

Al-Mg 合金溶射された部材の Al-Mg 溶射ボルトによる継手のすべり係数

株式会社 フジエンジニアリング	正会員	○村山 康雄
西日本高速道路 株式会社	正会員	大城 壮司
西日本高速道路 株式会社	正会員	松井 隆行
株式会社 富士技建	非会員	小島 裕貴
長崎大学大学院	正会員	中村 聖三

1. はじめに

平成 24 年の道路橋示方書 鋼橋編の改訂では、摩擦接合面に無機ジンクリッチペイントを塗装した場合のすべり係数が、従来の 0.4 から 0.45 に見直しされ、これに伴い高力ボルトの許容力が見直された。

筆者らは、図-1 に示す Al-Mg 溶射ボルト¹⁾に関する共同研究を行っており、平成 20 年に NEXCO 西日本管内のジャンクション橋で初めて使用されてから、近年では橋梁建設や、鋼桁端部の溶射保全工事、添接板の取替え工事など様々な現場で使用されるようになって



Al-Mg 溶射高力六角ボルト
(全面溶射)



Al-Mg 溶射トルシア形高力ボルト
(頭部溶射: 箱桁接合部などで使用)

図-1 Al-Mg 溶射ボルトの種類

いる。本稿は、道路橋示方書における高力ボルトの許容力の改訂を受け、Al-Mg 溶射ボルトおよび Al-Mg 合金溶射皮膜の継手構造について各種性能試験を実施したので、この結果について報告する。

2. 試験内容

継手性能試験の内容は、表-1 に示すように小型試験体による Al-Mg 溶射ボルトの締付け試験、リラクセーション試験、添接板のすべり試験と、模型桁による衝撃振動試験を実施した。本稿では、すべり試験結果について報告する。

表-1 Al-Mg 溶射ボルトおよび Al-Mg 合金溶射皮膜を有する添接部の継手性能試験内容

試験項目	試験体の種類	試料数	備考
1. ボルト締付け試験	溶射ボルト・通常の高力ボルト	216本	M22×70～135, M24×80～155 (F10T, S10T)
2. リラクセーション試験	同 上	216本	同 上 (110日間を実施)
3. すべり試験	添接板の標準すべり試験	100体	土木学会推奨による試験方法で実施
4. 衝撃振動試験	Al-Mg 溶射仕様の試験桁	2基	L=2.2 m の片持梁・M22, M24 の各 1 基

すべり試験は、図-2 に示すような小型試験体を製作し、添接部のすべり側は Al-Mg 溶射ボルト、固定側は超高力ボルトで締付けを行った。すべり側となる Al-Mg 溶射ボルトには、ボルト軸部にひずみゲージを貼付けて、予め引張荷重とボルトひずみの関係についてキャリブレーションを行った。摩擦

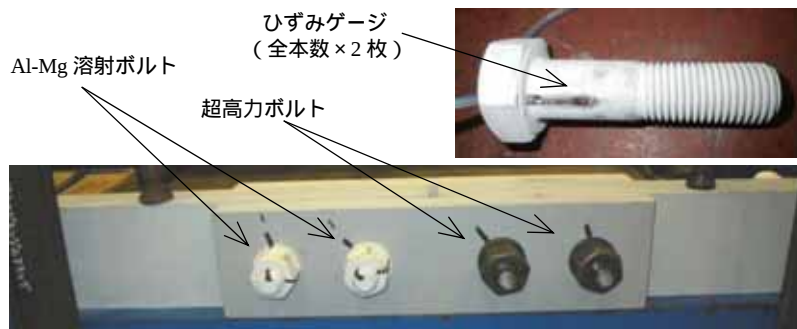


図-2 すべり試験体とボルト軸部のひずみゲージ設置状況

接合面の仕様については大きく分けて、Al-Mg 合金溶射 (封孔あり; 基本仕様) Al-Mg 合金溶射 (無封孔)、無機ジンクリッチペイント (Zn)、母材を無機ジンクリッチペイント、添接板を Al-Mg 合金溶射 (Zn/AlMg) とする 4 種類とした。また、Al-Mg 合金溶射 (封孔あり) では、高力ボルトの種類や首下長さの違う試験体を製作した。Al-Mg 溶射ボルトの皮膜厚さは 100 μm とし、封孔処理については合成樹脂エナメル塗料を用いた。

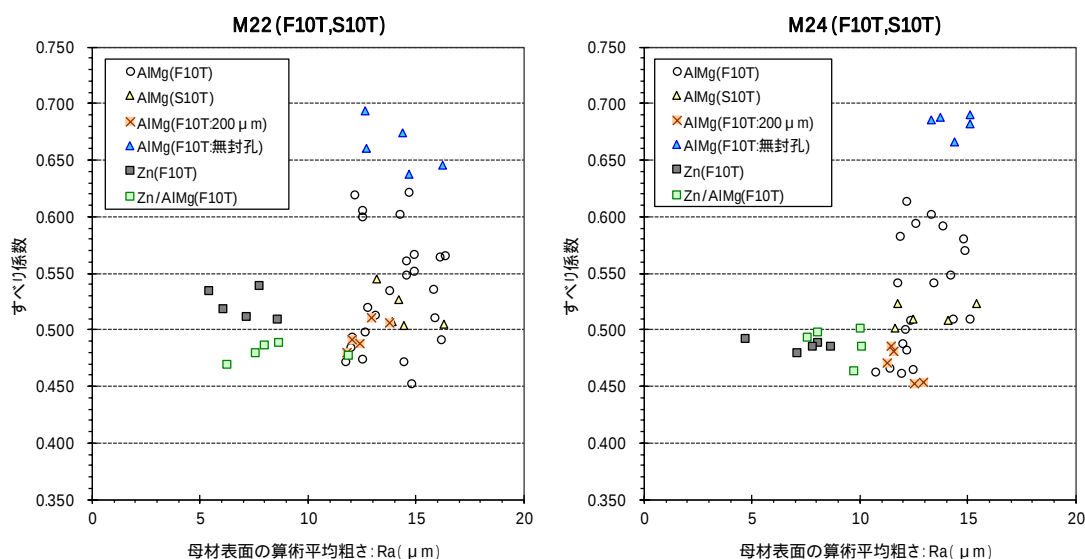
キーワード Al-Mg 溶射ボルト、金属溶射、摩擦接合、継手性能、すべり係数

連絡先 〒530-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28 (株)フジエンジニアリング 研究開発部 TEL 06-6350-6130

3. 試験結果

鋼材のすべり係数と表面粗さの関係は文献等²⁾が参考になるが、母材側の表面粗さ(Ra)とすべり係数の関係について整理した結果を図-3に、各仕様のすべり係数の平均値等を表-2に示す。なお、本試験ではボルト締付けから110日以上経過した時点で引張試験を行い、締付け直後の実測導入軸力を基準として算出した結果である。

本試験では、すべての試験体ですべり係数は0.45以上であった。また、摩擦接合面の皮膜種類別にすべり係数を比較した結果、Al-Mg合金溶射の無封孔が最も高い傾向であった。それ以外の仕様は、M22とM24で傾向が異なるものもあり、皮膜種類別には大幅な違いはないと考えられる。Al-Mg合金溶射の封孔あり(グラフ中の白抜き記号)はすべり係数が0.45~0.62に分布しておりばらつきが大きいように見えるが、これはボルト首下長さの違い(締付け板厚の違い)によるものであると考えられる。試験では、ボルト首下長さが長くなるほどすべり係数は高い傾向が認められた。これは、母材や添接板の引張荷重に対する降伏比(板やせの影響)や、ボルト軸力の板厚方向への伝達状況の違いなどが現れたのではないかと考えている。Al-Mg合金溶射(封孔あり)の皮膜厚さ100 μ mと200 μ mを比較した結果では、すべり係数の大小関係に明確な違いは認められなかった。



AlMgは最小皮膜厚さ100 μ m、封孔ありを基本とする。無機ジンクリッチペイントの膜厚は75 μ m。

図-3 摩擦接合面種類別のすべり係数(すべり係数と表面粗さ Ra)

表-2 すべり係数の平均値と標準偏差

種類	ボルト首下長さ		防錆仕様		すべり係数				試料数	備考
	(mm)	区分	ボルトセット	母材・添接板	M22		M24			
					平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
F10T	85 (90)	4D未満	無塗装	Zn	0.523	0.012	0.486	0.004	各5体	
			AlMg	AlMg	0.474	0.015	0.530	0.007		
				AlMg (無)	0.662	0.020	0.682	0.009		
				AlMg (200 μ m)	0.495	0.012	0.468	0.014		
				Zn / AlMg	0.481	0.007	0.489	0.013		
			AlMg (NEXCO仕様)	AlMg	0.499	0.011	0.481	0.034		
			AlMg	AlMg	0.556	0.013	0.497	0.011		
				AlMg	0.538	0.016	0.583	0.024		
				AlMg	0.610	0.009	0.563	0.034		
				AlMg (TCB)	AlMg	0.518	0.016	0.513		0.009
S10T	95 (100)	4 ~ 5D	AlMg (TCB)	AlMg	0.518	0.016	0.513	0.009		

4. まとめ・今後の課題

本試験から、Al-Mg溶射ボルトおよびAl-Mg合金溶射皮膜を有する摩擦接合継手のすべり係数は、0.45以上であった。特に無封孔のAl-Mg合金溶射は他の摩擦面の仕様と比較してすべり係数は高く0.63以上であった。

今後は、すべり係数が低下し難い封孔処理剤について開発し、防錆と耐すべり性の両立を図りたい。また、今後、本試験データについて、皮膜表面粗さとすべり係数の関係についてさらに分析を進めたいと考えている。

参考文献

- 1) 特許 5404183: 締結具およびその製造方法
- 2) 森猛, 田坂康介, 一宮充, 小笠原照夫: 鋼材の表面粗さパラメータと高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.67, No.2, 446-453, 2011 年