

古塗膜の残存する接合面に対する高力ボルト摩擦接合に関する研究
その1 すべり係数試験計画・古塗膜分析

すべり係数 摩擦接合 既存塗膜
経年劣化 塗膜付着性 膜厚

正会員 ○佐藤 絢子* 同 吉田 卓矢**
同 渡辺 恵介** 同 原口 圭**
同 楠田 健** 同 田中 秀宣***
同 阿部 周平*** 同 池沼 良章***
同 桑原 幹雄****

1. はじめに

駅改良工事において旅客上家を改修・補強するにあたり高力ボルト摩擦接合を用いる場合は、既存塗膜を剥がし摩擦面処理を行うなど下地調整を施すことになる。しかし、ホーム上の下地調整は施工性が悪く、また列車が運行しない時間帯（終電～始発間）で行う必要があるため、工事費の増加や工期の長期化などの課題がある。そのため、下地調整の簡素化が可能な摩擦接合の実現を目指している。

塗膜を有する接合面の高力ボルト摩擦性能については、接合面の塗膜の経時的変化により摩擦性能が低下することが明らかになっている。しかし、付着安定性の評価点の悪い塗膜の試験体が少なく、本設構造物への適用には、より多くの試験体の評価が必要である。

そこで本研究では、経年劣化により付着安定性が悪くなった塗膜を対象にすべり係数試験を実施し、古塗膜の残存する接合面に対する高力ボルト摩擦性能を検証する。

2. すべり係数試験計画

2.1 試験体

表面に古塗膜を有する既存鉄骨材と新設鉄骨材の高力ボルトによる摩擦性能を把握するため、すべり係数試験²⁾を実施する。

図1に試験体形状を示す。試験体は中板（新設鉄骨材）に添板（既存鉄骨材）2枚を外側に配置し、M16(F10T)を用いて接続する。通常、高力ボルトは片側2本ずつ配置するが、既存鉄骨材から十分な厚さの添板を切り出すことができなかったことから、すべりよりも早期に添板が降伏するのを避けるため1本ずつの配置とした。

試験体一覧を表1に示す。試験体名は通し番号、塗膜仕様、添板厚を表す。試験は既存鉄骨材の塗膜仕様で分類したP1～P5を比較対象として23体実施した。採取箇所Aは建設後（1回目の塗装後）40年、採取箇所Bは56年経過している。採取した鉄骨材は、すべて直接雨がかからない半屋外環境下のものとした。P1は採取箇所Aから、P2～P4は採取箇所Bから採取した試験体である。P5はP4に対し、すべり係数の向上の検証のため6号珪砂を10%添加した高強度エポキシ樹脂を施した試験体である。

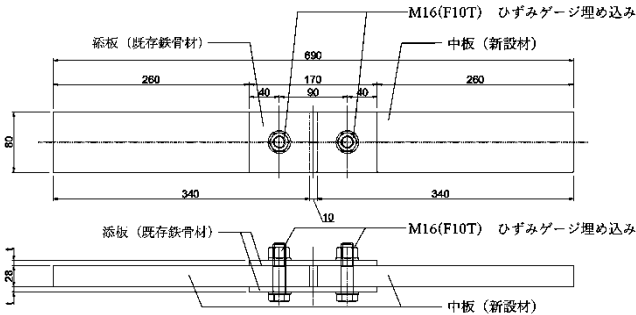


図1 試験体

表1 試験体一覧

No.	試験体名	添板厚	添板情報		No.	試験体名	添板厚	添板情報	
		(mm)	採取箇所	塗膜仕様			(mm)	採取箇所	塗膜仕様
1	1-P1-t6	5.5	A	P1	12	12-P4-t9	9	B	P4
2	2-P1-t7	6.5			13	13-P4-t9			
3	3-P1-t7				14	14-P4-t12			
4	4-P1t-9				15	15-P4-t12			
5	5-P1-t9	9			16	16-P4-t12			
6	6-P1-t9				17	17-P4-t12			
7	7-P1-t9				18	18-P4-t12			
8	8-P2-t6	6	B	P2	19	19-P5-t12	12	B	P5
9	9-P2-t6				20	20-P5-t12			
10	10-P3-t7	7	B	P3	21	21-P5-t12			
11	11-P3-t7				22	22-P5-t12			
					23	23-P5-t12			

試験体名:【No.】-【塗膜仕様】-【添板厚】

2.2 試験方法

図2に試験状況を示す。変位は中板と添板の相対変位を計測した。試験体の上下それぞれですべりが発生するため、試験体1体につき2個のすべり荷重を測定した。試験体の相対変位は、4箇所の変位計の平均値とした。

載荷方式は単純引張載荷とした。すべり荷重は、明確なすべりが生じた場合はその時点の荷重とした。それ以外の場合は相対変位が0.2mmに達するまでに記録した最大荷重をすべり荷重とした²⁾。

高力ボルトの初期導入軸力は117kN（標準ボルト軸力）

を目標に締め込みを行った。ボルト軸力はボルト内部にひずみゲージを埋め込み計測した。ボルト締め込みからすべり荷重確認までにボルト軸力のリラクセーションが懸念されることから、締め込み後の時間計画に伴うボルト軸力の変化を24時間以上計測した。

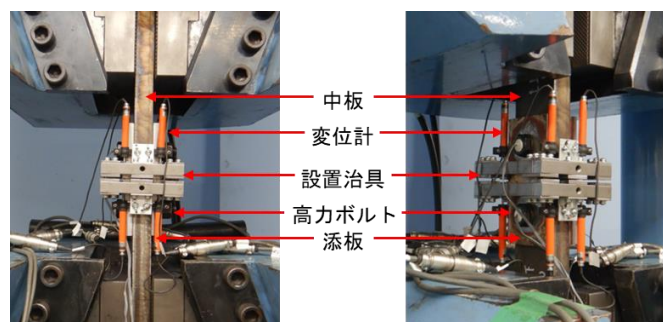


図2 試験状況

3. 古塗膜の分析

解体材に施された塗膜の物性を把握するために近接目視による外観調査、デジタルマイクロスコープによる塗膜断面観察、膜厚計による膜厚測定、および基盤目カットテープ付着試験³⁾を行った。

各調査結果を表2に示す。外観はいずれの試験体も塗膜

の劣化が進行しており、部分的に塗膜の剥がれや錆が観察されるなど、極めて不均一な状態であった。また断面観察の結果、いずれの解体材も複数の塗膜層から構成されていることがわかった。

塗膜の付着性については、試験を行ったほぼすべての箇所で評価点3であった。厚膜部分ほど付着性が悪く、また塗膜の靱性が失われており、カッターナイフで切り込み傷を入れた時点で破壊された。P1の下層部の塗膜が露出している箇所や、P3の一部については評価点が1~2であった。P1およびP3の下塗には鉛丹ペイントが適用されており、上層の樹脂系塗膜に比べ、脆性的な破壊がなく、付着性は良好であった。

4. まとめ

古塗膜の残存する接合面に対する高力ボルト摩擦性能を検証するため、すべり係数評価試験を計画した。

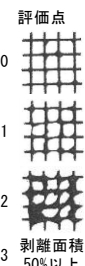
対象となる解体材に施された塗膜の物性を調査し、塗膜の劣化状況を明らかにした。

【参考文献】

- 1) 村井亮平他：塗装を施した接合面に対する高力ボルト摩擦接合に関する研究，日本建築学会大会学術講演会，2021.9
- 2) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針，2021.2
- 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物塗膜調査マニュアル，2018

表2 調査結果一覧

採取箇所		B			
塗膜仕様	記号	P1	P2	P3	P4
	塗料	下塗：鉛丹ペイント 塗膜①～③：アルキド樹脂系塗料 塗膜④：アクリル樹脂系塗料	下塗層：不明 塗膜①：油性調合ペイント 塗膜②～④：合成樹脂調合ペイント	下塗：鉛丹ペイント 塗膜①～③：樹脂系ペイント	下塗層：不明 塗膜①：油性調合ペイント 塗膜②～④：合成樹脂調合ペイント
推定塗装回数		4回	4回	3回	4回
膜厚	範囲	270～400 μm	170～267 μm	253～311 μm	363～456 μm
	平均	347 μm	202 μm	282 μm	402 μm
外観					
塗膜断面	300倍				
付着性	母材側				
	テープ側 (剥離面)				
	評価点	3 (一部1～2)	3	3 (一部2)	3



* 東鉄工業
** 東日本旅客鉄道
*** センクシア
**** 大日本塗料

* Totetsu kogyo Co.,Ltd
** East Japan Railway Company
*** Senqcia.Co.,Ltd
**** Dai Nippon Toryo Co., Ltd.