

第Ⅴ部門 格子状に配置された鉄筋に対する漏洩磁束法の適用における着磁方法の検討

大阪大学工学部 学生員 ○樫山 直生
 大阪大学大学院工学研究科 学生員 品川 達哉
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

大阪大学大学院工学研究科 学生員 四之宮彰吾
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の塩害による内部鉄筋の腐食が問題となっており、腐食の有無を早期の段階で的確に検知する手法の確立が求められている。

コンクリート構造物中の鉄筋の非破壊検査手法に、鉄筋が強磁性体、コンクリートがほぼ非磁性体であることを利用した漏洩磁束法がある。既往の研究¹⁾では、鉄筋の腐食に関する研究が進められているが、床版などの格子状に配置された鉄筋を対象とした着磁方法に関する検討が不足している。

そこで本研究では、コンクリート床版に漏洩磁束法を適用する場合を想定し、着磁方法の違いが鉄筋の帯磁状況に与える影響を把握するとともに、格子状に配置した鉄筋に対する着磁方法の適用性を検討することを目的とした。

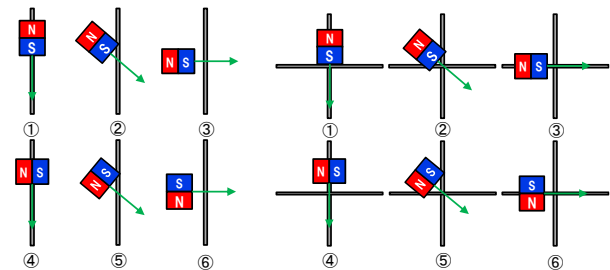
2. 磁石と鉄筋との位置関係が帯磁状況に与える影響

漏洩磁束法において、従来の評価では、測定磁束密度分布がN極とS極の一对のピークが生じることを利用しており、本研究においても、N極とS極の一对のピークが得られる測定磁束密度分布となることが望ましいとし、検討を進めた。

2.1 実験概要

鉄筋1本に対し本研究で検討する6種類の着磁方法を図-1(a)に示す。①は従来の着磁方法であり、鉄筋長手に沿って磁石を動かす。②、③は、磁石の着磁経路(緑の矢印)と鉄筋長手方向のなす角度を、45度、90度とした。④、⑤、⑥は、①、②、③から磁石の向きを90度回転させた。着磁後、鉄筋長手方向の磁束密度を測定した。なお、着磁および測定のかぶりを100mm、測定距離1000mmとし、鉄筋はD13、長さ1800mmを用いた。

次に、十字に組んだ2本の鉄筋に対し、①～⑥によって得られる帯磁状況を確認した。着磁方法を図-2(b)に示す。



(a)1本に対する着磁 (b)十字に対する着磁

図-1 着磁方法

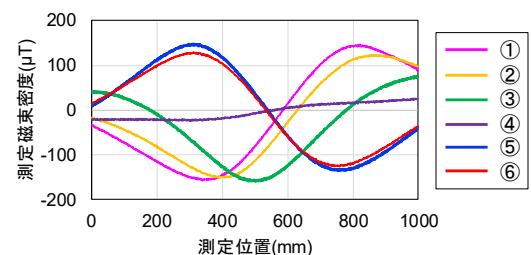


図-2 測定結果

表-1 着磁方法と鉄筋配置の関係

着磁方法	鉄筋の配置		
	1本	2本(十字)	
		縦	横
①	○	○	×
②	○	○	○
③	×	×	○
④	×	×	○
⑤	○	○	○
⑥	○	○	×

2.2 実験結果

鉄筋1本の測定結果を図-2に示す。①、②、⑤および⑥では、N極とS極の一对のピークが得られた。③では、鉄筋中央でS極側に凸となった。一方④では、ほぼ磁化されなかった。

着磁方法と鉄筋配置の関係を表-1に示す。表中の○は測定磁束密度においてN極とS極の一对のピークが得られたことを示し、×は一对のピークが得られなかったことを示す。表中の鉄筋1本の列と鉄筋2本縦の

列を比較すると、同様の結果となった。これより、交差する鉄筋の存在によらず、同様に着磁できることが分かった。それぞれの着磁方法を見ると、着磁方法②、⑤は両方向の測定磁束密度において、N 極と S 極の一对のピークが得られることが分かった。

3. 格子状に配置された鉄筋に対する着磁方法の適用性

3.1 実験概要

2.より、着磁方法②、⑤において、十字に組んだ鉄筋の両方向共に、N 極と S 極の一对のピークが得られた。そこで、格子状に配置した鉄筋に対し②を適用し、腐食検知の手法としての適用性について検討した。

D13、長さ 1800mm の鉄筋を計 8 本使用し、鉄筋間隔を 200mm として、格子状に組み立てた。(写真-1) 腐食箇所および着磁方法を図-3 に示す。まず縦横に配置された鉄筋への 45 度方向の着磁を行い、鉄筋①から④、A から D の真上でそれぞれ磁束密度を測定した。そして、図-3 中の赤丸の箇所において、鉄筋②および B を長手方向に 70mm にわたって腐食させた。腐食後、鉄筋表面の腐食生成物や水分をふき取り、腐食前と同様、磁束密度を測定した。腐食は、食塩水に浸した鉄筋に電源装置で電流を流す電食により発生させた。着磁および測定のかぶりは 100mm とし、測定距離は 1000mm とした。腐食による質量減少率は、測定した質量減少量を電食区間の鉄筋の健全状態での質量で除すことで求めた。腐食前後の質量および質量減少率を表-2 に示す。

3.2 実験結果

鉄筋 B 上の腐食前後の測定結果を図-4 に示す。腐食した鉄筋 B では全体的に磁化が減少したことが分かる。また、鉄筋②でも同様の結果となった。

次に、鉄筋①、②、A、B における腐食前後の測定磁束密度の差分を図-5 に示す。腐食させた鉄筋②および B の腐食前後の差分は S 字波形となった。これはあらかじめ測定磁束密度分布が S 字波形になるよう着磁をしていたため、腐食前後の測定磁束密度の差分が S 字波形になったと考えられる。また、健全な鉄筋①および A の腐食前後の差分においては 400mm 付近にピークが生じた。これは腐食した鉄筋が交差する位置に一致する。他の鉄筋には大きな変化が見られなかった。これらより、格子状に配置された鉄筋に対して 45 度方向に着磁することにより、鉄筋の腐食を検知できる可能性が示された。また、腐食前後の差分曲線の形状から、腐食位置を推定できる可能性が示された。

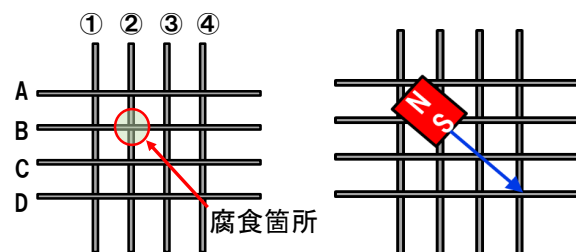


図-3 腐食箇所および着磁方法

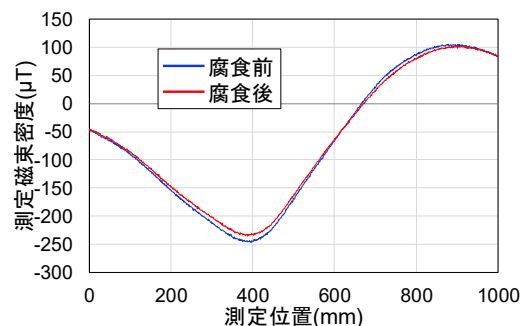


図-4 鉄筋 B の測定結果

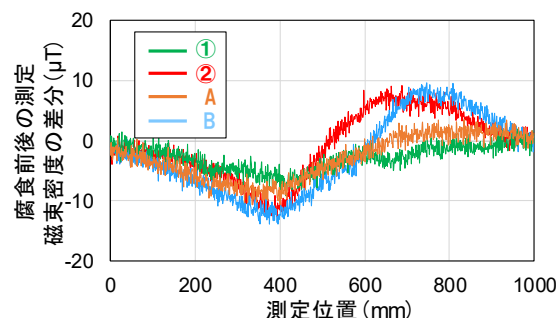


図-5 腐食前後の差分

表-2 腐食前後の質量および質量減少率

鉄筋	腐食前の質量 (g)	腐食後の質量 (g)	質量減少率 (%)
②	1696.5	1695.8	1.08
B	1693.6	1693.2	0.61

4. 結論

- 1) 格子状に配置された鉄筋に対して、45 度方向に着磁することにより、腐食を検知できる可能性が示された。
- 2) 格子状に配置された鉄筋において、腐食前後の測定磁束密度の差分形状の曲線から、腐食箇所を推定できる可能性が示された。

【参考文献】

- 1) 戎谷大樹ら：漏洩磁束法を用いたコンクリート中の鋼材腐食量および腐食範囲の推定，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集第 19 巻，pp.391-396，2019.10