

## I-281

## 高マンガン非磁性鋼継手および絶縁継手に関する一試験報告

東日本鉄工(株) 正員 山田 稔  
(株) 鴻池組 赤崎 浩司

東京都立大学 正員 長嶋 文雄  
東京都立大学 正員 成田 信之

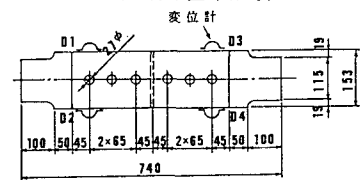
1. はじめに 現在開発が進められている浮上式鉄道の構造物に鋼橋を用いる場合、車両およびガイドウェイにある超電導磁石から近い部材には非磁性鋼材を使用すること、並びに非磁性鋼材と普通鋼材の境の継手部を絶縁し構造物に渦電流やループ電流が発生しないように配慮する必要がある<sup>1)</sup>。これまで非磁性鋼材を使用した摩擦接合継手及び絶縁継手に関する試験報告は比較的少く、今回補足的な試験を実施した。

2. 試験の概要 実施した試験種類を表-1に示す。非磁性鋼摩擦接合継手試験においては、比較のために母材・添接板に非磁性鋼材、普通鋼材を用い、それぞれ組み合わせの異なる3タイプ(A-1、A-2、A-3)について試験を行なった。絶縁継手においては、摩擦面に塗料を塗布したもの、摩擦面に絶縁材をはさみこんだものの2種類とした。ここで使用する塗料は絶縁性能を有するタールエポキシ樹脂塗料とし、塗膜厚を35 $\mu$ 、75 $\mu$ とした(B-1、B-2)。絶縁材としては、ガラス繊維不織布を基材としたエポキシ系樹脂とし、厚さを1mm、3mmとした(C-1、C-2)。ボルト孔には、ボルトと母材・添接板との絶縁のために、同材質で作ったボルトカラーを使用した。試験体の材質は非磁性鋼材とする。試験体基本形状を図-1に示す。ボルト列数は片側3列とし、試験体のすべり応力比(主すべり時応力度の降伏応力度に対する比)は0.8に設定した。非磁性鋼材はマンガン含有率18%、降伏点333N/mm<sup>2</sup>、引張り強度863N/mm<sup>2</sup>である。普通鋼材はSM490YA、高力ボルトはM20(F10T)を使用した。ボルト導入軸力は設計軸力(16.5t)とし、予めボルト円筒部に歪ゲージを貼り付けたボルトを使用し、歪ゲージによる軸力管理を行った。また非磁性鋼継手及び絶縁材をはさみこんだ絶縁継手では導入ボルト軸力のクリープ試験を行った。

表-1 試験種類一覧表

| 種類     | 記号  | 試験体形状                    |
|--------|-----|--------------------------|
| 非磁性鋼継手 | A-1 | (母材)非磁性鋼材 (添接板)非磁性鋼材     |
|        | A-2 | (母材)非磁性鋼材 (添接板)普通鋼材      |
|        | A-3 | (母材)普通鋼材 (添接板)普通鋼材       |
| 絶縁継手   | B-1 | タールエポキシ塗料塗布 塗膜厚 35 $\mu$ |
|        | B-2 | " 塗膜厚 75 $\mu$           |
|        | C-1 | 絶縁材使用 t=1mm (ボルトカラー使用)   |
|        | C-2 | " t=3mm ( " )            |

図-1 試験体基本形状



(D1・D2・D3・D4は変位計番号を示す)



3. すべり試験結果 表-2にすべり試験結果一覧を示す。

数値は接合面をはさむ両側の継手の平均である。計測は母材と添接板の相対変位および軸力の変化に着目した。すべり荷重は主すべりの発生を荷重-相対変位図(図-4)から読みとり、摩擦係数・すべり係数を算出した。図-2, 3にすべり係数及び主すべり時ボルト軸力比(主すべり時ボルト軸力の導入軸力に対する比率)の比較を示す。A試験体の結果は次のように得られた。非磁性鋼材の継手A-1においては試験時に他の試験体に比べ主すべりが衝撃的に発生しすべり音も明瞭に認められ、過去の試験結果と同様にすべり係数が0.23~0.34と低く、示方書に示される規準を満足しない。これは非磁性鋼材の硬度が高い(ピッカース硬さ試験値250程度)ため

表-2 すべり試験結果一覧表

| 試験名   | 試験体形状              | すべり荷重   | 摩擦係数  | すべり係数 | 軸力比   |
|-------|--------------------|---------|-------|-------|-------|
| A-1-1 | (母材) (添接板)         | 34.30   | 0.363 | 0.342 | 0.941 |
| A-1-2 | 非磁性鋼材 非磁性鋼材        | 24.00   | 0.260 | 0.234 | 0.903 |
| A-2-1 | (母材) (添接板)         | 43.00   | 0.467 | 0.430 | 0.919 |
| A-2-2 | 非磁性鋼材 普通鋼材         | 44.10   | 0.495 | 0.441 | 0.891 |
| A-3-2 | (母材) (添接板)         | 41.00   | 0.451 | 0.411 | 0.911 |
| A-3-3 | 普通鋼材 普通鋼材          | 44.15   | 0.467 | 0.447 | 0.955 |
| B-1-1 | タールエポキシ塗布 35 $\mu$ | 19.48   | 0.205 | 0.196 | 0.957 |
| B-2-1 | " 75 $\mu$         | 16.33   | 0.172 | 0.163 | 0.946 |
| C-1-1 | 絶縁材 t=1mm 使用       | ※ 26.75 | 0.388 | 0.337 | 0.868 |
| C-1-2 | "                  | ※ 27.75 | 0.422 | 0.351 | 0.832 |
| C-2-1 | 絶縁材 t=3mm 使用       | 31.30   | 0.373 | 0.319 | 0.856 |
| C-2-2 | "                  | 33.95   | 0.419 | 0.339 | 0.808 |

※印は初期導入軸力を設計軸力の80%とした。

あり、摩擦面にジंकリッチペイントを塗布する等の処理をすることによりすべり係数を高められるという報告もあるので<sup>2)</sup>、この点については追加試験を行う予定である。非磁性鋼材と普通鋼材を組み合わせた A-2試験体のすべり係数は0.43~0.44、普通鋼材の A-3試験体のすべり係数は0.41~0.45とほぼ近い値で得られた。非磁性鋼継手は

普通鋼材の6~7割程度のすべり係数となり、組み合わせた継手においては普通鋼

図-2 すべり係数の比較

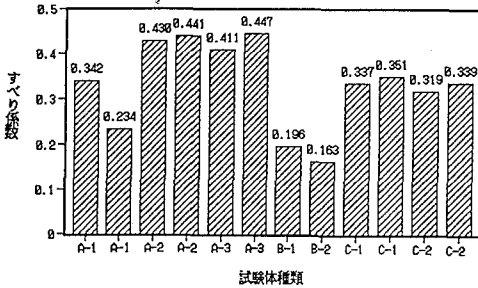
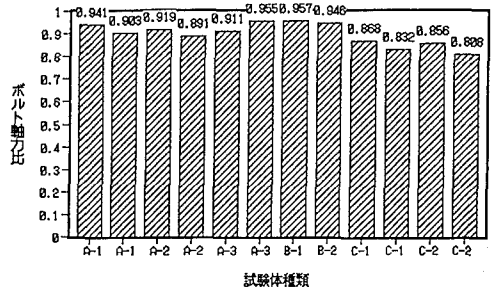


図-3 ボルト軸力比の比較



材と同程度のすべり係数が得られた。主すべり時ボルト軸力比は0.89~0.96であった。B試験体のすべり係数は0.16~0.20と非常に低い。また、塗布したタールエポキシ樹脂塗料は塗膜厚にかかわらず摩擦面で剝離が見られ絶縁性に対する不安もあり、当継手は絶縁継手としては不適当であると判断された。絶縁材をはさみこんだ C試験体ではすべり係数が0.32~0.35であり、普通鋼材に対し8割程度のすべり係数であった。絶縁材厚さ1mmの方が3mmのものに比べすべり係数は高めに得られる傾向がみられた。ただし、絶縁材の摩擦面の劣化は厚さ1mmの方が激しかった。主すべり時ボルト軸力比は0.81~0.87と他の試験体に比べ低くなっており、絶縁材をはさみこんだ影響が現れたものと判断された。

#### 4. ボルト軸力クリープ試験結果

図-5にボルト軸力クリープ試験結果を示す(各試験体ボルト3本の平均)。初期導入軸力は設計軸力(16.5t)

とし50日間にわたり計測を行った。A試験体は30日目頃でボルト軸力90%~93%となり1割以内の減少で安定した。これに比べC試験体ではやや遅れて40日目頃でボルト軸力はC-1で83%、C-2で75%となり安定した。本締め24時間後のボルト軸力はC-1で92%、C-2で86%であり、この時点で再締め付けを行うことにより所定のボルト軸力を得るようにする方法が考えられる。

#### 5. おわりに

非磁性鋼継手についてはすべり係数が普通鋼継手に比べ低くなるため、設計においてはすべり係数を低めに設定するか、あるいはすべり係数が0.4以上保証される摩擦面の処理方法の確立が必要である。絶縁継手については当試験の範囲においては絶縁材をはさみこむ方法が適切である。しかし、一般の継手に比べすべり係数が僅かに低くなる点、ボルト軸力の抜けが大きくなる点については十分注意する必要がある。

図-4 荷重-相対変位図例

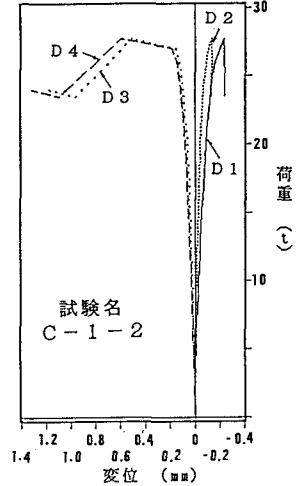


図-5 ボルト軸力クリープ試験結果

