

接合面をアルミ溶射及び高膜厚無機ジンクリッチペイントとした 高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数に関する実験的研究

大阪市立大学大学院 学生員 ○藤田 翔吾
大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

新日鐵住金 正会員 東 清三郎
新日鐵住金 正会員 高木 優任

1. 研究背景および目的

近年、高すべり係数化を可能とする摩擦接合面処理としてアルミ溶射が注目されている。著者らはこれまで、連結板接合面にアルミ溶射を施し、母板接合面を膜厚 100 μ m の無機ジンクリッチペイント塗装(以下、無機ジンクと称す)とした組合せにおいて、一般的な摩擦接合継手よりも高いすべり係数が得られることを報告した¹⁾。通常、無機ジンクの膜厚は防食や膜厚の管理上、75 μ m 程度とされている²⁾ため、75 μ m 以上に塗布されることが多く、実施工では 100 μ m を超える膜厚になる場合も想定される。したがって、これがすべり係数に及ぼす影響を検討する必要があると考える。

本研究では連結板の接合面にアルミ溶射を、母材の接合面処理を無機ジンクとした試験体に対して、無機ジンクの膜厚をパラメータとしたすべり試験を実施した。

2. すべり試験の概要

試験体の形状・寸法を図 - 1 に、試験体母板の接合面処理を表 - 1 に示す。試験体は材軸方向に高力ボルトを2本配置した2面摩擦接合部である。高力ボルトは F10T M22、鋼材は SM490Y を用いた。母板厚 32mm、連結板厚 16mm、試験体幅 120mm である。本試験体は、すべり耐力(すべり係数を 0.9 とし設計ボルト軸力を用いて計算)が母板有効断面での降伏耐力(降伏点はミルシート値を用いて計算)に対して 0.59 倍とすべり先行型となっている。

試験体の組立に際して、着目する側のすべりが先行するように、固定側の高力ボルトは増し締めを行った。着目側の高力ボルトは、軸表面对角に2枚の歪ゲージを貼付し、事前に実施したキャリブレーション試験の結果を基に軸力管理を行った。試験体組立から1週間経過後に引張試験機により準静的に一方方向に引張力を負荷した。計測項目は、試験機の荷重 P 、接合部のすべり量 D 、試験側のボルト軸力 N である。接合部のすべ

り量 D は、内側ボルト位置の連結板と母板の相対変位として、変位計を用いて計測した。

試験パラメータは、母板の摩擦面処理である。No.1 試験体はブラスト処理、No.2~4 試験体はブラスト処理後に無機ジンクを塗布したものであり、その目標膜厚をそれぞれ 100, 200, 300 μ m とした。ブラスト処理は、いずれも除錆度(JIS Z0313) Sa2 1/2 以上(Rz50 μ m 以上)とした。No.1 試験体の母板の表面粗さを測定した結果、24箇所 の平均値で Ra 12.7 μ m, Rz 96.1 μ m であった。また、No.2~4 試験体の母板の塗膜厚を測定した結果、各々 48箇所 の平均値で 103, 236, 337 μ m であった。連結板の摩擦面は、いずれも下地処理としてブラスト処理後にアーク溶射法によるアルミ溶射を施した。溶射皮膜厚を測定した結果、192 箇所 の平均値で 306 μ m であった。試験数は、No.1 試験体は 2、No.2~4 試験体は 3 とした。

3. 試験結果および考察

図 - 2 に代表的な荷重-すべり量関係を示す。いずれもすべり量が 0.3mm 未満で荷重の最大値を示した。本報では、最大荷重 P_{max} をすべり荷重とした。表 - 1 に試験結果をまとめて示す。ボルト軸力はすべり側のボルト 2 本の平均値であり、締付時 N_0 、試験前 N_1 、最大荷重時 N_2 を示している。締付完了直後から 7 日経過後までのリラクセーション特性を軸力低下率として示した。すべり係数 μ_1 は、試験前軸力 N_1 と最大荷重 P_{max} を用いて算出した。すべり係数は平均値で見ると、ブ

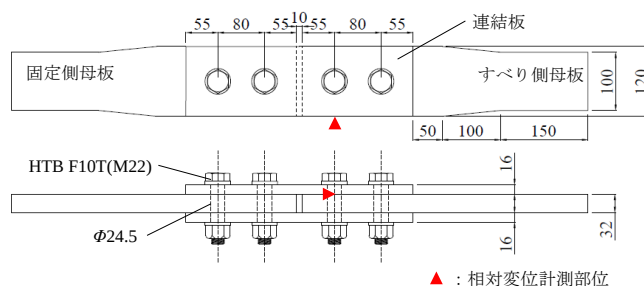


図-1 試験体の形状・寸法 (単位: mm)

キーワード アルミ溶射, 高力ボルト摩擦接合継手, すべり係数, 無機ジンクリッチペイント

連絡先 〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 橋梁工学分野
TEL&FAX 06-6605-2765

ラストのままの No.1 試験体が最も大きく 0.84(個値では 0.84~0.85), 無機ジンクの No.2~4 試験体がそれぞれ 0.72, 0.73, 0.76 (個値では 0.70~0.74, 0.72~0.75, 0.76~0.77) となっている. 図 - 3 に No.2~4 試験体のすべり荷重(最大荷重)と無機ジンク膜厚との関係を, 図 - 4 に No.2~4 試験体のすべり係数 μ_1 および締付完了直後から 7 日間経過後までの軸力低下率と無機ジンク膜厚との関係を示す.

図 - 3 よりすべり荷重は膜厚との相関は見られず 604~630kN の範囲にある. 図 - 4 より, 無機ジンク膜厚が大きくなるとすべり係数 μ_1 およびリラクセーションによる軸力低下は大きくなる傾向が見られる. 試験前軸力によりすべり係数を評価した場合にはリラクセーションによる軸力低下の影響で高膜厚になるほどすべり係数が大きくなったと考えられる. なお, リラクセーション特性は, 母材の摩擦面処理がブラスト処理の場合で 3% 程度, 無機ジンクの場合には膜厚 100 μm で 6% 程度, 膜厚 200 μm で 9% 程度, 膜厚 300 μm で 10% 程度であった.

4. まとめ

本研究では, 連結板接合面にアルミ溶射を施し, 母

材の接合面処理をブラスト処理あるいは 100, 200, 300 μm と膜厚を変えた無機ジンクとした場合のすべり試験を実施した. 得られた結果を以下に示す.

- 1) 無機ジンクとした場合, 膜厚が 100~300 μm で, 試験前軸力によるすべり係数は 0.7 以上 (0.72~0.77) であった. また, 膜厚が大きくなるほど, すべり係数は大きくなる傾向を示した.
- 2) リラクセーション特性を調査した結果, 締付直後から 7 日経過後までの軸力低下率は, ブラスト処理では 3% 程度で, 無機ジンクでは膜厚が大きくなるほど大きくなり, 膜厚が 300 μm で 10% 程度となった.

謝辞

アルミ溶射の施工については, 吉川工業株式会社熊井隆氏にご協力を頂いた. 付記して感謝の意を表する.

参考文献

- 1) 東清三郎, 高木優任, 山口隆司, 山階清永: 片面にアルミ溶射を用いた高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数に関する実験的研究, 土木学会第 70 回年次学術講演会概要集, pp.991-992, 2015.9
- 2) 日本道路協会: 鋼道路橋塗装便覧第 II 編 塗装編, p.25, 2014.3.

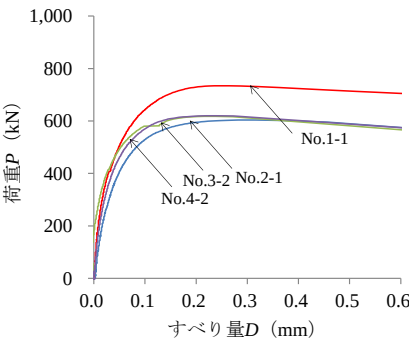


図-2 荷重-すべり量関係

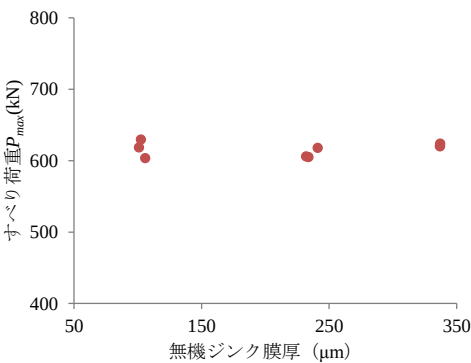


図-3 無機ジンク膜厚とすべり荷重の関係

表-1 試験体の摩擦面処理とボルト軸力低下率およびすべり試験結果

No.	試験体の摩擦面処理 母板	試験前までの軸力低下率およびすべり試験結果						
		No.	N_0 (kN)	N_1 (kN)	N_2 (kN)	軸力低下率 (%)	P_{max} (kN)	すべり係数 μ_1
1	ブラスト処理 (JIS Z 0313 Sa2, 1/2)	1-1	226	219	176	3.0	734	0.84
		1-2	226	220	176	2.7	746	0.85
2	無機ジンクリッチ ペイント塗装 (目標膜厚: 100 μm)	2-1	227	215	186	5.6	604	0.70
		2-2	227	214	186	5.9	630	0.74
		2-3	226	213	185	6.0	619	0.73
3	無機ジンクリッチ ペイント塗装 (目標膜厚: 200 μm)	3-1	227	207	188	9.2	606	0.73
		3-2	228	207	188	9.1	618	0.75
		3-3	227	209	187	8.0	605	0.72
4	無機ジンクリッチ ペイント塗装 (目標膜厚: 300 μm)	4-1	227	204	184	10.3	621	0.76
		4-2	225	202	182	10.4	620	0.77
		4-3	226	203	181	10.3	624	0.77

N_0 : 締付時ボルト軸力
 N_1 : 試験前ボルト軸力
 N_2 : 最大荷重時ボルト軸力
軸力低下率: 締付完了直後から 7 日経過後までの軸力低下率
 $= (N_0 - N_1) / N_0 \times 100$
 P_{max} : 最大荷重
 μ_1 : 試験前ボルト軸力を用いて算出したすべり係数

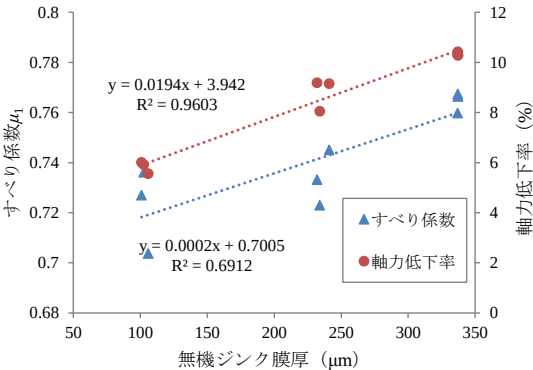


図-4 無機ジンク膜厚とすべり係数 μ_1 及び
締付から 1 週間経過後の軸力低下率の関係