

アークアルミ溶射添接部における摩擦接合すべり試験について

宇部興産機械(株)	正会員	○堀越	健
神鋼ボルト(株)	非会員	長崎	英二
神戸製鋼所(株)	非会員	木地	健太郎
山口県	非会員	佐々井	浩之

1. はじめに

本試験は、山口県 宇部小野田湾岸道路「宇部都市計画道路1・4・2宇部湾岸線新厚東川橋（仮称）橋りょう整備工事（上部工第1工区）」に使用されるアークアルミ溶射添接部の摩擦接合面におけるすべり係数が0.4以上を確保できるかの施工試験（Ⅰ．すべり係数試験，Ⅱ．ボルト軸力の減衰〈リラクゼーション〉試験）を行い、その継手部性能について確認することを目的とした。

表－1 試験体の種類		
	摩擦面の形状	

2. アークアルミ溶射処理のすべり係数試験

(1) すべり係数試験供試体

a) 試験体

すべり試験体の種類を表－１に示す．使用鋼材は，JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材（SM 材）を使用し，試験体の形状は「溶融亜鉛めっき高力ボルト接合工法設計施工指針」に従い，図－１の通りとする．また，本試験で使用した溶融亜鉛めっき高力ボルト（以下高力ボルト）のセットの種類は１種 A，等級は，ボルト F8T，ナット F10T，座金 F35 とした．

b) 試験体の組立て

試験体は、片側をすべり側とし、反対側を固定側とした。すべり側にはボルトの締付け軸力を測定するため、ワイヤストレインゲージ（以下 WSG）を貼付した高力ボルトを使用した。高力ボルトの締付けは、一次締め、本締めの 2 段階で行い、一次締めはプレセット型トルクレンチを使用し、 $150\text{N}\cdot\text{m}$ の一次締めトルク値でナットを回転させて行った。一次締めの後、ボルト、ナット、座金および部材にわたりマーキングを施した本締めは、ナット回転角法専用レンチを用いて、目標角度 120° までナットを回転させて締付けた。

(なお、試験体製作及び溶射は、宇部興産機械株式会社（山口県宇部市）、ボルト締付け及びすべり試験は、神鋼ボルト株式会社（千葉県市川市）で行った。）

(2) 試験概要

a) 引張校正試験

WSG を貼付した高力ボルトを引張試験用の治具にセットし、引張試験機にて引張荷重を載荷し、その時の歪量をストレインメーターで測定した。載荷荷重は、表-2 による。

b) すべり係数試験

すべり係数試験は、①試験体を組立て後、②24 時間以上経過した後、③締付け軸力減衰試験後の場合に行った。試験体の固定側については約 20° 程度の追締めを行い、試験体を引張試験機に垂直にセットした。なお、すべり側にはすべり変位量を測定するため、試験体側面にクリップ型変位計を取付けた。荷重は、すべり

キーワード アークアルミニウム溶射, すべり係数, リラクゼーション, 溶融亜鉛めっき高力ボルト

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖の山 1980 宇部興産機械株式会社 TEL.0836-22-6211

表-1 試験体の種類

試験体名	摩擦面の形状		溶射膜厚
	母材 (t=22)	添接板 (t=12)	
①	溶射のみ(封孔処理無し)	溶射のみ(封孔処理無し)	溶射膜厚 150 μm ~160 μm
②	封孔処理あり	溶射のみ(封孔処理無し)	
③	封孔処理あり	封孔処理あり	
④	封孔処理あり	溶射のみ(封孔処理無し)	溶射膜厚 300 μm



図一1 試験体形状

表-2 載荷荷重

呼び径	載荷荷重 (kN)										
M22	50	100	120	140	150	160	170	180	190	200	

が発生するまで徐々に载荷した．すべりの確認は，次のいずれかの現象が発生した場合とし，その荷重を測定した．

- I) すべり音が発生した場合
- II) 引張試験機の指針が停止または降下した場合
- III) 試験体のけがき線がずれた場合
- IV) クリップ型変位計の変位量が急激に増加した場合

c)すべり係数の算出

すべり係数は，計算式（1）より算出した．

$$\mu = \frac{P}{m \times n \times N} \cdots \cdots (1)$$

ここに，μ：すべり係数，P：すべり荷重，m：接合面の数（m＝2），
n：ボルトの本数（n＝2），N：ボルトの軸力の平均値

（3）すべり係数試験結果

ボルトの締付け軸力は，締付け完了後時間の経過とともに減少するため，各試験体とも締付け直後1分経過後の軸力を初期導入軸力とした．すべり係数試験結果を図－2，図－3に示す．

図－2，図－3に示すように，いずれの摩擦面の組み合わせにおいても，すべり係数はμ＝0.5～0.6程度であり，すべり係数の設計基準であるμ＝0.4以上を十分確保できる結果となった．

3. 高力ボルト締付け軸力の減衰（リラクゼーション）試験

（1）締付け軸力の減衰測定

a)試験概要

すべり係数試験に供した試験条件と同一条件の被締付け部材に，溶融亜鉛めっき高力ボルトを締付けた場合における，締付け軸力の減衰測定は，供試ボルト：2本とし，締付け直後から次の間隔で測定した．なお，高力ボルトの締付けは，すべり係数試験と同一条件で一次締め，本締めの2段階で行った．

b) 減衰率の算出

減衰率は，供試ボルト（2本）の平均値を用いて，計算式（2）により算出した．

$$\text{減衰率（\%）} = \left[1 - \frac{\text{測定軸力}}{\text{締付け直後の軸力}} \right] \times 100 \cdots \cdots (2)$$

（2）締付け軸力のリラクゼーション試験結果

ボルト軸力のリラクゼーション試験結果は，図－1に示す締付け部材に締付けた後，20日間にわたってWSGの歪量を測定し，初期締付け時の歪量と比較することで評価を行う．

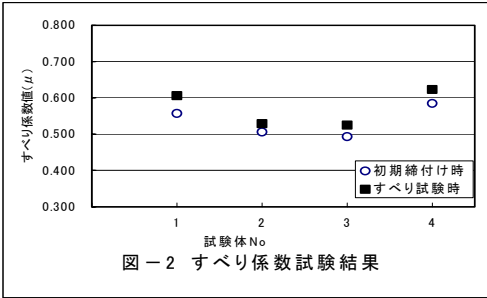
20日間経過後の締付け軸力の減衰率は，図－4に示すように各試験ケースの場合においてほとんど差が無く安定していた．その減衰率は9％程度であった．

4. まとめ

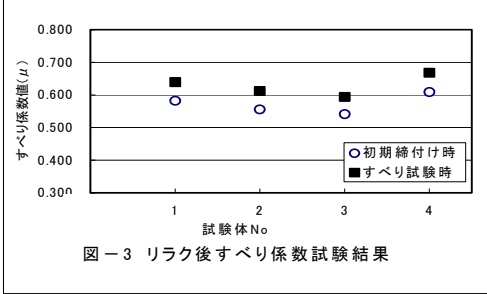
今回の試験結果より，アークアルミ溶射接合部の摩擦接合面におけるすべり係数は，摩擦面の封孔処理の有無による各組み合わせにおいて，設計基準0.4を十分に上回ることが確認できた．また，締付け軸力のリラクゼーション試験においても，軸力を確保していることが確認できた．

参考文献

- ・溶融亜鉛めっき高力ボルト接合工法設計施工指針（社）日本橋梁建設協会
- ・溶射技術ハンドブック 日本溶射協会編 新技術開発センター



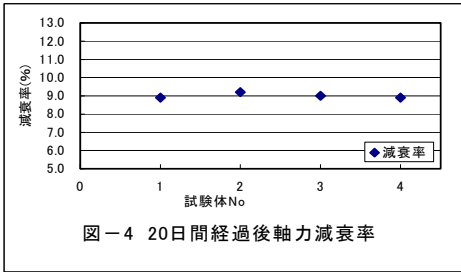
図－2 すべり係数試験結果



図－3 リラク後すべり係数試験結果

※ リラクゼーション測定間隔

締付け直後，3分，5分，10分，30分
1時間，3時間，6時間，12時間，24時間
2日，3日，5日，10日，12日，14日，18日，20日
注：締付け直後とは，締付け後1分経過した時点とした．



図－4 20日間経過後軸力減衰率