

コンクリートの超音波伝播特性 - その2：実験結果 -

東京工業大学	学生会員	○ 葛西 亮平
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	稲葉 智明
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	羽矢 洋
The UTL		小島 正
東京工業大学	正会員	廣瀬 壮一

1. はじめに

本論文では「コンクリートの超音波伝播特性 - その2：実験結果 - 」と題して、その1で紹介した実験の結果を中心に述べる。研究の背景と目的、実験に用いた機器および供試体については、その1を参照されたい。

2. 実験結果

2.1 送受波特性（水中、モルタル、コンクリート）

公称周波数 100kHz と 500kHz（共に $\phi 40$ ）の狭帯域探触子による送受波特性試験結果を図1、図2に示す。なお、探触子の周波数特性の把握を目的として実施した水の送受波特性試験（JIS 規格³⁾）の結果も、併せて図に示した。なお、図において受信電圧の最大値を 0dB としている。

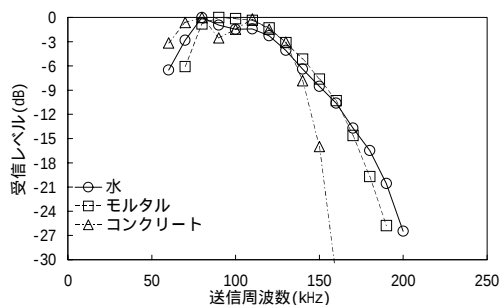


図1 100kHz 探触子送受波特性

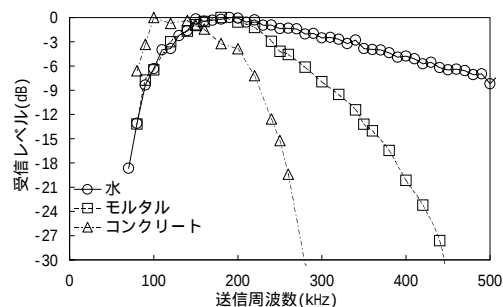


図2 500kHz 探触子送受波特性

図1を見ると、各々のピークが概ね 100kHz 付近にあり、探触子の公称周波数とほぼ一致することが分かる。また、コンクリート供試体では 130kHz を超える付近から受信レベルの低下が顕著になっていくことが分かる。

一方、図2を見ると、探触子の公称周波数である 500kHz には受信レベルのピークが現れてこないことが分かる。また、図1と同様に、コンクリートの場合、130kHz を超える周波数帯域からの受信レベルの低下が顕著になることが分かる。なお、モルタル供試体については、水とコンクリートの中間的な減衰性を示した。

以上の結果から、水を使った超音波探触子本体の送受波特性結果と各々の供試体に対する試験結果を比較することで、各材料が持つ弾性波の減衰性の周波数依存性を把握可能であることが分かった。なお、付随的なこととして、探触子の周波数特性がメーカーの定める公称値とは異なる場合もあり、必要に応じて使用する探触子の送受波特性をあらかじめ調べておくことも必要であることが分かった。また、モルタル供試体では、概ね 200kHz 以下、コンクリートでは 130kHz 以下の周波数帯域において超音波の減衰性は小さいことが分かった。

今回の結果は、その1で述べたクラウトクレマーの言う 100kHz 以下でのコンクリート探傷という事の立証例であり、今後、探触子の製作および実験を進める上で重要な知見となり得る。

2.2 超音波伝播速度（モルタル、コンクリート）

公称周波数 100kHz（ $\phi 40$ ）の探触子を用い、送信周波数を 100kHz としたときのモルタル、コンクリートにおける超音波伝播速度を図3および図4に示す。図3および図4を見ると、コンクリート、モルタルとも各計測点において透過法と反射法による超音波伝播速度の差が3%以下の良好な結果が得られていることが分かる。

キーワード 超音波法、非破壊検査、維持管理、メンテナンス、コンクリート

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学大学院情報理工学研究所 TEL 03-5734-2692

また、モルタル、コンクリートとも打設下面（測定点 3,6,9）の超音波伝播速度が速く、打設上面（測定点 1,4,7）に向かって遅くなる傾向が見られる。

コンクリートの送信バースト 5 波に対する受信波の例を図 5 および図 6 に示す。両者を比較すると、反射法の受信波形は透過法の受信波形と比べてやや乱れがあるものの、供試体底面からの反射エコーの識別は可能であることが分かる。なお、図 6 の始めの部分に見える矩形波は反射法の測定回路上のものであり、供試体底面からの反射エコーではない。

以上の結果から、一般に音速の測定が難しい反射法においても、適切な測定条件であれば供試体底面からの反射エコーを識別することは可能であり、十分な精度で超音波伝播速度を測定できることが分かった。

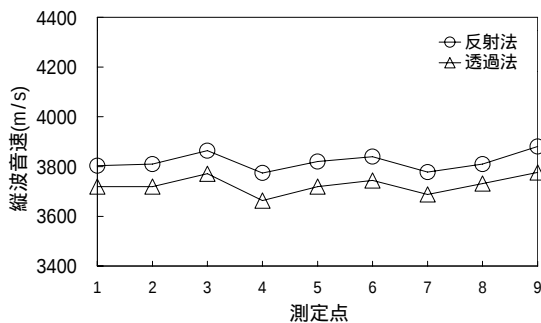


図 3 モルタルにおける超音波伝播速度

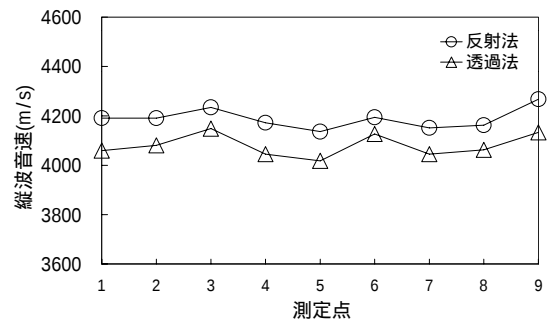


図 4 コンクリートにおける超音波伝播速度

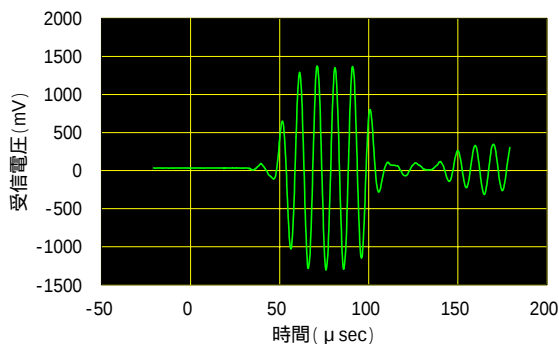


図 5 透過法によるコンクリートの受信波の例

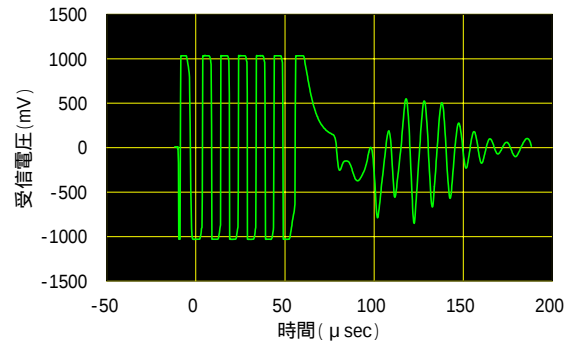


図 6 反射法によるコンクリートの受信波の例

3. おわりに

今回の実験により、次のようなことが分かった。

- ・水を用いて簡便に探触子の送受波特性を把握することができる。また、使用する探触子の送受波特性をあらかじめ調べておくことが必要である。
 - ・モルタル、コンクリートに超音波法を適用する場合、送信周波数は概ね 100kHz 以下に着目するのがよい。
 - ・送信波形と適切な測定条件を設定することで反射法でも十分な精度で超音波伝播速度を測定できる。
- 今後、コンクリートに適した探触子および送信波形に着目し、新たに実験を進めていく予定である。

謝辞

最後に、探触子をご提供して下さった（株）検査技術研究所の岡様、鈴木様、本研究を進めるにあたり貴重なご助言を頂きました（株）ジャスト研究所の名取様に深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 非破壊試験によるコンクリート品質、厚さ、鉄筋かぶり・径の計測に関する共同研究報告書：国土交通省土木研究所材料施工部コンクリート研究室、（社）日本非破壊検査協会、2001.3
- 2) 小島正：送受波利得（VTG 特性）による超音波探触子の評価、第 9 回超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集、（社）日本非破壊検査協会超音波分科会、pp.83-88、2002.1
- 3) 超音波探触子の性能測定方法 JIS Z 2350:2002 (JSNDI/JSA)：（財）日本規格協会、2002.3