

## 超音波反射法による鉄筋コンクリート部材の厚みの測定精度について

大林組技術研究所 正会員 榊原 泰造  
 大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典  
 大林組技術研究所 フェロー 十河 茂幸

### 1. はじめに

コンクリート構造物の非破壊検査方法については多数の手法が存在するが、測定方法により調査可能な項目が異なり、測定器機種および測定者の技量により調査精度、調査効率が異なるが、精度、適用性などの評価がなされていない。そこで供試体実験レベルで多々行われている各種非破壊検査機器類の性能検証を、実構造物レベルで行った場合の適用性について評価実験を行った。本報告は超音波反射法による鉄筋コンクリート部材の厚みの測定精度について、汎用機種を使用して検証を行った結果をまとめたものである。



写真 - 1 実構造物モデル

### 2. 実験概要

写真 - 1 は、本実験で用いた柱・壁・スラブで構成される実物大 RC 構造物モデルである。図 - 1 は、厚み測定を行ったスラブである。スラブは、部材厚とコンクリートの強度を数種類組み合わせている。柱および壁のコンクリートには同一配合の高流動コンクリートを、スラブに関しては配合が異なる3種類のコンクリートを打設した。部材内部には通常の構造物と同様の鉄筋が設置してある。

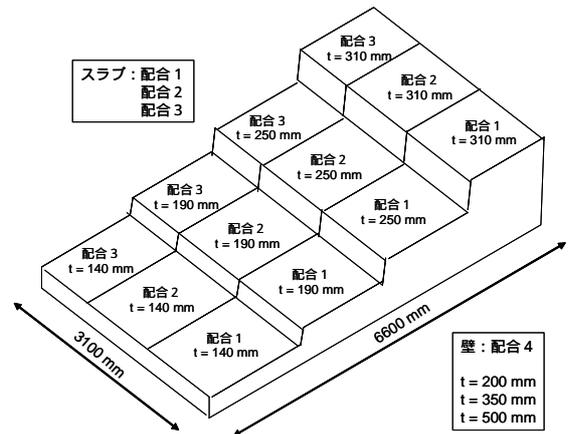


図 - 1 測定対象となる部材（スラブ）

スラブおよび壁の厚みは、超音波パルス反射法により測定した。表 - 1 に本実験で使用した超音波測定機器の測定原理を示す。コンクリート中の波の伝播速度および送受信探触子間の距離からコンクリートの部材厚を求める。表 - 2 にコンクリートの配合および性質を示す。また躯体全表面には内部の配筋位置と相関のない格子墨を施し、トランシット測量によりその格子点全点におけるコンクリートの出来形寸法計測を行い、各部材の実測値とした。この値を真値として非破壊検査による推定値との比較検討を行った。構造物モデルと

表 - 1 超音波パルス反射法による厚み測定の原理

パルス波（200Hz）をコンクリート内部へ入力し、受信波を超高速加算平均すること、および探触子を移動させることによる受信波の位相差相殺に伴う散乱波の除去により、コンクリートの部材厚を示す反射波の特定を行う。

表 - 2 コンクリートの配合と性質

種別	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							スラブ (フロー) (cm)	空気量 (%)	材齢28日 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
				水 W	セメント C	石粉 LF	細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤 AD1	高性能AE減水剤 AD2			
配合1	20	68.0	46.8	167	246	-	853	1013	2.95	-	13.5	4.5	26.0
配合2		48.5	43.7	165	341	-	766	1029	4.09	-	10.5	3.4	43.7
配合3		40.0	37.1	171	428	-	619	1093	5.14	-	11.5	3.0	51.5
配合4		48.6	48.5	170	350	200	759	837	-	6.60	605×600	4.3	50.0

【配合1~3】C：普通ポルトランドセメント（密度3.16），S：混合砂（表乾密度2.57），G：砕石2005（表乾密度2.67） 単位はすべてg/cm<sup>3</sup>  
 【配合4】C：低熱ポルトランドセメント（密度3.22），S：混合砂（表乾密度2.60），G：砕石2005（表乾密度2.70），LF：石灰石微粉末（表乾密度2.70）

キーワード 非破壊検査，超音波反射法，部材厚測定，実構造物モデル，測定精度

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸4-640 (株)大林組技術研究所 TEL 0424-95-0930 FAX 0424-95-0908

表 - 3 スラブ厚測定結果

部位	設計厚 (mm)	配合 1 (V=4333m/s)			配合 2 (V=4625m/s)			配合 3 (V=4789m/s)		
		実測値 (mm)	推定値 (mm)	差 (mm)	実測値 (mm)	推定値 (mm)	差 (mm)	実測値 (mm)	推定値 (mm)	差 (mm)
スラブ	140	147	157	+10	146	162	+16	153	173	+20
	190	195	203	+8	206	210	+4	203	217	+14
	250	257	266	+9	258	255	-3	259	274	+15
	310	309	313	+4	316	334	+18	308	335	+27

V: コンクリート試験体の波の伝播速度

表 - 4 壁厚測定結果

部位	設計厚 (mm)	配合 4 (V=4340m/s)		
		実測値 (mm)	推定値 (mm)	差 (mm)
壁	200	202	208	+6
		203	207	+4
		202	205	+3
壁	350	351	346	-5
		351	342	-9
		351	352	+1
壁	500	495	513	+18
		496	591	+95
		496	559	+63

V: コンクリート試験体の波の伝播速度

同一コンクリート、同条件で養生を行った試験体コンクリート（500mm × 500mm × 300mm）による伝播時間を測定し、超音波伝播速度を求めた。各配合における硬化コンクリート中の波の伝播速度を表 - 3 中および表 - 4 中に示す。

### 3. 実験結果

表 - 3, 表 - 4 に測定結果を示す。強度が大きくなるにつれて誤差の絶対平均値が大きくなり、部材厚の測定精度が低下した。図 - 2 は測量による実測値と各測点での実測値を 100 とした場合の推定部材厚の相対値の関係である。コンクリートの部材厚に関わらず、大半の測点において超音波測定により推定された部材厚が実測値より大きくなり、全測点における実測値に対する推定部材厚の相対値の平均は 105.0 となった。誤差の大きい部材厚 500mm の測定値を省くと、相対値の平均は 103.9 となった。本研究の範囲において、配合 1 ~ 3 の同一材料を使用したコンクリートの場合、ほぼ同一の厚さを有する部材においては強度が大きいほど測定誤差が大きくなる傾向が見られた。これは計算に用いた超音波伝播速度が試験体コンクリートにおけるものであり、実構造物モデルにおける値との差異が影響している可能性も考えられる。また、同一配合のコンクリートにおいては、強度に関わらず 200 ~ 300mm の範囲において最も精度よく部材厚を測定していることがわかる。部材厚が 140mm 程度の薄い部材では、厚い部材に比べて相対的に測定精度の誤差が大きくなる傾向があった。

配合 4 のコンクリートの場合、同一部材厚における複数点の測定を行っているが、部材厚が 350mm 程度であれば精度よく測定されているが、部材厚が 500mm 程度になると推定値のばらつきが大きくなった。図 - 3 は、各測点での実測値と超音波測定により求めた推定値の相関関係を示す。部材厚が 400mm 以下の範囲においては、概ね 0% ~ 10% の誤差の範囲にあった。

### 4. まとめ

本実験の範囲において、以下の知見が得られた。

- 1) 超音波反射法によるコンクリートの部材厚の測定では、実測値よりも 0% ~ 10% 程度大きく推定される可能性がある。
- 2) 超音波反射法による部材厚の推定では、反射波の特定もさることながら、コンクリート中の波の伝播速度が大きなファクターとなるため、校正によって正確に測定する必要がある。

謝辞 本実験を遂行するにあたり非破壊検査株式会社殿にご協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。

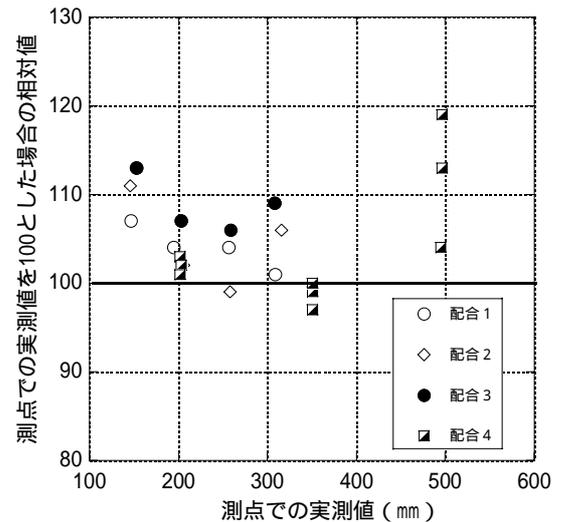


図 - 2 各測点での実測値を 100 とした場合の推定部材厚の相対値

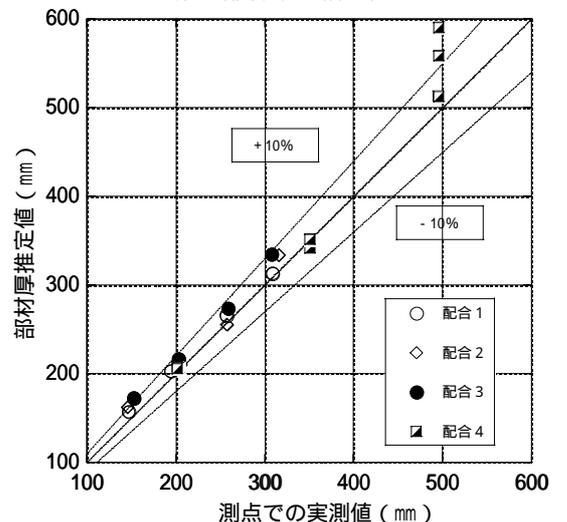


図 - 3 コンクリート部材厚の実測値と超音波法による推定値の比較