と供用前の荷重車による静的試験を行った。

① プレキャスト床版の架設による継手部の発生ひずみ

図-3はボルト継手部のひずみ測定値と計算値の比較を表したものであるが、主桁のひずみ分布はどの断面においても直線分布を示し計算値より小さかった。また、外・内両添接板のひずみ分布は上・下両フランジとも同様な傾向でほぼ均等であり計算値とあまり変わらなかった。

② 荷重車の載荷による継手部の発生応力

表-2はボルト継手部(添接板)の応力測定値と計算応力の比較を表したものであるが、測定結果は主桁を合成桁として解析した計算応力とほぼ等しく、設計条件(非合成)をもとに解析した計算応力より小さかった。

①、②の結果から判断するとフィラープレートを挿入したボルト継手部は、実橋においても特に問題がないことが確認された。

4. まとめ

標準試験体による引張試験や実橋試験の結果より、フィラープレートを添接板より伸ばしボルトを1列追加することで外・内両添接板に作用する力はほぼ均等になることが確認された。また、すべり耐力は規定値を上回っており、発生応力は設計応力を下回っていることから特に問題はないと考えられる。

最後に本橋では、製作時の省力化において主桁断面は全て1部材1断面と単純化したため、鋼重は約1割増となった。しかしながら、フランジやウェブの突合わせ溶接の廃止および仮組立てを部分組立とし、他は部材検査のみにするなどの省力化を行ったことにより製作工数を低減することができた。

<参考文献>

- 1) 日本鋼構造協会 接合小委員会編、(財)鋼材倶楽部：鋼構造接合資料集成、技報堂。
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編、平成2年2月。

表-1 高力ボルト摩擦継手すべり試験結果

試験片種類	導入軸力(tf)	ボルト本数	すべり荷重(tf)	すべり係数
タイプ-1	22.1	2	53.5	0.608
タイプ-2	22.0	2	53.0	0.602
タイプ-3	23.0	2	55.3	0.601
タイプ-4	22.9	2	56.3	0.614
タイプ-5	22.8	2	55.6	0.610

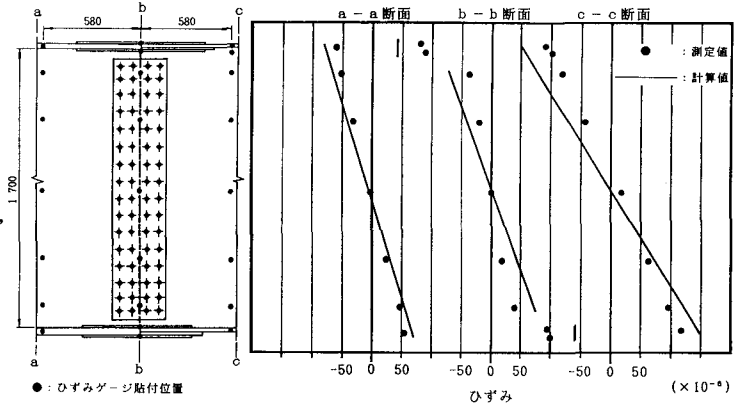


図-3 ボルト継手部のひずみ測定結果

表-2 ボルト継手部(添接板)の応力測定結果

	測定値(kgf/cm ²)	計算値(合成断面)	測定値/計算値
継手部-1	99.9	106.9	0.934
継手部-2	134.6	162.2	0.830