

(財) 鉄道総合技術研究所 正員 穴見源八

正員 市川篤司

1. まえがき 浮上式鉄道のガイドウェイ構造物の鉄筋は、その交差部で接触して電氣的に回路網を形成するため、超電導磁石(以下SCMという)を搭載した車両が近くを通過すると磁場の変化によって回路網に誘導ループ電流が発生する。浮上式鉄道では、この誘導電流に起因する電磁力(磁気抗力)を小さくする必要がある。エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用すれば誘導電流は発生しないが、一般の鉄筋のほぼ2倍と非常に高価であり、他の方法を考えるべきである。U型ガイドウェイの側壁鉄筋について交差部の接触抵抗を変えて電磁界解析プログラムJRMAG¹⁾で解析すると、図1に示すように絶縁に必要な抵抗が1Ω程度あれば磁気抗力を十分小さくできることがわかる。しかし、実際には鉄筋の交差部の接触抵抗について不明な点が多く磁気抗力の推定も困難である。このようなことから、通常の施工状態における鉄筋の接触抵抗の状態を明らかにし、磁気抗力を小さくするための交差部の処理方法について検討を行った。

2. 結束線の影響 鉄筋の交差部は組立形状を保持するために数カ所毎になまし鉄線等で結束される。このため、結束箇所では鉄筋の表面が接触するほか、結束線自体によっても電氣的に導通すると考えられる。したがって、交差部の導通が鉄筋同士の接触と結束線のどちらが支配的であるかを明らかにする必要がある。このようなことから、結束の状態を、①なまし鉄線でシングルに結束、②ビニール被覆鉄線でシングルに結束、③ビニール被覆鉄線でダブルに結束、と3種類に変えて接触抵抗を測定した。その結果、図2に示すように結束線が電氣的な導通に大きな役割を果たしていることがわかった。

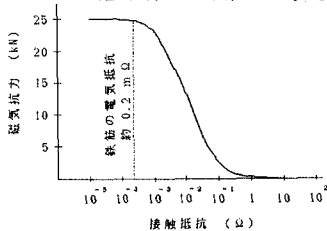


図1 接触抵抗と磁気抗力

(V = 500 km/h、1台車当たり)

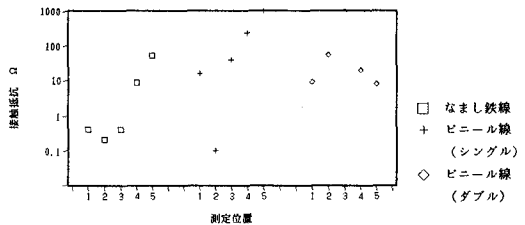


図2 結束線の影響

3. ビニール被覆鉄線で結束した鉄筋の接触抵抗の測定 前述したように接触抵抗は1Ω以上あればよい。結束線にビニール被覆鉄線を使用すれば鉄筋表面が接触しているので交差部では完全には絶縁されないが、それでも接触抵抗は大きくなると考えられた。そこで、結束線にビニール被覆鉄線を使用し実際の施工条件に合わせて製作した試験体について、鉄筋の交差部の接触抵抗の測定を行った。図3のように25箇所の交差部を持つRC試験体を、①鉄筋を低磁性鋼または普通鋼に、②結束を全交差部または干鳥に、③養生を気中または湿潤状態に、④鉄筋表面を錆状態、セメントミルク塗布またはその塗膜を傷つけた状態として、全部で10ケースについて試作し、コンクリート材令が4週間以上となつてから(4週強度 38.7 MPa) 各々5分割に切断しそれらの供試体の接触抵抗を測定した。ビニール被覆鉄線は、#20をシングルで使用した。接触抵抗の測定はLCRメータで行い、測定周波数は100 Hzとした。測定結果を図4～図10に示すが、これらの結果から次のことがわかった。

- ① 低磁性鋼の方が接触抵抗が平均的に小さく約60Ωである(図4)。
- ② 接触箇所全数を結束した方が締付け力が大きいために抵抗値は小さくなる(図5)。
- ③ 鉄筋表面が錆びていた場合でもあまり接触抵抗に大きな影響はない(図6、図7)。
- ④ 鉄筋表面にセメントを塗布しても接触抵抗には大きな違いはない(図8、図9)。

⑤ 養生を湿润状態で行った場合は接触抵抗の低下が見られた(図10)。

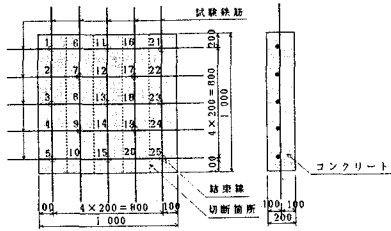


図3 RC試験体

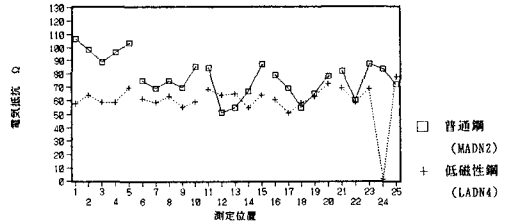


図4 鉄筋の種類

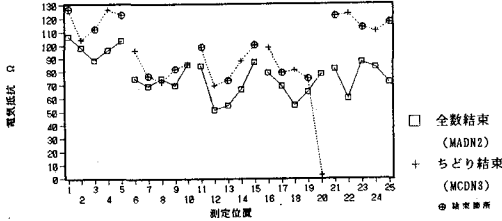


図5 結束方法

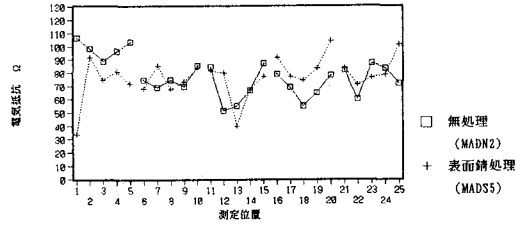


図6 表面錆の影響(普通鉄筋)

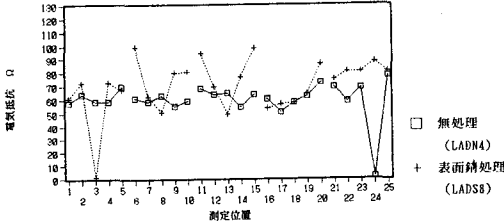


図7 表面錆の影響(低磁性鉄筋)

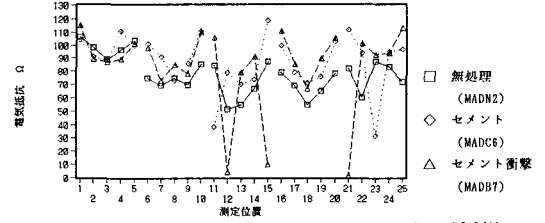


図8 セメント塗布の影響(普通鉄筋)

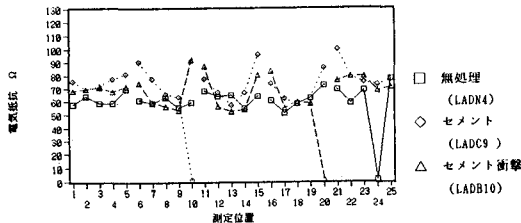


図9 セメント塗布の影響(低磁性鉄筋)

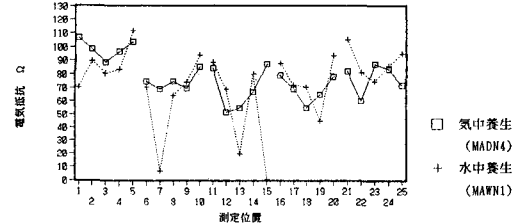


図10 養生の違い

4. ビニール被覆鉄線で結束した鉄筋のループ電流による磁気抗力 以上の実験結果を基に、各試験体の接触抵抗のばらつきを考慮して計算した磁気抗力を図11に示す。図中には接触抵抗を一律50Ωとした場合の磁気抗力の計算値も一緒に示している。この図から、ビニール被覆鉄線を使用した鉄筋の接触抵抗は50Ω程度と考えて良いことがわかる。この場合の鉄筋のループ電流による磁気抗力はほとんど問題のない大きさである(図1参照)。

5. あとがき 鉄筋の結束線にビニール被覆鉄線を使用すれば特に表面処理を行わなくても磁気抗力は十分小さくできることがわかった。通常のなまし鉄線では接触抵抗が1Ωより小さくなる可能性が高いため、SCMに近接したガイドウェイ側壁とスラブについてはビニール被覆鉄線を使用の方が望ましいと思われる。

【参考文献】1) 市川, 穴見: 鋼構造物と超電導磁気浮上式鉄道, 橋梁と基礎 92-4

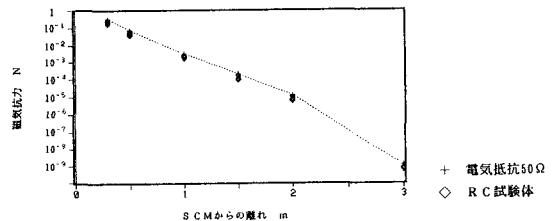


図11 鉄筋のループ電流による磁気抗力