

超音波横波トモグラフィ装置による配合が異なる RC 壁の鉄筋探索事例

青木あすなろ建設（株）技術研究所
（株）地球システム科学

正会員 ○新井佑一郎
正会員 坂本浩之

フェロー 牛島栄
会員外 三上創史

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の維持管理および改修を行う上で、内部の状態を非破壊的な試験法で、簡便かつ正確に確認できることが重要である。一般に、RC 構造物の内部を調査する方法として、電磁誘導法、電磁波レーダーを用いるケースが多い。これらの方法は、主に鉄筋の検出に用いられ、発受信装置を連続的にコンクリート表面に走らせることができるため、簡便で効率の良い調査が可能である。しかし、計測精度を確保するためには、電磁波レーダーでコンクリートの比誘電率による補正を、電磁誘導法ではある程度の鉄筋径が既知であることが求められる。また、電磁誘導法では重ね継手部で計測誤差が大きくなることも指摘されており¹⁾、計測方法の簡便さ、効率と精度を両立することが難しいのが現状である。

筆者らは、簡便さと精度の両立が可能な RC 構造物の非破壊試験法として、超音波横波を用いた調査を実施し、その有用性を確認した。ただし、既報²⁾の調査事例では、壁スラブおよび梁部材を模擬した新設の試験体を用いていたため、鉄筋位置も把握された状態で試験を行った。また、試験体は普通コンクリートで構成されており、材料の違いが測定結果に及ぼす影響は確認できていない。本論では、超音波横波による既設構造物の調査を想定し、配合が異なる 3 種類のコンクリートで構成され、詳細な配筋が不明な RC 壁試験体（打設後 23 年）を用い、鉄筋の検出精度を確認した。

2. 調査の概要

検証に用いた試験体は、既報³⁾の配合を変化させたコンクリートの施工実験で用いた、壁を模擬した厚さ 200mm の RC 板である。打設時期は 1995 年 1 月で、屋外に設置されている。壁試験体の形状（伏図）を図 1、コンクリートの配合を表 1 に示す。また、各配合に対応する壁から試験時に採取したコアを用いて行った圧縮試験結果を表 2 に示す。コンクリートは、低発熱 3 成分セメント（MBF）を用い、増粘剤を変化させたものが 2 種類、普通ポルトランドセメント（OP）を用いたものが 1 種類の合計 3 種類である。なお、MBF を用いたコンクリートは水セメント比が 35% と小さく、圧縮強度および静弾性係数ともに OP を用いた試験体（W/C=50%）よりも高い値となった。

配筋は、3 種類の壁試験体とも縦横に D13 鉄筋が 200mm ピッチでダブル配筋されている。調査は、図 1 の赤丸で示す部分で行い、超音波トモグラフィ装置で鉄筋

表 1 コンクリートの配合³⁾

配合	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				増粘剤	
		水	セメント	細骨材	粗骨材	種類	(kg/m ³)
MBF-DP	35	175	500	741	861	DP	1.0
MBF-BP	35	175	500	741	861	BP	0.5
OP-SF	50	185	370	865	861	SF	0.4

※セメントに対する重量比 MBF: 低発熱 3 成分セメント, OP: 普通ポルトランドセメント
DP: 部生物菌体, BP: 多糖類ポリマー, SF: セルロース系

表 2 試験体から採取したコアの圧縮試験結果

配合	圧縮強度 (N/mm ²)			静弾性係数 (kN/mm ²)		
	平均	標準偏差	データ数	平均	標準偏差	データ数
MBF-DP	58.5*	6.71	7	27.7	1.04	8
MBF-BP	55.8*	4.67	8	27.3	0.89	8
OP-SF	35.3	2.56	14	19.8	1.20	13

*: アンボンドキャップの許容値を超える供試体があったため参考値

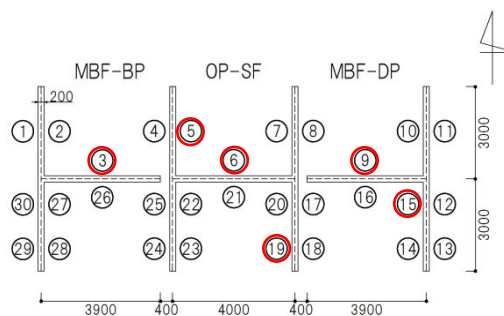


図 1 壁試験体形状

キーワード RC 部材, 非破壊試験法, 超音波横波, 超音波トモグラフィ

連絡先 〒300-2622 茨城県つくば市要 36-1 青木あすなろ建設(株)技術研究所 建築構造研究室 TEL029-877-1112
〒160-0022 東京都新宿区新宿 1-23-1 新宿マルネビル 7 階 TEL 03-3357-1761

位置を検出し、壁表面にマーキングを行う。
その後、改修工事等で良く用いられるφ16mmのドリルを用い、鉄筋が検出された位置で削孔し、鉄筋の有無と鉄筋の深さ（ドリルが鉄筋に当たった場合）の実測を行う。なお、今回は削孔を行う関係上、ダブル配筋の上筋のみを検出対象とした。検出方法のイメージを図2に示す。

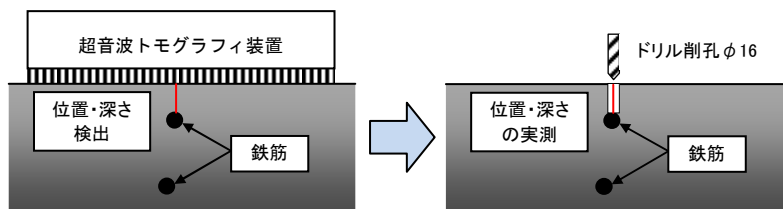


図2 検出方法のイメージ

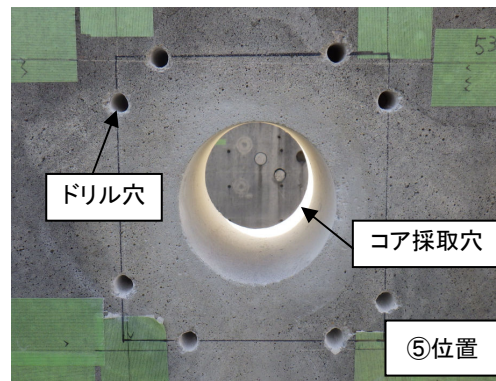


写真1 削孔後の状況の例

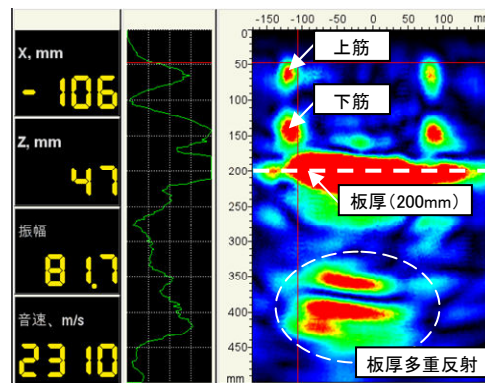


図3 結果出力の例

試験後の試験体壁削孔状況の例を写真1に、超音波トモグラフィ装置から出力された結果の例を図3に示す。出力結果は画面上に断面画像として表示され、既報と同様に上筋と下筋、板厚の反応が見られた。削孔は調査により得られた鉄筋位置毎に1～2ヶ所行い、ノギスで被り厚さを、尺金により水平方向の誤差を実測した。

計測値と実測値の比較を表3に、計測値に対する実測被りの誤差率と実測被り関係を図4に示す。結果より、被り厚さの誤差率は0.01～0.54となり、被り厚さの実測値が小さくなるにつれ誤差が大きくなった。なお、誤差と実測被り厚さの関係は、コンクリートの配合によらず、指数関数で近似した曲線とおおむね良い対応性を示した。

4. まとめ

本論では、超音波横波トモグラフィ装置を用い、配合が異なるRC壁3種に対して鉄筋位置計測を行い、実測値と比較した。結果から、被り厚さが概ね50mmを超えれば十分な計測精度が得られ、被り厚さが概ね30mmを下回ると水平位置、被り厚さともに精度が低下することが確認された。また、誤差 - 被り厚さ関係に配合の影響が見られないことも確認した。

表3 計測値と実測値の値

番号	コンクリート	鉄筋方向	被り厚さ			水平位置 誤差(mm)
			計測(mm)	実測(mm)	誤差率	
③	MBF-BP	縦	36.0	30.1	0.20	0
		横	46.5	42.5	0.09	0
⑤	OP-SF	縦	57.0	48.5	0.17	0
		横	63.0	62.1	0.01	0
⑥	OP-SF	横	51.0	41.9	0.22	0
⑬	OP-SF	縦	40.0	32.1	0.25	3
		横	50.0	45.0	0.11	0
⑨	MBF-DP	横	51.0	48.3	0.06	0
⑮	MBF-DP	縦	43.0	28.0	0.54	4
		横	50.0	40.2	0.25	0

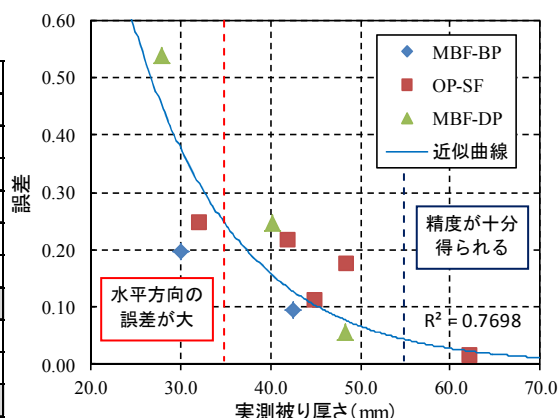


図4 誤差-実測被り厚さ関係

【参考文献】

- 1) 三加, 藤田, 浅井, 玉置, 斯波: 鉄筋探査機器の測定精度の評価, 三井住友建設 技術研究所報告, 第2号(2004年), pp.41-46, 2004.11
- 2) 新井, 坂本, 三上, 佐藤, 牛島: 超音波横波トモグラフィ装置によるコンクリート内部調査事例, 土木学会 第72回年次学術講演梗概集, pp.509-510, 2017.9
- 3) 牛島, 舟川: 寒中時養生方法が各種混和材料を用いた高流動コンクリートの諸性状に及ぼす影響, 材料 53巻(2004)10号, 日本材料学会, pp.1083-1090, 2004.10