

I - A 154

高力ボルト継手設計法の合理化に関する実験的研究
－ 鋼 I 桁モデルで実施したすべり耐荷力試験の結果報告 －

JH 名古屋建設局 正会員 鈴木 裕二
JH 名古屋建設局 宮本 健次
川田工業（株） 正会員○宮地 真一
川田工業（株） 正会員 小枝 芳樹
駒井鉄工（株） 正会員 秋山 寿行

1. まえがき プレートガーダーにおける高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力は、フランジ継手あるいはウェブ継手の個々の強度によって決まるのではなく、それらの協同作用による継手全体としてのすべり抵抗モーメントで評価できると考えられる^{1)・2)}。本研究は、一般の鋼 I 桁および少主桁橋に用いられるような比較的大型のプレートガーダーを対象に、上記の協同作用を考慮した合理的な高力ボルト継手設計法を確立する目的で、支間長 12.0m、腹板高 1.5m を有する大スケールの鋼 I 桁モデルで高力ボルト摩擦接合継手部のすべり耐荷力試験（すべり抵抗モーメントの確認実験）を実施したものである。

2. 実験の概要 本実験に使用した鋼 I 桁モデル試験体の諸元および鋼材の材料試験結果を表-1 に示す。試験の対象とした継手形状は表-2 に示す 4 種類（モデル A、B-1、B-2 および C）であり、フランジ継手のボルト列数やウェブ継手の形状（モーメントプレートの有無など）がそれぞれ異なっている。まず、モデル A は、本試験体について仮定した設計曲げモーメント $M=495\text{tf}\cdot\text{m}$ （フランジの孔引純断面応力度が規格降伏点 $\sigma_y=3600\text{kgf/cm}^2$ にほぼ一致するような値）に対し、現行の道路橋示方書の規定によりボルト配置を定めたものである。ここに、フランジ継手とウェブ継手が個々に所要のすべり強度を有する形となっており、フランジ部のすべり強度・降伏強度比 β （公称値比）²⁾ は $\beta=0.98$ と算出される。一方、モデル B-1 は協同作用を期待した合理化設計の試案として、フランジ部のボルト列数をモデル A より 1 列減じた 4 列（ $\beta=0.79$ ）とし、ウェブ継手には 2 列ボルト配置の 1 枚添接板を用いたものである。また、モデル B-2 はボルト配列がモデル B-1 と同じでフランジ継手（すべり側）に板厚 $t=25\text{mm}$ なるフィラーを挿入したものであり、モデル C はモデル B-1 よりもフランジのボルト列数を 1 列多くしたタイプである。

試験を実施するにあたっては、摩擦面に厚膜型ジंकリッチペイント（目標膜厚 $75\mu\text{m}$ ）を塗布する条件のもと、図-1 に示すような 4 点曲げ方式で継手部に曲げモーメントとせん断力（ $S\approx 30\text{tf}$ ）を作用させ、すべり抵抗モーメントの測定を行うこととした。

3. 試験結果 上記のように継手形状が異なるそれぞれの試験体について、継手部のすべり抵抗モーメントの測定結果（試験時の載荷荷重値より算出した値）を表-3 に示す。得られた結果は以下のとおりである。

(1) 表-3 中のモデル A の結果は、 $M=652\text{tf}\cdot\text{m}$ なる作用曲げモーメントに対して継手部のすべりが発生しなかったことを意味する。次に、モデル B-1 に着目すれば、すべり抵抗モーメントはウェブ最遠ボルトが独自にすべり耐力に達する作用モーメントの 2 倍以上と非常に大きく、すべり係数を $\mu=0.6$ とした総すべりモーメントをも上回る結果となっている。すなわち、一般的な高力ボルト継手については、フランジとウェブの協同作用を十分に期待でき、総すべりモーメントで継手部のすべり強度を評価できるものと判断される。

(2) モデル C に着目すれば、図-2 に示すように母材発生応力が R 側に偏るとともに、孔引断面で引張降伏が先行しており、その影響ですべり抵抗モーメントが比較的小さめの値を示したことが考えられる。

(3) モデル B-2 については、モデル C と同様に母材発生応力が R 側に偏る性状が現れ、母材降伏が認められない状況ですべり抵抗モーメントがモデル B-1 を大きく下回る結果となった。なお、このモデル B-2 では、フランジ添接板と母材の相対ずれがウェブに先行して大きく現れる特性に加え、フィラーのコバ面には図-3 に示すような特徴的なひずみ性状も確認されており、ここに、フィラーの存在そのものが継手部のすべり強度や応力性状に対し、少なからず影響を及ぼす可能性のあることも推察された。

キーワード：高力ボルト、摩擦接合継手、すべり強度

連絡先：〒460 名古屋市中区栄 4-1-1 TEL 052-262-7383 FAX 052-241-4530

〒550 大阪市西区北堀江 1-22-19 TEL 06-532-4891 FAX 06-532-4890

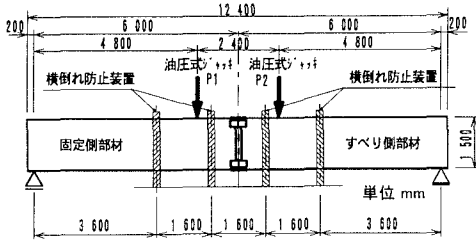


図-1 載荷試験方法（4点曲げ方式）

表-1 試験体の諸元等

鋼桁支間長	L = 12.0 m (両支点：ゴム支承)		
鋼桁	フランジ	幅 390mm × 板厚 25mm (SM490Y)	
断面	ウェブ	高さ 1500mm × 板厚 10mm (SM490Y)	
添接板 (SM490Y)	フランジ板厚 16mm, ウェブ板厚 9mm		
フィラー (モデルB-2)	フランジ部：板厚 25mm (SM400A)		
降伏点 (平均値)	フランジ	板厚 25mm	$\sigma_y = 4080 \text{ kgf/cm}^2$
	ウェブ	板厚 10mm	$\sigma_y = 4440 \text{ kgf/cm}^2$
	添接板	板厚 16mm	$\sigma_y = 4090 \text{ kgf/cm}^2$
	タ	板厚 9mm	$\sigma_y = 4100 \text{ kgf/cm}^2$
	フィラー	板厚 25mm	$\sigma_y = 2630 \text{ kgf/cm}^2$

表-2 試験の対象とした高力ボルト継手形状

	モデル A	モデル B-1	モデル B-2	モデル C
継手形状				

注) ◆ 印：M20，+ 印：M22

左側は固定側，右側はすべり側

表-3 高力ボルト軸力（試験直前）とすべり抵抗モーメント

		モデル A	モデル B-1	モデル B-2	モデル C	備考
高力ボルト列数 (列)	フランジ (4本/列)	5	4	4	5	すべり側 高力ボルト：M20 (F10T) 設計ボルト軸力は $N = 16.5 \text{ tf/本}$
	ウェブ最遠行	3	2	2	2	
高力ボルト導入軸力の測定値 (試験直前) (tf/本)	上フランジ (平均)	14.0	13.6	15.7	14.4	すべり抵抗モーメントの計算値の算出には、左記の軸力測定値を使用
	ウェブ (上2行の平均)	13.5	12.5	13.9	13.7	
	ウェブ (下2行の平均)	14.2	13.6	14.6	13.7	
	下フランジ (平均)	14.9	14.0	15.5	14.3	
すべり抵抗モーメント (tf・m)	計算値	道路橋示方書	MF	$\mu = 0.4$	446	フランジ又はウェブ最遠ボルトが独自にすべり耐力に達する作用モーメント
		規定	MW	$\mu = 0.4$	461	
		総すべり	MT1	$\mu = 0.4$	489	
		モーメント	MT2	$\mu = 0.6$	733	
	実験値	MSL			652 以上	試験時の載荷荷重値より算出

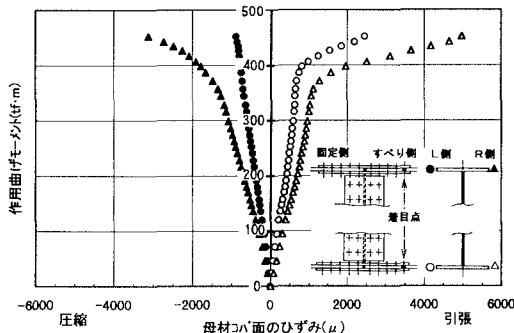


図-2 モデルCのひずみ（母材孔引断面のコバ面）

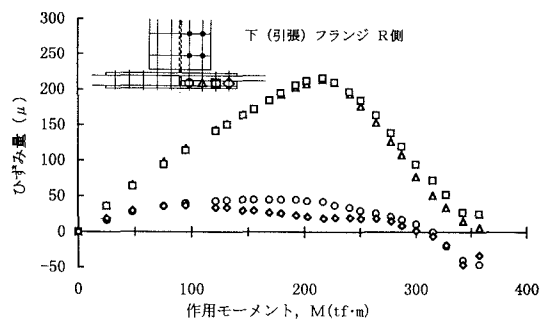


図-3 モデルB-2のひずみ（フィラーのコバ面）

4. まとめ 本試験で得られた結果より、母材孔引断面に著しい引張降伏が現れない一般の高力ボルト継手ではフランジとウェブの協同作用を十分に期待でき、継手部のすべり強度を総すべりモーメントで安全側に評価できることが確認された。ただし、フィラーの存在が継手部のすべり強度や応力性状に及ぼす影響については、さらに詳細な検討が必要と判断された。なお、本試験の実施にあたっては、大阪大学西村教授より大変貴重な御意見や御助言等をいただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

【参考文献】 1) 長嶋・山田・長島・成田：プレートガーダー継手のすべり強度試験および解析，構造工学論文集 Vol.37A, 1991年3月。 2) 秋山・西村：曲げを受ける鋼I桁高力ボルト継手のすべり機構と限界状態の評価，鋼構造年次論文報告集第4巻，1996年11月。