

鉄筋コンクリート構造物の電磁波レーダの鉄筋径法によるかぶり厚さ推定

ものつくり大学 正会員 ○森濱 和正

ものつくり大学 正会員 澤本 武博

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の配筋状態、特にかぶり厚さは耐久性の確保などの観点から重要である。かぶり厚さの推定には、主に電磁波レーダ（以下、レーダ）と電磁誘導による方法がある。レーダを用いる場合は、コンクリート中の比誘電率の推定が必要であり、日本非破壊検査協会規格 NDIS 3429（コンクリートの非破壊試験－鉄筋平面位置及びかぶり厚さの電磁波レーダ試験方法）には3つの方法が附属書に掲載されている。そのうちの1つ附属書 K（鉄筋径法によるコンクリート内部の比誘電率分布推定方法及びかぶり厚さ計算方法）（以下、鉄筋径法）による実験結果を報告する。今回の実験の特徴は、D10 の鉄筋を対象としたことである。

鉄筋径法は多くの試験体、実構造物の結果に基づいて確立されている¹⁾が、対象とする鉄筋はほとんどが D13 以上であり、D10 は1試験体のみであり²⁾、今回が2例目である。

また、レーダ装置の性能は、NDIS 3429 が制定されたころの旧装置のかぶり厚さの読み 2～3mm に対し、最近使用されている新装置の読みは 1mm であり、実測かぶり厚さに対する推定かぶり厚さの比の標準偏差は 1/2 程度に向上している³⁾。

2. 鉄筋径法の概要

鉄筋径法による比誘電率分布の推定は、レーダ装置の比誘電率を設定し、格子状に配筋されている縦横 2 本ずつのかぶり厚さを求める（図 1）と、その差はコンクリート表面（試験面）側の鉄筋径 D になるはずである。

実際の比誘電率と、設定比誘電率との違いから、かぶり厚さの差が鉄筋径 D になることはほとんどない。その違いからコンクリート中の比誘電率分布を、図 2 の曲線および式のように仮定することにより、式(1)によって比誘電率分布を推定することができる。

$$\frac{CT}{2} = cx - \frac{(b-c)^2}{a} \ln(ax - b + c) \quad (1)$$

ここで、 C は空気中の電磁波伝搬速度 (3×10^2 mm/ns)、 T は電磁波伝搬時間 (ns)、 a 、 b 、 c は係数、 x は試験面から深さ方向の距離である。

ここでは、 T に ΔT （縦筋と横筋までの伝搬時間の差）を、 x は縦筋までのかぶり厚さ ($D+d$) を代入する。 d は試験面側の鉄筋のかぶり厚さである。

式(1)の両辺が一致するまで繰返し計算することによって、係数 a 、 b 、 c 、 d が求められる。

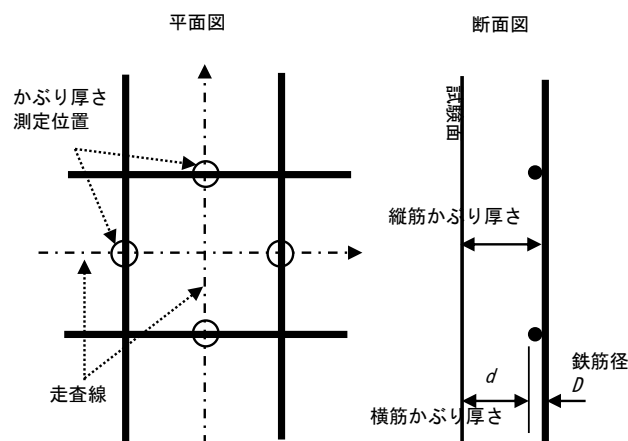


図 1 鉄筋径法

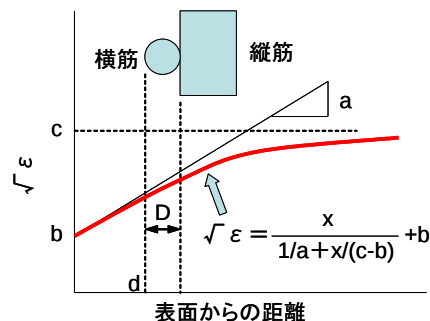


図 2 比誘電率分布の仮定

キーワード 非破壊試験, 比誘電率分布, D10 鉄筋、推定精度

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 ものつくり大学建設学科 澤本研究室 TEL 048-564-3856

3. 実験方法

試験したのは、ものづくり大学の倉庫の壁 2 か所である。1 か所は 2004 年に造られた A 壁、もう 1 か所は 2007 年に造られた B 壁である。A 壁は内面のみ、B 壁は内外両面の併せて 3 面で試験した。設計値は、壁の厚さは A 壁 200mm、B 壁 180mm、鉄筋は両壁とも縦筋、横筋は D10 が約 200mm 間隔でダブル配筋され、かぶり厚さは 40mm である。

レーダによる測定は、幅 800mm、高さ 1800mm の範囲の縦筋 3 本、横筋 9 本を図 1 のように鉄筋間を走査してかぶり厚さを求めた。その結果を式(1)に代入し、試験面側のかぶり厚さ d を推定した。

かぶり厚さの実測値は、高さ 1000mm 付近の縦筋と横筋までドリルによって孔をあけ、ノギスによって測定し、推定値の精度を求めた。

4. 実験結果

鉄筋径法による比誘電率分布を式(1)によって推定した結果の例を図 3 と表 1 に示す。

図 3 は、A 壁内面のかぶり厚さを実測した位置のコンクリート内部の比誘電率分布の推定結果である。表面は乾燥しているため、比誘電率は 5 程度、内部は 10 程度を推定している。式(1)による推定結果は、かぶり厚さも推定している。その結果が表 1 のかぶり厚さ推定値である。表 1 にはかぶり厚さの実測値と、推定値／実測値の比も示している。なお、縦筋の実測値は、今回、試験面側の鉄筋が横筋であり、推定値も横筋の値になることから、横筋の鉄筋径 10mm を引いた値を示している。

表 1 の推定値／実測値の比の結果より、D10 鉄筋を対象にして鉄筋径法を適用した場合も、数%以内でかぶり厚さが推定できている。

5. おわりに

NDIS 3429 の附属書 K（鉄筋径法）を、D10 鉄筋を対象にしたかぶり厚さ推定にも適用し、十分な精度で推定可能であることが明らかになった。

（謝辞）レーダによる測定は、ものづくり大学の澤本研究室の学生に手伝っていただき、感謝いたします。

参考文献

1) 飯田洋志、松本 功、久富真悟、森濱和正：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特集 (2) 非破壊試験によるコンクリート構造物の鉄筋かぶり厚さの測定、非破壊検査、Vol.58、No.4、pp.132-137、2009.4

2) 森濱和正、飯田洋志、松本 功：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 電磁波レーダ法 その 5 かぶり厚さが小さい場合の測定精度、日本非破壊検査協会平成 18 年秋季大会講演概要集、pp.137-140、2006.10

3) 森濱和正、中 民矢、飯田洋志、松田吉人、小山征一郎：電磁波レーダ（パルス方式）によるかぶり厚さ測定、日本非破壊検査協会平成 22 年春季大会講演概要集、pp.141-144、2010.5

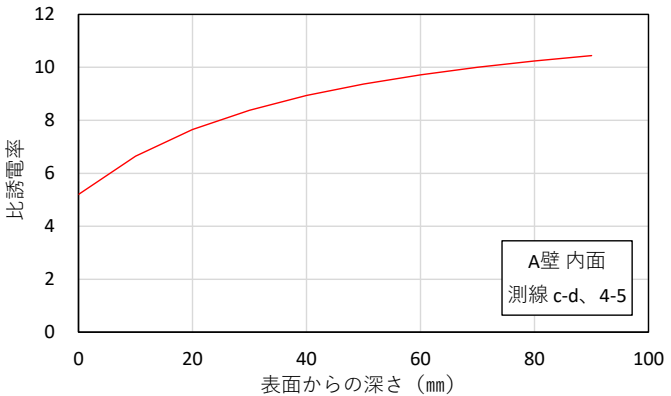


図 3 比誘電率分布の推定結果

表 1 かぶり厚さ推定結果と実測値の比較

壁	面	かぶり厚さ推定値	実測値		推定値／実測値	
			横筋	縦筋*	横筋	縦筋
A	内	42.8	42.0	42.3	1.019	1.012
B	内	55.0	—	56.7	—	0.970
	外	62.6	60.0	61.8	1.043	1.013
* 縦筋の実測値は、推定値が横筋であることから、実測値から横筋の鉄筋径 10mm を引いた値である。						