

1. はじめに

本研究の主な目的は、コンクリート構造物の超音波による非破壊検査の適用性について検討する事である。本報告は、超音波による非破壊検査に関する基礎研究として、コンクリート中における超音波の伝播について検討したものである。

2. 実験概要

本実験においては、超音波の伝播に関する基本的特性を知るため、図-1に示すような半円の供試体を作製し、超音波の伝播速度、音圧、および波形の測定を行った。試験に用いた半円形供試体は、コンクリート、モルタル、およびスチールである。コンクリート、およびモルタルは、早強セメント（比重3.15）を用い、細骨材には、阿武隈川産の川砂（ $D_s=2.60$ ）および粗骨材には、伊達郡梁川産（ $D_g=2.90$ ）を用い、配合は、表-1に示す通りである。モルタルは、表-1に示す配合より、粗骨材を除いた配合とした。また、スチールの供試体は、半径20cm、奥行き 5cmである。

本実験で使用した超音波試験器は、英国製のデジタル式のもので、受発振子は、PZT 4（ジルコン酸チタン酸鉛セラミック）、50kHzのものを用いた。本試験器は、超音波探傷用試験器のようにオシロスコープが付いていないため、図-2に示すようにシンクロスコープ、オシロスコープを測定回路の中に組み込み、音圧の測定、および波形の測定を行った。

3. 結果および考察

モルタル、およびコンクリートで作製した半円形供試体の実験に先だて、円柱供試体における伝播速度の測定を行った。この結果、モルタルは $V_p=3.710\text{km/sec}$ で、コンクリートは $V_p=4.372\text{km/sec}$ であった。

ここで、今回用いた超音波試験器の中心軸上の音圧（ビームの広がり）を求めたのが図-3である。また、円柱供試体の平均伝播速度より、モルタル、およびコンクリートの波長 λ は、それぞれ、74.0mm, 87.4mmであった。図-3に示すように、本試験器の場合、全体に安定した音圧分布となっている。

つぎに、半円形供試体を 5cm間隔の測定点とし、厚さ方向の伝播速度（直接波）の分布を測定した。これらの結果は、図-4に示す通りである。モルタルでは、図-4（a）に示すように、中央付近で下に凸とな

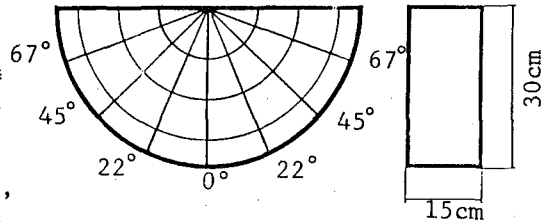


図-1：供試体寸法および角度

表-1：配合表

Ms	SI	W/C	S/a	W	C	S	G	(15-5)	(25-15)
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)
25	17	55	45	200.0	364.0	800.8	1092.3	655.4	436.9

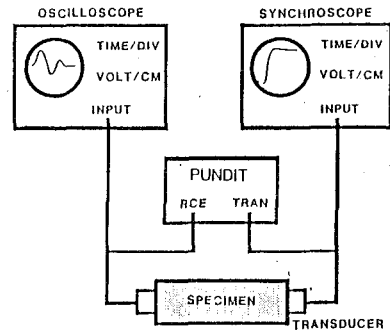


図-2：測定回路

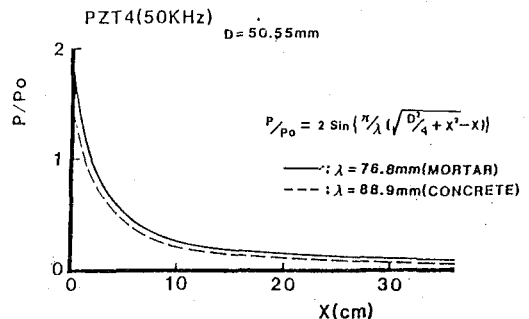


図-3：音圧分布

るほぼ層状な速度変化となった。コンクリートの場合、図-4 (b) に示すように、投入によるコンクリートの打ち込み状況が、推定できるような速度分布を示した。

また、円柱供試体と半円形供試体の超音波による伝播速度が、同じ配合にもかかわらず、異なっていた。したがって、円柱供試体の結果を用いて、主構造物に超音波を適用する場合、両者に違いがある事を考慮すべきである。

一方、各供試体における放射状の伝播速度分布は、図-5 に示す通りである傾向を示した。モルタルでは45°付近で最大となり、コンクリートは70°付近で最大となった。スチール供試体の場合、モルタル、およびコンクリートとは異なり、90°付近で最大となった。このように、本試験器における測定結果では、発振子の中心軸上で伝播速度の最大値とならず、周辺部が最大となった。この伝播速度の傾向は、材料の伝播速度の速いものほど、その傾向が強くなるように思える。

4. まとめ

モルタル、コンクリート、およびスチールの各供試体を測定した結果から、次の事柄が要約できる。

- (1) 構造物を測定する場合、基準試料を測定した後に対象物を測定する。しかし、円柱供試体と半円形供試体に対する伝播速度の違いがあるため、超音波試験器が表示する値は実際とかなり異なる。そのため、実構造物に使用する場合は、基準試料と構造物の伝播速度の違いを考慮する必要があると思われる。
- (2) 超音波パルスは、直進せずに左右に広がった形になった。この現象は、均一なスチールでも現れた。これより、超音波パルスが左右に広がるのは、超音波発振子の特徴と思われる。
- (3) 直接法以外の方法で測定する場合、超音波パルスはどのような伝播形状を示すのか。また、超音波が、反射する場合、超音波パルスがどのように変化するのかを知る必要があると思える。

おわりに、本研究の実施に当たり、卒業研究生の石塚、大滝、椎根の協力を得た。ここに謝意を表す次第である。

《参考文献》

日本非破壊検査協会：超音波探傷試験B，1979年版第3刷発行，May. 1982.

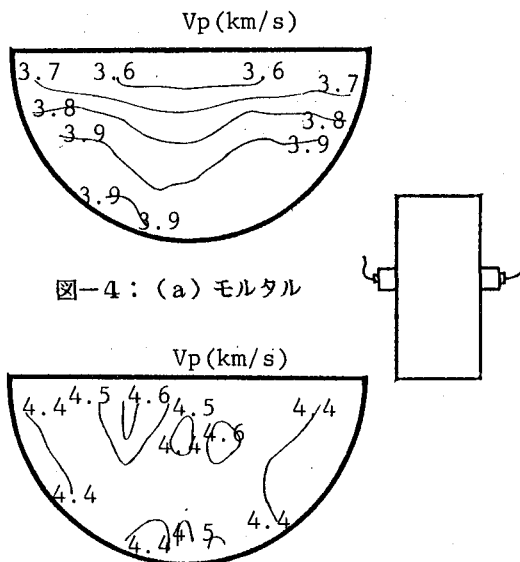


図-4：(a) モルタル

図-4：(b) コンクリート

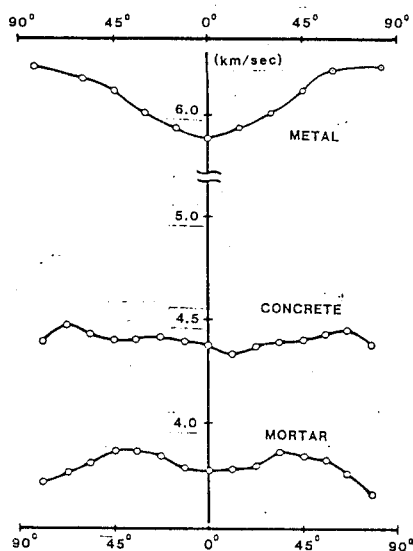


図-5：放射状の伝播速度