

V-236 実験モード解析を用いたコンクリートの品質推定に関する基礎的研究

東京電機大学 学生員 ○亀山 等
早稲田大学 正員 関 博
東京電機大学 正員 松井 邦人
東京電機大学 正員 小林 利雄

1. まえがき

本研究では、コンクリート、粗骨材を抜いたコンクリート、およびモルタルを対象として、FFTアナライザーとインパルスハンマーを用いてハンマリング試験を実施している。そして、得られた伝達関数をカーブフィットさせて供試体の固有振動数を求めコンクリートの通常得られる諸特性と比較してハンマリング試験のコンクリートの品質評価への適用性に関して実験的に検討したものである。

2. 供試体の制作

2.1 供試体の種類

表-1のような材令と水セメント比の組み合わせで、コンクリートおよび粗骨材を抜いたコンクリート（以下粗骨材抜きコンクリートと表現）について各4本、モルタルは各5本作成した。

2.2 供試体の形状および配合

コンクリートおよび粗骨材抜きコンクリートφ100mm h200mm、モルタルはφ50mm、h100mmとした。水セメント比はそれぞれ50%、60%、70%である。

2.3 供試体の養生方法

供試体の材令は7日及び28日とし、全て水中養生である。骨材は表乾状態のものを使用し、表面水率補正は行っていない。表-1にその試験項目を示す。

3. 実験方法

3.1 ハンマリング試験

図-1に示すようにハンマーによる入力信号と供試体からの出力信号をFFTアナライザーに取り込み伝達関数を求める。また得られた伝達関数をもとにカーブフィットを行うことにより固有振動数と減衰比を求める。実際に測定した伝達関数をカーブフィットしたものを図-2に示す。カーブフィットとは実際に測定した伝達関数と、モーダルパラメータ（固有振動数、減衰比など）から理論的に構成した伝達関数とを比較し、両者が最も近くなる組み合わせとなるまで繰り返し近似法に

表-1 実験項目

材令	水セメント比	供試体名		
7日	50%	7C50-1~4	7S50-1~4	7M50-1~5
	60%	7C60-1~4	7S60-1~4	7M60-1~5
	70%	7C70-1~4	7S70-1~4	7M70-1~5
28日	50%	28C50-1~4	28S50-1~4	28M50-1~5
	60%	28C60-1~4	28S60-1~4	28M60-1~5
	70%	28C70-1~4	28S70-1~4	28M70-1~5

(注) C：コンクリート

S：粗骨材抜きコンクリート

M：モルタル

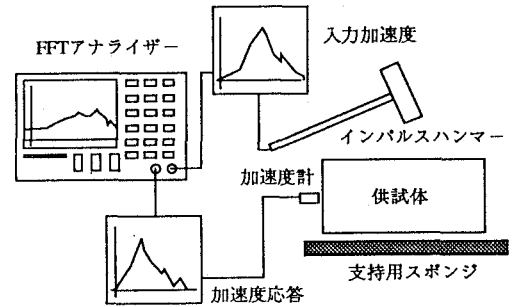


図-1 ハンマリング試験の概要図

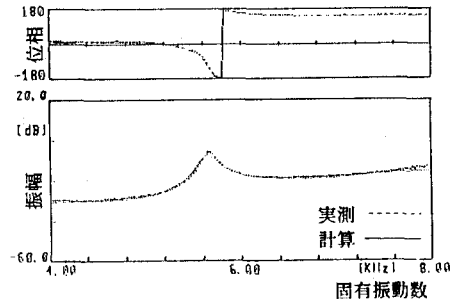


図-2 カーブフィットの結果

よって本試験では、解析にはモード解析用ソフト"VIBLANT-PC"を用いカーブフィット演算を行った。

また比較のため以下の実験を同時に行なう。

3.2 動弾性係数試験 (JIS A1127)

供試体を駆動端子により振動させ、共鳴を起こした時の振動数を用いて、(1)式により動弾性係数を算出した。

$$E_D = 408 \times 10^{-5} \cdot \frac{L}{A} \cdot W \cdot f_1^2 \quad (1)$$

E_D ：動弾性係数(Kgf/cm²)

W ：供試体重量(Kgf)

f_1 ：縦振動の一次共鳴振動数(Hz)

L ：供試体の高さ(cm)

A ：供試体断面積(cm²)

3.3 圧縮強度試験 (JIS A1108)

圧縮試験を行ない、降伏するまで荷重500kg刻みでひずみを測定する。圧縮強度を求め、その1/3に相当する応力を使用して、(2)式により静弾性係数を算出した。

$$E_1 = \frac{(S_1 - S_2)}{(\epsilon_1 - 50 \times 10^{-6})} \quad (2)$$

E_1 : 静弾性係数(kgf/cm²)

S_1 : 最大荷重の1/3に相当する応力(kgf/cm²)

S_2 : ひずみ 50×10^{-6} に相当する

ときの応力(kgf/cm²)

ϵ_1 : 応力 S_1 によって生じるひずみ

- ◆ 7C50 + 7S50 * 7M50 図-3から
- 7C60 + 7S60 * 7M60 図-6では
- ▲ 7C70 + 7S70 * 7M70 同一記号を
- 28C50 + 28S50 * 28M50 使用する。
- × 28C60 + 28S60 * 28M60
- × 28C70 + 28S70 * 28M70

4. 実験結果

図-3は共鳴試験で得られた一次共鳴振動数とハンマリング試験の固有振動数との関係を示している。この図から両者の間には強い相関が存在すると言える。また、モルタルの振動数が大きい理由は、供試体の形状が小さいためである。

動弾性係数と一次共鳴振動数の自乗の間には、(1)式から明かなように相関があると考えられる。図-3を考慮して、動弾性係数とハンマリング試験で得られた固有振動数の関係を図-4に示す。両者の間にも強い相関が存在する。

動弾性係数と静弾性係数の間に相関があることは知られている。そこで、固有振動数の自乗と静弾性係数の関係を図-5に示した。予想されるように両者の間には相関が存在する。

静弾性係数と圧縮強度あるいは圧縮強度の平方根の間に線形性が存在すると言われている。ここでは、固有振動数の自乗と圧縮強度の関係を図-6に示した。この図から両者の間にも相関が存在することがわかる。圧縮強度が同じレベルで、コンクリートは粗骨材抜きコンクリートより固有振動数が少し高くなっている。

5. おわりに

ハンマリング試験を行ない、供試体の固有振動数を求めた。そして、共鳴試験、圧縮試験の結果と比較し、固有振動数とコンクリートの品質との関連について検討した。

(1)一次共鳴振動数とハンマリング試験による固有振動数の間には線形性が存在する。

(2)静弾性係数、動弾性係数、圧縮強度は固有振動数との間に相関が存在する。

(3)供試体の形状が同じとき、固有振動数と静弾性係数、動弾性係数、圧縮強度の値は大きくなる傾向がある。

(4)水セメント比（モルタルについてはフロー値）が大きいほど、固有振動数は低い。

謝辞

この研究を行なうにあたり、東京電機大学産業機械工学科 櫻村 幸辰教授にはハンマリング試験について助言を頂いたこと、また同建設工学科 佐々木 利視講師には実験を支援して頂いたことを記述し、あわせて謝意を表します。

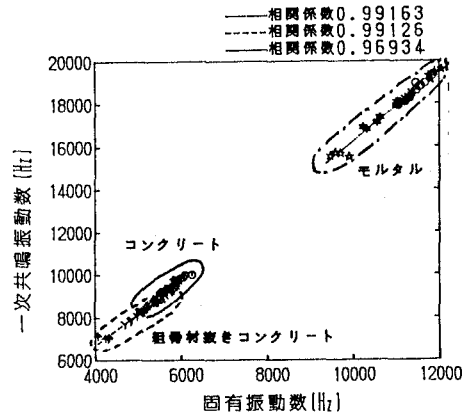


図-3 固有振動数と一次共鳴振動数の関係

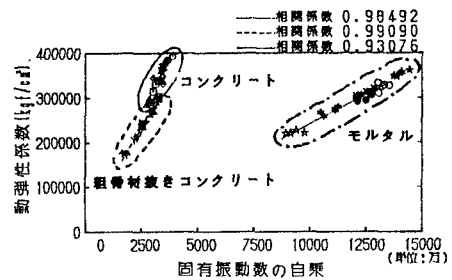


図-4 固有振動数の自乗と動弾性係数の関係

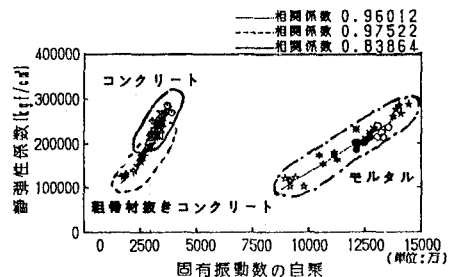


図-5 固有振動数の自乗と静弾性係数の関係

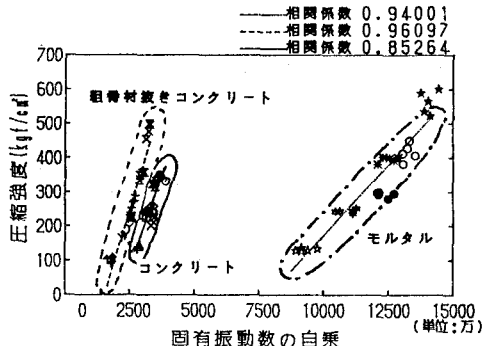


図-6 固有振動数の自乗と圧縮強度の関係