

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2 すべり係数試験の結果

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 ○吉田 卓矢* 同 佐藤 絢子**
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

前報では、すべり係数試験の計画と試験体となる既存鉄骨材の塗膜の調査分析結果について述べた。本報では試験結果と考察について述べる。

2. リラクセーション

高力ボルトの締め込み後の時間経過に伴う軸力の変化を図1に、ボルト軸力計測結果のまとめを表1に、減少率と膜厚平均関係を図2に示す。いずれの試験体も締め付け後24時間程度経過するまでに7%~20%程度の軸力が減少した後、軸力の変動が少なくなった。減少率については、膜厚が厚いほど高い傾向がみられた。塗膜仕様がP1である試験体については、高力ボルトの座金側の塗膜を除去しなかったため、塗膜厚による軸力減少の影響が大きく、減少率が大きくなったと思われる。

3. すべり係数試験

3.1 試験結果

すべり係数試験結果を図3に示す。すべり係数は締め込み後のリラクセーションによる最小ボルト軸力で算出した。P1~P4の試験体について、すべての試験体で中板の仕様であるショットブラスト処理された鋼材で得られるすべり係数0.45を下回る結果となった。一方P5の試験体については、大きく上回り、劣化した塗膜を有する接合面であっても、すべり係数の向上に有効であることを確認した。

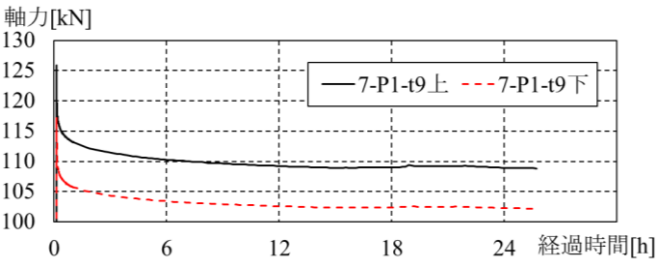


図1 ボルト軸力 - 経過時間関係

表1 ボルト軸力計測結果

塗膜仕様		P1~P4	P1	P2	P3	P4	P5
試験体No.		No.1~18	No.1~7	No.8, 9	No.10, 11	No.12~18	No.19~23
最大ボルト軸力平均	kN	118.6	119.0	118.2	118.0	118.4	118.3
減少後ボルト軸力平均	kN	104.0	101.0	110.6	109.3	103.5	98.0
減少率	%	12.3	15.1	6.4	7.4	12.6	17.2
既存膜厚平均	μm	-	347	202	282	402	402
試験数		36	14	4	4	14	40

表2 すべり係数（平均、最小、最大他）

塗膜仕様	P1~P4	P1	P2	P3	P4	P5
試験体No.	No.1~18	No.1~7	No.8, 9	No.10, 11	No.12~18	No.19~23
平均すべり係数	0.278	0.269	0.321	0.345	0.255	0.691
最小すべり係数	0.193	0.193	0.318	0.327	0.193	0.584
最大すべり係数	0.354	0.332	0.327	0.354	0.318	0.802
試験数	36	14	4	4	14	40
既存膜厚平均μm	-	347	202	282	402	402

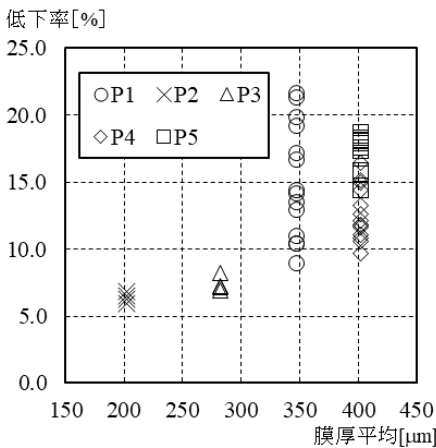


図2 減少率-膜厚平均関係

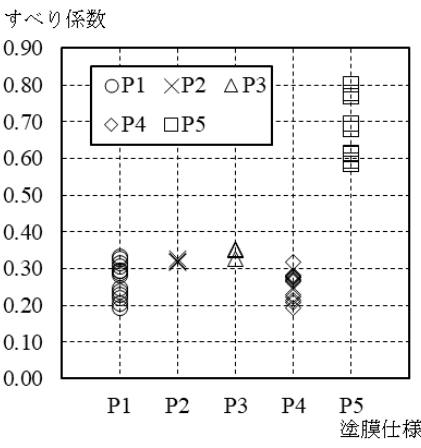


図3 すべり係数試験結果

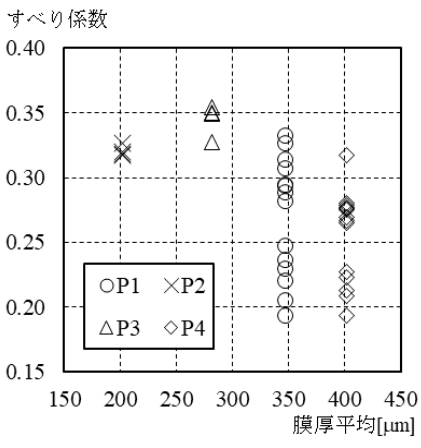


図4 すべり係数-膜厚平均関係

3.2 考察

表 2 に塗膜仕様ごとの平均、最小、最大のすべり係数および膜厚平均を示す。また、図 4 に膜厚平均とすべり係数の関係を示す。P1～P4 については、付着性評価試験において同様に評価点 3 であったが、P1、P4 が P2、P3 に比べ低い傾向となった。これは P1、P4 が P2、P3 に比べ膜厚平均が大きく、不均一であることが影響したとみられる。図 5 に塗膜仕様ごとの試験体写真を示す。すべての試験体で中板に塗膜が付着しており、塗膜と母材ではなく、塗膜の層間ですべりが発生していることを確認した。

(1) P1, P3

いずれの試験体も最下層の塗膜である鉛丹ペイントの赤色が露見している。付着性試験より鉛丹ペイントの付着力が良好であった一方、上部の樹脂系塗膜は付着性が悪く脆い塗膜層であった。そのため、鉛丹ペイントと母材間ではすべりは発生せず、その上部の脆い塗膜層ですべりが発生したと思われる。

(2) P2

P2 の試験体は赤褐色の下塗層が露見している。これは下塗層と上部の塗膜層間ですべりが発生した結果である。

(3) P4

加力後の接合面で白色の塗膜層が確認でき、塗膜層の色の違いから、主に表面と中間の塗膜層間ですべりが発生していることがわかる。他の P4 の試験体に比べすべり係数が小さい傾向となった試験体には、表面に接着剤と思われる汚れの付着や、経年劣化による剥離が多く確認された。これは不陸が大きく、塗膜に部分的な応力が集中したことに起因すると考えられる (図 6)。

3.3 塗布剤の影響

P5 については、高強度エポキシ樹脂で試験体の付着性を高め、珪砂が本締め時の軸力で塗膜に食い込むことによりすべり係数の向上を図っている。図 7 に加力後の試験体の拡大写真を示す。ひっかき傷やへこみが確認できる。これらは珪砂の食い込みにより発生したものである。P4 の試験体と比べほぼすべての試験体で下塗層が露見していることから、珪砂が食い込んだ塗膜層ですべりを抑制する効果があると考えられる。

4. まとめ

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接合性能を確認した。

また、劣化した塗膜層は、付着性が悪く、膜厚が厚いほどすべり係数が小さい傾向があることがわかった。

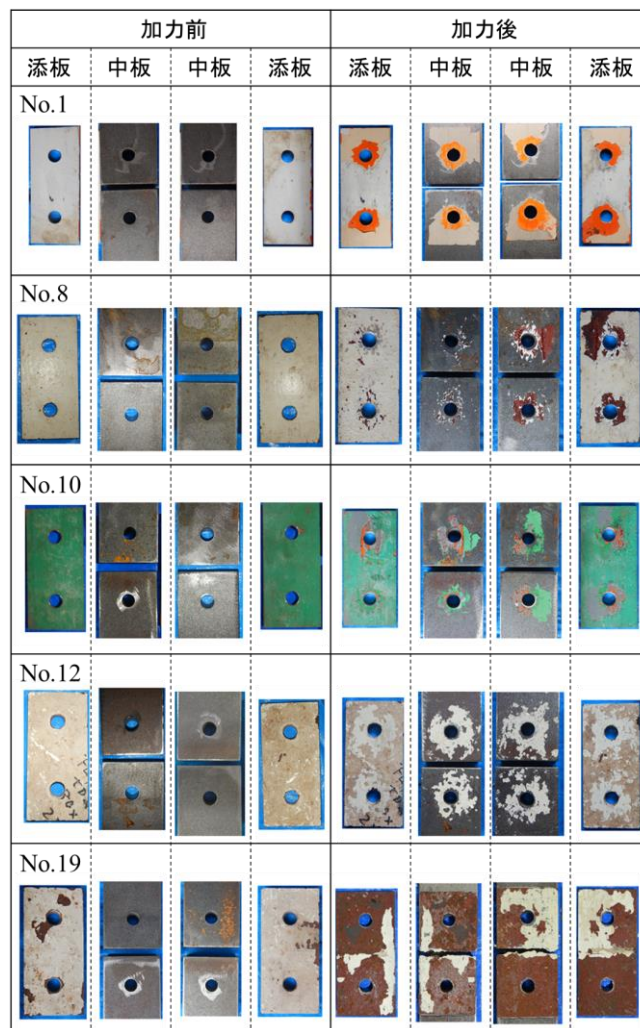
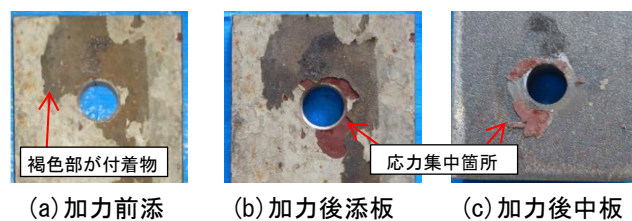
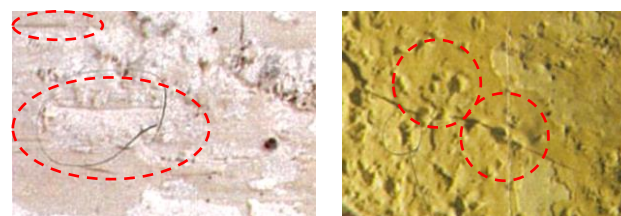


図 5 試験体写真



(a) 加力前添 (b) 加力後添板 (c) 加力後中板

図 6 付着物がある試験体写真 (No. 15)



(a) ひっかき傷 (b) へこみ

図 7 No. 19 加力後拡大 (100 倍)

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

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