

I-159

浮上式鉄道に用いる下路SRC桁と磁気抗力

(財) 鉄道総合技術研究所 正員 市川篤司

〃 正員 穴見源八

1. はじめに 浮上式鉄道に用いる構造物として種々の型式のものが検討されており、その中の一つにSRC構造物がある。SRC構造物は、急速施工が可能である、コンクリート構造物に比べて軽量化が可能であるといった長所があるため、浮上式鉄道に対してもその利用価値は高い。しかしながら、鋼材の使用量が多いことがその適用にあたって大きな問題になっている。何故なら、浮上式鉄道の構造物に用いる鋼材には、車両に搭載した超電導磁石(以下SCMという)により誘導電流が流れ、車両の走行抵抗である磁気抗力が発生するからである。この磁気抗力を低減する方法としては鋼材をSCMから離すことが最も効果的であるが、SCMの近くに鋼材を使わざるを得ない場合には、電気抵抗が大きく比透磁率が小さい高マンガン鋼などの低磁性鋼材を用いる、その使用量をできるだけ少なくする、鋼材が閉回路を形成しその回路にそって電流(ループ電流)が流れないように継手を絶縁するなど様々な配慮が必要となる¹⁾。

今回、磁気抗力の低減対策を施したSRC桁を設計し、施工上の問題点を把握するためにその一部を製作し、さらにその対策の効果を確認するため宮崎実験線で測定を行ったので報告する。

2. SRC試験体 3次元電磁界解析により磁気抗力を低減するための種々の方法について検討を進めた。その結果をもとに、下路SRC桁を設計し、最も磁気抗力が大きくなる部位である側壁部を図1に示すような試験体として製作し、さらにそれを宮崎実験線のRC側壁の一部と取り替えた。この試験体の製作にあたり次の点に配慮した。

- ① SCMからの距離が近い場合、鉄骨、鉄筋とも低磁性マンガン鋼を用いた。
- ② ループ電流による磁気抗力をなくすため、継手部および鉄筋交差部を電氣的に絶縁した。
- ③ 低磁性鋼製の摩擦接合用高力ボルトを試作した。このボルトの基本性能に関する各種試験結果をもとに、ボルトの締付けをナット回転角法により行った。

3. 製作上の問題点 試験体の製作で最も問題になったのが、継手部における絶縁方法であった。試験体の継手には、絶縁のため部材間の絶縁板(エポキシ樹脂板)、ボルト軸部の絶縁カラーを用いるとともに、継手がいずれも1面摩擦継手であることから、ボルト頭部およびナットが部材に接触しないように絶縁ワッシャーも使用した。今回の試験体の製作では、すべての継手部を完全に絶縁することを目標にしたため、施工性に問題があった。最近、確実に絶縁しなくても接触抵抗が1Ω程度以上あればよいことがわかっており、今後は施工性を考慮し、閉回路を構成しなくてもすむという箇所のみを絶縁することとし、確実に所要の絶縁性能が得られる方法についても考えていきたい。

その他、高マンガン鋼を用いることに起因して次のような点に問題があった²⁾。

- ① 鋼材の切断については、部材形状が細長く切断速度の遅いガス切断では変形量が大きくなり、またガスノッチの発生も多いためプラズマ切断で行った。しかし、今回行った条件では、切断面の直角度の確保が難しく、その品質もよくなかった(ちなみに235S)。

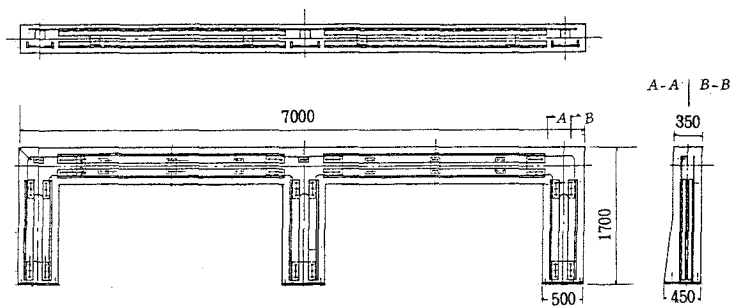


図1 SRC試験体の鉄骨部分

② 溶接は手溶接で行った。溶接速度は普通鋼材の場合と変わらなかったが、溶接変形量が比較的大きかった。

③ 普通鋼材に比べ孔明けの加工性が非常に悪かった。

4. SRC試験体が車両運動に与える影響

(1) 測定の目的と方法 宮崎実験線では、車両を惰行運動させた時に、鋼材使用量の多い構造物上で減速の度合いが大きいという現象がみられる。このようなことから、「SCMの近くに鋼材を多く使用する構造物は浮上式鉄道には使えない」とする意見もある。今回の試験の目的は、このような考え方に対して適切な対策を行えばそのような構造物でも使用可能であることを確認することであった。そのため、宮崎実験線のガイドウェイ側壁にSRC試験体を左右2体取り付け、次のような測定を行った。

① できるだけ精度よく車両運動の変化を把握するため、地上コイルのあるコンクリート面に5.6m間隔にサーチコイルを取り付け、これによりSRC試験体が車両に与える影響の有無を確認する。

② 車両の通過時には鋼材に流れる電流によりジュール熱が発生する。このジュール熱から磁気抗力を推定することが可能である。そこで温度センサーにより鋼材の温度変化を測定する。

(2) 測定の結果 惰行運動にはいる直前の走行速度 177 ~ 225 km/hの時の、各サーチコイルでの速度差の変化を図2に示す。車両は試験体前後でなめらかに減速しており、試験体が車両走行に影響を与えている傾向はみられなかった。また、その結果をもとに各区間での全走行抵抗を算出した結果を図3に示す。データはばらついているが、ここでも試験体の影響はみられなかった。

また、鋼材の温度上昇については検知できなかった(検知限界 0.01℃以下)。これまで側壁の外側にH形鋼(200×475×15 000)を置いて温度変化を測定した例では、普通鋼で 0.05 ~ 0.15℃、低磁性鋼で 0.01 ~ 0.035℃が観測されており³⁾、この結果からみてもSRC試験体の磁気抗力は小さいと考えられる。今回の結果は、解析からある程度予想されたことではあるが、各種の対策を行うことによって磁気抗力を確実に小さくできることが確認できたと考えている。

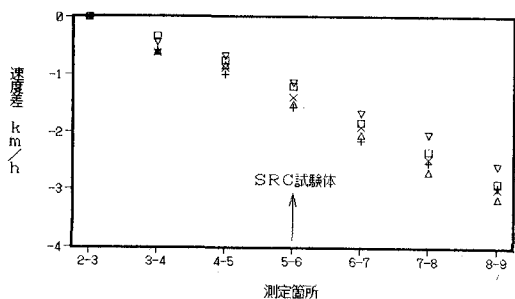


図2 サーチコイル位置における速度差

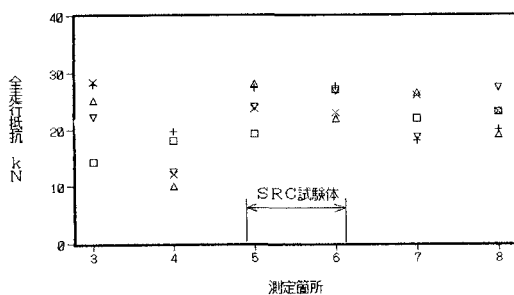


図3 走行抵抗

5. おわりに 低磁性鋼材を用いた構造物を実際に製作してみて、継手の絶縁や低磁性鋼の加工方法などまだ検討すべき点も多く残されている。また、今回行った測定は、車両運動に何らかの影響を与える場合には、すぐに試験体を撤去する条件で実施したが、測定の結果、車両運動に与える影響はほとんどなく、これまで検討してきた各種の磁気抗力低減対策が有効であることを確認できた。

現在、構造物の磁気抗力を1台車あたり1 kN以下にすることを目標に検討を行っているが、磁気抗力の面のみならず、施工性等の観点からも検討を進めSRC構造物や鋼構造物の適用を広げていきたいと考えている。[参考文献] 1) 市川, 穴見, 田村, 志村: 鋼構造物の浮上式鉄道への適用に関する研究, 鉄道総研報告Vol.4, No.8, 1990.8 2) 岩崎, 深沢, 夏目: 高マンガン非磁性鋼の溶接性・加工性に関する研究, 横河技報, 第14号 3) 松浦, 志村他: 宮崎実験線におけるH形鋼の磁気抗力試験, 鉄道技術研究所速報, No.A-84-125, 1984.8