

絶縁性能を付与した高力摩擦接合用めっきボルトの強度について

JR 東日本 正会員 渡邊 大輔
 JR 東日本 正会員 行澤 義弘
 JR 東日本 正会員 柳沼 謙一

1. はじめに

線路下構造物新設工事等で開削工法を適用する際に、列車運行に支障しないように軌道を受け替える工法として工事桁工法が使用されている。一般に、工事桁は仮設構造物であるが、さらなる工期短縮およびコスト削減を目的として、工事桁を本設構造物として利用する工法の開発が進められている。その中の一つの構造として、H形鋼の上フランジに鋼直結式締結装置にてレールを締結し、左右主桁間を継材で結ぶタイプがある。しかしながら、この構造は軌道が主桁に直接締結されているため、鉄道信号上、両主桁間の絶縁性能をさらに高めることが課題となる。そこで、本研究は試験片を用いて、主桁と継材の摩擦接合継手部の絶縁および力学的性能を検討することを目的とする。

2. 絶縁性能試験

鋼直結式工事桁の概要を図-1、試験体の概要を図-2 に示す。母材および添接板は SM490Y、高力ボルトは溶融亜鉛めっき高力ボルト M22×90 (F8T) を用いており、ボルト軸部にクロロプレングムを巻きつけ、ボルトと母材およびボルトと添接板の絶縁を図った。

試験体の種類および試験結果を表-1 に示す。M-SB-EP タイプは、めっき処理した鋼材の接合面をサンドブラストし、エポキシ樹脂板を挿入したもので、主要部材の継手性能の確認を目的とし、M-DS-EP タイプは、めっき処理した鋼材の接合面をディスクサンダーがけし、エポキシ樹脂板を挿入したもので、二次部材の継手性能の確認を目的としている。M-SB タイプは、エポキシ樹脂板を用いないタイプであり、上記 M-SB-EP タイプと比較して、エポキシ樹脂板の効果を検討する。GB-EP タイプは、グリッドブラストを施し、溶融亜鉛めっきを施さないタイプであり、M-SB-EP タイプおよび M-DS-EP タイプと比較して、めっきが絶縁性能に与える影響を把握するために実施する。

試験ケースとしては、(1) 水中に浸漬前の状態 (全タイプ：12 ケース)、(2) 水中に 24 時間浸し水中から取り出した直後の状態 (全タイプ：12 ケース)、(3) (2) から すべり試験実施前までの約 1 ヶ月間の気中乾燥後の状態 (6 ケース)、(4) すべり試験後 (6 ケース) の計 36 ケースを対象として 抵抗計を用いて、継手接合面の絶縁抵抗値 (接触抵抗値) を測定した。

表-1 より、浸漬前ではエポキシ樹脂板のない M-SB タイプを除いて 10M 以上を有し、浸漬後では 3 ~ 9k 程度に低下することが

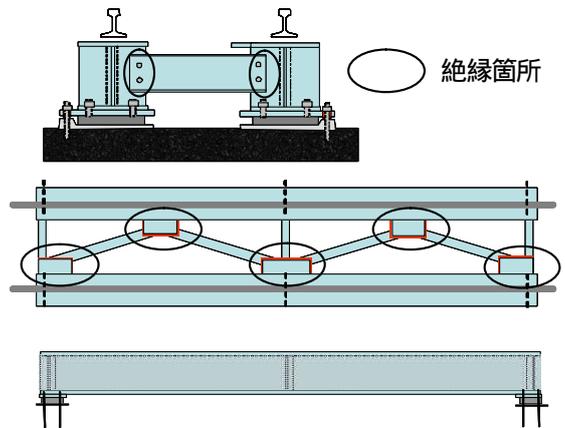


図-1 鋼直結式工事桁の概要

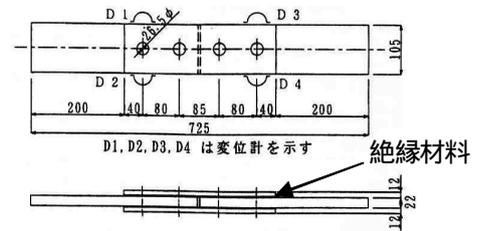


図-2 試験体の概要

表-1 絶縁抵抗試験結果 ()

試験体名	浸漬前	浸漬後	すべり試験前	すべり試験後
M-SB-EP1	16.4×10 ⁶	3.40×10 ³	33.0×10 ³	絶縁破壊
M-SB-EP2	10.5×10 ⁶	3.35×10 ³	150×10 ³	絶縁破壊
M-SB-EP3	13.1×10 ⁶	3.28×10 ³	37.0×10 ³	絶縁破壊
M-DS-EP1	11.4×10 ⁶	5.12×10 ³	24.5×10 ³	絶縁破壊
M-DS-EP2	13.3×10 ⁶	4.51×10 ³	33.0×10 ³	絶縁破壊
M-DS-EP3	19.8×10 ⁶	4.85×10 ³	5.0×10 ⁶	絶縁破壊
M-SB1	6.00×10 ⁻³	3.7×10 ⁻³	測定値無し	測定値無し
M-SB2	2.15×10 ⁻³	4.0×10 ⁻³		
M-SB3	2.48×10 ⁻³	4.2×10 ⁻³		
GB-EP1		8.75×10 ³		
GB-EP2		3.29×10 ³		
GB-EP3		8.60×10 ³		

キーワード：鉄道橋、絶縁、めっきボルト、エポキシ樹脂板、添接

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 JR 新宿ビル TEL(03)-3379-4353/FAX(03)-3372-7980

わかる．その後すべり試験前までの約1ヶ月間の気中乾燥（M-SB-EP 試験体は約40°Cの炉内強制乾燥）を経ても絶縁性は大きく回復しなかったが，これはすべり試験終了後，継手を解体検査した際にエポキシ樹脂板と継手母材および添接板との間に水分が残っていたことおよびめっき亜鉛の錆とも類推される白い固着物が認められたことが原因であると考えられる．しかしながら，継手はPCマクラギと同等以上の絶縁抵抗が確保できていることが確認できた．

3. 静的すべり試験

試験体形状は図-2と同様である．試験ケースはM-SB-EPタイプ，M-DS-EPタイプ，M-SBタイプの各々で3個ずつ計9個の試験体について試験を実施した．2000kN試験機を使用して引張荷重を導入し，載荷荷重とすべり量の関係からすべり荷重を決定し，その際のボルト軸力からすべり係数を算出した．その結果を図-3に示す．

図-3より，継手のすべり係数は，エポキシ樹脂板の影響により，絶縁継手（ディスクグラインダー処理），絶縁継手（サンドブラスト処理），非絶縁継手（サンドブラスト処理）の順に大きくなっており，エポキシ樹脂板を用いない非絶縁型の継手であるM-SBタイプでも0.4程度となっている．なお，各試験体摩擦面の表面粗さはDS試験体（35.4~59.2，平均49.7 μ m），SB試験体で（54.6~73.6，平均64.9 μ m）である（JIS B0601）．

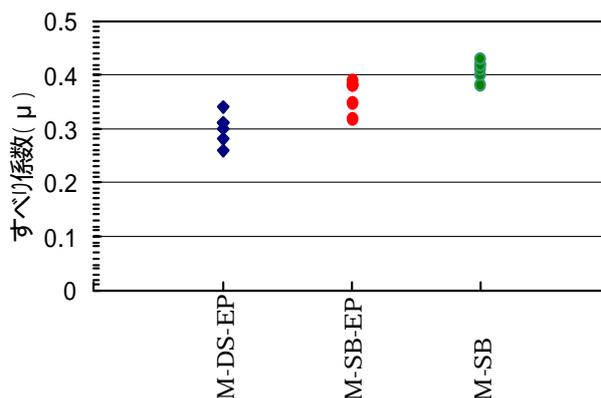


図-3 各タイプのすべり係数の比較

4. 繰り返し静的すべり試験

試験体には，1次部材として用いられるサンドブラスト処理した絶縁継手M-SB-EPタイプ3体を使用した．その試験条件および結果を表-2に示す．表-2より，全試験体とも200万回繰り返し載荷後，絶縁抵抗の劣化および継手のすべりの発生はなく，健全であった．試験後の解体検査においても，エポキシ樹脂板にも亀裂や破壊は認められなかった．

表-2 試験条件および試験結果

試験体	荷重振幅 (kN)	継手応力振幅 (MPa)	繰り返し回数	結果
M-SB-EP1	289	125	2×10 ⁶	健全（絶縁抵抗劣化，すべり無し）
M-SB-EP2	312	135	2×10 ⁶	健全（絶縁抵抗劣化，すべり無し）
M-SB-EP3	310	134	2×10 ⁶	健全（絶縁抵抗劣化，すべり無し）

5. おわりに

本研究は，鋼直結式工事桁の主桁と継材の摩擦接合継手部の絶縁および力学的性能を明らかにすることを目的として，絶縁性能試験，静的すべり試験，繰り返し静的すべり試験を実施した．その結果得られた知見を以下に示す．

- (1) 継手の絶縁性能を確認するために，鋼材表面状態として，サンドブラスト・ディスクサンダー・エポキシ樹脂板・溶融亜鉛めっきをパラメータとし，乾燥および湿潤状態について検討した結果，エポキシ樹脂板のないM-SBタイプを除き，M-SB-EPタイプ，M-DS-EPタイプ，GB-EPタイプは，PCマクラギと同等以上の絶縁抵抗を保有していることが確認できた．
- (2) エポキシ樹脂板を用いたM-DS-EPタイプ，M-SB-EPタイプでは，すべり係数は0.4以下であり，設計時には留意する必要があると考えられる．
- (3) 繰り返し静的すべり試験の結果，絶縁抵抗の劣化および継手のすべりは発生せず，十分な性能を保持していた．