

コンクリートの超音波伝播特性 - その1：実験概要 -

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

1. はじめに

コンクリート構造物からの剥落事故が問題となっている今、維持管理業務の重要性が一層高まっている。このような中、構造物を傷つけることなく劣化や欠陥の有無を検査可能な、いわゆる「非破壊検査法」に関する様々な研究が行なわれている。「超音波法」に関する研究も例外ではなく、大学、土木学会あるいは非破壊検査協会を中心とする調査・研究が鋭意、進められているが、金属探傷法として既に確立されているこの「超音波法」も、コンクリート診断法としては依然多くの課題が残されている。ここでは実験概要を述べ、結果については、引き続き（その2）で紹介することとする。

2. 既往の研究成果

既往の研究としては、コンクリートの弾性波速度と材料の強度特性、含水率あるいは細孔量との相関性に関する研究（例えば、文献1）や、受信波の周波数分布特性と粗骨材径、粗骨材量、粗骨材形状やマイクロクラック等との相関性に関する研究（例えば、文献2）等が行なわれており、各々について高いレベルで精査されているが、一方で、使用されている探触子およびデータ処理・解析手法に疑問が残る研究報告も多い。

探触子に関しては、既にJ&H クラウトクレマーらが、路程が1mを超えるような一般的なコンクリート部材の探傷には100kHzまでが限界であると述べているにも関わらず³⁾、依然、高い周波数特性の探触子を用いた研究報告が散見される。また、データ処理・解析手法についてはブラックボックスのまま用いられているものがある。この中では、既に商品化されているコンクリート探傷用システムを数種使用し、比較検討を行なう形で研究を進め、各々の手法による結果は取りまとめられているものの、結果はまちまちで、何の原因により試験結果に差異が生じたかという考察は行われていない等、疑問が残るものも見受けられる。

3. 研究の目的

本研究の最終目的は、コンクリートさらにはレンガ・石積み等旧式構造物の調査に適した探触子の開発と解析手法の構築にあるが、2002年度ではコンクリート躯体中を透過する弾性波の伝播特性（透過速度、周波数成分変化、減衰）に着目した実験的基礎研究を行った。

探触子を被検体に接触させることで、また、接触のさせ方によりその送受波特性が変わるが、既往の研究ではこの点が明確ではないものが多く、今回はこれらの点を明らかにするため、周波数特性の異なる複数の低周波探触子を製作し、その電気的な特性を明らかにした上で、探触子の送受波特性について、音響物性が明確な水を利用した水浸法による測定、散乱減衰が小さくかつ音響インピーダンスがコンクリートに近いモルタル供試体中での測定、一般的な配合コンクリート供試体中での測定、を実施し、比較検討した。

その結果、簡便な水中測定から測定系の送受波特性を予測可能であるという知見を得た。なお、探傷法としては透過法と反射法の2通りがあるが、最終的に橋台やラーメン高架橋のスラブ等、透過法が適用できない構造部材の調査を目標とすることから、本研究では、反射法による検討に主眼を置くこととした。

4. 探触子および周辺機器

本研究を行うに際し、探触子を製作した。振動子は二オブ酸鉛（ PbNb_2O_6 ）系圧電セラミックスを材料と

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 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 基礎・土構造 TEL 042-573-7261

し，50kHz，100kHz，200kHz，500kHz，1MHz を中心周波数とする狭帯域探触子を各々 2 個ずつ製作した．また，用いたレシーバ（アンプ）は共に「Ritec 社」製の製品で，これに「Agilent 社」製のファンクションジェネレータおよびオシロスコープをセットした．図 1 に装置接続概要を，写真 1 に装置外観を示す．

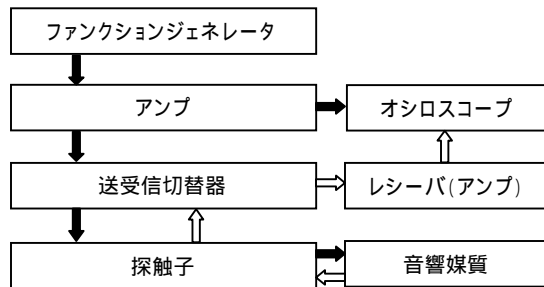


図 1 装置接続概要



写真 1 装置外観

実験は 2 探触子透過法および 1 探触子反射法により行った．入力波は sin パースト波とし，送信波数については被検体の厚さと弾性波速度および受信波形の定常性を考慮し，5 波入力とした．表 1 に送受信条件とデータ処理手順を示す．

表 1 送受信条件とデータ処理手順

1. 送受波特性	2. 弾性波速度
1. 各周波数について sin パースト 5 波を送信	1. sin パースト 5 波を送信
2. 底面反射波の受信電圧を記録	2. 受信波の第 3 波目の時間を記録
3. 各送信周波数に対し受信電圧をプロット	3. 板厚と 2. の時間より弾性波速度算定

5. 供試体概要

供試体外観を写真 2 に，供試体の材料特性を表 2 に示す．また，供試体面への探触子の設置位置については，図 2 に示すようにメッシュ分割を行い，各々 9 測点について計測を行った．



写真 2 供試体外観

表 2 供試体の材料特性

項目	モルタル供試体	コンクリート供試体
水セメント比	50%	50%
細骨材率体積比 (大井川産)	—	45%
細骨材単位量	1468 kg/m ³	872 kg/m ³
粗骨材単位量 (秩父産)	—	1098 kg/m ³
単位容積重量	2253 kg/m ³	2433 kg/m ³
圧縮強度	68.6 N/mm ²	66.7 N/mm ²
初期接線弾性係数	3.23×10^4 N/mm ²	4.41×10^4 N/mm ²
割線弾性係数	3.06×10^4 N/mm ²	3.83×10^4 N/mm ²
ポアソン比	0.21	0.17

供試体寸法は 500mm × 500mm × 200mm とし，打設は 500mm × 200mm の面を底面として行った．なお，試験の実施に合わせコンクリートの圧縮強度試験を実施している．得られた圧縮強度，弾性係数およびポアソン比を表 2 に示す．

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) 岩波光保他：コンクリートの材料劣化評価に対する非破壊試験法の適用，非破壊検査第 46 巻 3 号, pp.223-228, 1997.3
- 3) J&H クラウトクレマー：超音波試験技術（理論と実際），(社)日本能率協会編

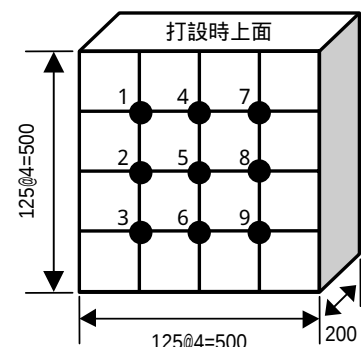


図 2 供試体に対する計測点