

フィラープレートを有する高力ボルト摩擦接合継手のすべり試験

名城大学大学院 ○学生員 杉山 直也
 瀧上工業(株) 伊藤 功, 正員 織田 博孝
 名城大学 フェロー 久保 全弘, 正員 近藤 明雅

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手を作用力が大きい接合部に使用するためには、ボルトを高強度化、または太径化し導入軸力を大きくするか、あるいは高摩擦化（摩擦面のすべり係数を向上させる）などの改善策が必要とされる。先の研究¹⁾では高摩擦化を目標として、母材と添接板の間に材質、表面処理などが異なるフィラープレートを挿入した高力ボルト摩擦継手のすべり試験を行い、ボルト軸力のリラクゼーション、フィラー材の硬度・粗さとすべり係数の関係について検討した。本研究では引き続いて、フィラープレートにアルミ系金属溶射板と LYP 鋼板を用いた継手のすべり試験結果について報告する。

2. 試験体

表-1に継手試験体の条件がまとめてある。フィラー材は、板厚と鋸の条件を変えた極低降伏点鋼板（LYP 鋼板）と、下処理と仕上げ処理などを変化させたアルミ系金属溶射板を用いた。試験体は図-1に示すように突合せ摩擦継手であり、すべり側と固定側のボルト本数などが異なる3種類（A, B1, B2）の継手形式を用意した。母材は SM490YB、添接板は SM490YA の鋼材を用い、グリットblastにより黒皮を除去した。鋸は母材のみをblast後に約1ヶ月間屋外放置して発生させた。

また、固定側フィラーは、A タイプではすべてblastした SS400 鋼板を用い、B タイプではすべり側と同様なフィラーとした。ボルトは F10T の呼び径 M22 を使用し、導入軸力はトルク法で管理し、221.6kN を目標とした。ただし、主すべりが固定側で起こらないようにするために、固定側のボルトはさらに1割の増し締めを行い支圧効果を与えた。

3. 試験方法

すべり試験に先行して、材料性質（粗さ、硬さ）の測定とボルトのリラクゼーション試験を行った。硬さは、ビックカース硬さ試験機により、各材片（母材、添接板、フィラー）の長手方向中間付近で裏表2点ずつ測定した。粗さは、試験体を組立時にすべり側となる材片の摩擦面を対象に各ボルト孔周辺4点で測定した。ボルト軸力のリラクゼーションは、すべり側ボルトの軸部の中心に深さ45mm、直径3mmの孔を開け、ボルト用ひずみゲージを挿入接着して、締付後の軸ひずみの変化を約1週間計測した。すべり試験はリラクゼーション試験終了後ただちに行い、万能材料試験機（容量2000kN）を用いて引張載荷した。載荷

表-1 試験体条件

試験体	継手形式	鋸の有無	フィラーボード厚	フィラーの種類	備考
ALG7-1.2.3	Aタイプ	無	7mm	LYP100鋼板 (極低降伏点 鋼板)	0.2%耐力: 91N/mm ² , 引張強さ: 261N/mm ² , フィラー表面はグリットblast仕上げ, 鋸は母材のみblast後に屋外放置により発生
ALR7-1.2.3		有			
BLG5-1.2.3		無			
BLG3-1.2.3		無			
BAG1-1.2	B2タイプ	無	4.5mm	アルミ系 金属溶射板	素地: SS400 (t=4mm), 下処理: グリットblast, プラスノン#21で粗面形成, 亜鉛-アルミ擬合金溶射
BAG2-1.2					仕上げ処理: なし 合計膜厚: 126 μm
BAG3-1.2					アルミ溶射 211 μm
BAG4-1.2					SUS410溶射 202 μm
BAG5-1.2					粗面形成剤塗布 159 μm
BAG6-1.2					MSシーラー白 125 μm
BAG7-1.2					仕上げ処理: なし 合計膜厚: 102 μm
BAG8-1.2					アルミ溶射 215 μm
BAG9-1.2					SUS410溶射 175 μm
BAG10-1.2					粗面形成剤塗布 118 μm
					MSシーラー白 132 μm

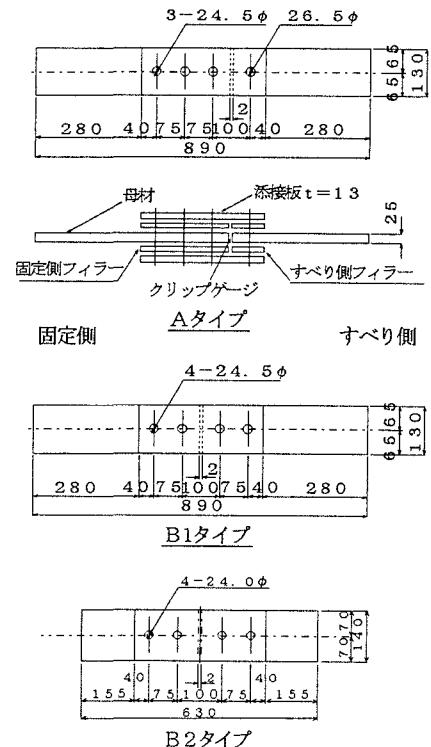


図-1 試験体形状とゲージ位置

中のすべり量を図-1に示すようにクリップゲージ（測定範囲3~8mm）を母材の突合せ部の両側面に取付けて計測した。

4. 結果及び考察

(1) 粗さおよび硬さ

表-2は母材、添接板、フィラーの粗さと硬さの実測値をまとめたものである。粗さはアルミ系金属溶射板が非常に大きく、いずれの種類においても $100 \mu\text{m}$ 以上であった。No.4は約 $200 \mu\text{m}$ で最も大きく、No.2, 3, 7, 8, 9がそれについて大きく $160\sim170 \mu\text{m}$ ほどである。LYP鋼板と母材、添接板はほぼ同等の約 $60 \mu\text{m}$ である。ただしB2タイプはそれより若干粗く、約 $80 \mu\text{m}$ であった。ビックアース硬さHVは試験荷重 10kgf での結果を示しており、SM490Y（母材、添接板）と比較すると、LYP鋼板は0.4~0.5倍と軟らかく、アルミ系金属溶射板ではさらに軟らかく0.2~0.4倍である。

(2) ボルト軸力のリラクゼーション

ボルト軸力のリラクゼーション試験結果は、締付からの経過時間ごとの初期導入軸力に対する軸力の割合を軸力残存率として表し、Bタイプ内側ボルトの結果を図-2に示す。軸力の低下量は、LYP鋼板を用いた試験体では96~98%にとどまったが、アルミ系金属溶射板は非常に低下が大きく、85~95%であった。中でもNo.1, 4, 5, 6, 9は低下量が大きく、残存率が90%を下回った。また、下処理として粗面形成材（プラスノン#21）を塗布したBAG1~5は、塗布しなかったBAG6~10と比較して低下量が大きいことが確認された。

(3) すべり試験

締付から約1週間後に実施したすべり試験の結果として、目標初期導入軸力(221.6kN)をもとに算出したすべり係数を図-3に示す。なお、すべり荷重は試験機の引張荷重の読みが増加しなくなったとき、またはすべり音を生じたときの荷重とした。

まず、Aタイプの試験体において鍛の有無の影響を検討する。過去の試験では鍛を有する試験体の方が大きいすべり係数を示していたが、今回は鍛の有無によらず同等な値となった。BタイプのLYP鋼板を用いた試験体のすべり係数は、フィラーの板厚が5mmのBLG5では0.64、3mmのBLG3では0.61がそれぞれ得られ、板厚の違いによるすべり係数の差異はほとんど生じなかった。アルミ溶射フィラーでは仕上げ処理でアルミ溶射を行ったBAG2とBAG7で、それぞれ0.65, 0.75と高いすべり係数が得られた。粗さに注目すればNo.2, 3, 7は粗さが大きいことによる好結果と考えられるが、No.4, 8, 9は粗さの大きさが結果に結びついていない。これは締付後の軸力低下が大きかったことが一因であると思われる。

【参考文献】

杉山直也、安井勤、伊藤功、織田博孝、久保全弘：フィラープレートを有する高力ボルト摩擦接合継手の実験的研究、土木学会第55回年次学術講演概要集、1-A055

表-2 粗さおよび硬さ

使用材料	十点平均粗さ R_z (μm)	ビックアース硬さ HV(10)	母材及び添接板との硬さ比
Aタイプ母材、添接板	57.6	260	1.0
B1タイプ母材、添接板	61.4	258	1.0
B2タイプ母材、添接板	82.7	234	1.0
AタイプLYP鋼板	68.4	105	0.4
BタイプLYP鋼板	59.6	129	0.5
No.1	126.0	56	0.2
No.2	160.0	40	0.2
No.3	169.0	80	0.3
No.4	205.0	42	0.2
アルミ系金属溶射板	133.0	60	0.3
No.5	101.0	54	0.2
No.6	172.0	37	0.2
No.7	163.0	97	0.4
No.8	167.0	40	0.2
No.9	132.0	42	0.2
No.10			

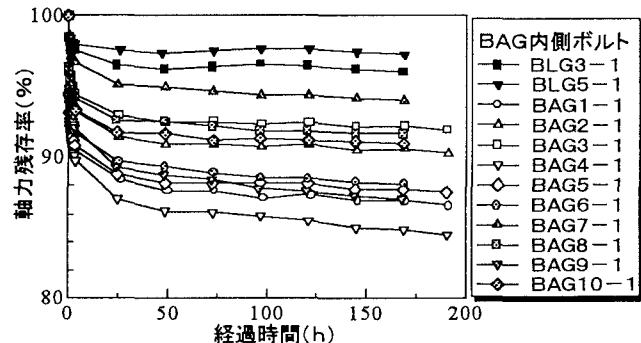


図-2 ボルト軸力のリラクゼーション

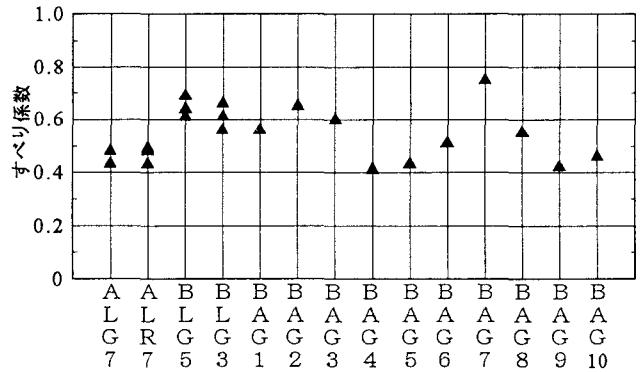


図-3 すべり係数