

九州州立大学

山田 辰次

正員 天野 一 彦

1. まえがき

共鳴振動法については多くの研究発表がなされ、動弾性係数と圧縮強度との間には密接な関係があることが立証されており、コンクリートの品質管理などに利用されているが、コンクリート強度を求めるには一般に供試体の重量と一次共鳴振動数とより動弾性係数を求め、動弾性係数よりコンクリート強度を求めているのである。本実験では一次共鳴振動数よりただちにコンクリート強度を求めることを実験にもとづいて試みた報告である。

2. 使用材料とコンクリートの配合

セメントは市販されている普通ポルトランドセメント、早強ポルトランドセメント、高炉セメントA種の3種類を使用した。粗骨材は福岡県赤田産の玄武岩碎石を最大寸法40mmとし、5 ϕ 13、13 $\sim$ 25、25 $\sim$ 40mmにふるい分けたものを十分水洗し、4:3:3の重量比となるように再混合して使用した。細骨材は福岡県速賀川河口における海砂を使用した。

骨材の物理試験結果を示す表1となる。

表1. 骨材の物理試験結果

	比重	吸水率	単位貯蔵量	粗骨材	細骨材	有機不純物
	(g)	(%)	(kg/m ³)	(%)	(%)	(%)
粗骨材	2.80	0.65	1620	7.04	1.4	—
細骨材	2.55	1.07	1660	2.22	—	合格

コンクリートの配合は、一般実用コンクリートとして細骨材率を38%、水量を180kgとしセメント量を4種類に変

表2. コンクリートの配合

化したものであり表2に示すものとなる。

	配合	スランブ 厚さ (cm)	セメント 量 (kg)	粗骨材 率 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)			
						水	セメント	粗骨材	細骨材
普通ポルトランド セメント	A	10.0	0.8	69	38	180	260	703	1259
	B	9.6	0.9	64	38	180	280	697	1248
	C	10.7	0.8	56	38	180	320	684	1226
	D	12.0	0.9	50	38	180	360	672	1204
早強ポルトランド セメント	A	8.0	1.0	69	38	180	260	702	1259
	B	7.5	1.1	64	38	180	280	696	1247
	C	6.0	0.9	56	38	180	320	684	1225
	D	5.5	0.9	50	38	180	360	672	1203
高炉セメント A種	A	9.6	1.0	69	38	180	260	701	1256
	B	7.1	0.8	64	38	180	280	695	1245
	C	9.0	0.7	56	38	180	320	682	1222
	D	9.5	0.9	50	38	180	360	670	1200

3. 実験方法

コンクリートの練り混ぜは容量80Lの可傾式ミキサーを使用し、骨材およびセメントを入れた後水を入れた分間練り混ぜを行なった。

コンクリートの成型および養生は、スランブ、空気量の測定と同時に $\phi 15 \times 30$ cmの円柱供試体12本に均一なるコンクリートとなるよう

に打込み、その後24時間を経て脱型し、JIS方法にもとづき水温20 $\pm$ 0.5 $^{\circ}$ Cの小恒温水槽にてそれぞれ19日間水中養生を行なった後空中養生を行なった。

4. 実験結果とその考察

4.1. 動弾性係数と一次共鳴振動数との関係

動弾性係数の一般実用関係式は(1)式で表わされる。

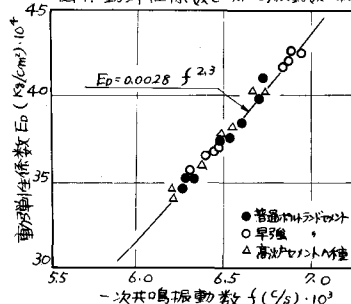
$$E_p = 0.00408 L W f^2 / A \quad \dots (1)$$

ここに L : 供試体の長さ (cm) W : 供試体の重さ (kg)

f : 縦振動の一次共鳴振動数 (1/s) A : 供試体の断面積 (cm²)

標準供試体の重量は一般の配合の範囲では、11 $\pm$ 12.5 $\sim$ 6 kg程度である。従って(1)式は次式で表わすことができる。

図1. 動弾性係数と一次共鳴振動数の関係



$$E_p = d f^{m_1} \quad \text{--- (2)}$$

本実験値を整理し(2)式にあてはめれば図1となる。

4.2. 動弾性係数と圧縮強度との関係

一般に動弾性係数と圧縮強度との関係は(3)式で表わされている。

$$E_p = \beta \sigma_c^{m_2} \quad \text{--- (3)}$$

ただし、 β 、 m_2 はセメントの種類、骨材、配合などによって定まる定数。

動弾性係数と圧縮強度との関係を示せば図2となる。

樋口氏は β を放物線のパラメーターとして実験式を導いて、推定強度と実験強度との差が最大で $\pm 20\%$ 程度と報告されている。本実験値について推定誤差を求めてみれば最大で $\pm 10\%$ 程度となり、高野氏($\beta = 45 \sim 75 \times 10^{-6}$, $q_s = 1.7 \sim 1.3$ について $E_p = 5.21 \sigma_c^{0.292} \cdot 10^9$)が推定誤差は平均5%であると報告されている研究結果に近いものが得られたものである。本実験値は実用コンクリートの範囲ならばセメントの種類による著しい差異は認められないうが、一般的にはセメント、骨材の種類、コンクリートの配合および養生などによって影響を受けるといわれている。

4.3. 一次共鳴振動数と圧縮強度との関係

一次共鳴振動数と供試体要素により前記の計算順序にてコンクリートの推定強度をある限界内にて求めることができるのであるが、一次共鳴振動数より

ただちにコンクリートの推定強度が以上の精度にて求められるは好都合である。この関係式として(4)式が成り立ち(4)式に(3)式を代入すると(5)式となる。

$$(3)式より \quad f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{E_p}{m_1}} \quad \text{--- (4)}$$

$$\therefore f = \frac{1}{2} \sqrt{\beta \sigma_c^{m_2} / m_1} = \gamma \sigma_c^m \quad \text{--- (5)}$$

ただし、 $\gamma = \frac{1}{2} \sqrt{\beta / m_1}$ 、 $m = \frac{m_2}{2}$

これより測定値を整理すれば図3となり本実験式は推定強度を最大 $\pm 22\%$ 程度で求めることができる。

したがって動弾性係数と圧縮強度、さらに一次共鳴振動数と圧縮強度との関係を求めることによつてただちにコンクリートの圧縮強度を推定できることを実験にもとづいて試みたもので、図3は一般実用コンクリートの範囲においては、一次共鳴振動数測定後簡易にコンクリートの圧縮強度が求められるものであることを示したものである。

5. あとがき

実際に工場や現場で使用する材料、配合を用いて両者の関係を求めておけば、一次共鳴振動数を測定することによって養生期間、出荷の時期など工程の管理にも適用できると考えられる。なおこの場合は若々令で低強度における両者の関係を求めておく必要がある。

参考文献

- 1) 樋口芳朗、音響学的測定法によるコンクリート強度の判定 土木学会誌(35-3) P. 6-10
- 2) 荒井謙一、河野清、水口裕之、かたまり石質コンクリートの配合とコンシステンシー強度について、セメント技術年報(1969) P. 360-361

図2. 動弾性係数と圧縮強度との関係

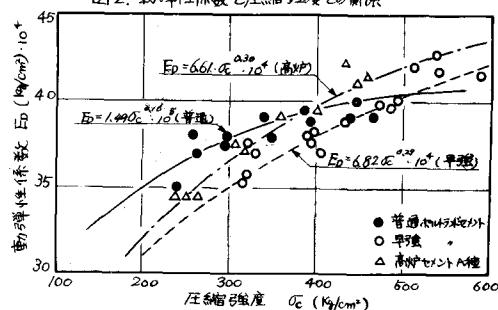


図3. 一次共鳴振動数と圧縮強度との関係

