

高すべり係数を有する無機ジंकリッチペイントの開発研究

(株)横河ブリッジ 正会員 ○小池 洋平

(株)横河ブリッジ 正会員 平嶋 健太郎

(株)横河ブリッジ 正会員 寺尾 圭史

1. はじめに

鋼橋の合理化構造形式の代表例である少数主桁橋の高力ボルト継手部では、添接部が大型化するとともに、ボルト本数が増加するという課題がある。この課題に対する解決法のひとつとして、道路橋示方書・同解説¹⁾(以下、道示)において0.4と規定されている設計すべり係数を向上させることが考えられる。諸外国の設計基準では既に、摩擦面の処理状態に応じて種々のすべり係数が規定されているが、道示では、設計すべり係数は、摩擦面の処理状態にかかわらず一律0.4であり、その値は諸外国に比べて相対的に小さめである。本研究では、従来の厚膜型無機ジंकリッチペイント(以下、無機ジंक)を改良し、高すべり係数を有する無機ジंकリッチペイント(以下、高摩擦型無機ジंक)の開発を行った。

2. 高摩擦型無機ジंकの開発

高摩擦型無機ジंकの開発にあたり、すべり係数向上の影響因子を検討するため、樹脂、顔料、亜鉛末などを変化させた無機ジंकを試作し、図-1に示す小型試験体を用いて、引張試験を実施した。小型試験体は、片側1行2列のボルト配置とし、高力ボルトにはM22(F10T)を用いた。試験体は、すべり係数のばらつきを考慮し、各ケース3体製作した。図-2にすべり試験結果を示す。すべり係数は、締付け時導入軸力225.5kN(=205×1.1)を用いて算出した。すべり係数の向上に最も有効であるのは、添加顔料を硬質化することであり、ケース29において平均0.783と、従来の無機ジंकと比較し、高いすべり係数が得られた。これは、塗膜の硬質化により、摩擦面の塗膜間でのせん断耐力が増加したことによるものと考えられる。

3. 中型すべり耐荷力試験

開発した高摩擦型無機ジंक(前節のケース29)を用いて、ボルト本数片側6本の試験体(以下、中型試験体)の引張試験を実施し、ボルト配列および多列ボルトに対する検討を行った。試験ケースは、ボルト配列を変化させた計3ケースで、各ケース3体とした。高力ボルトは、試験機の載荷能力からM20(F10T)を用い、すべり側のボルト群を明らかにするため、片側のボルト群は導入軸力を10%増しとした。表-1にすべり試験結果を示す。表中の μ_2 は、別途小型試験体で実施したリラクセーション計測²⁾より、締付け後から試験実施までの軸力抜け(6.9%)を考慮して算出したすべり係数である。ケース1, 3で、 μ_2 が0.7を下回る試験体もあるが、 μ_2 の全試験体平均は、0.763と小型試験同様、高すべり係数と言える結果が得られた。また、ケース3は片側6列と多列配置であるが、今回の試験では、ケース1, 2と比較してすべり耐荷力の低下は無かった。

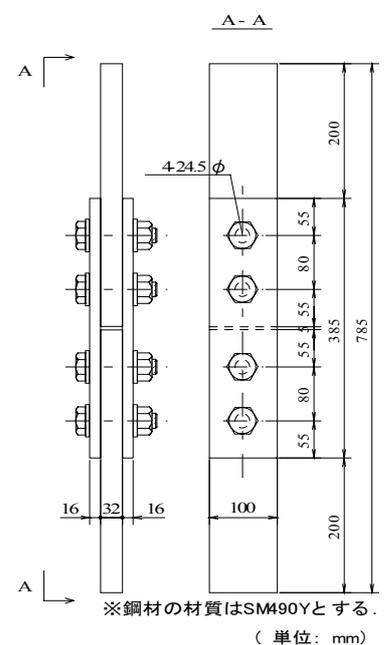


図-1 小型試験体

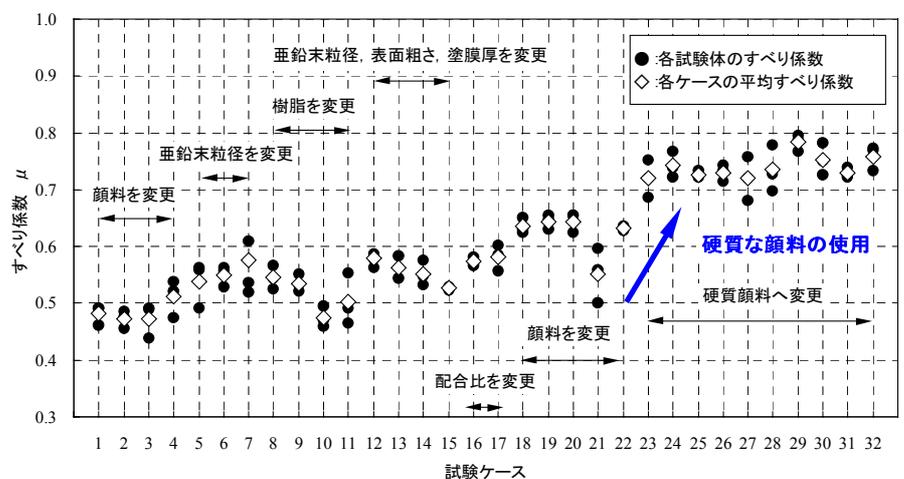


図-2 小型試験体のすべり試験結果

キーワード: 高力ボルト摩擦接合継手, すべり係数, 無機ジंकリッチペイント

連絡先: 〒273-0026 千葉県船橋市山野町27番地(横河テクノビル2F) Tel 047-435-6161 Fax 047-435-6160

4. 桁モデルすべり耐荷力試験

曲げモーメントを受ける高力ボルト継手に対する高摩擦型無機ジンクの適用性を確認するため、桁モデルのすべり耐荷力試験を実施した。試験は、図-3に示すように、単純支持した支間長 4.5m の上下対称断面鋼 I 桁（H594×302×14/23）を4点曲げ方式で載荷した。ボルト配置は、上下フランジで片側 2 行 2 列、ウェブで片側 10 行 2 列とし、高力ボルトは、M20（F10T）とした。試験は、すべり係数のばらつきを考慮し、2 体実施した。

図-4 に荷重-継手位置鉛直変位関係、表-2 にすべり係数一覧を示す。すべり荷重は、上下フランジ群がすべり耐荷力に達した時の荷重とし、ここでは、図-4 の変曲点と定義した。表-2 より、道示設計法に従い逆算したすべり係数は、 μ_2 の平均値は 0.7 を上回り、高すべり係数であった。

5. 高摩擦型無機ジンクの実橋への適用

高摩擦型無機ジンクを実橋に適用することによる高力ボルト継手部の合理化を検証するため、試算を行った。対象橋梁は、支間長33mの単純活荷重合成4主I桁橋³⁾である。試算では、設計すべり係数を $\mu = 0.7$ とした。表-3 に試算結果を示す。現行の道示 ($\mu = 0.4$) に比べ、 $\mu = 0.7$ とすることにより、継手部の高力ボルト本数は約4割減となる。また、添接板の小型化により、添接板重量、継手部の塗装面積ともに約4割減となる。以上より、現場作業効率の向上や工場塗装量の減少が予想され、効果は大きいと考えられる。

6. まとめ

従来の無機ジンクから、顔料を硬質化することにより、すべり係数 0.7 を超える高摩擦型無機ジンクを開発した。この高摩擦型無機ジンクを実橋に適用した場合、継手部の試算結果から、ボルト本数、添接板重量、塗装面積いずれも約 40% 減少させられることを示した。

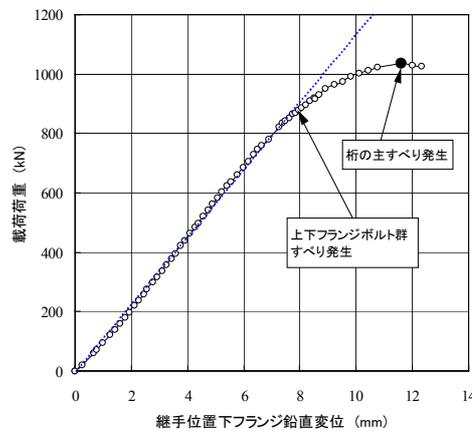


図-4 荷重-継手位置鉛直変位関係

表-1 中型試験体のすべり試験結果

ケース	ケース1		ケース2			ケース3			
ボルト配列	3行2列		2行3列			1行6列			
板厚	母材: 38mm, 添接板: 19mm								
試験体寸法 (単位: mm)									
すべり荷重 (kN)	1470	1740	1602	1622	1724	1483	1650	1690	1382
すべり係数 μ_1 (下段: 平均値)	0.614	0.799	0.669	0.745	0.792	0.681	0.758	0.705	0.635
	0.694		0.739			0.699			
すべり係数 μ_2 (下段: 平均値)	0.659	0.858	0.718	0.800	0.850	0.731	0.814	0.758	0.682
	0.745		0.794			0.751			
備考	●		●					●	

※ ●は固定側ですべりが発生した試験体であり、1.1倍した軸力を用いてすべり係数を算出
 ※ μ_1 は締付け時導入軸力、 μ_2 はリラクゼーションを考慮した軸力ですべり係数を算出

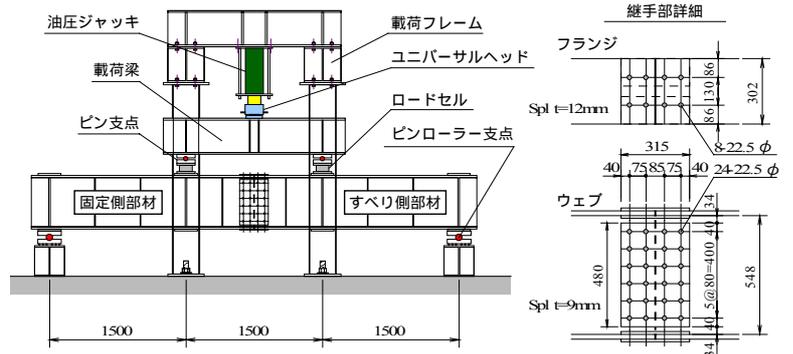


図-3 桁モデルすべり耐荷力試験概要

表-2 すべり係数一覧

すべり荷重(kN)	すべり係数 μ_1	平均	すべり係数 μ_2	平均
867.0	0.670	0.678	0.720	0.728
885.8	0.685		0.736	

表-3 高力ボルト継手部試算結果

ケース	(A)	(B)
設計すべり係数	0.4	0.7 (1.75)
高力ボルト許容力 (kN)	96	168
設計曲げモーメント (kN・m)	3213	
設計せん断力 (kN)	411	
上フランジのボルト本数 (本)	12	8
ウェブのボルト本数 (本)	48	32
下フランジのボルト本数 (本)	36	18
合計ボルト本数 (本)	96	58 (1/1.66)
添接板重量 (kg)	326.3	204.0 (1/1.60)
塗装面積 (m ²)	6.26	4.04 (1/1.55)

※ 括弧内の数値は(B)の(A)に対する比率である。
 ※ 表中の値はG1桁1継手あたりの数量である。

【参考文献】 1) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 共通編・鋼橋編, 丸善株式会社, 平成14年3月 2) 小池, 平嶋, 寺尾: 高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数向上に関する実験的研究, 土木建設技術シンポジウム論文集, 2004.7. 3) (社)日本橋梁建設協会: 合成桁の設計例と解説, 平成12年7月