

都立大学 会員 村田=郎
都立大学 会員 川崎道夫

1. まえがき

本研究は、コンクリートの振動締固めの程度を、空隙率をパラメータとした非線形フォークトモデルにより推定する方法について検討したものである。

2. 振動締固め機構およびレオロジーモデル

振動を受けた時のコンクリートの沈下機構は、一般的に① 初期沈下、② 粗骨材の再配列および気泡の逸散、③ 安定、の3段階に大別でき、模式的には図-1に示す様な挙動を呈するものである。超硬練りコンクリートも同様であって図-1と同じ挙動を呈している。ただ、超硬練りコンクリートの場合、最終沈下量は、配合によってかなり相異しており、また安定期における材料分離が殆んど無いと考えられる。すなわち、プラスチックなコンクリートと異なるところである。従って、振動をほぼ①に受けていれば、その沈下量が締固めの程度を表わすものとして差しつかえないと思われる。一方、コンクリートの締固め程度は、振動を受けたコンクリートの液状化の程度と密接な関係があると思われる。かつ

液状化の程度は、加速度(a)に比例し、流速(V)に反比例するといわれている。線形粘弾性論を適用した波動方程式の解より計算される体積弾性率(K)および粘性率(η)は、流速を含む式(式(1),(2))となっており、加速度が一定であるとすれば、これら定数は、液状化の程度を表わす指標といえる。従って、振動によるコンクリートの沈下現象が、粘弾性的な挙動であるとすれば、上記定数と沈下現象は、密接な関係にあるはずであり、これらの定数を用いて、沈下現象を推定することが可能と思われる。

締固めの程度を推定するレオロジーモデルとして、第1歩として図-2に示す様な空隙率をパラメータとした非線形フォークトモデルを採用し、これにより沈下現象に対する検討を行った。なお、モデルの運動方程式は、式(3)に示す通りであり、変形係数(k)および

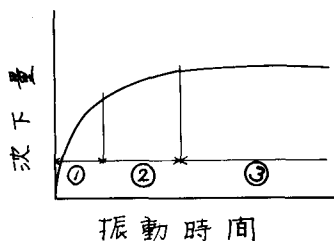


図-1 振動時間と沈下量の関係

$$\eta = \frac{3\beta\rho\left(\frac{\omega}{V}\right)^2 V}{2(\beta^2 - (\frac{\omega}{V})^2)^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$K = \frac{\rho\left(\frac{\omega}{V}\right)^2 V^2 (\frac{\omega}{V} - \beta^2)}{(\beta^2 + (\frac{\omega}{V})^2)^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで β : 減衰率
 ρ : 密度
 ω : 角速度

$$m\ddot{y} + C(\dot{y})\dot{y} + k(y)y = m\ddot{z} \quad \dots\dots\dots (3)$$

減衰係数(C)は、式(4)に示す通りである。

3. 実験方法および結果

ここで実施した実験は、第1番して式(3)のモデルに入れる空隙率をパラメータとした定数(式(1),(2))を、粗密液の位相実験より、求める。すなわち、図-3において、基本的方法とすると、加振機

$$\left. \begin{aligned} C &= A\eta \\ R &= BK \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (4)$$

①により、コンクリートを液状化させ、これに対し、加振機②より短時間隔にパルス波を発生させる。パルス波に対する応答を、加速度計で計測し、流速および減衰率を求めるものである。しかし、測定技術および加振機①の加速度の乱れ等の理由により、加振機①、②の同時振動が行なえなかった為、今回は、第1段階としてこれらを交互に振動させた場合について検討を行った。従

って、加振機①②の周波数を合せるとともに、加振機②の加速度も10g程度とした。オ2番として、式(3)の解析値を検証するための実験であって、試料上面の沈下量と時間の関係を求めた。オ1番の実験により求まった結果を図-4に示す。実験は 予備的に行ったものであって、フロー値125の比較的硬ねりのモルタル($W=230\text{ kg/m}^3$, $W/C=40\%$)を用いて実施した。図-4より、空隙率(v)の変化($v=0\sim 25\%$)に伴う すり粘性率は、 $1.8\sim 3.4\times 10^4$ ポアズ程度であって、空隙が減少するに従って大となる曲線で示された。これに対し、体積弾性係数は、 $v=9\sim 25\%$ の範囲では $8.5\sim 4.0\times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$ 程度であったが、9%以下の空隙率では、大半の計算値が負となった。この理由は、明らかでないが、しずみの大きさに伴う理論の適合性の適否、ならびに実験の難易さに伴う測定上の不備等考えられ、今後さらに検討する予定である。オ2番の実験で求めた時間～変形関係は 図-5に示す通りである。

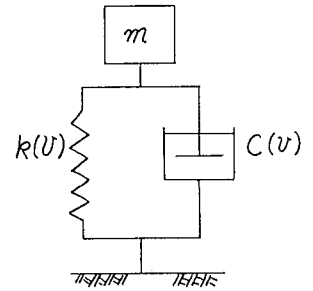
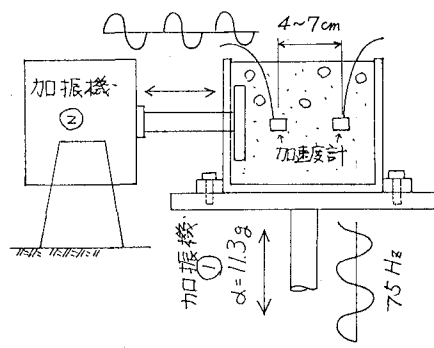


図-2 ロロジモデル

適合性の適否、ならびに実験の難易さに伴う測定上の不備等考えられ、今後さらに検討する予定である。オ2番の実験で求めた時間～変形関係は 図-5に示す通りである。



体積弾性係数 $\times 10^6 \text{ (dyn/cm}^2\text{)}$

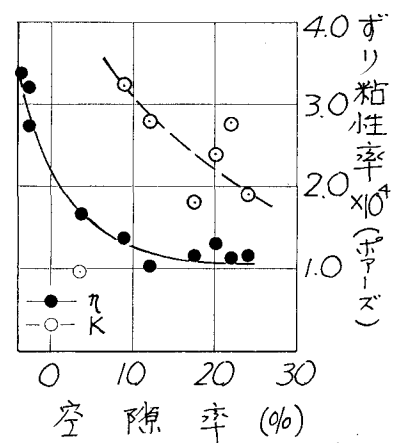
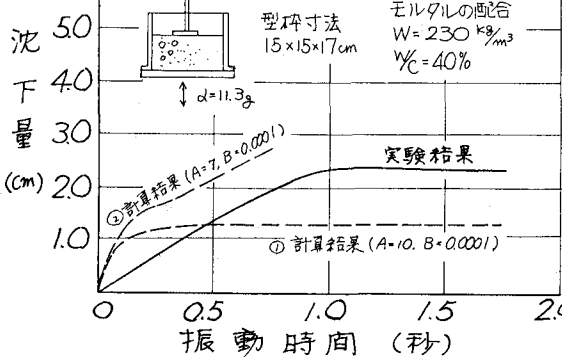


図-4 体積弾性係数、粘度係数と空隙率の関係

図-3 実験装置及び測定法
変形は、加振後はばい秒で初期段階を終了し、この後約10秒程度まで気泡の逸散に伴う緩やかな沈下が続いている。その後は、変形は見られない。

4. 解析結果の検討

式(3)のモデルによる計算結果を、図-5に併記した。両者の関係は、比較定数として $A=10$, $B=0.0001$ を採用した場合、曲線型は実験値に対し、ほぼ相似とされている。なお、計算には、 $d_{max}=11.3\text{ g}$ の正弦波を用いたのに対し、加振機①は 頭初1秒程が過度振動の状態にあり、この違いが両者の0.5秒程度までの違いとして、説明できる。比較定数として $A=7$, $B=0.0001$ を採用した場合は、有望であり、他の比較定数を用いた場合と併せ、当日報告する。



報告する。

以上より、図-6 計算に用いた体積弾性係数とさらに適切な空隙率の関係
比較定数を定めること等により、モデルによる振動終端の程度の推定は、十分可能と思われる。なお、計算に用いた定数のうち、体積弾性係数は図-6によった。また、応答の数値計算には、Newmark β 法を用い、時間間

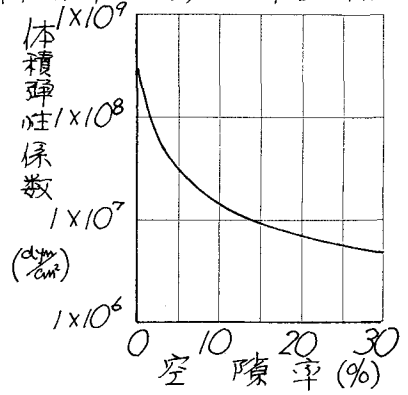


図-5 実験および解析結果

みを0.003333秒として計算した。