

コンクリートの音速測定に関する基礎的研究

立命館大学理工学部

正 員 明石外世樹

正 員 尼崎 省二

立命館大学 大学院

学生員 〇川崎 正信

1. まえがき

コンクリートの反射波法による版厚あるいはひびわれ深さをより正確に測定するためには、より正確な超音波パルスの伝ば速度（以下音速と略す）の測定が必要である。したがって音速測定に影響を及ぼす要因を分析することは、音速測定方法の標準化を計るためには不可欠である。本研究は超音波方法によるコンクリート材料の非破壊試験法の標準化を計るための基礎資料を得ることを目的とし、測定装置のパルス発生回路および受振波の増幅利得が音速に及ぼす影響をPUNDITも含めて検討し、透過法によって求めた音速と表面法によって求めた音速を比較したものである。

表-1 骨材の諸性質

骨 材	最大寸法 (mm)	比 重	吸水率 (%)	粗粒率
細骨材	5	2.56	1.61	2.63
粗骨材	20	2.70	0.68	6.69

2. 実験の概要

本研究ではモルタル ($W/c = 50\%$, $S/a = 2.5$)、およびコンクリート ($W/c = 50\%$, $S/a = 48.7\%$) 供試体を使用した。(1) 使用材料；普通ポルトランドセメント、野洲川産川砂および高槻産砂質砂岩碎石を使用し、使用骨材の諸性質を表-1に示す。(2) 供試体の製作；鋼製型枠を使用し、外部振動により締固め、 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温水槽中で測定材令まで養生した。(3) 音速測定方法；パルス発生装置として3種類を使用した。装置1；S.C.R. (印加電圧 270V, 立上り時間 2.6 μsec)、装置2；サイラトロン (印加電圧 1400V, 立上り時間 0.1 μsec)、装置3；PUNDIT (印加電圧 800V, 立上り時間 2 μsec)、(4) 測定周波数；54 KHz (PZT-4)

3. 実験の結果および考察

(1) パルス発生回路が音速に及ぼす影響； $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ モルタル供試体を用いて材令 21 日に測定した音速と受振電圧をシンクロスコープの垂直端子に直結したときの増幅利得（以下利得と略す）の関係を図-1に示す。図-1では、同一の振動子を用いても、測定装置により音速あるいは音速と利得の関係が異なっている。すなわち、利得を増加させると同一利得で得られる音速は装置2の方が装置1より遅く、利得を減少させると、装置2の方が装置1より速くなっている。これは受振波の立上りに関係していると考えられる。装置1では、利得を増加させるに従って立上りが時間軸の負側に移動し、見かけ上パルス伝ば時間が短くなり音速が増加したと考えられる。利得を減少させると、立上りの丸みが顕著に現れるために見かけ上パルス伝ば時間が長くなり音速が低下したと考えられる。装置2では、装置1に比較して立上りはかなり鮮明で、測定範囲の 0.2 mV/div. ~ 50 mV/div. まで丸みをおびることはなかった。PUNDITで測定した音速と波形観察装置で測定した音速を比較すると、後者の方が速くなっている。これはサイラトロンおよびS.C.R.の動作特性（印加電圧および

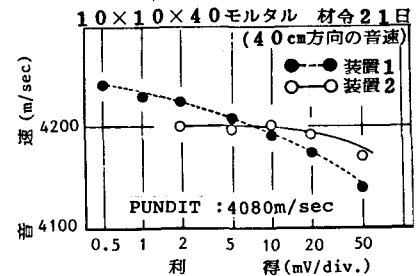


図-1 装置の相違による音速の変化

立上り時間など)および受振波の読み取り感度の影響であると考えられる。

(2) 受振波の増幅利得が音速に及ぼす影響；コンクリート供試体を装置2で測定した音速と受振波の増幅利得の関係を図2、図3に示す。図2、図3より、同一供試体でも伝は距離の短い方が利得の音速に及ぼす影響は大きくなっている。これは、40cm方向が10cm方向よりも受振波頭に及ぼす側面反射波の影響が大きいということとを考慮すると、側面反射波の多少に関係していると考えられる。また、0.2mV/div. ~ 1.0mV/div. の高利得域では利得の相違による音速の変化が小さくなっている。この利得域の音速がより正確な音速であると考えられる。

(3) 表面法と透過法による音速の比較；本実験では約15年空中養生した無筋コンクリートはり供試体(15×24×200cm)を使用した。装置2およびPUNDITで測定した音速と発受振子の中心間距離の関係を図4に示す。

図5に波形観察装置(装置2)により得られた受振波の振幅と発受振子の中心間距離の関係を示す。図4より装置2で測定した音速と発受振子の中心間距離とPUNDITで測定した音速と発受振子の中心間距離の関係は類似しているが、装置2で得た音速の方がPUNDITで得た音速より速くなっている。発受振子の中心間距離が10cm~30cmのとき、装置2、PUNDITとも表面法による音速は透過法による音速より10%~30%速くなっている。これは伝は距離決定の問題あるいはコンクリート中の超音波パルスの伝は性状に関係していると思われる。発受振子の中心間距離が30cmを越えると透過法により得られた音速(2m方向の音速)にはほぼ等しくなっている。装置2で測定した場合、透過法では1m以上でも充分測定できるが、表面法では1mを越えると受振波の振幅が小さく、測定は困難である。(図-5参照)

4. まとめ

- (1) 振動子への印加電圧が大きく、放電時間の短いパルサーを使用すると、受振波の立上りは鋭くなり音速に及ぼす利得の影響は小さくなる。
- (2) PUNDITで測定した音速は波形観察装置で測定した音速よりも2~3%遅い。
- (3) 表面法で音速を測定する場合、発受振子の中心間距離が30cm~1m程度のとき、透過法で測定した音速に等しくなる。

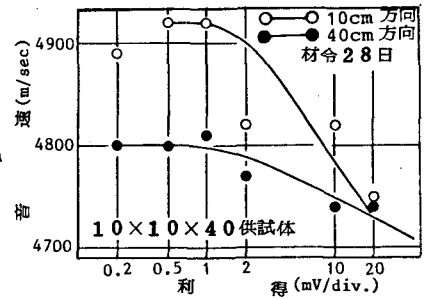


図-2 利得の相違による音速の変化

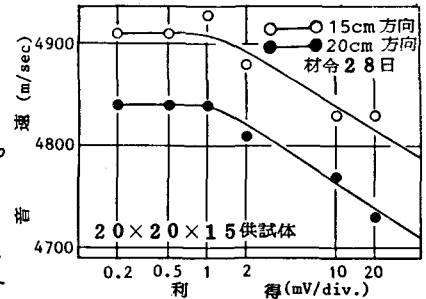


図-3 利得の相違による音速の変化

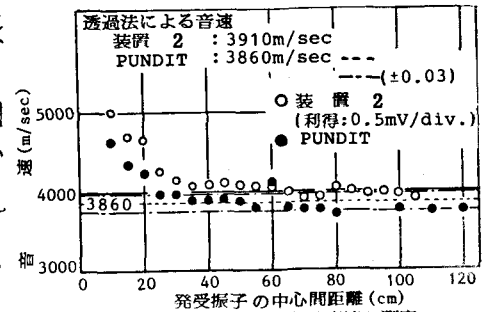


図-4 表面法による音速の測定

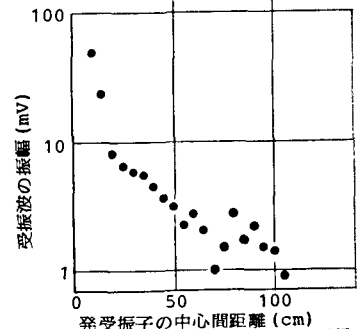


図-5 受振波の振幅と伝は距離の関係