

## 広帯域超音波法（WUT）における超音波の伝播特性に関する検討

山口大学大学院 学生会員 ○迫 美乃  
 (株)エッチアンドビーシステム 正会員 木下尚宜  
 (株)日本ピーエス 正会員 福島邦治  
 (株)エッチアンドビーシステム 正会員 原 幹夫  
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

### 1. はじめに

広帯域超音波法（WUT）はポストテンション方式のPC橋のグラウト充填状態を調査するために用いられる技術である。WUTでは、2.5kHz～1000kHzの帯域の超音波（弾性波）を用いてPCグラウト充填調査を行う。本研究ではコンクリート中を伝播する超音波の基礎特性のうち、伝播距離の影響と弾性波の指向性に着目して検討を行った。

### 2. 実験目的と実験方法

本実験では600×600×1012mmの直角二等辺三角柱状のコンクリート供試体を用いて、発信する弾性波の指向性を調べることを目的とした。また底角(45°)を挟み込み計測することで、距離に応じた弾性波の減衰について調べた。

### 3. 発信波の距離減衰に関する検討

#### 3.1 計測方法

図-1のように発信子を斜辺の端に、また受信子を等辺の端に設置し、底角(45°)を挟み込むようにして計測した。2つの探触子間の距離を50～350mmまで50mm間隔で変化させたものに75mmを追加した8ケースで電圧値を計測した。探触子の発信と受信を入れ替えた計測（以下、計測1および計測2）と直角二等辺三角形の等辺を入れ替えた対称の位置での計測（以下、計測3および計測4）の計4種類で計測した。各計測における探触子の配置状況を表-1に示す。なお、図-1は計測1を例示したものである。

#### 3.2 実験結果

計測した透過波の最大電圧値（絶対値）と伝播距離の関係を図-2に示す。伝播距離が増加すると電圧値は減少し、両者には負の相関性がみられた。

また既往の研究<sup>1)</sup>では、ピーク周波数で充填判定を行っていた。そこで本研究では同様の周波数解析を

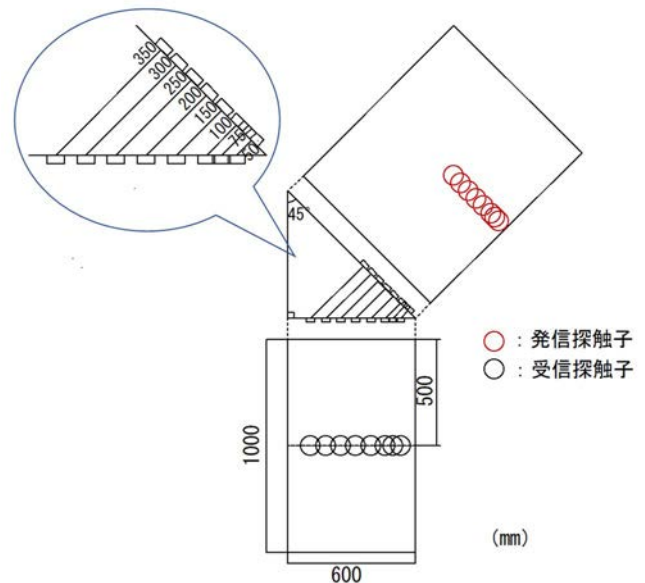


図-1 距離減衰に関する計測方法の概略図

表-1 探触子の配置状況

計測名称	斜辺	等辺
計測1	発信子	受信子
計測2	受信子	発信子
計測3	発信子	受信子
計測4	受信子	発信子

実行し、ピーク周波数と伝播距離の関係についても検討した。図-3に示すように、ピーク周波数は伝播距離によらず60kHz近傍の周波数帯域を示した。本実験より伝播距離が大きくなると、電圧値は減衰するものの、ピーク周波数にはほとんど影響を及ぼさないことが確認された。

### 4. 発信波の指向性に関する検討

#### 4.1 計測方法

計測方法を図-4に示す。発信探触子を斜辺の中心に固定し、受信探触子を等辺の計測点(1～10)に設置

キーワード 広帯域超音波法, 非破壊検査, ポストテンション, PCグラウト, 超音波

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 TEL0836-85-9306

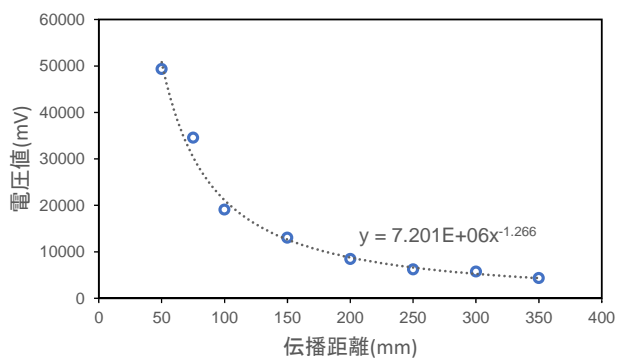


図-2 電圧値と伝播距離

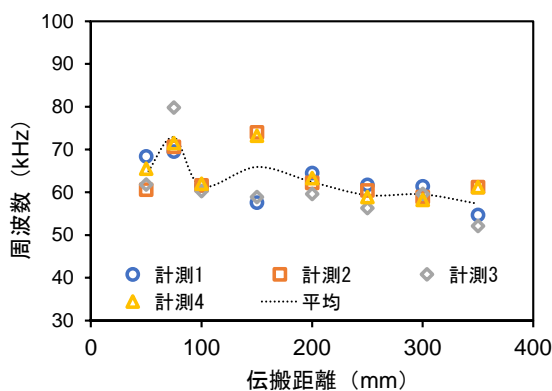


図-3 伝播距離と透過波のピーク周波数



図-4 指向性に関する計測方法の概略図

し、50mm 間隔で 10 点計測した。なお計測における探触子の配置方法は前実験と同様に 4 種類とした。

#### 4.2 実験結果

入射角と透過波の距離補正した電圧値の関係を図-5 に示す。電圧値は図-2 の回帰式を用いて補正した。

計 4 つの計測方法において、入射角  $18^\circ$  (計測点 3) と入射角  $27^\circ$  (計測点 4) で平均電圧値が 25123mV と 25164mV が得られ、他の計測点と比較して顕著に高い電圧値を示した。また前述の入射角を超えると、入射角の増加に伴い電圧値は減少した。この結果より、探触子から発信される超音波は特定の方向に強く伝播していることが考えられる。本実験では特に入射角  $18^\circ \sim 27^\circ$  の角度をもって伝播していることが確認できた。

一般的に、探触子から発せられる超音波は、入射角  $0^\circ$  の時に最大値を示すことが知られている。しかし、本実験の入射角が  $10^\circ$  以下である計測点 1, 2 においては電圧値が半減していた。これは計測点 1, 2 では、発信子から伝播する超音波の縦波成分を  $45^\circ$  に近い角度で受信することが原因と考えられる。

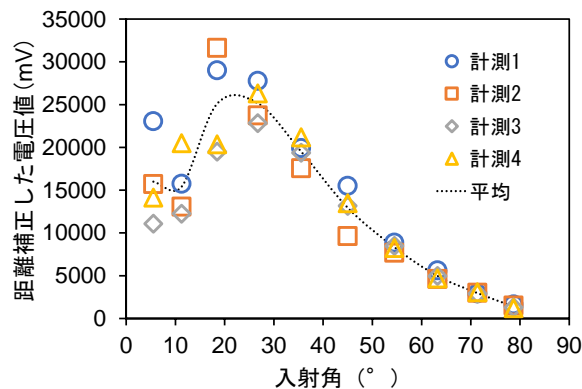


図-5 入射角と透過法の距離補正した電圧値

#### 5. まとめ

- 発信子から伝達される弾性波は、伝播距離に応じて計測可能な電圧値は減少するが、透過波のピーク周波数は伝播距離によらず約 60kHz の一定値を示した。
- 入射角  $18^\circ \sim 27^\circ$  の範囲で、顕著な電圧値を計測したが、その範囲外の電圧値は減少傾向にあった。また探触子から発信される超音波(弾性波)は直進性をもって強く伝播していることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 福島邦治, 木下尚宣, 原 幹夫, 吉武 勇: 端面反射波の影響を考慮した広帯域超音波法 (WUT) による PC グラウト充填探査の精度向上, 土木学会論文集 E2, Vol.76, No.4, pp.283-292, 2020.