各種鉄筋探査機による鉄道構造物のかぶり測定精度に関する検討

（公財）鉄道総合技術研究所　正会員　○木全　伯光　正会員　幸良　淳志
正会員　仁平　達也　正会員　田所　敏弥

１．はじめに

鉄筋のかぶりはコンクリート構造物の耐久性に関する重要な指標[1)]である。かぶりの小さい箇所では鉄筋腐食に伴うコンクリートのはく落等が発生する場合があり，かぶりの小さい箇所を事前に把握することは維持管理上有効である。非破壊によるかぶりの測定法のひとつとして電磁誘導法が挙げられるが，配筋の状況によっては測定誤差が生じる場合がある[2)]。本検討では，鉄道構造物の配筋を想定した場合の各種鉄筋探査機の測定精度を検証した。

２．検討概要

(1) 本検討に用いた鉄筋探査機

表 1 に本検討に用いた鉄筋探査機を示す。3 機種（a2，a3，d タイプ）で検討した。それぞれ渦流式であり，探触子のコイルに流す交流電流から導体である鉄筋に渦電流を発生させ，磁束の変化からかぶりを測定する方式である。

各探査機ともに予め鉄筋径を設定して測定し，a2, a3 タイプは測定鉄筋間隔の補正機能を設定した。a3 タイプは，測定鉄筋の裏側にある直交鉄筋径に関する補正機能を設定した。ただし，直交鉄筋の径として入力可能な範囲は，測定鉄筋径以上かつ D38 以下である。

(2) 測定方法

図 1 に測定状況を示す。**図 2** に鉄筋の配置方法と測定点を示す。文献[2)]を参考に，鉄筋を組んだ上に木板を設置して測定を行った。具体的には，配置した鉄筋の上に厚さの異なる木板を積み重ねることでかぶりを再現し，最大 75mm まで測定した。積み重ねた木板の両端をノギスで計測し，その平均値をかぶりとした。また，探触子を移動させながら 3 回測定し,平均値を測定値とした。

(3) 検討ケース

表 2 に検討ケースを示す。5 ケースで検討した。Case1 と 2 はラーメン高架橋の柱を想定した。測定鉄筋が柱帯鉄筋で直交鉄筋の柱軸方向鉄筋よりも径が小さい配筋である。なお，Case2 は，帯鉄筋がフレア溶接された箇所を想定し，**図 2** のように測定鉄筋を 2 組とした。Case3 はラーメン高架橋の中間スラブを想定した。測定鉄筋がスラブ軸方向鉄筋で直交鉄筋の配力鉄筋よりも径が大きい配筋である。Case4 と 5 は大規模地下函体の側壁を想定した。測定鉄筋径や直交鉄筋径がラーメン高架橋よりも大きいケースである。**表 2** には，文献[3)]によって設定される，中性化の検討とかぶりの施工誤差を考慮した標準的なかぶり（以下，標準かぶり）も示す。

表 1　検討した鉄筋探査機の概要

メーカー	A 社		D 社
機種名	a2 タイプ※1	a3 タイプ	d タイプ
測定原理	渦流式	渦流式	渦流式
探触子寸法（mm）	約 109×54×29	約 150×55×44	約 110×45×25
測定鉄筋間隔の補正機能	あり	あり	なし
直交鉄筋の補正機能	なし	あり※2	なし

※1 文献[2)]の a2 タイプと同一機種.
※2 直交鉄筋の径として入力可能な範囲は，測定鉄筋径以上かつ D38 以下.

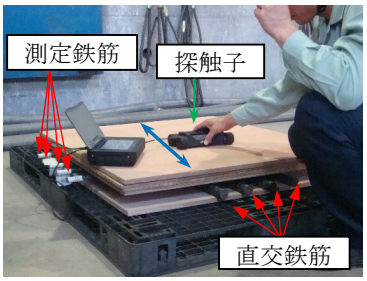

図 1　試験状況

表 2　測定ケースと想定した部材（単位:mm）

Case	想定部材	測定鉄筋			直交鉄筋		標準かぶり
		鉄筋	組数	間隔	鉄筋	間隔	
1	RC ラーメン高架橋 柱	D16	1 組	100	D32	93	45
2		D16	2 組	100	D32	93	
3	RC ラーメン高架橋 中間スラブ	D16	1 組	125	D13※1	125	40
4	大規模地下 RC 函体 側壁	D22	1 組	125	D51※2	150	55
5		D32	1 組	150	D38	150	

※1 直交鉄筋が測定鉄筋より細径であるため，測定時には入力していない.
※2 直交鉄筋の径が入力可能な範囲を超えているため，入力可能な最大鉄筋径（D38）を入力した.

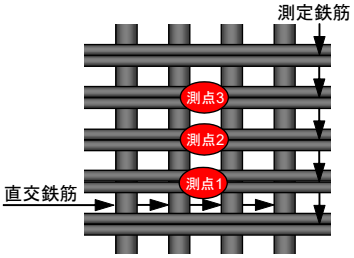

図 2　鉄筋の配置方法および測定点（Case2 の場合）

キーワード　非破壊検査，鉄筋かぶり，電磁誘導法
連絡先　〒185-8540　東京都国分寺市光町 2-8-38（公財）鉄道総合技術研究所　TEL 042-573-7281

© Japan Society of Civil Engineers

３．検討結果

(1) RC ラーメン高架橋の柱を想定した場合

図 3 に Case1 と Case2 の測定結果を示す。図の測定誤差は正値の場合，測定値がかぶりよりも大きく，負値の場合，測定値がかぶりよりも小さいことを意味する。

Case1 において，標準かぶり（45mm）に対する測定誤差は，a2 タイプが-3mm 程度，d タイプが-2mm 程度となり，a3 タイプは+1mm 程度となった。a2 タイプと d タイプはかぶりが増加するに伴い，測定値はかぶりより小さくなる傾向となった。一方，a3 タイプはかぶりが増加しても測定誤差はほとんどなかった。Case2 では，標準かぶりにおいて a2 タイプが-6mm 程度，d タイプが-5mm 程度となり，a3 タイプが-3mm 程度となった。また，Case2 は，かぶりが増加するに伴い，Case1 よりも測定誤差が大きくなり，かぶりより小さく測定される傾向が見られた。

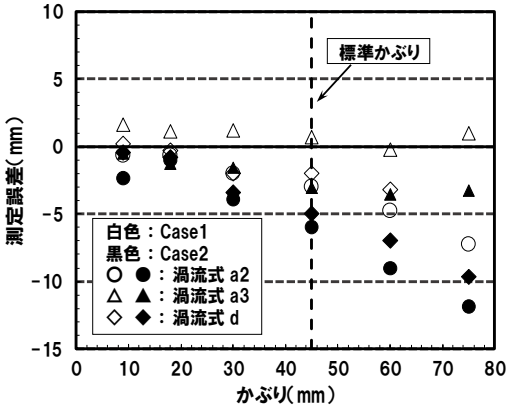

図 3　Case1 および 2 の測定結果

(2) RC ラーメン高架橋の中間スラブを想定した場合

図 4 に Case3 の測定結果を示す。標準かぶり（40mm）に対する測定誤差は，a2 タイプが 0～2mm 程度，a3 タイプが-2～-4mm 程度，d タイプが-2～0mm 程度となった。a3 タイプは，かぶりの増加に伴い測定誤差が大きくなる傾向が見られた。

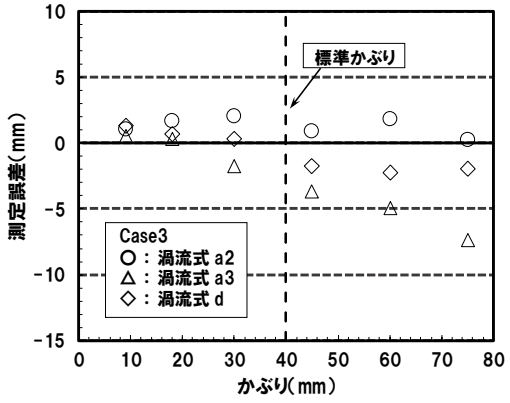

図 4　Case3 の測定結果

(3) 大規模地下 RC 函体の側壁を想定した場合

図 5 に Case4 と Case5 の測定結果を示す。標準かぶり（55mm）に対する測定誤差は各タイプともに+2～-2mm 程度となり，Case1～3 よりも，測定誤差が小さくなる傾向となった。また，Case5 は，測定誤差が Case4 よりも正側となる傾向がみられた。なお, a3 タイプは, かぶりが 75mm の場合，測定値はかぶりよりも 8～10mm 大きく測定する結果となった。

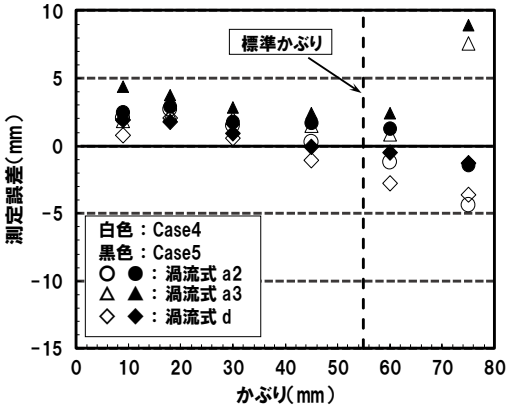

図 5　Case4 および 5 の測定結果

(4) かぶりが 30mm 以下の場合

図 3～図 5 より，標準かぶり（40～55mm）よりも小さい，かぶり 30mm 以下の範囲では，Case1～3 が-4～+2mm 程度，Case4 が Case5 では 0～+5mm の測定誤差となった。

４．まとめ

鉄道構造物の配筋を想定し，鉄筋探査機 3 機種の測定精度について検証した結果，以下のことが分かった。

(1) RC ラーメン高架橋の配筋を想定した場合，標準かぶりにおいて，測定値はかぶりよりも最大 5mm 程度小さくなった。また，かぶりが大きくなるにつれて測定誤差が大きくなる傾向が見られた。

(2) 大規模地下 RC 函体の側壁の配筋を想定した場合，標準かぶりにおいて，ラーメン高架橋の配筋よりも測定誤差が小さくなる傾向が見られた。

(3) かぶりが 30mm 以下の範囲においても，高い精度でかぶりの測定を行い得る。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)コンクリート構造物, 2009.1
2) 宇野匡和, 曽我部正道, 長谷川淳史, 仁平達也：各種鉄筋探査機の鉄道構造物への適用性に関する検討, コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,pp.2003-2008,2006.
3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物), 2004.4

© Japan Society of Civil Engineers