

# V-191 応答関数によるコンクリートの品質評価について

(株)山一證券 正員 鈴木 健司  
立命館大学理工学部 正員 尼崎 省二

## 1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化が問題となり、コンクリートの施工、維持管理に対する関心が高まっている。従来より、超音波パルス伝播速度(以下、音速と略記)によるコンクリートの品質評価に関する研究は数多く行われているが、透過波の周波数成分に着目した研究例は、まだ少ないのが現状である。著者は、線形システム理論を導入して、超音波スペクトロスコーピーによるコンクリートの品質評価に関する研究を継続して実施している<sup>1),2)</sup>。

本報告は、コンクリートの内部欠陥の評価方法を検討するために、鉄筋、人工空隙およびボスTEN PC桁のシース内グラウト充填状況が応答関数および音速に及ぼす影響について調べたものである。

## 2. 実験概要

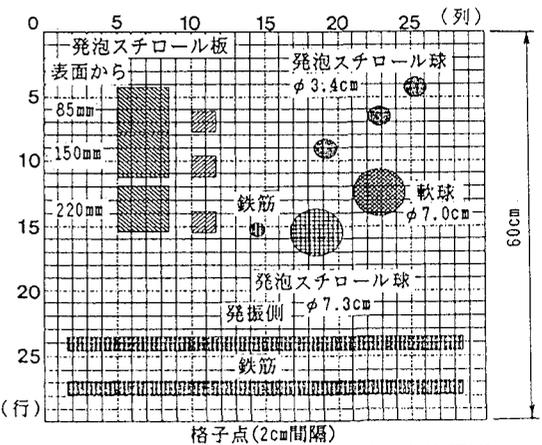
鉄筋および人工空隙に関する実験には、W/C=60%、スランプ15cm、空気量3.5%で打設した60x60x30cmのコンクリート供試体を使用した。使用材料は、普通ポルトランドセメント、野洲川産川砂(比重2.61, FM=2.41)、高機産硬質砂岩砕岩(比重2.67, FM=6.90, 最大骨材寸法20mm)である。人工空隙の形状・寸法を表-1に示す。使用鉄筋はD25(SD35)である。

表-1 人工空隙の形状

発泡スチロール板	7.0x7.0x2.5cm 3.0x3.0x2.5cm
発泡スチロール球	直径7.3, 3.4cm
軟球	直径7.0cm

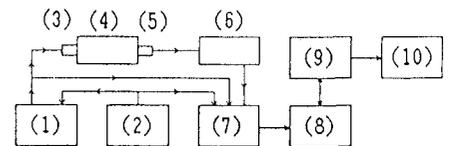
図-1に、鉄筋と人工空隙の位置および測定位置を示す。測定は供試体表面に2cm間隔の格子を作り、その格子点で行った。以下、測定位置は、発振側の行列番号で示す。グラウト充填状況が応答関数に及ぼす影響は、PC鋼線(12-φ7)を通したφ45mmのシース3本を20cm間隔で埋設したPC桁供試体を用い、グラウト充填度をそれぞれ100%, 50%, 0%とした。

測定には、市販のFFTによる信号解析装置を使用し、各システムの伝達関数を測定する方法を用いた。図-2に、測定装置のブロックダイアグラムを示す。本研究では、500KHz(分解能488Hz)まで解析するために、デジタルメモリーを介して信号解析を行った。応答関数の測定は、発振子に幅500ns、電圧22Vの矩形インパルスを加える方法で行い、受振信号には必要に応じて直流増幅器(周波数帯域:DC~2MHz, 入力感度0.5mV~100V/full)を使用した。発・受振子には、半波長共振周波数100KHzのジルコン・チタン酸鉛セラミック(PZT-7, 直径5cm)をステンレス製枠に入れた共振周波数 40.5KHzの振動子を使用した。また、振動子と供試体との音響工学的結合方法は、超音波法の利点の一つである短時間での測定を考慮にいれて、結合剤にグリースを用い、手で押さえる方法を使った。



格子点(2cm間隔)

図-1 鉄筋と人工空隙の設定及び測定位置図



(1)信号発生装置(2)信号制御装置(3)発振子  
(4)供試体(5)受振子(6)直流増幅器(7)デジタルメモリー  
(8)信号解析装置(9)ホストコンピュータ(10)プロッター  
図-2 測定装置のブロックダイアグラム

## 3. 実験結果及び考察

本研究で得られた結果を要約すると次のようになる。

(1)鉄筋の影響:図-3に伝播距離の相違と鉄筋の有無が

音速および応答関数に及ぼす影響を示す。音速は、伝播距離にかかわらず鉄筋近傍で速いが、伝播距離が長いと遅くなる傾向にある。伝播距離30cmの場合、鉄筋近傍の透過波周波数成分はコンクリート部分と比較して多いが、伝播距離60cmの場合、鉄筋近傍よりコンクリート部分で透過波周波数成分が多い。またスペクトルの最大値は、鉄筋の有無によらず伝播距離30cmの場合より大きい。これは、鉄筋コンクリートの非線形性の問題の他に、供試体断面の影響によるものと思われる。

(2)人工空隙の影響: 空隙の有無による音速およびエネルギーの変化を図-4に示す。発振側から150mmの位置にある7x7x2.5cm, 3x3x2.5cmの発泡スチロール板部分でコンクリート部分と比較して、音速、エネルギーともに低くなっているが、空隙位置では音速よりエネルギーの方が変化が大きい。また、空隙深さの影響は、図-5に示すように、表面から深さ150mmの7x7x2.5cm発泡スチロール板で、エネルギーが最も低く、表面から85, 220mmの空隙が影響しているものと思われる。さらに、空隙の大きさの影響は、図-6に示すように、空隙近傍でのエネルギー低下は認められるが、球の直径の違いによる差は明確でない。発泡スチロール球部分で軟球部分よりエネルギーおよび音速が低いのは、発泡スチロール球近傍で、組立筋などのために打設時の締固めがよくなかったためと思われる。

(3)グラウト充填状況による影響: 図-7に示すように、グラウト充填度が低くなるにつれて音速、エネルギーともに小さくなるが、音速が約1%の範囲内で変化しているのとは比べ、エネルギーにはほぼ2倍の差がでてくる。

以上、応答関数のエネルギー測定は内部空隙による測定値の差が大きく、内部欠陥位置、グラウト充填状況の評価に有効な手段になると考えられる。

最後に、本研究は昭和62年度文部省科学研究費補助金(一般研究C)により実施したこと、およびプレレストコンクリート建設業協会関西支部の御協力を得たことを付記し深謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 尼崎, 明石ほか, 超音波スペクトル解析によるコンクリートの品質評価について, セメント技術年報 40, 昭和61年, pp.158~161
- 2) 明石, 尼崎, 超音波スペクトロスコーピーによるコンクリートの品質評価, セメント・コンクリート No.489, Nov. 1987, pp.23~30

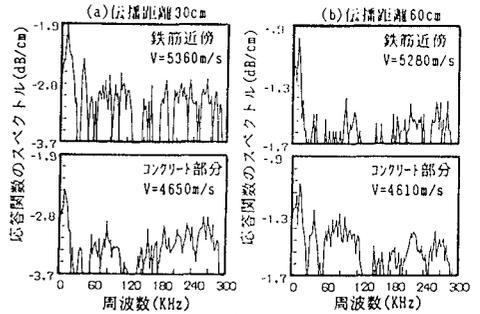


図-3 鉄筋による応答関数のスペクトルの変化

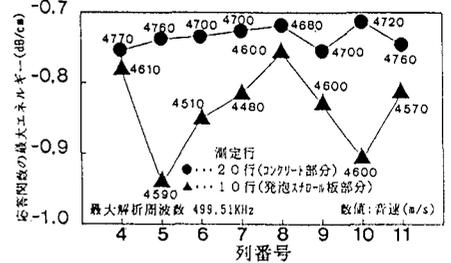


図-4 空隙の有無による最大エネルギーの変化

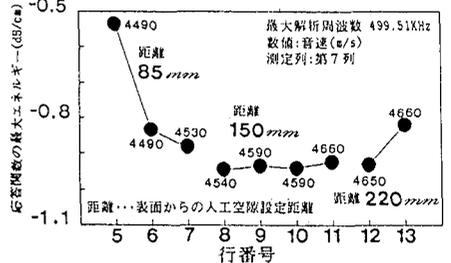


図-5 空隙位置による最大エネルギーの変化

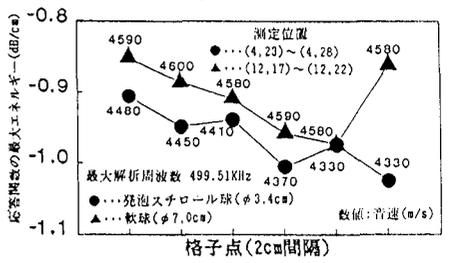


図-6 空隙の大小による最大エネルギーの変化

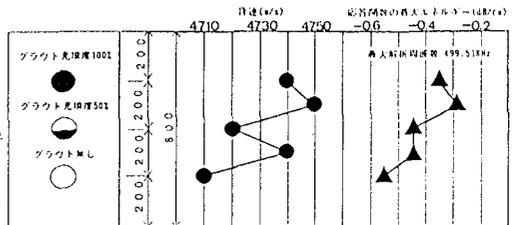


図-7 グラウト充填状況による音速と最大エネルギー変化