

IV-174

浮上式鉄道ガイドウェイに用いる鉄筋の磁気シールド効果に関する研究

(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には、超電導磁石(以下SCMという)を搭載した車両の通過に伴う磁場の変化によって誘導電流が流れ、この電流に起因する車両走行抵抗(磁気抗力)が発生する。そこで、ガイドウェイには、磁気抗力を許容値以下にするためSCMの素線中心から1.5mの範囲には低磁性鉄筋が使われ、低磁性鉄筋よりも安価な普通鉄筋はSCMから1.5m以上離れた部分に使われる¹⁾。ところで、浮上式鉄道では、上記磁気抗力への配慮のほかSCMから発生する磁気を構造物の外にできる限り漏れ出ないようにシールドする必要がある。通常、磁気シールド材としては強磁性鋼材²⁾である普通鋼板が使用されている。構造物中の普通鉄筋もメッシュ状になっているため鋼板と同様に磁気シールド効果が期待できるはずであるが、形状が複雑であることからその効果が定量的に明らかにされていない。そこで、本研究では室内実験用小形SCMを用いて磁場を発生させ、鉄筋試験体の有無による磁場を測定することによりその磁気シールド効果を明らかにした。

2. 試験方法 図1のように室内実験用小形SCMにより磁場を発生させ、SCMから離れた位置で3方向ホール素子を有するガウスメーターで磁場を測定した。このとき、SCMとホール素子の間を、①何も置かない状態、②鉄筋の形状による影響を把握するため各種の鉄筋試験体を置いた状態(表1)、③鋼板を置いた状態(表2)とし、それぞれの測定した磁場を比較することによって鉄筋の磁気シールド効果を把握した。なお、室内実験用小形SCMは高さ25cm、長さ60cmのレーストラック形であり、起磁力(電流値)は424kAである。

表1 鉄筋試験体の種類(SD345)

試験 Case	鉄筋径	鉄筋間隔(mm)		単複別	鉄筋量 (kgf/m ²)
		水平鉄筋	鉛直鉄筋		
0	—	鉄筋無	鉄筋無	—	0.
1	D13	75	75	単	26.5
2	"	150	75	"	19.9
3	"	150	150	"	13.3
4	"	75	鉄筋無	"	13.3
5	"	鉄筋無	75	"	13.3
6	"	75	75	複	53.1
7	"	150	75	"	39.8
8	"	150	150	"	26.5
9	"	75	鉄筋無し	"	26.5
10	"	鉄筋無し	75	"	26.5
11	D22	75	75	単	81.1
12	"	150	75	"	60.8
13	"	150	150	"	40.5
14	"	75	鉄筋無し	"	40.5
15	"	鉄筋無し	75	"	40.5

表2 鋼板試験体の種類(SS400)

試験 Case	鋼板厚 (mm)	鋼板寸法(mm)		単複別	鋼板重量 (kgf/m ²)
		水平	鉛直		
16	3.2	1080	630	単	25.1
17	6.0	1080	630	"	47.1

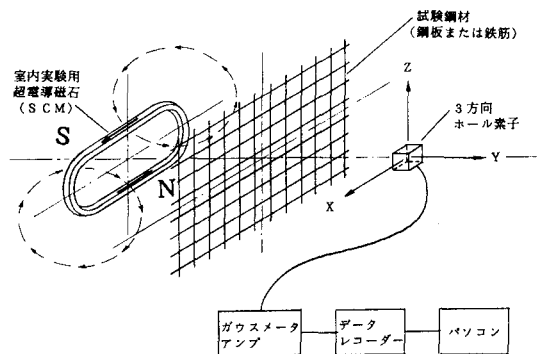


図1 磁気シールド試験体設置

3. 測定位置と磁場の関係 鋼材を置かない場合のSCM中心線(Y軸)の磁場の測定結果を図2に示す。この図からわかるように、Y軸上の磁場はSCMに対して上下左右対称になっているためにY成分だけとなる。一方、SCM中心線上から離れた位置の磁場はY成分以外の成分も現れてくる。また、磁場はSCMから離れるほど減衰が大きくなり、距離は磁気を低減させる大きなファクターであることがわかる。

SCM中心線上における鋼材の磁気シールド効果を図3に代表例で示す。この図から、鉄筋でも鋼板と

同様に磁気シールド効果があることがわかる。また、鋼材から離れるに従って磁気シールド効果は見られなくなるが、これは試験鋼材の周囲の磁場の回り込みによるものである。ただし、S C Mから離れるほど磁場の減衰が大きくなるため実用的には問題にならないと考えられる。

4. 鉄筋の磁気シールド効果 次に、磁気シールド効果を比較するために鋼材表面から30cm離れた位置で磁場を測定した結果を表3および図4に示す。これから、

- ①鋼材量を多くするほど磁気シールド効果が大きくなる（鉄筋 10kgf/m^2 当たり中心部では約5 Gauss）、
 - ②同一鋼材量では鉄筋の磁気シールド効果は鋼板の場合の約半分である、
 - ③同一鉄筋量であれば複鉄筋の方が若干磁気シールド効果が大きい、
- ことがわかる。なお、S C M中心線上から離れた位置、例えば体格線上に離れた周辺部（ $X=-300\text{mm}$ 、 $Y=+300\text{mm}$ ）では、磁気シールド効果は鉄筋 10kgf/m^2 当たり約3 Gaussであった。

表3 鋼材試験体の磁気シールド効果

試験Case	鋼材	磁気シールド効果 (磁場減衰量[Gauss])
0	鉄筋無し	0
1	単鉄筋 D13	-15.8
2	"	-11.8
3	"	-7.6
4	"	-4.2
5	"	-11.5
6	複鉄筋 D13	-45.3
7	"	-21.9
8	"	-17.8
9	"	-29.4
10	"	-25.6
11	単鉄筋 D22	-53.0
12	"	-39.5
13	"	-22.0
14	"	-31.7
15	"	-17.9
16	鋼板 3.2mm	-39.2
17	鋼板 6.0mm	-39.3

5. あとがき 鋼板と鉄筋を比較できるようにして磁場測定を行った結果、鉄筋の磁気シールド効果は鋼板の50%程度であることがわかった。浮上式鉄道のガイドウェイ構造物や乗降場設備などで本体構造物として鉄筋を使用する場合には磁気シールド設備として積極的に活用できるとと思われる。今後、乗降場等において実際の構造物に適用する予定である。なお、本研究は、運輸省の補助対策事業の一環として実施したものである。

【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 1) 穴見, 市川, 杉本: 浮上式鉄道のガイドウェイ鋼材のヒステリシス損と磁気抗力, 鉄道総研報告1992.5

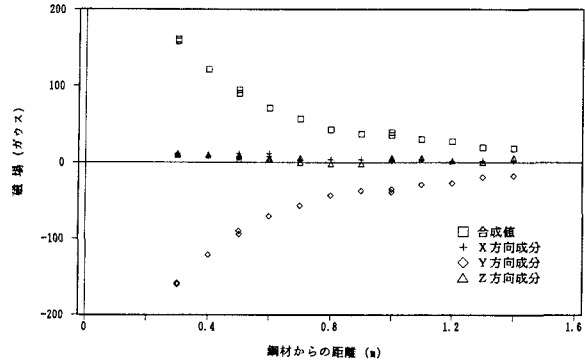


図2 鋼材からの距離と磁場

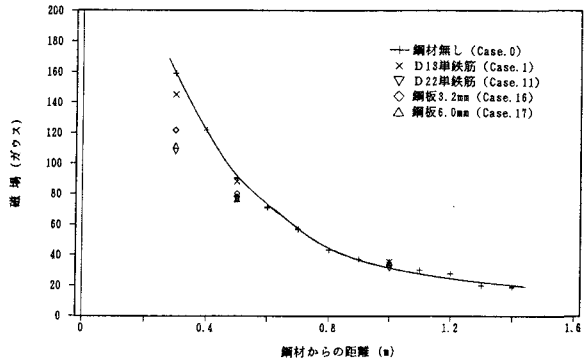


図3 鋼材からの距離と磁気シールド効果

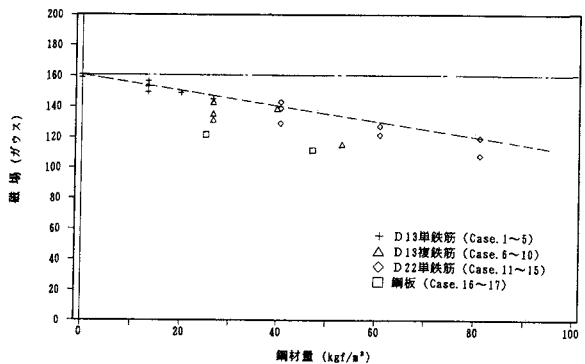


図4 鋼材量と磁気シールド効果