

非破壊試験による鉄筋かぶり測定技術に関する研究

- その1 調合、配筋量の異なる試験体の鉄筋かぶり測定 -

(株)熊谷組 野中 英、佐藤 孝一

1 はじめに

鉄筋コンクリート構造物では、鉄筋を所定の位置に正しく配筋することが構造物の構造安全性や耐久性、耐火性などを確保するうえで重要である。従来の配筋検査は、コンクリート打設前に目視により配筋状況やスペーサーを確認し、鉄筋径をスケールで測定することなどであった。しかしながら、建築基準法によりかぶり深さの規定が定められていることや、住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)によって耐久性の性能評価を行う場合にかぶり深さは重要な要素になっていることなどもあり、工事管理の一環として配筋、かぶり厚さの検査が行われるケースも増えているが、既存の鉄筋のかぶり厚さの測定は、不具合の発生した場合に行われる場合が多く、そのため竣工後時間の経過した場合が多く、竣工時での管理・検査を実施した例は少ない。

また、かぶり厚さの検査は、構造物への損傷が許容されない場合がほとんどであることから、電磁波レーダー法や電磁誘導法などの非破壊試験により実施される場合が多い。

本報告は、工事管理の一環として配筋、かぶり厚さの検査を行うことを目的として、8種類の配筋状況および3種類の配合のRC壁を作製し、コンクリート打設初期から経時的に非破壊試験によるかぶりを電磁波レーダー法および電磁誘導法により測定した結果を報告するものである。

2. 実験概要

2.1 実験の要因と水準

表1に、実験の因子と水準を示す。実験の因子としては、使用する機材の影響、使用するコンクリートの種類、配筋状況、測定材齢とする。

使用する機材は、測定原理の違いで電磁誘導法と電磁波レーダー法の各1種類とした。

配筋は、表1に示す8種類とし、試験体の上下で配筋の密度を変更した。かぶり深さは、

表2に示す通りとした。

測定材齢は、コンクリート打設後、3日、7日、14日、28日とした。

2.2 試験体の作製

図1に、試験体図を示す。試験体は、コンクリート1調合につき厚さ200mm、高さ1800mm、幅4000mmの壁面を模擬したものを1体作製した。試験体数は、コンクリート3調合のため3体作製した。配筋は、試験体の下部200mmを除いた高さ1600mm、幅4000mmを八分割し、高さ800mm、幅1000mmを1ブロックとして行った。

配筋の番号は、図1の立面図に示す状態を基準(表側)とし、左下をNo.1、左上をNo.2、その隣の下をNo.3、・・・最後に右上をNo.8として設定した。配筋の状況は、上段、下段を一組とし、表1の配筋に示すように鉄筋を配置し、上段については、下段の配筋量の半分とした。また、縦筋の中央部に1箇所重ね継ぎ手を模擬し、鉄筋が2本になる部分を設けた。かぶり深さは、表2に、示すように鉄

表1 実験の因子と水準

因子	水準
使用する機材	電磁誘導法、電磁波レーダー法
コンクリートの種類	呼び強度 21、30、45
配筋	No.1: 横筋 D29@150、縦筋 D51@150 No.3: 横筋 D25@150、縦筋 D41@100 No.5: 横筋 D19@70、縦筋 D35@100 No.7: 横筋 D16@100、縦筋 D10@100 2,4,6,8 は 1,3,5,7 の半分の配筋量
測定材齢	材齢 3日、7日、14日、28日

表2 かぶり深さ(単位:mm)

No.	側面	筋種	寸法	寸法	寸法
No.1	表側	横筋	100	縦筋	129
	裏側	横筋	71	縦筋	21
No.3	表側	横筋	35	縦筋	60
	裏側	横筋	74	縦筋	99
No.5	表側	横筋	50	縦筋	69
	裏側	横筋	25	縦筋	44
No.7	表側	横筋	50	縦筋	66
	裏側	横筋	25	縦筋	41

A Study on Nondestructive Testing by Technology to Measure Concrete Cover

- Part 1 Measure Concrete Cover of Different Test piece of Mix Proportion and Quantity of Reinforcement -

Akira NONAKA and Koichi SATO

筋を配置した。

コンクリートの調合は、呼び強度 21、30、45 の 3 種類 (スランプは全て 21cm) とした。

2.3 かぶり深さ測定方法

使用する機械は、市販の電磁誘導法および電磁波レーダー法の各 1 機種とした。測定方法は、まず配筋状況を踏まえた上で、鉄筋間の中間を走査線として選定し測定した。

実験結果の補正は、電磁誘導法では、鉄筋径を設定した上で測定し、電磁波レーダー法では、比誘電率の測定が困難であったため、比誘電率を初期設定値である 8 とした。

2.4 電磁誘導法および電磁波レーダー法の測定精度

電磁誘導法の測定誤差は、かぶり厚さが 50 mm 以下では ± 3 mm 以下である。しかし、実用した結果では、鉄筋径および配筋状況 (鉄筋間隔) により、測定誤差は変動する。

電磁波レーダー法の測定誤差は、一般的に「 \pm (5 mm + 実かぶり厚さの 0.1% 以内) または $\pm 5\%$ 以内のいずれか精度の低い方」と言われている。しかし実用的には、コンクリートの含水

率に影響を受けるため、測定誤差にはバラツキが見られ、かぶり厚さが 20 mm 以下の深度では、測定誤差は大きい傾向にある。

3 . 実験結果

3.1 電磁誘導法

図 2 に、電磁誘導法の材齢と測定かぶり深さの関係を示す。

横筋の測定結果は、材齢および配合によるばらつきは少ない。特に、かぶり厚さの実測値が 50mm 以下では特にばらつきは少なくなった。また、鉄筋の密度による影響についても大きく影響は認められなかった。ただし、詳細なデータを確認すると、鉄筋の密度が密になると測定が不可となる箇所が多くなる傾向が認められた。

かぶり深さの実測値が 50mm 以上では材齢によるばらつきは大きくなる傾向が認められた。これは、かぶり深さが大きくなることにより隣接する鉄筋の影響を受けたものと推測される。

鉄筋径の影響は、鉄筋径が小さいものほどば

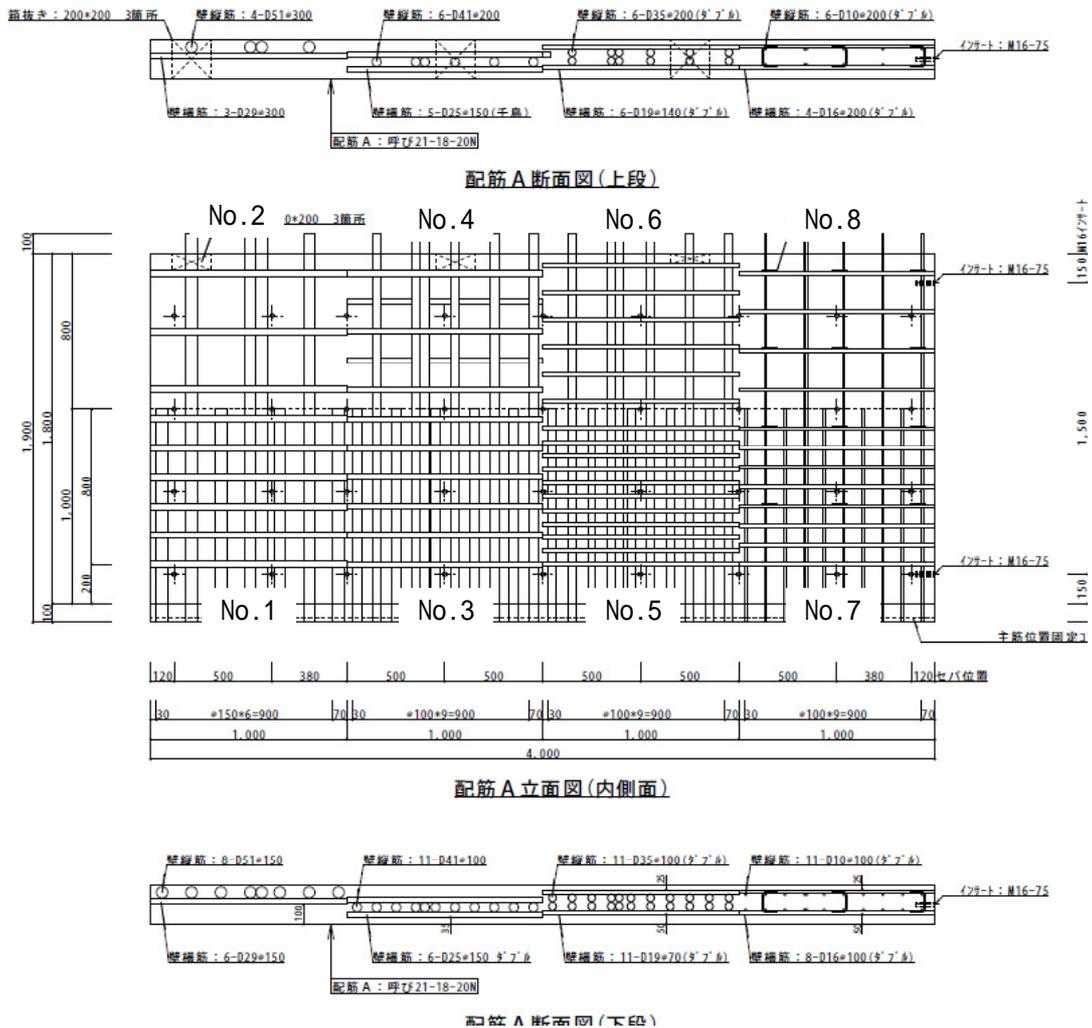


図 1 試験体図

らつきが少ない傾向が認められた。

測定かぶり厚さは、実測値と比べて小さい傾向を示し、かぶり深さに関係なく - 5mm の範囲であった。この結果は、実際の測定に際しては安全側の評価となる。

縦筋の測定結果は、材齢によるばらつきは小さいものの配合によるばらつきは大きくなった。かぶり厚さの大きいもの、鉄筋径の太いものに関してもばらつきは大きくなる傾向が認められた。

鉄筋間隔については、縦筋に関しては鉄筋間隔が小さいものほどかぶり厚さが大きい傾向が認められた。これは、縦筋が横筋より奥にあり、横筋の影響を大きく受けたためと推測される。鉄筋間隔が小さいものに関しては横筋の影響が大きくなったものと推測される。

3.2 電磁波レーダー法

図 3 に、電磁波レーダー法の材齢と測定かぶ

り深さの関係を示す。

横筋の測定結果は、材齢の経過とともにかぶり厚さは小さく測定される傾向が認められた。この傾向はかぶり厚さが大きくなるほど顕著となり、反対にかぶり厚さが薄くなる（40mm 程度以下）と材齢 14 日以降のかぶり深さの変化が少なくなる。これは、コンクリート中の含水率に起因するものであり、かぶり厚さが薄いほど早期に乾燥するためコンクリートの品質が安定したため推測される。

鉄筋間隔の影響は、鉄筋間隔が小さいほどかぶり深さの解析が困難であり、誤差が大きくなった。このとき、かぶり深さが小さいほど、鉄筋径が太くなるほど鉄筋間隔が大きくないと測定が困難であった。

測定かぶり深さは、含水率のほぼ安定したと考えられる材齢 28 日で比較すると、実測値と比較しておおむね小さい傾向を示した。

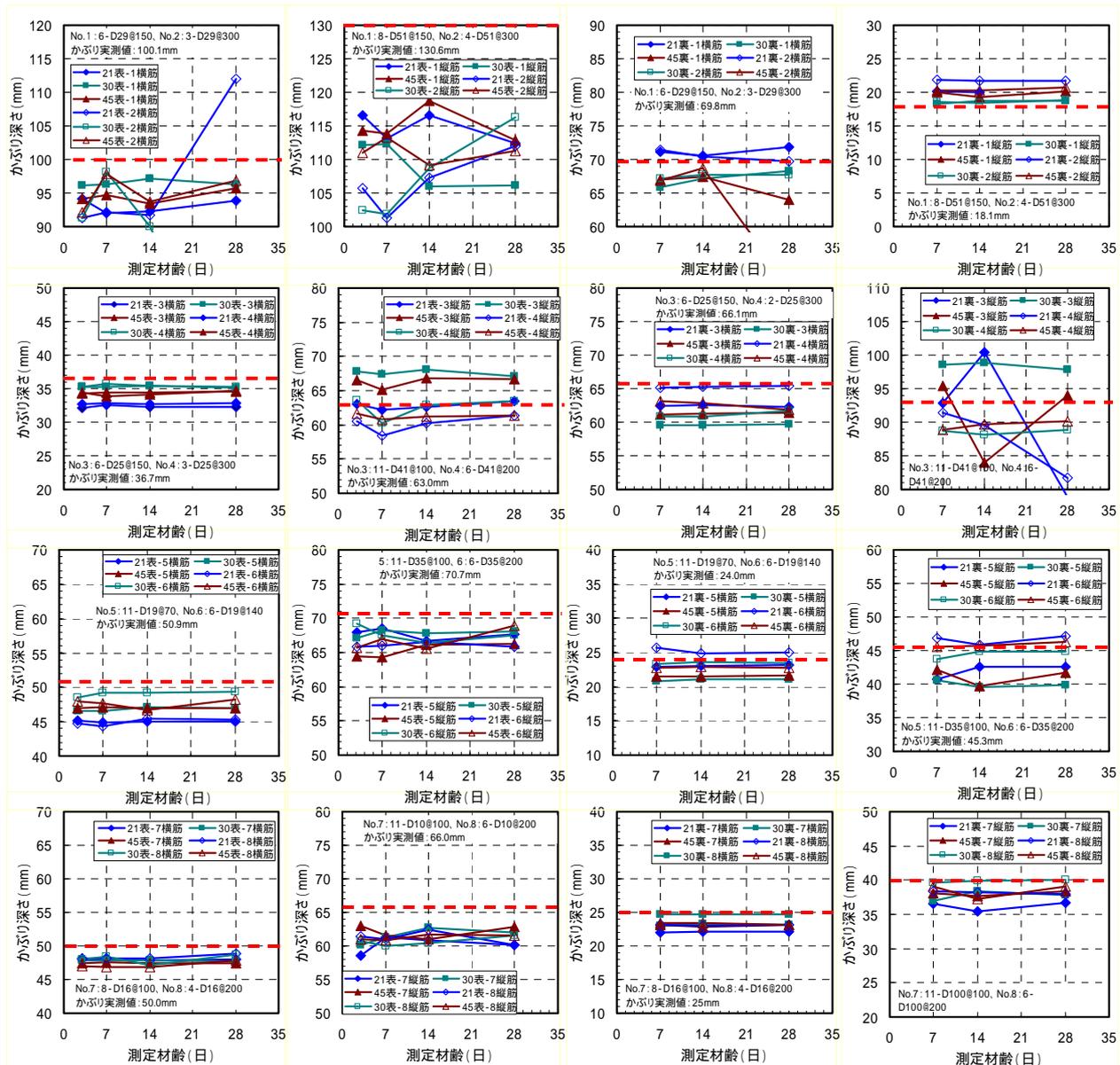


図 2 材齢とかぶり深さの関係（電磁誘導法）

縦筋の測定結果は、横筋とほぼ同等な傾向を示している。これは、電磁誘導の測定において直行する鉄筋の直上およびその近傍を測定しないかぎりその影響が少ないことを示している。

各測定点に対するばらつきが大きくなっているが、これは電磁誘導法と比較して測定不可（読み取り不可）となる場所が少ないため、試験結果のばらつきが大きくなったと推測される。

4. まとめ

本研究により、以下の知見が得られた。

電磁誘導法は、手前にある鉄筋でかつ鉄筋間隔が小さい場合に精度良く測定できるが、近傍に鉄筋がある場合、セパレータ、結束線等によりばらつきが大きくなったり、測定ができなかったりする場合があるので注意が必要である。

電磁波レーダー法は、測定は比較的容易で、鉄筋の位置を測定するには簡易であるが、含水率の影響によるばらつきが大きくなること、配筋が密な場合やかぶり厚い場合には、かぶり深さの解析が困難で熟練が必要となることなどが挙げられる。

今後の課題として、測定精度の向上を目指して、比誘電率の測定方法の検討や、電磁誘導法と電磁波レーダー法の併用による測定精度の向上等を検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) (独)土木研究所：「電磁誘導法によるかぶり測定値の補正方法および補正かぶりの求め方（H19）」
- 2) (独)土木研究所：「電磁波レーダ法による比誘電率分布（鉄筋径を用いる方法）およびかぶりの求め方」

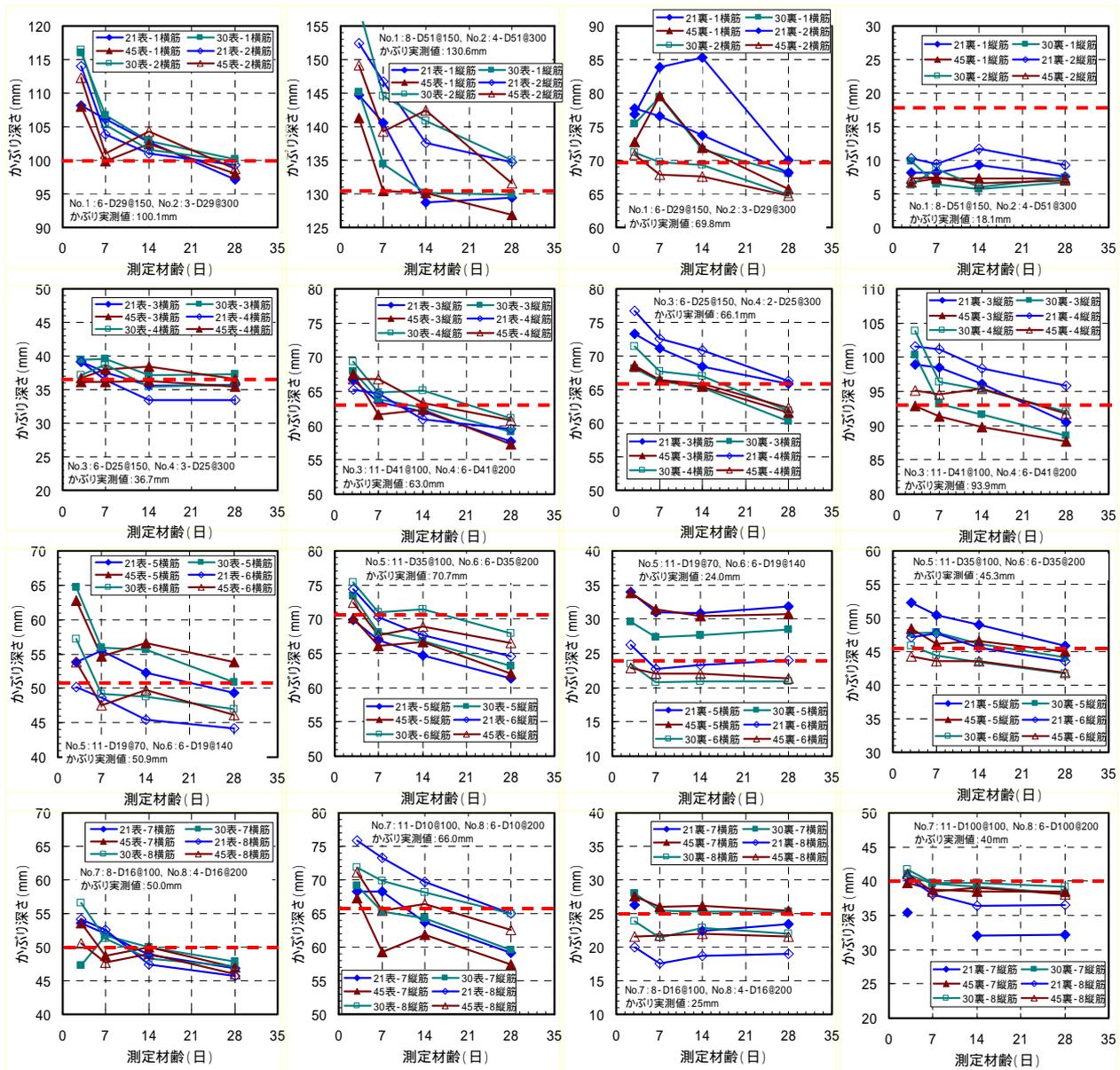


図3 材齢とかぶり深さの関係（電磁波レーダー法）