

## 鉄筋かぶり厚さ測定精度向上に関する実験的研究

(株)熊谷組 ○野中 英 佐藤 孝一  
(株)RECOエンジニアリング 大沼 薫春

## 1. はじめに

コンクリートのかぶり厚さは、コンクリート打ち込み前に鉄筋や型枠の位置、スペーサ、バーサポートなどを検査して、所定のかぶり厚さを確保していることを確認している。しかし、コンクリート打設中にスペーサやバーサポートがずれたり、型枠が変形したりして所定のかぶり厚さが確保されない箇所が生じる可能性があった。そこで、2009年に改訂された「建築工事標準仕様書・同解説、JASS5 コンクリート工事2009」では、コンクリート打設後の鉄筋かぶり厚さの検査として、電磁誘導法による検査方法およびかぶり厚さ判定基準が規定された。

電磁誘導法による鉄筋かぶり厚さの測定は、鉄筋の間隔が小さい場合に近接鉄筋の影響を受け、測定結果が実かぶり厚さより小さく推定される傾向がある。これまで、そのかぶり厚さ推定値の補正は、いくつかの方法が提案されている<sup>1)2)</sup>。しかし、それらの補正方法は、測定対象となる鉄筋やかぶり厚さを確保するためのアクリル板等を用意する必要があること、補正值を求めるための測定に時間を要するなど簡便性に問題があった。

本報告は、電磁誘導法によるかぶり厚さの推定に関して、その測定精度を検証することを目的に、市販の電磁誘導法測定装置を用いて、鉄筋を平行に配置し、鉄筋あき間隔およびかぶり厚さを変化させることで隣接する鉄筋の影響を確認するとともに、測定する鉄筋の後方に鉄筋がある場合の影響について検討した。

## 2. 実験概要

## 2.1 実験の因子と水準

表1に、実験の因子と水準を示す。実験の因子は、測定装置1水準（電磁誘導法1種類）、かぶり厚さ10水準（10～100mmまで10mm毎）、配筋方法2水準（①平行に4本、②測定する鉄筋3本+測定する鉄筋と直交に2本）、鉄筋の呼び名④水準（D10、D19、D29、D38）、

②1水準（D38）、鉄筋あき間隔①11水準（0～100mmまで10mm毎）②5水準（測定する鉄筋100mm、測定する鉄筋と直交方向、50、100、150、200、250mm）とした。

\*鉄筋あき間隔は、鉄筋の最外部の間隔を示し、鉄筋中心間距離は、鉄筋の中心間の距離とした（図1参照）。なお、本実験における鉄筋の中心間距離は、鉄筋あき間隔に公称直径を加えたものとした。

## 2.2 測定装置

本実験で使用した測定装置は、本体と探査センサが一体となっている市販の電磁誘導法を

表1 実験の因子と水準

因子	水準数	水準
測定装置	1	電磁誘導法1機種
かぶり厚さ	10	10、20、30、40、50、60、70、80、90、100mm
配筋方法	2	①平行4本 ②測定する鉄筋3本+測定する鉄筋と直交2本
鉄筋呼び名	① 4	D10、D19、D29、D38
	② 1	D38
鉄筋あき間隔	① 11	0、10、20、30、40、50、60、70、80、90、100mm
	② 5	100mm（測定する鉄筋）、50、100、150、200、250mm（測定する鉄筋と直交方向）

表2 鉄筋緒元

呼び名	D10	D19	D29	D38
単位重量 kg/m	0.560	2.25	5.04	8.95
公称直径 mm	9.53	19.1	28.6	38.1
公称断面積 cm <sup>2</sup>	0.7133	2.865	6.424	11.40
鉄筋の記号	SD295A	SD345	SD345	SD345

Experimental Research on Measurement Accuracy Improvement of Concrete Cover

NONAKA Akira, SATO Kouichi and ONUMA Nobuharu

用いた。データは、記憶媒体に取り込み、パソコンの専用ソフトによりかぶり厚さの推定値を求めた。

### 2.3 使用材料

本測定で使用した材料は、計測用の鉄筋およびかぶり厚さ確保用のアクリル板とした。

表2に、鉄筋緒元を示す。対象とする鉄筋は、JIS G 3112 の呼び名 D10(SD295A)、D19(SD345)、D29(SD345)、D38(SD345)の異形棒鋼4種類とした。なお、鉄筋の長さは1mとした。

アクリル板は、市販の磁気を帯びていない透明なものとし、寸法は縦800×横500×厚さ10mmとした。

### 2.4 測定方法

かぶり厚さの測定は、鉄筋コンクリート床の上にプラスチック製のパレットにより60cm程度かさ上げした場所に、表1に示す所定の鉄筋あき間隔で設置した鉄筋の上に磁気を帯びていない厚さ10mmのアクリル板を積み上げて行った。

鉄筋の配置は、①平行に4本配置した場合、写真1および図1（上段）に示すように、鉄筋



写真1 鉄筋設置状況（平行に設置）



写真2 鉄筋設置状況  
（測定する鉄筋の下に直交して設置）

を平行に4本並べ、所定の鉄筋あき間隔となるように鉄筋を配置し、②測定する鉄筋の下に直交して鉄筋を配置した場合、写真2および図1（下段）に示すように、上部に測定する鉄筋を鉄筋あき間隔100mmで配置し、その下部の直交方向に2本鉄筋を配置し、その鉄筋あき間隔を変化させた。

測定は、鉄筋の中央付近を走査線とし、全ての鉄筋を測定した。測定したデータは、専用の解析ソフトにより、かぶり厚さを求めた。

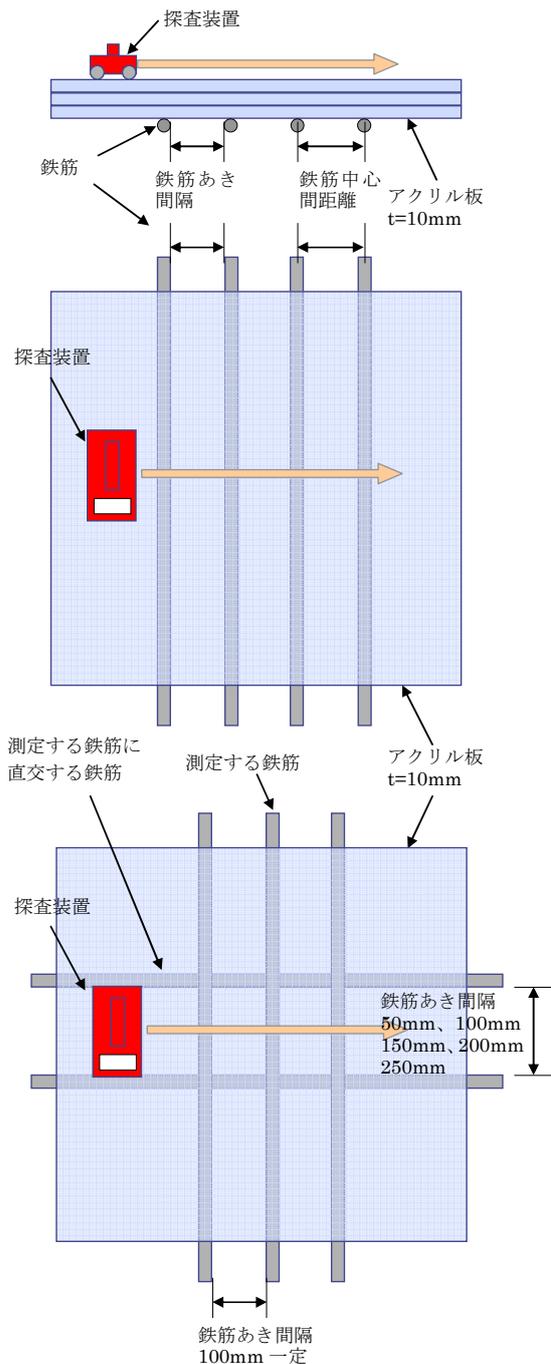


図1 かぶり厚さ測定状況

### 3. 実験結果

#### (1) 鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値の関係

図2に、鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値の関係を示す。図中の点線部は隣接鉄筋の影響により所定の本数（4本）を測定出来なかった範囲、実線部は所定の本数を測定出来た範囲である。なお、点線と実線の交点は所定の本数を測定出来た箇所とした。

鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値は、鉄筋あき間隔が小さい場合に実かぶり厚さとの誤差が大きく、鉄筋あき間隔が大きくなるのに従い、かぶり厚さ推定値の誤差は少なくなった。このときのばらつきは、かぶり厚さが大きくなるほど鉄筋あき間隔が大きくなると安定しない傾向にある。

鉄筋の呼び名（鉄筋径）の違いは、呼び名が小さいほどかぶり厚さが大きい場合で近接鉄筋の影響により誤差の生じる鉄筋の間隔の範囲は大きくなった。鉄筋の呼び名が小さい場合に実かぶり厚さが小さいところでばらつきが若干少なくなった。これは、鉄筋径が大きく、実かぶり厚さが小さい場合に、検出信号が大きくなりすぎること、反対に、鉄筋径が小さく実かぶり厚さが大きい場合には検出信号が小さくなることによると考えられる。このときのかぶり厚さ推定値は、鉄筋あき間隔でどの鉄筋呼び名についても50mm前後で安定しており、鉄筋中心間距離（鉄筋あき間隔に鉄筋の公称直径を加えた値）での評価より、鉄筋あき間隔で評

価することが望ましいと考えられる。

かぶり厚さ推定値との誤差の大きい箇所は、点線部（所定の本数測定できない）であり、実線部（所定の本数測定できる）では、誤差は少なくなった。誤差が大きくなった原因は、鉄筋あき間隔が小さい場合に隣接する鉄筋の影響により、複数の鉄筋を1本として判断してしまったためと考えられる。

この結果より、精度良く鉄筋のかぶり厚さを測定するには、今回使用した測定装置で専用のソフトを用いて解析を行う場合には、測定対象全ての鉄筋を判別出来る条件で測定を行う必要がある。

各実かぶり厚さにおける測定した鉄筋を全て判別出来る鉄筋あき間隔を鉄筋の呼び名毎

表3 測定した鉄筋を全て判別できる鉄筋あき間隔

実かぶり厚さ (mm)	測定した鉄筋を全て判別できる鉄筋あき間隔 (mm)			
	D10	D19	D29	D38
10	40	40	50	50
20	40	40	50	50
30	40	40	50	50
40	40	40	50	50
50	50	40	50	50
60	50	40	50	50
70	60	50	50	50
80	60	50	50	50
90	70	60	60	50
100	70	70	70	60

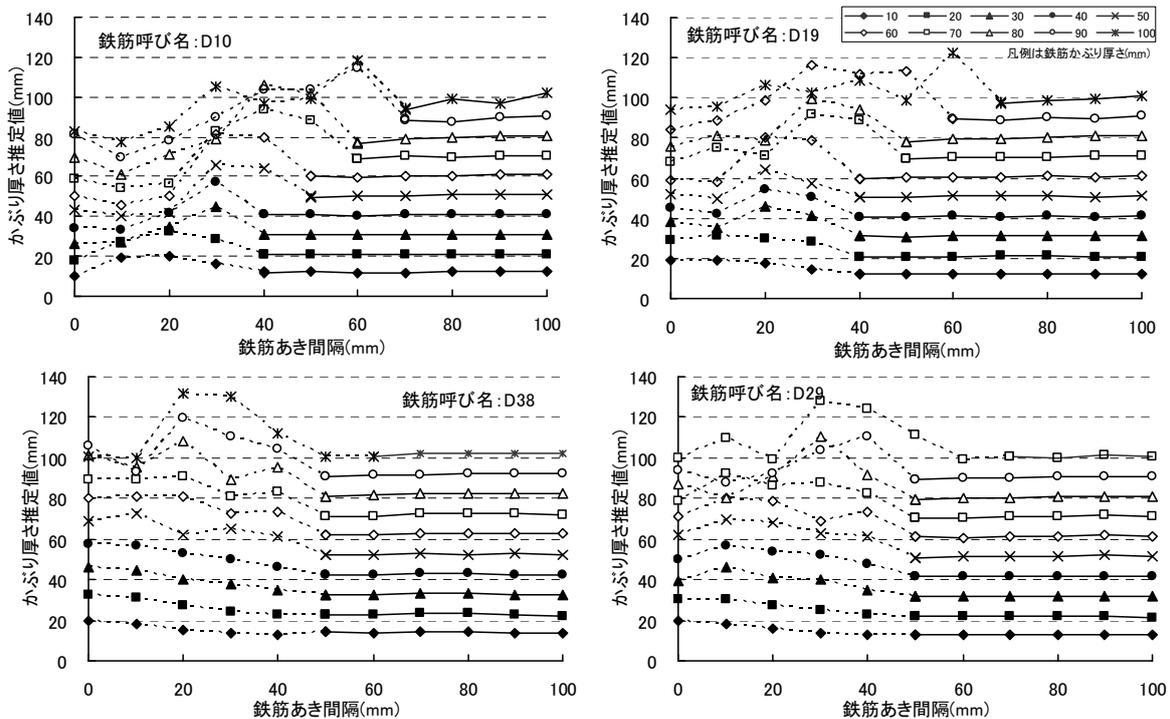


図2 鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値の関係

に示すと、表3のようになった。測定した鉄筋を全て判別できる鉄筋あき間隔は、実かぶり厚さ60mm以下では50mm以上、実かぶり厚さ70mm以上では鉄筋のかぶり厚さ以上であった。このことより、表3に示す値以上であれば近接鉄筋の影響を受けずに測定が可能である。(2)隣接鉄筋の影響を受けない場合のかぶり厚さ推定値および誤差

表4に、隣接鉄筋の影響を受けない場合のかぶり厚さ推定値および誤差を示す。この値は、隣接する鉄筋の影響を受けないと判断した鉄筋あき間隔100mmにおける値を示した。

かぶり厚さ推定値は、実かぶり厚さと比較して全てで大きい値となった。かぶり厚さ推定値の誤差は、D10で0~2mm、D19で1から2mm、D29で1~3mm、D38で2~4mmと鉄筋呼び名(鉄筋径)が大きくなるほど、実かぶり厚さが小さくなるほど大きくなる傾向が認められた。(3)測定する鉄筋と直交方向の鉄筋の鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値

表5に、測定する鉄筋(鉄筋あき間隔100mm)と直交方向の鉄筋(鉄筋あき間隔50、100、150、200、250mm)の鉄筋の間隔とかぶり厚さ推定値(鉄筋呼び名径D38)を示す。測定する鉄筋に直交する鉄筋が存在する場合は、直交する鉄筋がない場合と比較して直交する鉄筋の間隔150mm程度までは全てのかぶり厚さでかぶり厚さ推定値は小さくなる傾向を示した。また直交する鉄筋の間隔150mmを超えるものにおいても、直交する鉄筋がない場合と同じ値になるには、実かぶり厚さ10mmで直交方向の鉄筋の間隔が200mmで、実かぶり厚さ20、30mmで直交方向の鉄筋の間隔が250mmであった。それを超えるかぶり厚さでは、鉄筋の間隔が250mmでも直交方向の鉄筋がない場合と比較してかぶり厚さの推定値は小さくなっている。これは、鉄筋測定対象の鉄筋と同様に直交する鉄筋の影響も受けているためと考えられる。その範囲は直交する鉄筋の間隔がセンサの幅(150mm)およびセンサの端部より表3に示す範囲であると推測される。

#### 4. まとめ

本研究の結果、以下の所見が得られた。

- (1)かぶり厚さの推定値の誤差は、鉄筋の間隔が小さい場合に大きく、鉄筋の間隔が大きい場合には小さくなった。
- (2)鉄筋の呼び名は、小さい場合には実かぶりが大きくなるとばらつきが大きくなる傾向が認められた。
- (3)かぶり厚さ推定値のばらつきは、鉄筋を所

表4 隣接鉄筋の影響を受けない場合のかぶり厚さ推定値および誤差

実かぶり厚さ(mm)	左：かぶり厚さ推定値(mm) 右：かぶり推定値の誤差(mm)							
	D10		D19		D29		D38	
	10	12	2	12	2	13	3	14
20	21	1	21	1	22	2	23	3
30	31	1	31	1	32	2	33	3
40	41	1	41	1	42	2	43	3
50	51	1	51	1	52	2	53	3
60	61	1	61	1	62	2	63	3
70	71	1	71	1	72	2	72	2
80	81	1	81	1	81	1	82	2
90	90	0	91	1	91	1	92	2
100	102	2	101	1	101	1	102	2

表5 測定する鉄筋と直交方向の鉄筋の鉄筋あき間隔とかぶり厚さ推定値

実かぶり厚さ(mm)	かぶり厚さ推定値(mm)					
	直交する鉄筋あき間隔(mm)					
	50	100	150	200	250	鉄筋なし
10	13	13	13	14	14	14
20	22	22	22	22	23	22
30	31	32	32	32	33	33
40	41	41	42	42	42	43
50	51	51	51	52	52	53
60	60	61	61	61	62	63
70	70	70	71	71	72	72
80	80	80	80	81	81	82
90	89	89	90	91	91	92
100	99	100	100	100	101	102

補足：直交する鉄筋のかぶり厚さは、実かぶり厚さ+測定する鉄筋の径約40mmとなる。その影響範囲は、実かぶり厚さ10mmの場合50mmとなり、センサの幅150mmを考慮すると250mm程度の間隔が必要となる

定の本数に認識しない場合に発生した。

- (4)精度良く鉄筋のかぶり厚さを測定するには、測定対象全ての鉄筋を判別出来る条件で測定を行う必要がある。
- (5)かぶり厚さ60mm以下では鉄筋間隔が50mm以上、かぶり厚さ70mm以上では鉄筋の間隔がかぶり厚さ以上であれば近接鉄筋の影響は受けない。
- (6)直交する鉄筋の影響は、センサの幅(150mm)およびセンサの端部より表3に示す範囲であると推測される。

#### 参考文献

- 1)日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説、JASS 5 鉄筋コンクリート工事、pp.709-715、2010.2
- 2)(社)日本非破壊検査工業会編：コンクリート中の配筋検査講習会テキスト、第4版、2008年4月