

高力ボルト軸力の低下を考慮した摩擦接合継手部の純曲げ試験

片山ストラテック 正員 小林 剛 近畿大学 正員 谷平 勉
片山ストラテック 正員 石原靖弘 大阪市 正員 亀井正博

1. まえがき

著者らはこれまで実橋における高力ボルト摩擦接合継手のボルト軸力調査を行い、データベース化を進めるとともにその分析を行ってきた。その結果、実橋では設計ボルト軸力より 20～30%減の継手が存在し、ボルト残存軸力に大きなばらつきを有するということがわかってきた。¹⁾

そこで本研究では、ボルト軸力が低下し、かつ軸力にばらつきを有する高力ボルト摩擦接合継手の力学的挙動を把握するため、試験桁を用いた载荷実験を行ったので研究成果の一部を報告する。

2. 実験方法

試験桁の諸元を図-1 に示す。試験桁中央部に高力ボルト摩擦接合継手を設け、载荷桁を介して継手部には純曲げを作用させる。継手の形状寸法を図-2 に示す。使用したボルトは高力六角ボルト(F10TM22)であり、摩擦面はショットブラスト処理を施した。試験ケースを表-1 に示す。試験体-1 が標準ケース、試験体-2 が約 30%軸力低下したケース、試験体-3,4 はそれぞれボルト軸力のばらつき(変動係数 10%)を有するケースである。ただし試験体-1 の導入軸力は、すべりを先行させるため、M22 の設計軸力(200.9kN)より約 37%低い値となっている。载荷方法は、漸増繰り返し载荷とし、1 回目のすべり確認後も荷重を増加し、試験桁が塑性変形を起こす状態まで実験を行った。計測項目は载荷荷重、ボルト軸力、桁のひずみ、桁および継手部の変位である。

3. 実験結果と考察

すべり発生時のモーメントを計算値と比較し、表-2 に示す。同表より試験体-2 を除き、すべりモーメントは全て計算値

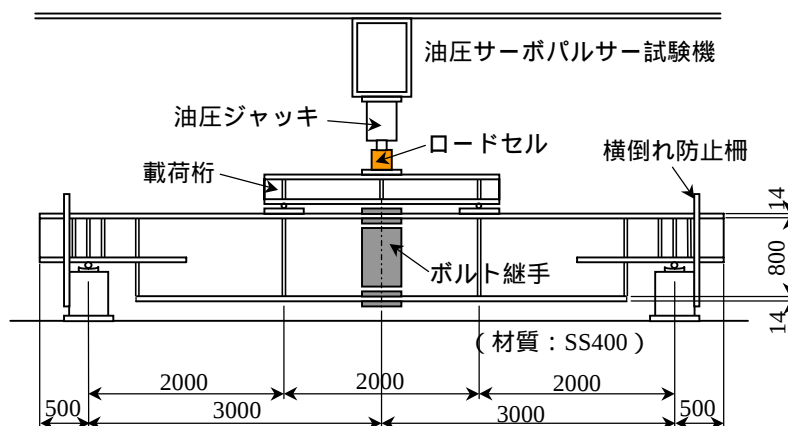


図-1 試験体の諸元 (単位: mm)

(ウェブ)

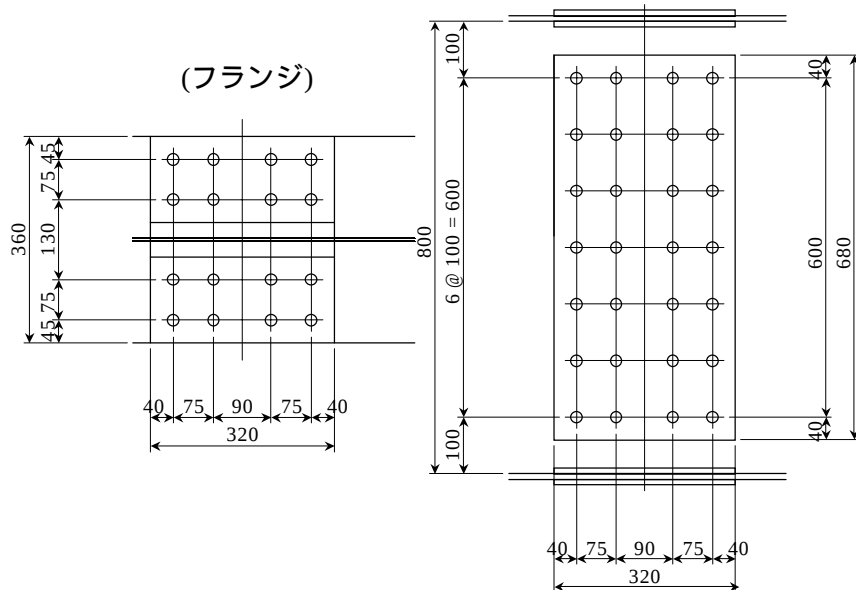


図-2 継手の形状寸法 (単位: mm)

表-1 試験ケースの一覧

ケース	ボルト軸力	ばらつき
試験体-1	127.4kN (一定)	ばらつき無し
試験体-2	88.2kN (一定)	ばらつき無し
試験体-3	127.4kN (平均)	変動係数 10%
試験体-4	88.2kN (平均)	変動係数 10%

キーワード：高力ボルト摩擦接合，ボルト軸力，すべり，限界状態

連絡先：片山ストラテック株式会社 技術開発部 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6-2-21

TEL 06-6552-1235 FAX 06-6551-5648 E-mail: koba123@katayama-st.co.jp

より上回る結果となった。これは、すべり係数が公称値よりも高いためであると考えられる。ボルト軸力のばらつきの影響は少ないといえる。

次にすべりが生じた後の桁の残留変形に着目し、試験桁の折角と曲げモーメントの関係($M \sim \phi$ 関係)を検討した。図-4 に試験体-1,3, 図-5 に試験体-2,4 の $M \sim \phi$ 関係を示す。両図において、ボルト軸力のばらつきの影響は少ないといえる。全ての試験体において、荷重の増加に伴ない、折角は線形的に増加し、すべり発生前後で非線形性が出てくることがわかる。また、すべりにより曲げモーメントは一時的に低下するが、耐荷性能は持続することがわかる。ただし、荷重除荷後に残留折角が生じている。表-3 に、それぞれの線形区間における直線勾配の一覧を示す。同表より荷重勾配と除荷勾配はほぼ同じといえる。

高力ボルト摩擦接合継手では、すべり以後も耐荷性能があるにもかかわらず、すべりが終局限界状態として扱われているため、安全率が高すぎるという議論がある。道路橋示方書²⁾では橋脚の地震後の残留変位(1/100rad)を認めており、例えばすべりを使用限界状態としてとらえ、安全率を下げるとともに許容残留折角(ϕ_d)を定義するといったことも考えられる。

表-3 各試験体の直線勾配

	荷重直線	除荷直線
試験体-1	114442	113911
試験体-2	106226	116882
試験体-3	105658	112298
試験体-4	100428	111433

(単位: $\text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

4. あとがき

本実験で得られた結論として、ボルト軸力のばらつきが変動係数で 10%程度では、継手のすべり耐力および桁の変形にさほど大きく影響しないことが明らかとなった。また、残留変形はあるものの、すべり後も十分な耐荷性能を保有していることから、限界状態の定義を明確にすることにより合理的な設計が可能であることを示唆した。

なお、本研究は関西道路研究会道路橋調査研究委員会耐久性小委員会(委員長: 谷平勉)で行ったものであり、著者らが代表してとりまとめたものである。御協力頂いた委員各位、学生諸君に感謝の意を表します。《参考文献》

1) 亀井正博, 谷平勉, 石原靖弘, 畑中清, 亀井正雄: 高力ボルト軸力の経年変化に関する一考察, 土木学会第 49 回年次学術講演会概要集, I-102, 1994.9 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 耐震設計編, 1996.12

表-2 すべり発生時のモーメントの比較

ケース	計算値	実験値
試験体-1	1107.4	1245.3
試験体-2	764.4	737.6
試験体-3	1107.4	1214.5
試験体-4	764.4	844.8

(単位: $\text{kN} \cdot \text{m}$)

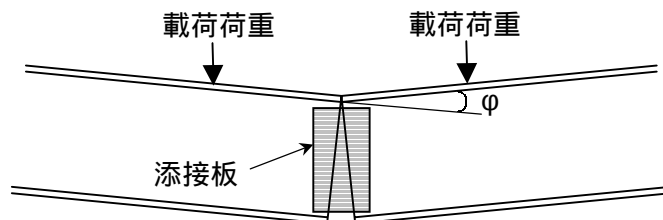


図-3 桁の折角 ϕ

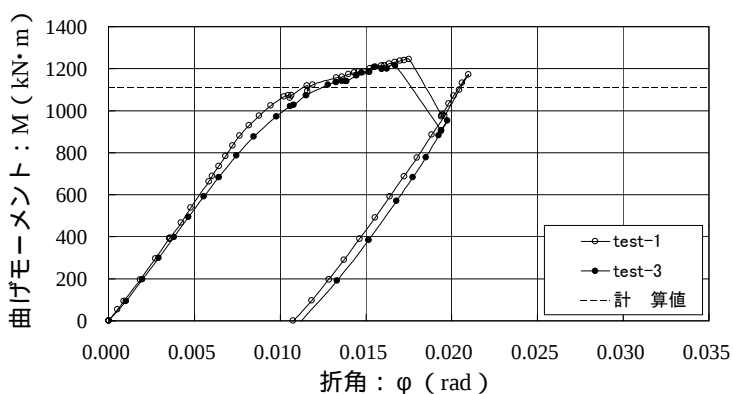


図-4 $M \sim \phi$ 関係 (試験体-1,3)

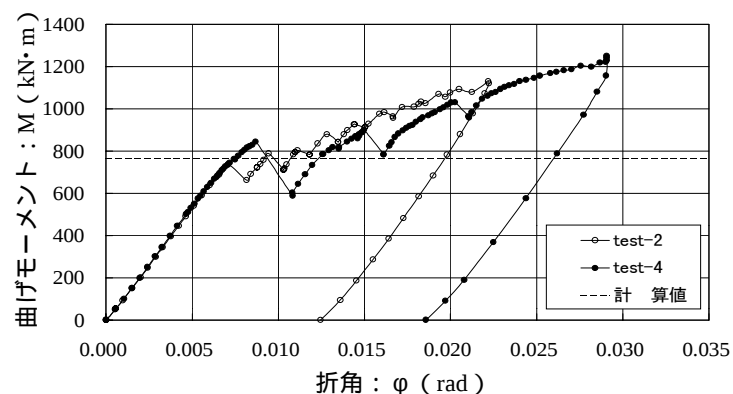


図-5 $M \sim \phi$ 関係 (試験体-2,4)