

I-A156

高力ボルト継手設計法の合理化に関する検討
— 協同作用を考慮した合理化設計法の提案と試設計 —

JH名古屋建設局 正会員 鈴木 裕二
 JH名古屋建設局 水口 和之
 川田工業(株) 正会員○高田 嘉秀
 川田工業(株) 正会員 望月 秀之
 川田工業(株) 正会員 宮地 真一

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、フランジ継手とウェブ継手の協同作用によるすべり抵抗モーメントで評価できると考えられる¹⁾。また、著者らが実施した鋼 I 桁モデルのすべり耐荷力試験²⁾や引張試験³⁾の結果から、現実的な鋼 I 桁の高力ボルト継手部に対しても、協同作用を期待した合理化設計法の適用が十分可能であると思われる。そこで、本研究では、上記の協同作用を期待した高力ボルト継手設計法の一試案として、以下に示すような“総すべりモーメントを用いた合理化設計法”を提案する。また、ここに提示した設計方法の妥当性を検討すべく、少主桁形式が採用された実橋の高力ボルト継手部を対象モデルとして一連の試設計を行っており、その結果についても報告する。

2. 合理化設計法の提案 上記の協同作用の考え方をを用いた具体的な設計法として、秋山ら⁴⁾は、すべり強度・降伏強度比をパラメーターとした収束計算によってボルト行ごとのすべり強度を算出し、継手全体としてのすべり抵抗モーメントに換算する手法を既に提案している。著者らが提案する継手設計法も同様に、協同作用の考え方に基づいて継手全体としてのすべり抵抗モーメントを算出し、設計曲げモーメントとの比較によって継手強度の評価を行うものである。ただし、ここでは、設計計算をできるだけ簡素化する思想のもと、すべり抵抗モーメントを式(1)に示すような単純な総すべりモーメント M_{SL} の形で与えることとした。

$$M_{SL} = \sum (r_i \times \rho) \quad (1)$$

上式中の r_i は各ボルトのすべり強度を抵抗曲げモーメントに換算する際のアーム長であり、各々のボルト位置から桁の中立軸までの高さをを用いる。また、 ρ はボルト 1 本 (2 摩擦面) あたりのすべり強度であり、すべり係数 μ 、ボルト軸力 N を用いた次式で算出する。

$$\text{フランジ継手} : \rho = 2 \times \mu \times N / 1.7 \quad (2)$$

$$\text{ウェブ継手} : \rho = \{(2 \times \mu \times N / 1.7)^2 - (S/n)^2\}^{1/2} \quad (3)$$

ここに、式(3)中の S は継手部に作用するせん断力、 n はウェブボルトの本数である。また、上式中に用いた 1.7 なる定数は、現行の道路橋示法書に規定された高力ボルト継手のすべり強度に対する安全率である。

3. 試設計 上に提案した“総すべりモーメントを用いた合理化設計法”の妥当性を確認すべく、図-1 に示す少主桁橋の高力ボルト継手部 (19 継手/1 主桁) を対象に、上記の式(1),(2),(3)を用いて試設計を行った。ここに、式(2)と式(3)に用いるすべり係数 μ としては、 $\mu=0.40$ 、 0.45 および 0.50 なる 3 つのケースを仮定した。試設計による比較検討結果の一例を表-1 に、また、対象とした 1 連分の高力ボルト本数の集計結果を図-2 に示す。なお、それらの結果には対比のため、現行の道路橋示法書 (以下に道示と記す) に基づいた設計計算結果も併せて表記している。本試設計で得られた結果の概要は以下のとおりである。

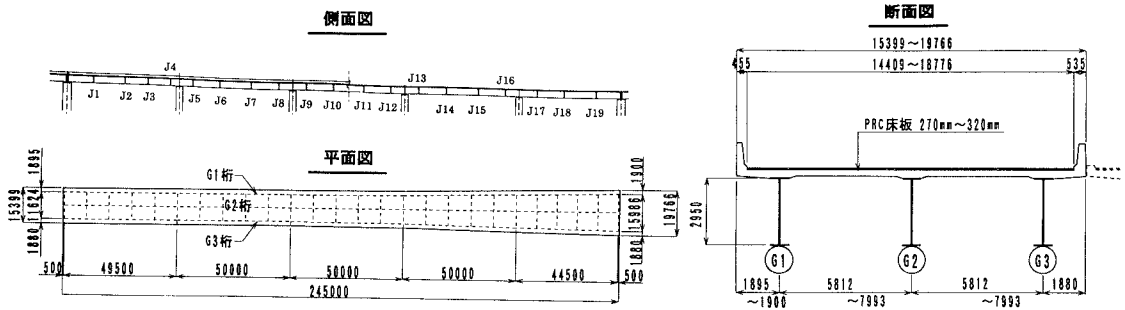
・表-1 や図-2 からわかるように、すべり係数値を道示の規定と同じく $\mu=0.40$ とした試設計において、ウェブ継手の形状をスリム化 (2 列配置の 1 枚添接板を使用) してもフランジ継手のボルト本数は増加せず、継手全体としてのボルト本数が大幅に低減される結果となっている。

・すべり係数をより大きく設定すれば、ウェブ継手は 2 列配置のまま変化せず、フランジ継手のボルト本数のみが幾分低減される結果となる。なお、 $\mu=0.45$ なる条件で行った本試設計の結果は、すべり係数の範囲を $\mu=0.44 \sim 0.50$ とする秋山らの設計法と比較して、幾分安全側の継手形状を与えていると考えられる。

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

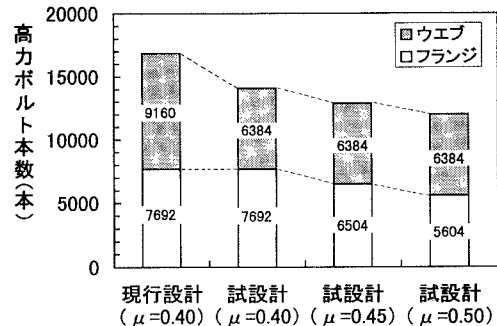


図一 試設計の対象とした少主桁橋の一般図

表一 試設計による比較検討結果の一例（G1桁のJ2継手）

設計断面力 設計手法		M=2093 tf・m S=97 tf 試設計（協同作用を考慮し、総すべりモーメントで設計）			
		現行設計法	① $\mu=0.40$	② $\mu=0.45$	③ $\mu=0.50$
ボルト 本数	U-Flg	108	108	96	84
	Web	192	112	112	112
	L-Flg	108	108	96	84
	合計	408（ウェブ 192、フランジ 216）	328（ウェブ 112、フランジ 216）	304（ウェブ 112、フランジ 192）	280（ウェブ 112、フランジ 168）
総すべり モーメント, Mt(tf・m)		Mt = 2471 tf・m (Flg 1763) (Web 708)	Mt = 2134 tf・m (Flg 1763) (Web 371)	Mt = 2180 tf・m (Flg 1763) (Web 419)	Mt = 2180 tf・m (Flg 1714) (Web 466)
継 手 形 状	U-Flg				
	Web				
	L-Flg				

4. まとめ 本検討で提案した合理化設計法を採用すれば、現行道示と同じく $\mu=0.40$ なるすべり係数を用いる条件で、フランジボルトを追加しなくともウェブ継手のスリム化が可能となり、ボルト本数が大幅に低減されるケースが少なくないと考えられる。なお、すべり係数をより大きく設定すればフランジボルトの低減も可能であるが、今後の合理化設計に用いるすべり係数値の妥当性については、別途慎重な議論が必要と思われる。



図二 高力ボルト本数（一連分、主桁3本の合計）

【参考文献】 1)たとえば、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 Vol137A, 1991年3月。2)鈴木 他：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—，第53回年次学術講演会，1998年10月。3)水口 他：高力ボルト継手設計法の合理化に関する実験的研究—継手部にフィラープレートを設置した小型試験体の引張試験—，第53回年次学術講演会，1998年10月。4)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。