

片面にアルミ溶射を用いた高力ボルト摩擦接合継手の
リラクセーション特性に関する実験的研究

大阪市立大学大学院 学生員 ○山階 清永
大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

新日鐵住金 正会員 高木 優任
新日鐵住金 正会員 東 清三郎

1. 研究背景および目的

橋梁分野における高力ボルト摩擦接合部では、その形状に起因して防食機能の劣化が一般部よりも大きい場合があること、また、ボルト本数の増加は架設工程に影響することなど、耐久性および施工性向上の観点から継手部のコンパクト化が求められている。高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力はボルト軸力と接合面のすべり係数の積で求められる。したがって、すべり耐力の向上にはすべり係数の向上が有効である。高すべり係数化の手段として、連結板摩擦面にアルミ溶射を施し、母板摩擦面を鋼材粗面とした高力ボルト摩擦接合部を採り上げ、すべり試験やリラクセーション試験を実施した結果が報告されている¹⁾。しかしながら、建築分野が対象であるため、母材摩擦面仕様は鋼材粗面に限られており、橋梁分野で一般的な無機ジンクリッチペイント塗装(以下、無機ジンクと記す)との組合せに関する研究は見られない。

そこで、本研究では連結板の摩擦面にアルミ溶射を施し、母板の摩擦面を鋼材粗面あるいは無機ジンクとした試験体を用いて、締め付け軸力の経時変化を調べるリラクセーション試験を実施した。

2. リラクセーション試験の概要

(1) 試験体

試験体一覧を表 - 1 に、形状・寸法を図 - 1 に示す。試験体は高力六角ボルト(F10T M22)を直列に3本配

表 - 1 試験体一覧

No.	試験体の摩擦面処理		試験体数
	母板	連結板	
1	ブラスト処理 (表面粗さ実績 Ra12.3 μm, Rz81.5 μm)	アーク溶射による アルミ溶射 (皮膜厚実績 354 μm)	2
2	無機ジンクリッチ ペイント塗装 (皮膜厚実績 94 μm)		1

置した2面摩擦接合とした。試験体幅120mm、ピッチ80mm、へりあき・はしあき60mm、ボルト孔径24.5mmである。パラメータは、母板の摩擦面処理である。No.1試験体は鋼材粗面であり、ブラスト処理とした。No.2試験体は無機ジンクであり、素地調整としてブラスト処理後に無機ジンクを塗布した。連結板の摩擦面はいずれもアルミ溶射である。素地調整としてブラスト処理を行った後にアーク溶射によるアルミ溶射を施した。ブラスト処理は、いずれも除錆度(JIS Z0313)Sa2 1/2以上(Rz50 μm以上)とした。同タイミングで処理した複数の試験体を対象に塗膜厚および溶射皮膜厚を電磁式膜厚計により計測した結果、無機ジンク膜厚は24箇所の平均値で94 μm、アルミ溶射皮膜厚は192箇所の平均値で354 μmであった。試験体数は、No.1試験体は2体、No.2試験体は1体である。

(2) 試験体の組立

試験体の組立は、母板と連結板の孔位置を合わせ、孔中央に高力ボルトを配置後、トルクレンチを用いて人力で締め付けを行った。高力ボルトは、軸表面に2枚の歪ゲージを対称に貼り(図 - 2)、事前に実施したキャリブレーション試験の結果を基に、歪ゲージの値を監視しながら、設計ボルト軸力の1割増し(205kN×1.1=225kN)を目標軸力として導入した。

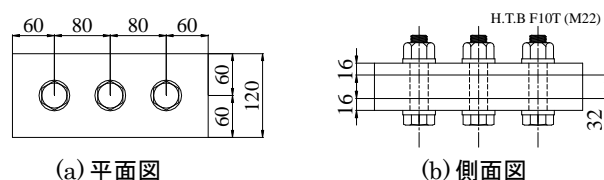


図 - 1 試験体の形状および寸法(単位:mm)

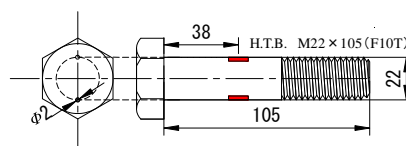


図 - 2 ひずみゲージの貼付位置(単位:mm)

3. 試験結果および考察

表 - 2 にリラクセーション試験結果の一覧を示す。図 - 3 に軸力低下率の経時変化を示す。縦軸は式(1)により求めた軸力低下率 a であり、試験体毎に 3 本の平均値を示した。算出に用いた締付軸力 N_0 は、締付過程において計測器で計測した最大値であり、締付直後の値である。

$$a = \frac{(N_0 - N)}{N_0} \times 100 \quad (1)$$

ここに、 a : 軸力低下率 (%)

N : ボルト軸力 (kN), N_0 : 締付軸力 (kN)

図 - 3 より、各試験体の軸力低下は締付後から約 1 日までに顕著に現れている。母板の表面処理を粗面とした No.1 試験体では約 1 週間、無機ジンク塗装とした No.2 試験体では約 2 週間経過後は軸力低下がほとんど無く収束している。約 70 日経過後の各試験体におけるそれぞれのボルトの軸力低下率は No.1 試験体で 2.6%~3.5%, No.2 試験体で 7.7%~8.2%であった。No.1 試験体の軸力低下率の平均値は No.2 試験体の概ね 50%程度となっており、アルミ溶射と鋼材粗面の組合せとした試験体の方が軸力低下率は小さい。

図 - 4 に締付から 1 週間後における軸力低下率を既往研究²⁾での結果と併せて示す。図中の既往研究の結果は、両面を鋼材粗面あるいは無機ジンク (膜厚 80 μ m)とした試験体の軸力低下率である。同図より、鋼材粗面とアルミ溶射の組合せと両面鋼材粗面としたものは同程度の結果となっている。また、無機ジンクとアルミ溶射の組合せと両面無機ジンクの組合せを比較すると両者の軸力低下率も同程度となっている。これらの結果より、アルミ溶射皮膜がボルト軸力のリラクセーションに与える影響は小さいと考えられる。

表 - 2 試験結果のまとめ

試験体 No.	ボルト No.	締付軸力 (kN)	ボルト軸力(kN)						
			1日後	1週間後	2週間後	3週間後	6週間後	70日後	
1-1	1	232	218	215	214	214	213	212	
	2	231	219	217	215	215	214	213	
	3	226	214	212	210	210	209	208	
	平均値	230	217	215	213	213	212	211	
1-2	1	238	234	234	232	233	232	231	
	2	225	221	221	220	220	220	219	
	3	230	226	225	224	224	224	223	
	平均値	231	227	227	225	226	225	225	
2-1	1	236	231	230	229	229	229	228	
	2	229	224	223	222	222	222	221	
	3	227	222	222	221	221	221	220	
	平均値	231	226	225	224	224	224	223	

4. まとめ

本研究では連結板摩擦面にアルミ溶射を施し、母板摩擦面を鋼材粗面あるいは無機ジンクとした試験体を用いて、ボルト軸力のリラクセーション試験を実施した。得られた結果を以下に示す。

- 1) アルミ溶射と鋼材粗面との組合せにおいて、締付から約 70 日経過後の軸力低下率は 2.6%~3.5%であり、アルミ溶射と無機ジンクの組合せの軸力低下率(7.7~8.2%)に比べて概ね 50%程度であった。
- 2) アルミ溶射と鋼材粗面の組合せと両面鋼材粗面のものを比較すると軸力低下率は同程度であった。また、アルミ溶射と無機ジンクの組合せと両面無機ジンクのものも同程度であった。アルミ溶射皮膜がボルト軸力のリラクセーションに与える影響は小さいと考えられる。

謝辞

アルミ溶射の施工については、吉川工業(株)熊井隆氏にご協力を頂いた。付記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 小島一高, 松尾真太郎, 佐分利和宏, 井上一朗: アルミ溶射添板を用いた高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数およびリラクセーション特性, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 2009.
- 2) 山階清永, 山口隆司, 村越潤, 松村政秀, 澤田守: 高力ボルト摩擦接合継手における SBHS 鋼の適用性に関する実験的研究, 平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, pp.I-40, 2013.6.

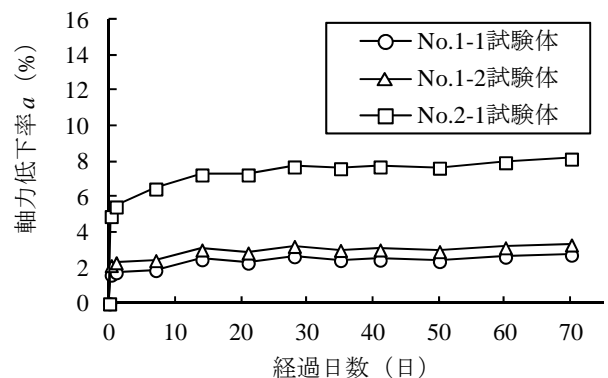


図 - 3 軸力低下率の経時変化

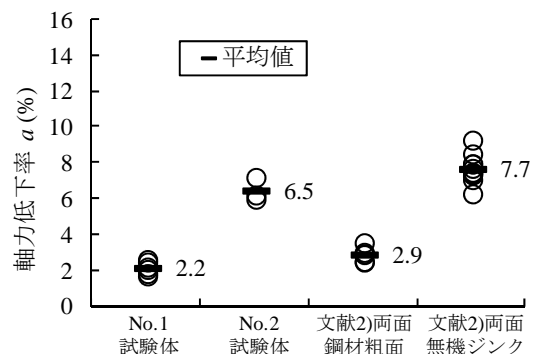


図 - 4 軸力低下率の比較(1週間経過後)