

V-36

超硬練りコンクリートの振動締固め挙動に関する研究

東北学院大学大学院 工学研究科 学生会員 ○畑澤 洋平
東北学院大学 工学部 正会員 遠藤 孝夫

1. はじめに

振動ローラによる締固めは、振動力の減衰があるため上層は締固まるが、下層は締固まりにくいなどの問題がある。従って、コンクリート層内全体の品質を保証するためには、振動力のコンクリート層内分布の把握が非常に重要である。

本研究は、三栖²⁾らの行った室内試験で測定した充填率に応じたの応力-ひずみ曲線からヤング率を求め、バネ係数、粘性係数を決定し、これらより数値計算で求めた応答加速度をもとに算出した充填率と締固め時間の関係を三栖²⁾らの行った実測値と検討した。

2. 数値計算によるコンクリートの挙動の検討

2.1 計算手法

数値計算では地盤上で振動する基礎の問題を参考に、起振機～超硬練りコンクリート系（図-1）を考え、ここでコンクリートをフォークトモデルで表される材料と仮定し、コンクリート層上で起振機が振動する問題に置き換え、一次的に考えて数値解析を行った。この振動系の運動方程式は式（1）で表される。

計算では、式（1）の運動方程式を解いて、加速度 $\ddot{y}$ を計算した。

$$m \ddot{y} + c \dot{y} + k y = m g + F_0 \sin(2\pi f_0 t) \quad (1)$$

ここで、

m : 起振機の質量 (kg) F_0 : 最大起振力 (N)
 f_0 : 起振機の振動数 (Hz) t : 時間 (sec)
 k : RCC のバネ係数 (N/m) g : 重力加速度 (m/sec²)
 c : RCC の粘性減衰係数 (Nsec/m) y : 起振機の鉛直変位 (m)

締固めエネルギーは慣性力と変位との積として求めることができ、
締固め時間 t_i の締固めエネルギーは（2）式によって表される²⁾。

$$E_i = \int F dx = \rho \frac{\alpha_{\max}^2}{4\pi^2 f} t_i \quad (2)$$

E_i : 時間 t_i における締固めエネルギー (J/l)

ρ : 試料の単位体積重量 (kg/l)

$\alpha_{\max}$: 振動台の最大加速度 (m/sec²)

f : 振動数 (Hz)

t_i : 振動時間 (sec)

求めた締固めエネルギーを式（3）に代入することにより締固めエネルギーに対する充填率が求まる。

$$\gamma = C_i + (C_f - C_i) \left\{ 1 - \exp(-b \cdot E^d) \right\} \quad (3)$$

γ : 締固めエネルギーに対する充填率 (J/l)

C_i : 初期充填率 (%)

C_f : 達成可能充填率 (%)

b, d : 実験定数

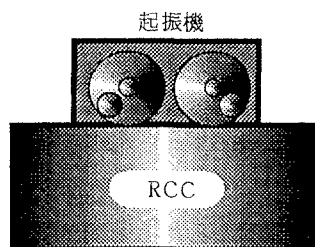


図-1 起振機～超硬練りコンクリート系

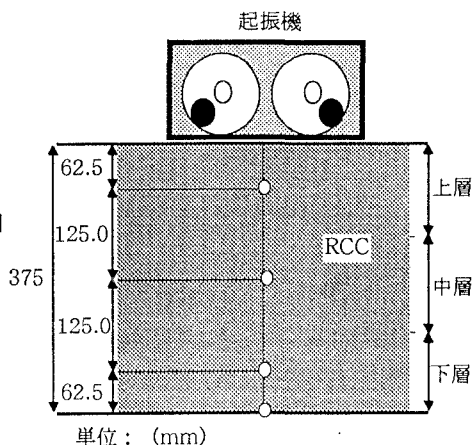


図-2 解析モデル

2.2 計算の対象

計算の対象として、ここでは三栖²⁾らの行った室内実験を参考としてパラメータの値を設定した。この実験は、コンクリートを直径32.5cm高さ37.5cmの円筒体型枠の中に打ち込み、コンクリート上面を起振機によって締め固めるもので、締め固め過程における起振機やコンクリート中の加速度や圧力の伝播を計測したものである。三栖らの行った実験²⁾の配合条件を表1に示す。解析では、これを図-2のようにモデル化し、この際パラメータとしてコンクリート層のバネ係数、粘性減衰定数等を考えた。ヤング係数 E は、三栖²⁾の実験値を参考とした。バネ係数 k は、コンクリートのヤング係数 E と断面積 A およびコンクリートの高さ l より

$$k = EA / l \quad (4)$$

で求められる。また、粘性減衰係数 c はバネ係数 k と減衰定数 h および起振機の円振動数 ω より次式で算定される。

$$c = 2kh / \omega \quad (5)$$

3. 解析結果と考察

三栖らの行った実験²⁾の配合条件の異なる応答加速度による充填率とシュミレーションによる充填率の経時変化のグラフを図3-1,2,3にそれぞれ示す。締め固め時間の経過にともなう充填率の変化は比較的良好に近似しており単位水量による締め固め性状の違いが明確に表されている。単位水量の大きいものほど締め固まりやすく、下層までよく締め固まっているのが解る。

4. 結論

粘性係数と充填率との関係を適切にプログラムに反映すればさらに良好な近似が得られる可能性がある。シュミレーションは一次元であり、振動機直下の挙動しか表現できない。施工への適用を検討するためには、締め固め層の水平方向への振動伝搬挙動および振動ローラの移動も考慮したシュミレーションの多次元化が今後の重大な課題である。

参考文献

- [1] 岩崎敏夫・嶋津晃臣訳：「土と基礎の振動」，pp.207～263，鹿島出版会，1975
- [2] 三栖幸彦：表面振動機による超硬練りコンクリートの締め固め挙動とそのシュミレーションに関する研究，東京都立大学，修士論文，1998.3

表1 配合

配合 No.	km	kp	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Mass (kg/l)
					W	C	S	G	
W115	1.61	1.30	40	38	115	288	781	1314	2.498
W120	1.65	1.37			120	300	773	1300	2.492
W125	1.68	1.45			125	313	764	1285	2.486

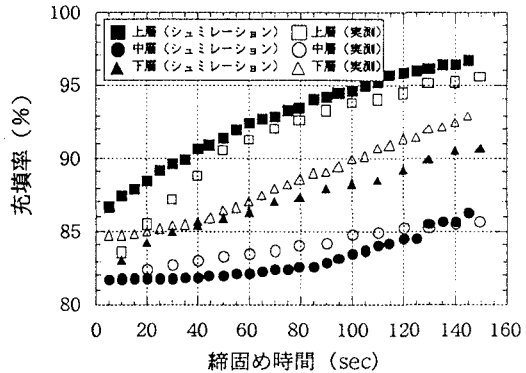


図3-1 w115の充填率の経時変化

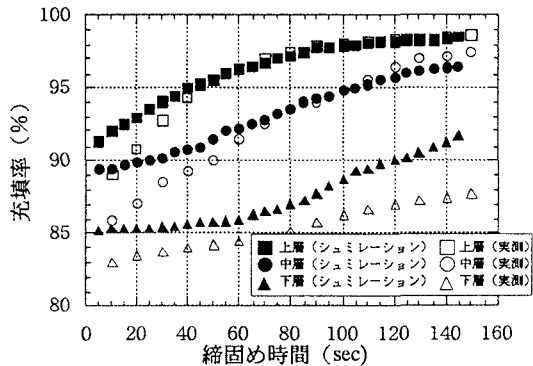


図3-2 w120の充填率の経時変化

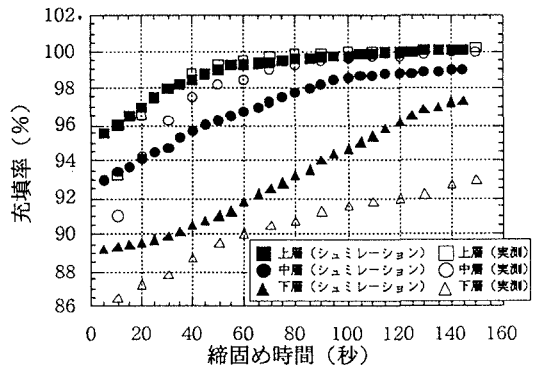


図3-3 w125の充填率の経時変化