

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関する基礎的研究

立命館大学理工学部 正員 尼崎 省二

立命館大学大学院 学生員 ○鈴木 健司

1. まえがき 現在使用されているコンクリートの非破壊試験方法は数多くあるが、超音波スペクトル解析をコンクリートに適用された例はまだ少ない。本研究は、超音波スペクトル解析によるコンクリートの非破壊的品質評価の基礎的資料を得る目的で、超音波スペクトル計測系の線形性に検討を加えるとともに、コンクリートの配合、養生方法及び材令が、応答関数に及ぼす影響を調べることににより、超音波スペクトル解析のコンクリートの品質評価への適用性を検討し、音速法との関連を調べたものである。

2. 超音波スペクトル解析について 微分型線形システムの応答関数 $h(t)$ はシステムの伝達関数の逆フーリエ変換により求めることができる¹⁾。 $h(t)$ のエネルギースペクトル密度 $S(\omega)$ (以下、スペクトル密度と略す)と定量的評価を目的として、これを積分したエネルギー量を求めた。ここでエネルギー量は次式で

与えられる。 エネルギー量 $= \int S(\omega) d\omega$

3. 実験概要 供試体条件による応答関数の変化を調べるためのコンクリートの配合・養生方法・供試体を表-1に示す。また、スランブ8及び15 cm程度のコンクリート供試体をJIS A 1132による棒突きのみと内部振動機による十分な締固めにより作成し、締固め程度が応答関数に及ぼす影響

表-1 実験要因

W/C(X)	40,50,60,70
S.L.(cm)	8.0, 15.0
Air(X)	4.5±1.0
養生	標準水中養生 空中養生
形状寸法 (cm)	20x20x5, 20x20x10 20x20x15, 20x20x20 10x10x40, φ10x20

を調べた。粗骨材(13~20 mm, 638 g)をビニール袋に詰め、供試体(20 cm立方体)中央部に埋設することにより供試体内部に空隙を作り、スペクトルによる空隙位置の評価を行った。応答関数の測定方法は参考文献を参照されたい¹⁾。

4. 実験結果及び考察 本研究で得られた結果を要約すると、以下のようである。

(1) スペクトル計測システムは必ずしも線形ではない。図-1,2に各供試体のスペクトル密度及びそのエネルギーを示しているが、線形性が保たれていれば、図-1(a)~(c)は同じものになると思われる。(2) 供試体の形状・寸法の影響をみると、円柱供試体の方が角柱供試体に比較して各周波数成分がよく透過しており、エネルギーも高い。これは、透過超音波に有限供試体境界からの波動の反射が影響したものと思われる。また、同一断面の場合、供試体が長くなるとともに単位長さ当りのエネルギーは低下する傾向にある。(3) 水セメント比、スランブが大きいコンクリートほどエネルギーは低下する(図-3,4)。(4) 水中養生の方がエネルギーが高く(図-5)、養生方法にかかわらず材令とともにエネルギーは高くなる(図-6)。(5) 締固めが悪く、音速及び単重が低くなるとともに、エネルギーが低くなる(図-7)。(6) 人工空隙はコンクリート打設時に浮力による浮きが生じたために所定の位置には存在していないが、空隙位置でのエネルギー及び音速は低

Shoji AMASAKI, Kenji SUZUKI

下が認められた(図-8, 9)。

限られた実験であるが以上をまとめると、FFT 法による超音波スペクトル解析は、測定システムの線形性に問題が残るものの、応答関数のエネルギーによってコンクリートの定量的品質評価ができるものと思われ、コンクリートの非破壊的品質評価に有効な手段になるものと考えられる。

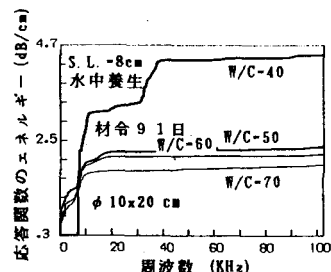


図-3 水セメント比によるエネルギーの変化

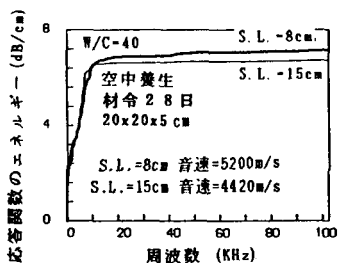


図-4 スラブによるエネルギーの変化

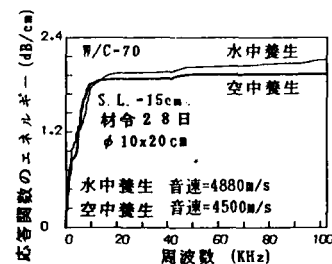


図-5 養生方法の違いによるエネルギー変化

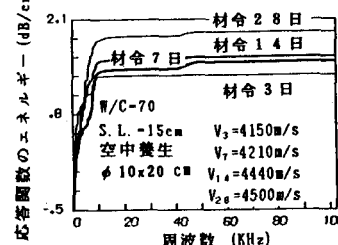


図-6 材令経過によるエネルギーの変化

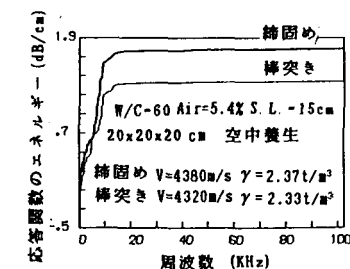


図-7 締め固めの違いによるエネルギーの変化

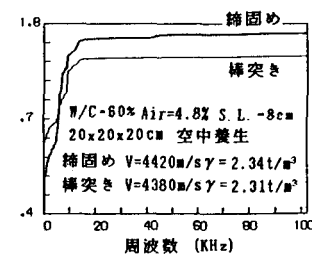


図-8 形状によるスペクトル密度の変化

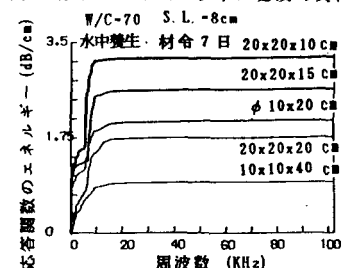


図-9 形状によるエネルギーの変化

(参考文献) 1) 尾崎、明石、高木 “超音波スペクトロスコピーのコンクリートへの適用に関する基礎的研究”、土木学会第41回年次学術講演会、昭和61年11月

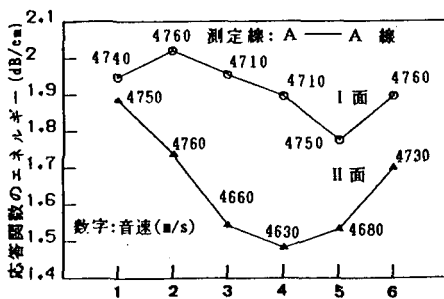


図-10 空隙部分でのエネルギーの変化

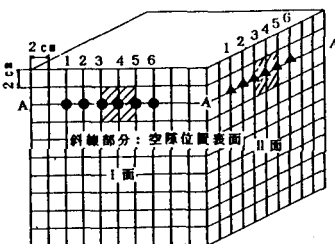


図-11 エネルギー測定位置