

日立造船(株) ○正会員 村田 省 三
日立造船(株) 正会員 牛尾 正 之
神戸大学工学部 正会員 西村 昭

1. ま え が き

最近、わが国において、長大橋を中心に現場高力ボルト摩擦接合部の防食性に主眼を置いて、接合面に厚膜型の塗装もしくは金属溶射を施工工法が多く見られるようになった。今後、一般橋梁においても、安全性の面から裏付けが得られるならば、その利点を生かしてこれらの処理法が順次採り入れられると考えられる。これらの背景を考慮して、本研究では無機質 ジンクリッチペイント（以下、無機ジンクと称す）および亜鉛溶射をとり上げ、これらで表面処理された摩擦接合面を有する高力ボルト継手のすべり耐力について実験的に種々の検討を行った。すなわち、①各種メーカーの無機ジンクのすべり耐力に関する優劣の比較、②塗装もしくは溶射面の大気中での暴露期間および発生する白錆（表面の酸化亜鉛被膜）がすべり耐力に及ぼす影響、③ボルト軸力およびすべり耐力の経年変化などに着目して、継手供試体による一連のすべり試験を実施した。

2. 実験概要

一般に、亜鉛溶射における亜鉛の純度は高く、品質も比較的安定しているが、無機ジンクについては、塗料メーカーによって亜鉛粒子の大きさ、亜鉛の量、顔料の成分などに多少の差がある。したがって、本実験では、亜鉛溶射は1社の製品に限定し、無機ジンクは本四公団の鋼橋等塗装基準を満足する3社の製品を選定した。ここでは、これらのいくつかの組合せおよび薄膜の無機ジンクプライマー塗装の場合などを対象にした実験を実験Ⅰと称する。実験Ⅰでは、塗装もしくは溶射後1か月屋外に暴露した後に、ボルト締付けを行ってすべり試験を実施した。次に、実験Ⅰの結果に基づいてすべり耐力の良好な無機ジンクを選び、実工事を勘案して、屋外暴露期間が長期（3か月）の場合のすべり耐力への影響、この間に発生する白錆の除去の効果に着目した実験を行った。この実験を実験Ⅱと称する。なお、白錆の除去法は、ブラッシによる水洗である。

表-1 供試体の種類および実験結果

実験 番号	供試体 番 号	接 合 面 の 表 面 処 理		塗 料 メーカー	目 標 膜 厚	表面処理後 暴露期間	白 錆 処 理	ボルト締付 後すべり試 験までの時 間	供試体 の 数	実 験 結 果					備 考
		母 材	添 接 板							塗膜厚 (μm)		すべり係数 [μ]		減少軸 力 (%)	
										平均値	標準偏差	平均 値	標準偏差		
I	T-1	厚膜型無機ジンク	厚膜型無機ジンク	A	75μm	1か月	除 去	24H~48H	10体	1.05	7.3	0.526	0.037	—	
	T-2	"	"	B	"	"	"	"	"	1.15	7.5	0.518	0.026	—	
	T-3	"	"	C	"	"	"	"	"	1.17	6.3	0.550	0.034	—	
	T-4	"	亜鉛溶射	A	"	"	"	"	"	9.8	9.7	0.510	0.052	—	
	T-5	"	"	B	"	"	"	"	"	1.14	7.2	0.495	0.037	—	
	T-6	"	"	C	"	"	"	"	"	1.08	1.1	0.545	0.029	—	
	T-7	薄膜型 無機ジンクプライマー	薄膜型 無機ジンクプライマー	A	20μm	"	"	"	"	2.4	2.0	0.387	0.021	—	
	T-8	"	"	B	"	"	"	"	"	2.7	3.4	0.395	0.027	—	
	T-9	亜鉛溶射	亜鉛溶射	—	75μm	3か月	除去せず	"	"	1.19	1.4	0.541	0.044	—	
	T-10	"	"	—	"	"	除 去	"	"	1.24	15.7	0.575	0.037	—	
II	T-11	厚膜型無機ジンク	厚膜型無機ジンク	C	75μm	3か月	除去せず	24H~48H	10体	1.18	1.07	0.495	0.031	—	T-3に 対応
	T-12	"	厚膜型無機ジンク	C	"	"	除 去	"	"	1.24	9.5	0.483	0.022	—	
	T-13	"	亜鉛溶射	C	"	"	除去せず	"	"	1.16	8.4	0.510	0.032	—	
	T-14	"	"	C	"	"	除 去	"	"	1.14	11.6	0.526	0.024	—	T-6に 対応
III	T-15	厚膜型無機ジンク	厚膜型無機ジンク	C	75μm	3か月	除 去	1 年	5 体	1.01	13.4	0.450	0.029	16.2	T-12に 対応
	T-16	"	亜鉛溶射	C	"	"	"	"	"	10.0	12.9	0.522	0.017	14.7	T-14 に対応
	T-17	"	厚膜型無機ジンク	C	"	"	"	3 年	"	未 実 施					
	T-18	"	亜鉛溶射	C	"	"	"	"	"						
	T-19	"	厚膜型無機ジンク	C	"	"	"	5 年	"						
	T-20	"	亜鉛溶射	C	"	"	"	"	"						

＊) 昭和55年度土木学会関西支部年次学術講演会にて、本文の一部を発表した。

また、実験Ⅲとして、ボルト締付け後、長期間経過した場合を対象にボルト軸力およびすべり耐力の変動を調査した。この場合、ボルト締付け後の供試体には、本四基準に準じた重塗装を施した。以上の実験に供した供試体は図-1に示すように2面摩擦継手とし、SM50を使用した。また、供試体の種類は表-1に示すように実験Ⅰ：10種（100体）、実験Ⅱ：4種（40体）、実験Ⅲ：6種（30体）である。供試体の接合面の膜厚はケット電磁微厚計により各供試部分の40か所で測定した。その結果を表-1に示す。

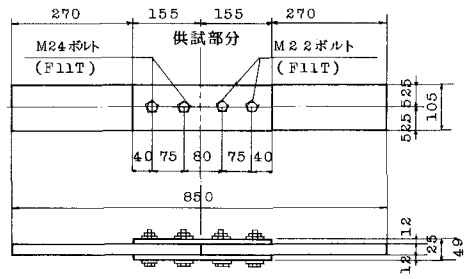


図-1 供試体の形状 (SM50)

3. 実験結果

現在、1年経過した供試体 T-15、16の実験までが完了しているが、得られた結果を表-1の右欄に示す。すべり係数はいずれも初期締付け軸力に基づいて算出している。また、一例として供試体 T-3、T-6（各10体）の膜厚とすべり係数との関係を図-2に示す。実験Ⅰからは、70～170 μm の膜厚の無機ジंकもしくは亜鉛溶射のいずれの組合せの場合もすべり係数が $\mu = 0.50 \sim 0.58$ となっており、設計で考慮している $\mu = 0.4$ 以上を満足することが分かる。また、上記膜厚の範囲内では、その大きさとすべり係数との間には特別の関係は見られない。以上の結果、実験Ⅱでは〇社の無機ジंकを採用することにしたが、実用上いずれのメーカーの製品とも良好である。実験Ⅲからは、表面白錆の処理の有無の影響は一定でなく、また余り大きくないことが分かる。したがって、極端な浮き白錆はともかく通常の白錆に対して特別の処理をする必要はない。一方、実験Ⅲでは供試体 T-15と T-16との間で差異が見られ、無機ジंक同士の場合の方が軸力減少も大きく、すべり係数の低下が大きい。無機ジंक塗装では亜鉛溶射の場合と比較して、酸化亜鉛層の生成度合いが大きく、その部合のぜい化に伴って作用するせん断力に耐える能力が低下し、ボルト自体の軸力減少も大きいものと考えられる。この点については、詳細な化学的な考察も必要であろう。

4. 結 言

以上、ボルト締付け後1年を経た実験までの結果しか得られていないが、無機ジंकの方が亜鉛溶射よりややすべり耐力が低く、かつ、経年に伴う劣下が大きい傾向がうかがえる。今後、残りの供試体の試験結果を見て最終的な判断を下したい。

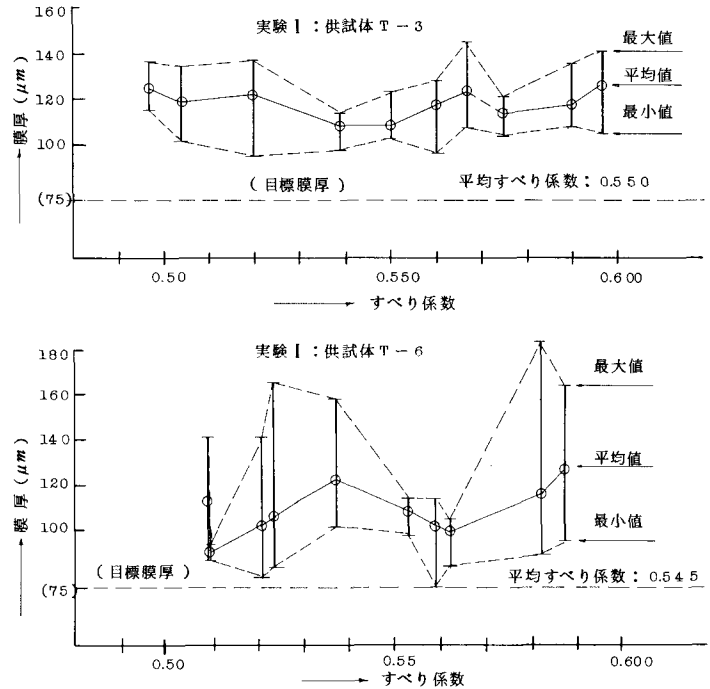


図-2 膜厚とすべり係数の関係