測定対象の形状による超音波伝播特性の比較検討

(株)	四国総合研究所	正会員	○中川裕之
(株)	四国総合研究所	正会員	横田優
(株)	四国総合研究所		松田耕作

1. はじめに

超音波法によりコンクリート物性や劣化状態を定量評価するためには,超音波伝播 特性(受振波形,周波数特性など)との相関,さらに測定条件(印加電圧,透過距離 など)による影響を把握する必要がある.これら様々な要因を検討するためには,室 内実験によるデータ蓄積が有効な手段の一つとなる.そこで筆者らは,これまで供試 体による室内実験を行ってきたが,円柱供試体等による実験と実構造物に対する測定 では,超音波伝播特性は違ってくることが考えられる.

本研究では、実構造物壁部(壁厚は約 20cm)の測定、およびその測定位置からコ ア採取した供試体の測定結果から、形状による超音波伝播特性の違いを比較検討した.

2. 測定概要

2.1 測定機器

超音波測定には UCM2000 (エッチアンドビーシステム社製)を使用した.測定器 仕様を表-1 に示す.測定に際して,各測定位置の印加電圧は同値(超音波伝播速度:

150V, 受振波形: 30V) とし, 増幅感度は任意値にて測定後, 測定 データを 60dB 相当に換算し整理した.

2.2 実構造物の測定

測定した構造物は RC 壁式構造(4 階建て)の集合住宅である. 施工後約40年経過し,本測定後に全て解体された.採取したコアの 状況を写真-1,圧縮強度を図-1,静弾性係数を図-2に示す.

超音波測定は壁部を各階3箇所ずつ計12箇所に対して透過法によ り行った(以下,「壁体」という.測点位置名は「階数(1~4) -W ー測点番号(1~3)」とした).測定位置は壁面の仕上げモルタルを撤 去し,電磁波レーダにより配筋状態を確認後に無筋部を選択,セン サ接触面は研磨,平滑化した.

2.3 供試体の測定

壁体の測定後,測定位置から貫通させた円柱コア(φ 10cm)を採 取し,そのコア両端にセンサを設置した透過法にて測定した(以下,

「コア」という). なお壁体およびコアの透過距離は共に採取したコ アの全長とした.

3. 測定結果と考察

3.1 超音波伝播速度

図-3 に壁体とコアの超音波伝播速度を比較した. 伝播速度はほぼ同様であり,今回測定した 20cm 程度の透過距離では円柱形状(コア)でも実体波縦波が伝播していると考えられる. ただし若干ではあるがコアの方が速い傾向にある. この原因の一つとして含水状態

キーワード 超音波法,透過法,受振波,周波数特性

連絡先 〒761-0192 香川県高松市屋島西町 2109 番地 8 (株) 四国総合研究所 土木技術部 TEL 087-844-9215

表-1 測定器仕様

発・受振用 センサ	セラミック : φ76mm 共振周波数 : 0.5MHz	
印加電圧	30, 150, 350, 500V	
受振増幅度	29~60dB	
発振繰返周波数	200Hz	
サンプリング間隔	0.2µsec	
サンプリング数	4096 points	
受振波形データ	3000回平均	



写真-1 コア外観





5.0



図-3 超音波伝播速度

5 - 539

の違いが考えられる.コア採取時の削孔水により、コンクリート内の含水量が増加し、その結果、伝播速度が微増したと思われる.

3.2 受振波

壁体での受振波例を図-4, コアでの受振波例を図-5 に示す.各々12 箇所の受振波はほぼ同様な波形であった.

図-6 に各測点において,発振後最初に到達した第一波振幅,図 -7 に受振波中の最大振幅を示した.なお振幅は壁体に対するコア の振幅比として整理した.受振第一波は壁体,コアともに実体波縦 波と思われる.全12箇所の振幅比中,最大値と最小値を除外した場 合,コアの第一波振幅は壁体の2.0倍程度であった.一方,最大振 幅位置は壁体,コアともに第一波直後となっており,コアが壁体の 1.3倍程度であった.以上より,コアの方が伝播する超音波エネルギ 一量が大きくなっていると考えられる.コアは最大振幅以降も波数 が多く,壁体より波長の長い成分が多い傾向にある.また各振幅比 が測定位置により違っているが,これは特に壁体の測定においてセ ンサ発・受振位置の誤差,コンクリート表面へのセンサ密着状態な どが超音波の透過伝播量に影響を与えたことが考えられる.

3.3 周波数特性

図-8 に壁体およびコアで測定した受振波の周波数スペクトル (測定位置:3W2,0~300kHz)を比較した.なお各スペクトル強 度は複素フーリエ変換で求めた絶対値を基にした数値であり,壁体 とコアに関する受振波振幅の大小関係を反映している.他測定位置 の周波数スペクトルもほぼ同様であった.

受振波形の違いでも見られたように,壁体よりもコアの方が低周 波成分が多く伝播している.スペクトル強度が最大となる周波数を ピーク周波数とした場合,壁体が70kHz程度,コアが40kHz程度で ある.この原因は,低周波ほど拡散しやすいため,壁体は低周波成 分が壁体内を拡散してしまったのに対して,コアは拡散した低周波 がコア側面で反射を繰返し受振側へ到達したと思われる.またコア 側面を何らかの表面波が伝播したことも考えられる.同様な品質か つ同じ透過距離でも,形状(あるいは透過方向に直交する断面積と も考えられる)により伝播する周波数成分が違っていた.

4. まとめ

実構造物壁体および円柱コアに対して透過法による超音波測定を 行い,形状による超音波伝播特性の違いを比較検討した.

今回測定した 20cm 程度の透過距離においては,円柱コア形状の 方が実構造物壁体よりも受振波振幅が大きくなり,伝播する超音波 エネルギー量が大きくなっていた.また受振波の周波数成分は,円 柱コア形状の方が低周波成分を多く含んでいる傾向であった.

今後,本研究結果に対する透過距離の影響も検討する必要がある

と思われるが、供試体等による室内実験データから実構造物の測定結果を定量評価する際に、本研究結果を考慮した適切な判断が必要であることがわかった.





図-8 周波数特性比較(3W2)