

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

青木あすなる建設(株) 技術研究所 正会員 ○新井佑一郎 フェロー 佐藤俊男 フェロー 牛島栄
 (株)地球システム科学 正会員 坂本浩之 会員外 三上創史

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理では、コンクリート部材内部の状態を適切に把握する必要がある。特に改修工事を行う場合は、躯体への開口新設やアンカー打設が行われるため、事前に鉄筋や埋設配管の位置を調査する必要がある。しかし、図面での調査には限界があり、内部の状況を完全に把握することはできない。

したがって、構造物の改修を行う場合、非破壊的な手法で内部の状態を調査する必要性は高い。コンクリート構造物の非破壊試験の一般的な手法を表1に示す¹⁾。この中で、鉄筋位置の探査では電磁波による探査法がよく用いられる。しかし、電磁波は透過距離が短く、探査可能な深さは20cm程度で、深くなるにつれ検出位置の精度も低下してくる²⁾。また、鉄筋の下に重なり電磁波の陰になる部分の検出は難しい。そのため、改修工事では検出位置の誤差もしくは検出できなかった鉄筋にアンカー打設穴が干渉する、埋設配管を切断するなど、大きな問題となる場合がある。問題が発生すれば、想定外の補修工事が必要となるため、調査精度は改修工事を合理的に進める上での課題となっている。

超音波トモグラフィ(横波)による検査適用深さは、配筋量で変化するものの、最大で2mと深いのが特徴である。また、配筋状態やかぶり深さの検査は、電磁波法で検出ができなかった重なった位置に配置された鉄筋も検知可能である。よって、多段配筋された部材の調査も可能であり、例えばダブル配筋の板状部材では、片側からの調査で済むため大幅な省力化が可能である。本論で用いる超音波トモグラフィ装置は、超音波横波を発受振できるセンサを48個(4×12CH)備えており、これを部材表面に直接押し当て測定する。装置を写真1およびアレイセンサから発生される波の伝播モード図を図1に示す。検査結果は瞬時に装置中央部のカラーモニターへ、横波速度Vsとともに断面画像として表示されるため、調査は容易である。本論では、模擬試験体を用いて超音波横波を用いた配筋検査を行い、実測値と比較した結果を報告する。

2. 調査の概要

調査は、壁スラブおよび梁を模擬した試験体を用いて行った。各試験体の配筋状況を写真2に示す。壁スラブモデルは、実測で180~200mm程度のピッチでD13の鉄筋をダブル配筋している。また梁モデルは、主筋径がD32, D35と太く、配筋が過密であるという特徴がある。コンクリートはFc24の普通コンクリート(調査実

表1 RC構造物の非破壊試験法の特徴¹⁾

分類	検査・点検項目	非破壊試験法					
		弾性波				電磁波	
		超音波		衝撃弾性波	打音	電磁波レーダ	電磁誘導
	超音波トモグラフィ	超音波					
	使用周波数帯域	横波 25kHz ~85kHz	2MHz ~5MHz	80Hz ~35kHz	20Hz ~20kHz	1600MHz ~600MHz	20kHz ~40kHz
	適用可能深さ	2.0m	1m	2.5m	0.3m	0.2m	0.1m
概観	施工不良(ジャンカ、コールドジョイント)	○	○	○	○	○	
検査	配筋状態	○				○	○
	かぶり厚さ	○				○	○
	コンクリート品質						
	強度	○	○	○			
	緻密性	○*	○	○			
	部材厚さ・内部欠陥(空洞、配管)	○	○	○	○	○	
点検	ひび割れ・はくり	○	○	○	○		

* 超音波伝搬速度(横波)の大小による表層の緻密性評価が可能。
 出典 大成出版社「非破壊・微破壊試験によるコンクリート構造物の検査・点検マニュアル」により作成

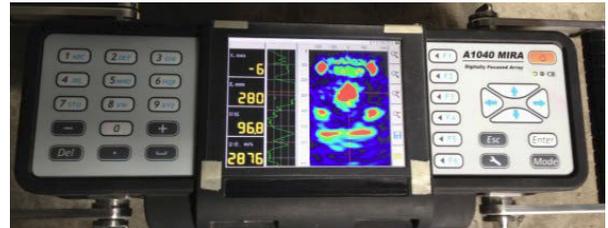


写真1 超音波トモグラフィ装置の外観

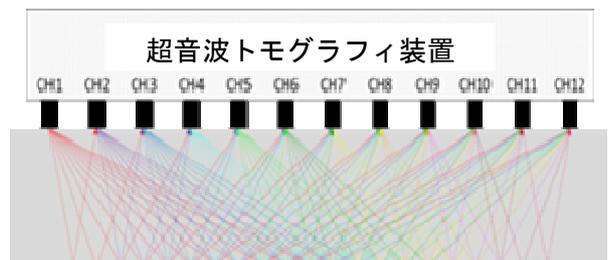


図1 超音波横波伝搬のイメージ

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 青木あすなる建設(株)技術研究所 建築研究室 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

施時点での圧縮試験結果は38.6 N/mm²) を用いている。

計測は、各試験体の配筋状態を超音波トモグラフィ装置で計測し、出力された結果からかぶり厚さと鉄筋間隔を求める。求められた結果と、図面および打設前に確認した配筋状態とを比較する。

さらに、探査で鉄筋が直下に存在すると確認された部分でコアを採取し、鉄筋位置の検出精度を実測した。コア抜きはスラブ壁、梁模擬試験体の各1ヶ所をサンプリングしている。

3. 調査結果

各試験体の配筋位置実測値と計測値の比較を表2, 3に示す。スラブ壁モデルでは鉄筋位置、かぶり厚さについても、実測値に対する計測値の誤差は8%以内におさまることが確認された。梁モデルでも鉄筋位置とかぶり厚さの実測値に対する計測値の誤差は9%以内であった。以上より、実用上十分な精度といえる。

コアの採取はカッターが鉄筋に到達した時点でモーターを停止させ、写真3のように、断面に鉄筋跡が残るようにした。コアを用いた実測値の計測方法は図2に示すとおりである。なお、梁モデルは改修工事で障害となることが多い、図面に記されない部材(建て方筋、セパレータなど)を想定し、比較的深い位置にある細径鉄筋(D10)を探查対象とした。計測値と実測値の比較を表4に示す。結果より、かぶりが浅い壁モデルでは、鉄筋かぶりの誤差は0となり、位置誤差も1.5mmとなった。また、梁モデルは電磁波レーダで誤差が大きくなるとされる、かぶり100mmを超える領域²⁾でも、かぶりの誤差率0.9%、位置の誤差4mmと非常に高い精度で鉄筋を探查可能であることが示された。

4. まとめ

本論では、超音波横波を用いた非破壊試験装置(超音波トモグラフィ)を用い、コンクリート構造物内の鉄筋探查精度について検証を行った。スラブ壁および梁を模擬した試験体の検証結果から、超音波横波を用いた試験法の精度は高く、診断も容易に行えることが分かった。今後は、検証データ数を増やし、適用条件の決定および探查精度向上に向けた検証を行いたい。

【参考文献】

- 1) 坂本浩之, 三上創史, 牛島栄: 超音波トモグラフィ・非破壊試験装置を用いたコンクリート構造物の調査事例, セメントコンクリート, No.810, pp.50-58, 2014.8
- 2) 三加, 藤田, 浅井, 玉置, 斯波: 鉄筋探查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

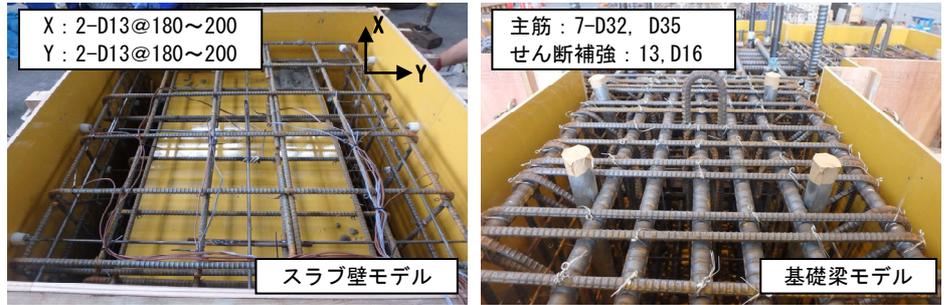


写真2 各試験体の配筋状況

表2 スラブ壁モデル比較結果

診断項目	計測値(mm)	実測値(mm)	誤差(mm)	誤差率(%)
上筋かぶり厚	75	70	5	7.1
	85	80	5	6.3
鉄筋間隔	190	195	-5	-2.6
	185	190	-5	-2.6

表3 梁モデル比較結果

診断項目	計測値(mm)	実測値(mm)	誤差(mm)	誤差率(%)
上筋かぶり厚	75	70	5	7.1
	105	115	-10	-8.7
鉄筋間隔	100	100	0	0.0
	95	100	-5	-5.0
	95	100	-5	-5.0
	90	95	-5	-5.3
	100	100	0	0.0
	95	100	-5	-5.0



写真3 コア状況

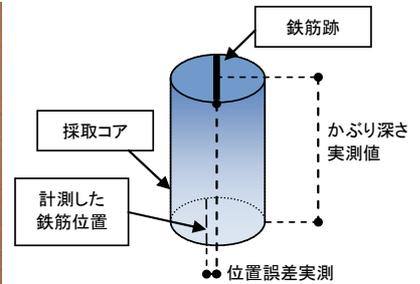


図2 コア実測方法

表4 コアによるかぶり実測との比較

調査部位	鉄筋	鉄筋かぶり			位置誤差(mm)
		計測(mm)	実測(mm)	誤差率(%)	
壁	D13	50	50	0	1.5
梁	D10	110	111	0.9	4