

非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する研究

土木研究所 正会員 森濱 和正、正会員 片平 博、正会員 中村 英佑
 (株)構造技術センター 正会員 山口 順一郎、秋田県 正会員 松塚 忠政
 (株)銭高組 正 野永 健二、千葉工業大学 池永 博威、戸田建設(株) 正 土田 克美

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）構造物の設計は、性能規定化が進んでいる。また、公共事業品質確保法が成立し、新設のRC構造物が設計どおりの性能を有しているかどうかを確認（検査）する方法を確立することは、これまで以上に重要性が高まっている。また、維持管理のための非破壊試験もますます重要になってきている。このような状況に対し、竣工時に非破壊試験による検査方法およびその結果を初期値として維持管理にも適用できる試験方法の確立をめざし研究しており、それらの結果を報告する。

2. 研究対象とした検査項目および試験方法

研究対象とした検査項目および試験方法は、表1のとおりである。これらは、土研を中心に（社）日本非破壊検査協会をはじめ 20 機関の共同研究によって実施したものである¹⁾。そのうち、レーダによるかぶり測定、特に比誘電率の設定方法、小径・超小径コア、ボス供試体を用いた強度試験方法、耐久性評価のために超音波を用いた表層の緻密性の評価について紹介する。

表1 主な検査項目と試験方法

検査項目		非破壊試験							局部破壊試験		
		弾性波			電・弾	電磁波			小径 コア	超小径 コア	ボス 供試体
		超音波	衝 撃 弾性波	打音法	パルス 電磁力	レーダ	電磁 誘導	赤外線 サーモグラフィ			
概観 検査	配筋状態					○	○				
	内部状態					○		○			
詳細 検査	かぶり厚さ(径)				○	○	○		○		
	コンクリート強度	○	○						○	○	○
	表層の品質 (緻密性)	○	○								
	内部欠陥	○	○	○		○		○			
	部材の厚さ	○	○	○		○					
維持管理 (耐久性)		継続 調査	継続 調査	継続 調査	さび	継続 調査	継続 調査	継続 調査	中性化 塩分量	継続 調査	中性化・塩 分浸透深さ のモニタリング

のである¹⁾。そのうち、レーダによるかぶり測定、特に比誘電率の設定方法、小径・超小径コア、ボス供試体を用いた強度試験方法、耐久性評価のために超音波を用いた表層の緻密性の評価について紹介する。

3. レーダによる比誘電率設定方法とかぶり測定結果

レーダは配筋状態、かぶりの測定に重要な装置であるが、かぶりの測定には比誘電率を設定する必要がある。ところが、これまでは、コア採取、はつりなどによってかぶりを実測して逆算する方法しかなかった。これでは非破壊試験とはならないなどの重大な欠点がある。そのため、本研究では鉄筋径を用いる方法^{2,3)}および双曲線法を提案した。ここでは、前者の方法を紹介する。図1の「既往研究」²⁾は、鉄筋位置（コンクリート内部）の比誘電率を推定する方法であるが、含水率の変化が大きいような場合はかぶりの誤差が大きくなるという欠点があった。そこで、コンクリート表面から鉄筋位置までの比誘電率の「分布」を推定する方法を提案した³⁾。それらの結果を比較したのが図1であり、実測値に対して10%以内でかぶりを測定できるようになった³⁾。

図1は、かぶり厚さ実測値と推定値の比較を示すグラフである。縦軸は「実測かぶり厚さ (mm)」で0から30の範囲、横軸は「かぶり厚さ (mm)」で0から200の範囲を示している。データは、既往研究（構造物A: 菱形、構造物B: 正方形）と分布法（構造物A: 菱形、構造物B: 正方形）の両方を含む。分布法は、誤差10%、20%、5%の範囲を示す。既往研究は、誤差20%の範囲を示す。分布法は、実測値に対して10%以内でかぶりを測定できるようになった³⁾。

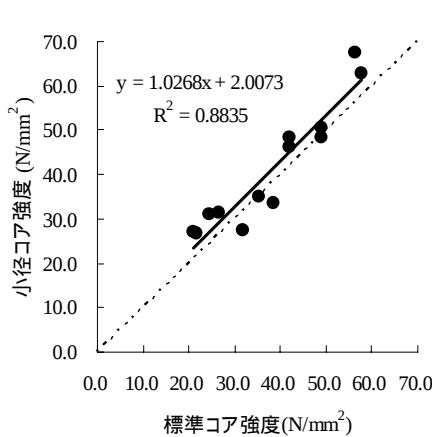
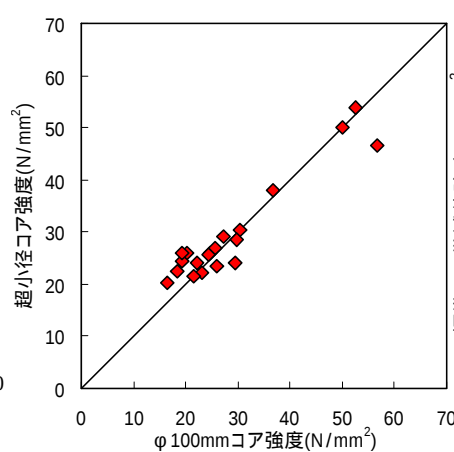
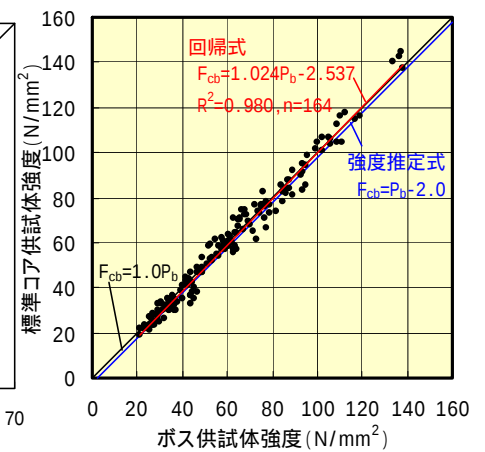
図1 かぶり厚さ実測値との比較³⁾

4. 小径・超小径コア、ボス供試体による強度試験

非破壊試験による強度推定方法は、リバウンドハンマー、超音波、衝撃弾性波などが提案されているが、精度などに問題があり、実用段階には至っていないのが現状であろう。実構造物に適用可能な方法としてφ25mm

キーワード：コンクリート、非破壊試験、局部破壊試験、竣工検査、維持管理、試験方法、検査方法

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市 1-6 TEL 029-879-6761 FAX 029-879-6799

図2 小径コアの強度結果⁴⁾図3 超小径コアの強度結果⁵⁾図4 ボス供試体の強度結果⁶⁾

の小径コア⁴⁾、φ10mmの超小径コア⁵⁾、ボス供試体⁶⁾を用いた試験方法について検討した。それらの結果は図2～4のとおり、φ100mm（標準）コア強度とほぼ対応しており、実用化できるものと考えられる。

5．超音波法による表層の緻密性評価

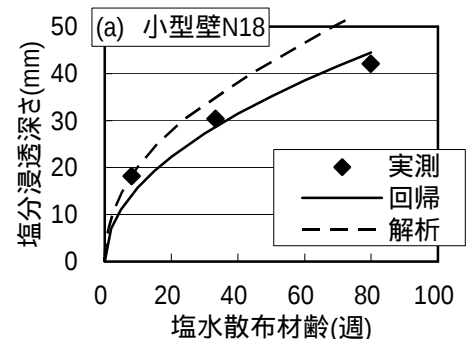
RC構造物の耐久性にとってコンクリート表面は、塩化物イオン、炭酸ガスの拡散などを左右する極めて重要な役割がある。ところが、表層の品質（緻密性）は、養生条件などにより通常は内部より劣っているが、このような品質評価はほとんど行われていないのが現状である。本研究では、小径コア、ボス供試体による中性化抵抗性の評価方法を検討しているほか、超音波法を用いてコンクリート内部の音速分布を推定することにより表層の緻密性を評価する方法についても検討している。表層は、内部より品質が劣っているために音速が遅いことを利用して音速分布を求め、音速は緻密性と反比例するものと仮定して塩化物イオン浸透深さを推定すると、図5のように表層部分の解析結果は実測値とほぼ一致した⁷⁾。音速分布を求めることにより表層の緻密性を評価できる可能性を有しているものと考えられる。

6．まとめ

以上のとおり、非破壊・局部破壊試験を用いて検査する方法について一部を紹介した。これらの結果をもとに試験方法、検査方法を文献8)にとりまとめ提案した。今後、これら提案している方法が実構造物に適用可能かの確認を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 森濱和正ほか：非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究 共通その1 研究概要、日本非破壊検査協会平成15年春季大会概要集、pp.125-126, 2003.5
- 2) 野田一弘ほか：実構造物コンクリートの比誘電率の非破壊推定方法、土木学会第58回年次学術講演会第 部、pp.841-842, 2003.9
- 3) 山口順一郎ほか：前掲書 1) 電磁波レーダ法 その4 電磁波レーダ法での非破壊による比誘電率推定とかぶり厚さの推定精度、日本非破壊検査協会平成17年春季大会概要集、2005.5
- 4) 佐藤文則ほか：小径コアによる構造物コンクリート強度の推定精度に関する一考察、土木学会第59回年次学術講演会第 部、pp.305-306, 2004.9
- 5) 尾形武志ほか：小径コア（φ10mm）を用いて試験したコンクリートの圧縮強度に関する研究（その2）、日本建築学会大会学術講演梗概集A-1、2005.9
- 6) 土田克美ほか：前掲書 1) ボス供試体 その2 ボス供試体によるコンクリート構造物の強度管理に関する研究、日本非破壊検査協会平成17年春季大会概要集、2005.5
- 7) 森濱和正ほか：超音波法による塩化物イオン、炭酸ガス拡散性の評価、日本コンクリート工学協会「自然環境とコンクリート性能評価」に関するシンポジウム論文集、2005.6
- 8) 森濱和正ほか：非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書(6)、土木研究所共同研究報告書第316号、2005.3

図5 塩化物イオン塩分浸透深さ⁷⁾