

# 超音波による構造体コンクリートの品質検査方法

日本工業検査（株） 正 今 井 実

## 1. はじめに

最近、コンクリート構造物の経年に伴う劣化、トンネル覆工コンクリートの剥落、地震災害時のコンクリート強度状態等が社会問題として取り上げられている。従来、構造体に打設したコンクリートの品質は、標準試験体による圧縮強度を代表特性値として評価してきた。しかし、過去の事象等の背景から、構造物に打設されたコンクリートの品質が必ずしも配合設計通りの品質であるのかと指摘する声もありつつ、それを簡便に検査することが難しいのが現状である。

本報告は、超音波探傷によるコンクリート中を伝播する弾性波の音速と強度の関係および波形特性を基本とし、標準試験体および構造体コンクリートで測定した音速・波形、これらの値を対比することによって、1) 構造体に打設したコンクリートの品質検査、2) 構造物の劣化程度を経時的に調査できる非破壊的診断技術の開発を目的に、基礎的実験を行った結果について報告します。

## 2. 実験概要

### 2.1 概要

品質検査方法としては超音波の縦波の音速と圧縮強度の関係および波形の形状を基本に(1)表-1に示す配合のコンクリートについて、(2)標準試験体と構造体コンクリートについて、実験を行い品質を評価することとした。標準試験体は型枠のまま、構造体コンクリートは脱枠後気乾養生とした。したがって、コンクリート表面近傍は乾燥した状態である。試験は材齢56日である。

### 2.2 測定方法

超音波探傷器はコンクリート用マルチ超音波測定器を使用した。測定方法は構造体コンクリートを考慮し、一探触子・反射法とした。標準試験体は、 $\Phi 100 \times 200\text{mm}$ で市販品のものを代用した。型枠周囲はプラスチックで形成され底盤に鋼板が設置されている。測定方法は図-1に示す通りである。パルス発振器から発した送信波が型枠底盤の鋼製の反射板によって反射し反射波を受信器で受信し測定する。

構造体コンクリートは、図-1に示すように標準試験体と同一材質の鋼製の反射板を検査したい箇所の任意の深さに固定し埋め込む。測定は標準試験体と同じ方法で測定する。反射板の埋め込み深さが明確なため測定における反射エコーの検出が容易である。また、長期間にわたって測定が可能のため経時的な性状を検討することもできる。探触子は $\Phi 56\text{mm}$ で200～300 KHzを用い測定した。

表-1 配合表 (単位:  $\text{kg}/\text{m}^3$ )

| NO | 空気量<br>(%) | W/C<br>(%) | 水<br>(W) | セメント<br>(C) | 細骨材<br>(S) | 粗骨材<br>(G) | 混和剤<br>$c * \%$   | G/M<br>(容積比) |
|----|------------|------------|----------|-------------|------------|------------|-------------------|--------------|
| 1  | 4          | 30         | 165      | 550         | 745        | 899        | 1.4 <sup>1)</sup> | 0.513        |
| 2  | 4          | 43         | 170      | 395         | 797        | 966        | 0.8 <sup>1)</sup> | 0.572        |
| 3  | 4          | 52         | 175      | 336         | 763        | 1033       | 3A <sup>2)</sup>  | 0.639        |
| 4  | 4          | 60         | 180      | 300         | 715        | 1100       | 3A <sup>2)</sup>  | 0.709        |

1) 高性能減水剤 : 2) AE減水剤

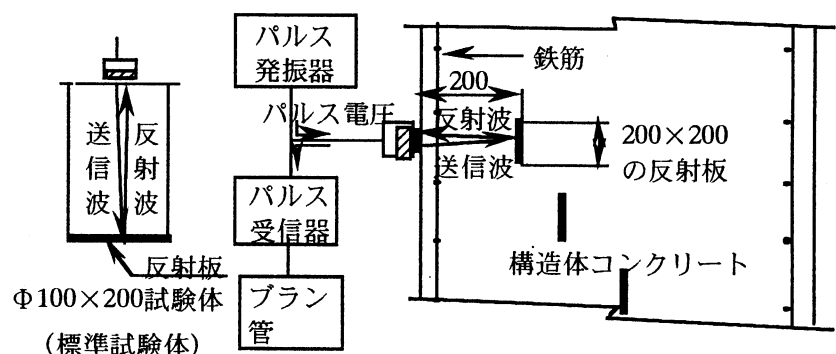


図-1 測定方法

キーワード：超音波探傷、音速、圧縮強度、品質検査

連絡先：川崎市川崎区浅野町1番4号 Tel 044 (366) 6051 Fax 044 (366) 6077

### 3. 試験結果

#### 3.1 標準試験体

##### 1) 配合の違いによる特性

図-2に音速と圧縮強度の関係を示した。全般的に音速が遅い傾向にある。これは気乾養生のため含水状態が低かったためと考える。W/C = 30%の場合、音速はほぼ3300 m/sec と他の水セメント比に比べて遅い値をしめした。

一般的に言われている強度が強くなるにしたがい音速も早くなる傾向と異なる性状を示した。音速は弾性係数の平方根に比例し、弾性係数は強度・密度に密接な関係にあることから単位容積質量との関係を調べたが定性的な傾向まで見いだすことができなかった。

そこで、コンクリート中のモルタル (M) と粗骨材 (G) の容積比率 (配合設計段階) と音速の関係を示したのが図-3である。明らかに音速はG/Mの比率により値が変わることが認められ、粗骨材比率が大きくなるにしたがい音速も早くなる傾向にある。また、通常の強度のG/M範囲では音速に多少のバラツキがある。これは練り混ぜ中や打設によって部分的にG/M比率が変化しやすく設計段階と実構造とに差が生じたものと考えられるが課題である。

##### 2) 受信波形について

水セメント比52%のコンクリートについて行った。写真-1は反射板からの反射波 (S1) が明瞭に観察されており、型枠、反射板の無いものにくらべて良好である。写真-2は膨張材を混入 (80 kg/m<sup>3</sup>) し人工的に劣化させた状況を作りだし測定した状況である。反射波がランダムに表示され、内部の劣化部からの反射波と反射板からの反射波が区別し難い状態にある。したがって、波形状況からコンクリート内部の劣化状況を推定できるものとする。

#### 3.2 構造体コンクリート

構造体コンクリートは横100×幅50×高100cmで幅中央にコンクリート表面から20、35、50cmの深さに反射板を埋込んだ。コンクリートは水セメント比52%を使用した。標準試験体の音速 4.07 ~ 4.18km/s に対し構造体コンクリートの音速は 4.13 ~ 4.24km/s で幾分か大きめの値を示した。埋込み深さによる音速の違いは見られなかった。受信の検出状況から反射板の埋込み深さは35cm以内が適当と考えられる。

鉄筋の有り無しによる影響を見るために片側にΦ16mm鉄筋を間隔20cmの格子状に埋め込んだが影響はほとんどなかった。

今後は定量的かつ測定精度の向上を図り、劣化・品質診断に有効活用を図っていきたい。

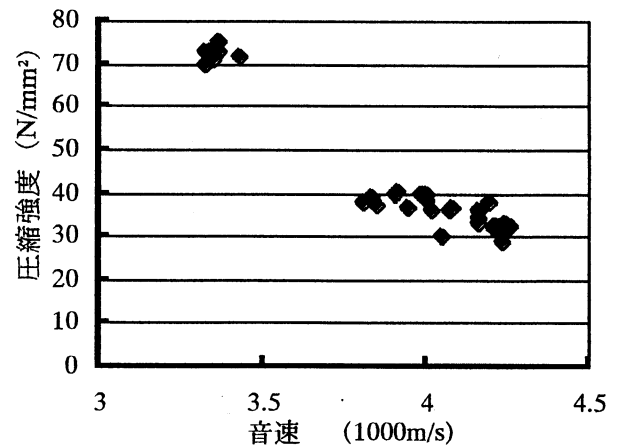


図-2 音速と圧縮強度の関係

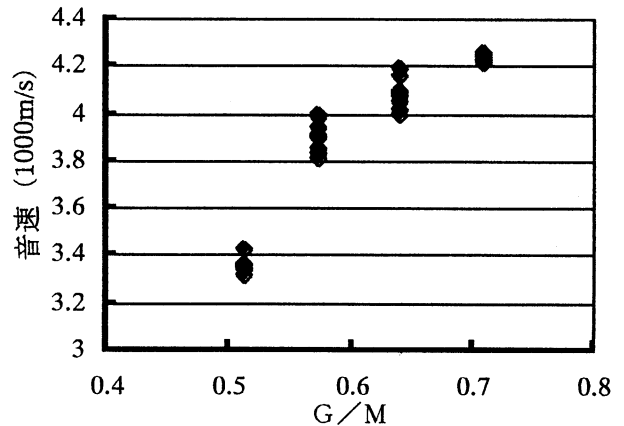


図-3 G/Mと音速の関係

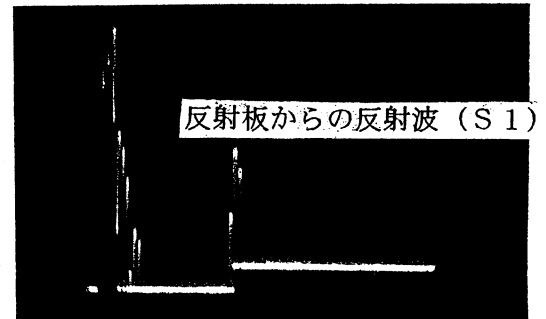


写真-1 普通コンクリート

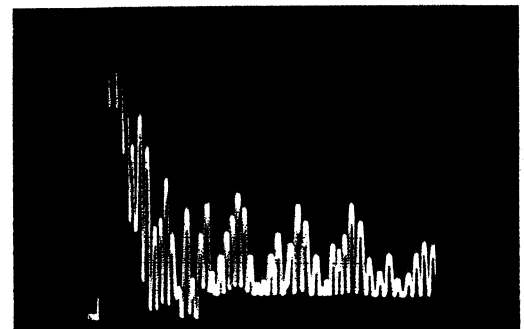


写真-2 膨張材入りコンクリート