

# 超音波の伝播速度によるコンクリートの品質判定に関する基礎実験

Pulse Velocity Testing of Concrete

小 林 一 輔\*・伊 藤 利 治\*・星 野 富 夫\*

Kazusuke KOBAYASHI, Toshiji ITO and Tomio HOSHINO

## 1. は し が き

超音波の伝播速度によってコンクリートの品質を判定しようとする試みは、すでに1940年代の末頃より行なわれ、縦波速度による強度の推定、構造物の均一性あるいは風化・侵食による劣化状態の判定、表面ひびわれの深さの測定と、内部ひびわれの探知、舗装版などの厚さ測定などに関する数多くの研究が発表されているが、これらの方法はまだ一般的に利用される段階に至っていない。その理由は測定器が高価であること、伝播時間の測定がデジタル表示によって行なわれるようになったのは比較的最近のことで、それまではブラウン管上で発振と受信波頭との時間的ずれを求めることを要したために現場測定に不向きであったことなどのほか、縦波速度によってある目的とする量を測定または推定する場合の精度が十分でなかったことによるものと考えられる。

筆者らは超音波の伝播速度による強度の推定および構造物の均一性の判定などを目的とし、コンクリートの配合と縦波速度ならびに共振法による動弾性係数との関係を調べるための2, 3の実験を行なったのでその結果を報告する。

## 2. 実 験 の 概 要

超音波の伝播速度によるコンクリートの強度の推定に関しては、縦波速度に影響する要因として、水セメント比、骨材量、セメントの水和の程度、乾湿の程度および内部空隙などが明らかにされているが、強度との相関が非常に低い骨材量や、強度との定量的関係が明確でない乾湿の程度などが影響するので、縦波速度を測っても直ちに強度を正確に判定することは困難である。また、以上の諸要因がそれぞれ縦波速度に与える影響の

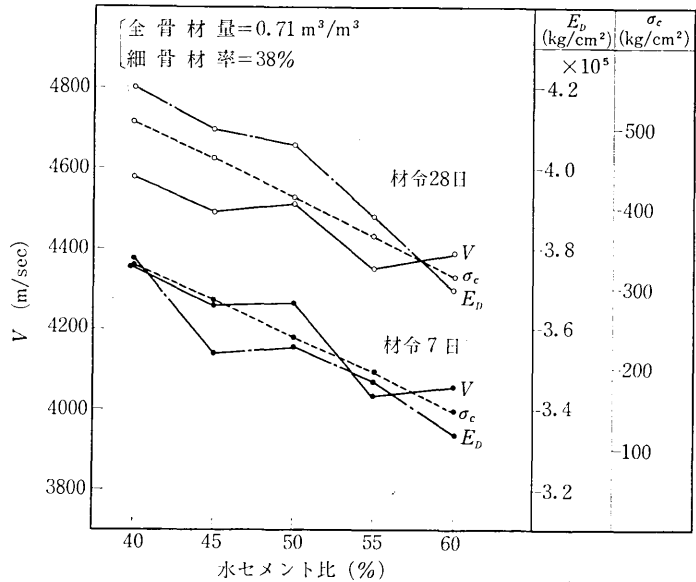


図1 水セメント比と超音波の伝播速度、圧縮強度および動弾性係数

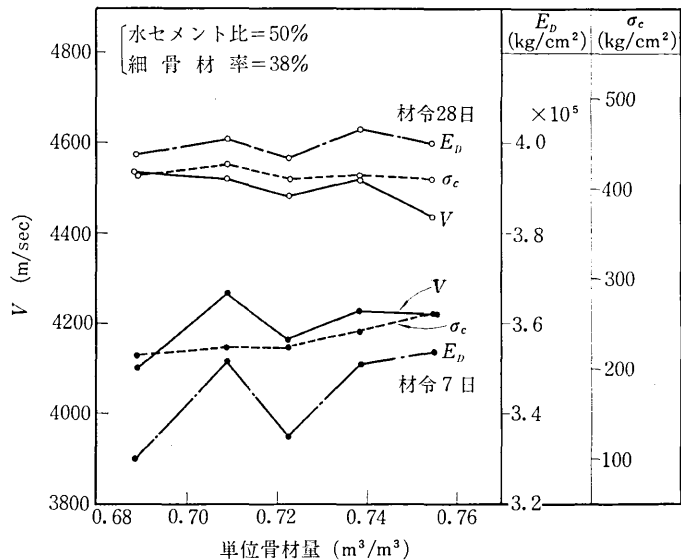


図2 単位骨材量と超音波の伝播速度

大きさについての資料で公表されているものはほとんど見当たらない。そこで筆者らは、水セメント比、全骨材

\* 東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報  
 量, 細骨材率( $S/a$ ), 水和反応の程度および空気量などの要因が縦波速度に及ぼす影響を検討するため, 下記のような実験を行なった.

- 1) 骨材量と  $S/a$  を一定としたコンクリートについて, 水セメント比と縦波速度, 動弾性係数および圧縮強度との関係を求める.
- 2) 水セメント比と  $S/a$  を一定としたコンクリートについて, 骨材量と縦波速度, 動弾性係数および圧縮強度との関係を求める.
- 3) 骨材量と水セメント比を一定としたコンクリートについて,  $S/a$  と縦波速度, 動弾性係数および圧縮強度との関係を求める.
- 4)  $S/a$  と水セメント比を一定としたコンクリートについて, 空気量と縦波速度, 動弾性係数および圧縮強度との関係を求める.

以上の 1)~4) の実験における測定はそれぞれ材齢 7 日および 28 日に行なっている.

使用した測定器は, 周波数が 50 kc で振動子はチタン酸バリウムを使用し, 時間表示方式 (0~1999  $\mu$ s) のものであって, 電源は 50 または 60 c/s の交流である.

コンクリートの構成材料であるセメントは普通ポルトランドセメントを使用し, 骨材は細粗骨材とともに富士川産の河川骨材を使用した. なお, 粗骨材の最大寸法は 20 mm である.

実験に用いた供試体は  $\phi 10 \times 20$ cm の円柱体で, 成形後所定の材齢まで 20°C の水中養生を行なった. 伝播速度測定のためには供試体を表乾状態とし, その両端面に薄くグリースを塗布したのち振動子を圧着せしめ, 対向法で測定した.

### 3. 実験結果

図 1 は水セメント比と伝播速度, 動弾性係数ならびに圧縮強度との関係を示したものである. この図より, 水セメント比の変化に対する圧縮強度の変化は従来よりよく知られているようにほぼ直線となるが, 伝播速度の変化は水セメント比の値が 20% 変化した場合で約 200~300 m/sec であって, しかもその間は階段状に変化しており, 決して伝播速度が水セメント比の変化を鋭敏にとらえているとはいえない. この点では, 動弾性係数の方がより水セメント比の変化を表わしているといえる.

図 2 および図 3 はそれぞれ全骨材量および細骨材率と

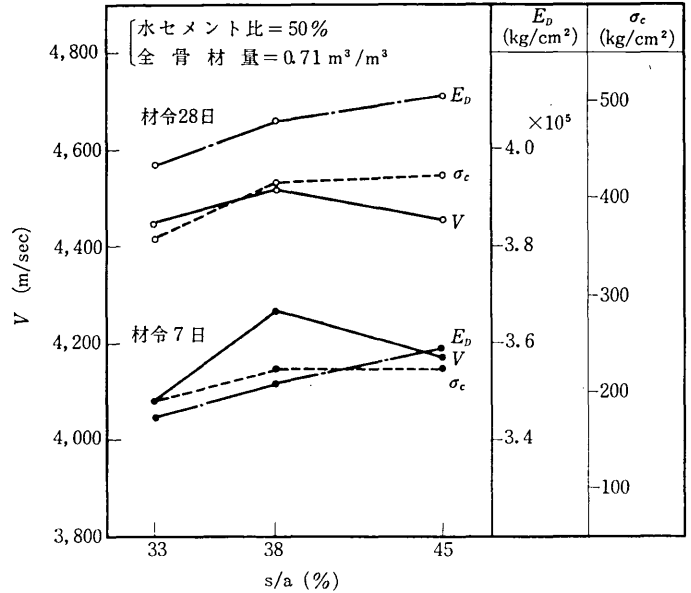


図 3 細骨材率と超音波の伝播速度, 圧縮強度および動弾性係数

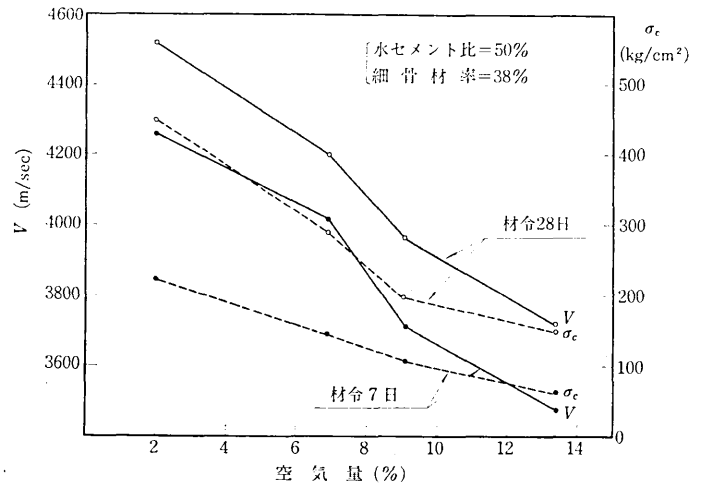


図 4 空気量と超音波の伝播速度ならびに圧縮強度

伝播速度, 動弾性係数ならびに圧縮強度との関係を示したものである. もともと全骨材量や細骨材率が変化しても, その範囲がコンクリートとして成形し得る限度内であれば, これらが圧縮強度に及ぼす影響は極めて小さいことが知られている. 図 2 および図 3 においてもこのことが示されているが, 伝播速度の場合にもその値が全骨材量や細骨材率の変化によって大きく左右されない結果となっている. 以上のうち全骨材量に関しては従来の定説と異なる結果が得られたことになるが, その理由については筆者らの実験で骨材量を変化させた範囲はあくまでも一般のコンクリート構造物に用いられる配合の範囲であって, ダムコンクリートのように極端に骨材量の多い場合までは含んでいないことによるものと考えられる.

図4は空気量と伝播速度ならびに圧縮強度の関係を示したものである。ここで空気量とは、界面活性剤 (Vinsol) によってコンクリート中に分散せしめた直径 25~250  $\mu$  程度の微小気泡のコンクリート全容積に対する百分率のことであって、この値にはコンクリートの成形時においてすでに存在している空隙 (air void, 図4の場合には約 2%) も含まれている。

さて、図4の結果は空気量の変化が伝播速度によってかなり鋭敏にとらえられることを示しており、空気量 1% の変化に対して伝播速度は約 70 m/sec だけ変化している。この変化量は、図4に示した伝播速度の範囲では約 0.7~1.0  $\mu$ s の伝播時間に相当する。

図5は以上の実験結果を圧縮強度と伝播速度との関係に整理し直したもので、同時に碎石を用いた高強度コンクリートについての実験結果も示してある。この図をみると、比較的広い強度範囲にわたって測定値が散らばっている河川骨材コンクリートの場合には、圧縮強度と伝播速度との間にかかなり高い相関が得られそうであるが、粗骨材に碎石を使用してつくった高強度コンクリートの場合には、これらの間における相関が低く、圧縮強度を伝播速度によって、推定することはむずかしいようであ

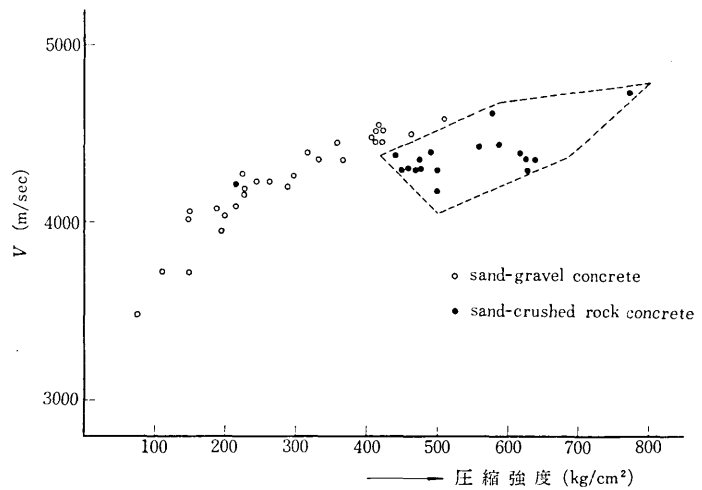


図5 圧縮強度と超音波の伝播速度

る。

#### 4. む す び

以上の実験結果を通じて、コンクリートの配合と超音波の伝播速度との関係がかなり明らかになったと思われるが、コンクリートの強度を精度よく推定するためには今後なお検討を要するものと考えている。超音波の伝播速度によってコンクリートの空気量の変化を検出する方法は AE コンクリートの品質管理に適用できるものと思われる。  
(1972年1月25日受理)

### 次 号 予 告 (5月号)

#### 研 究 解 説

- パルス式自動平衡形計重機の研究..... 沢原 善三郎  
稲 井 島 文 雄  
葉 藤 博
- クロマト法による触媒層内の速度過程の解析..... 鈴木 基之  
波状ガスケット..... 野 崎 弘

#### 研 究 速 報

- 単結晶鉛中  $^{124}\text{Sb}$  の不純物拡散..... 西川 精一  
円 谷 和 雄
- ポリピリジンジイル化合物に関する研究 第1報..... 後藤 信利  
中 藤 島 清  
黄 池 原 清  
池 豊 治
- 電子衝撃により表面に生成される炭素の観察..... 三浦 忠  
辻 男 泰
- アイントープレーザー実験における放射能測定-(1)-..... 佐藤 乙丸  
加 藤 正 夫

#### 研 究 室 紹 介

- 本多研究室..... 本 多 健 一