

I - A217

浮上式鉄道に適用した低磁性高力ボルト継手

鉄道総合技術研究所 正会員 阪本謙二
 同 上 杉山兆旦
 横河ブリッジ 正会員 岩崎雅紀
 同 上 正会員 永田 考

1. はじめに

本年4月より、鉄道総研とJR東海による超電導磁気浮上式鉄道の走行試験が行われている山梨リニア実験線のトラバサ分岐装置に、軽量化を目的とし、鉄骨鉄筋コンクリート構造桁(SRC桁)を適用した。

超電導磁気浮上式鉄道では、リニア車両の近傍に鋼材を使用すると、車両の超電導磁石の通過に伴う誘導電流および渦電流により、走行抵抗(磁気抗力)が発生する。磁気抗力の低減には、低磁性鋼材を使用することおよび鋼材の接合部を電氣的に絶縁することが効果的であり、低磁性鋼材による摩擦接合絶縁継手が研究開発^{1), 2)}されているが、実構造物への適用に関しては、種々の確認が必要であった。

2. SRC桁の概要と高力ボルトの基本性能

SRC桁は図1に示すように、格子形状の主梁と横梁の上に側壁部の鉄骨支柱を備えた構造である。鋼材にはオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304)を使用し、さらに磁気抗力を低減するため、格子状の閉ループをすべて遮断することとし、図2に示す絶縁継手を6箇所設けた。

低磁性高力ボルトによる絶縁継手は、既往の研究^{1), 2)}から20%程度のボルト軸力の低下が見込まれる。製作可能な低磁性高力ボルトの最大耐力はF10T程度であるため、この低下率を考慮して設計耐力はF8Tとした。高力ボルトのセットは、過去の研究²⁾に使用された高マンガン系鋼材(表1)とし、頭部機械加工が困難なことから、両ネジ形状とした(図3)。ボルト素材およびセットの引張試験結果を表2に示す。

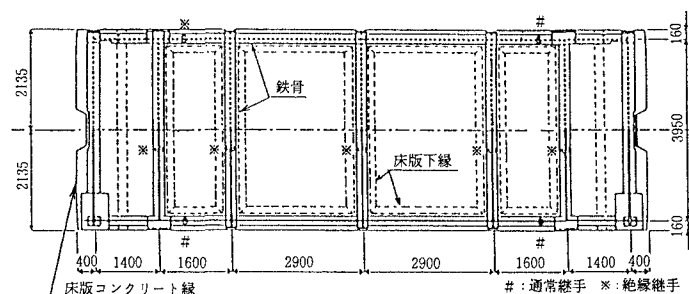


図1 SRC桁床版平面図

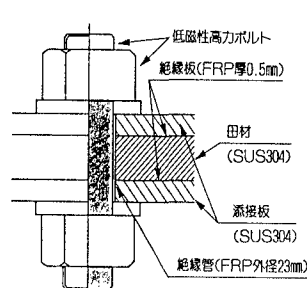


図2 絶縁継手の構造

表1 低磁性高力ボルトの化学成分(%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	N
0.09	0.36	18.03	0.023	0.002	0.04	2.03	15.94	0.49	0.373

表2 低磁性高力ボルト素材およびセットの引張試験結果

区 分	素材: 4号試験片(径14mm)				高力ボルトセット(M20)		
	0.2%耐力 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	伸び %	絞り %	引張荷重 kN	引張強さ N/mm ²	破断位置
試験値	892	1093	32.6	68.7	286	1167	全てネジ部
規格値 (F10T)	883 以上*	1000 ~1200	14以上	40以上	245 以上		

注) 規格値はJIS B1186(1995)による。ただし、*印は同JISの1979年版を適用

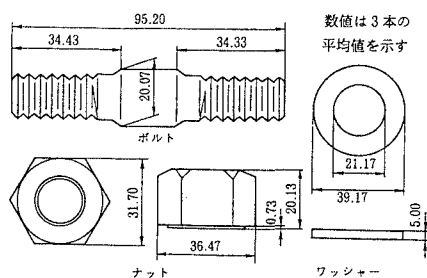


図3 低磁性高力ボルト(M20×95)

キーワード: 超電導磁気浮上式鉄道 SRC桁、磁気抗力、低磁性高力ボルト、絶縁継手

連絡先: 〒103 東京都中央区八重洲1-6-6 八重洲センタービル8F TEL03-3274-9545 FAX03-3274-9550

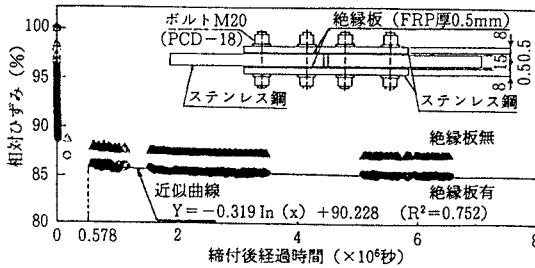


図4 高力ボルト軸力の経時変化

3. 高力ボルトの軸力の経時変化

低磁性高力ボルトの軸力の経時変化を測定した。絶縁材は耐燃性ガラス不織基材エポキシ積層板の厚さ0.5mmである。なお、設定軸力はF10TM20の標準軸力178.5kNとした。

継手の軸力の低下は、継手ボルトに設置した軸ひずみの変化と、別途、同一条件のボルト単体について電気軸力計によって測定した軸力の変化を重ねて図4のように整理した。絶縁材無および絶縁材有のそれぞれの軸力低下率は10000秒経過で90.6%および89.0%であり、約2.5月後では87.4%および85.2%であった。また、絶縁継手の50年後の軸力低下率は図4に示す近似曲線から過去の実験結果^{1), 2)}と同程度の約17%と推定される。

4 摩擦接合継手のすべり試験

SRC桁に使用する母材と高力ボルトセットの組合わせによる継手試験体(ボルト配置1行2列)のすべり係数の測定結果を表3に示す。絶縁継手では時間経過に伴う顕著な変化はなく、基準値である0.4以上のすべり係数が得られた。一方、絶縁材無で摩擦面がプラスト処理のままの場合、すべり係数は0.4以下となったが、無機ジンクリッチペイントを塗布した場合には、絶縁継手を若干上回る値であった。

5 SRC桁の低磁性高力ボルト継手の施工

試験結果により、SRC桁の低磁性高力ボルト継手は以下の要領で施工することとした。

①継手の軸力低下率は経年50年に相当する17%を考慮する。②標準軸力の設定値は、F8Tの設計ボルト軸力130.5kNを用い、 $N = (130.5 \times 1/0.83) \times 1.1 = 173$ kNとし、管理上限値はF10Tの標準軸力値である178.5kNとする。③絶縁継手の絶縁材の厚さは、製作精度を0.5mm + 0.1mmとする。④絶縁継手以外の継手については、無機ジンクリッチペイントを塗布する。

なお、SRC桁の継手の施工状態を確認するため、高力ボルトにひずみゲージを取り付け、測定を行った(図5)。10000秒経過後の軸力低下率(前述の電気軸力計の値を加算)は絶縁板の有無による顕著な相違はなく、最大で87.3%であり、試験値に近似していた。また、今後の軸力低下率を6%(試験値の17%~11%)と想定しても、経年50年の軸力値はF8Tの設計ボルト軸力(130.5kN)を下回らないと考えられる。

5. おわりに

ステンレス鋼と低磁性高力ボルトを使用した摩擦接合絶縁継手は、過去に例の無い材質の組み合わせであったが、施工結果は試験に近い値が得られた。なお、本件は国庫補助を受けて実施した。

〔文献〕1) 市川他：鋼構造物と超電導磁気浮上式鉄道、橋梁と基礎、VOL.26、NO.4、1992.4

2) 岩崎他：磁気浮上式鉄道に用いる低磁性絶縁ボルト継手の開発研究、横河ブリッジ技報NO.22、1993.1

表3 摩擦接合継手のすべり試験結果

経過日数	絶縁材	すべり荷重	予想軸力低下率	予想軸力	すべり係数	記 事
翌 日	有	266kN	12.6%	156kN	0.426	プラスト処理
1週間後	有	267	13.7	154	0.433	同上
2.5月後	有	267	14.8	152	0.439	同上
2.5月後	無	210	12.6	156	0.337	同上
1週間後	無	295	11.6	158	0.467	同上*

注) *印は無機ジンクリッチペイントを塗布。

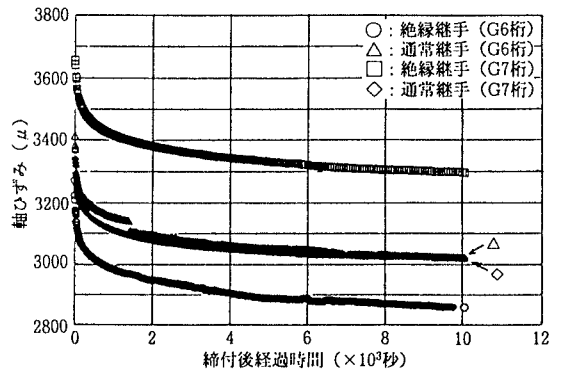


図5 継手施工後のボルトの軸ひずみの経時変化