

V-278 超硬練りコンクリートの振動締固め解析に関する一考察

正会員 佐藤工業(株) ○木村 定雄  
 正会員 佐藤工業(株) 弘中 義昭  
 正会員 佐藤工業(株) 児玉 敏雄

1. はじめに

近年種々の構造物建設に多用されつつある材料として超硬練りコンクリートがある。しかしながら、その適用にあたり、振動締固め機構の解明が重要な課題の一つとして残されている。著者らは『超硬練りコンクリートの振動締固め機構を解明する』ことを目的として室内大型締固め実験をすでに実施している。本報告は、室内大型締固め実験の結果を基にして、4要素モデルによる一次元粘弾性解析手法を用いた振動締固め挙動のシミュレーションを行い、超硬練りコンクリートの物性値の変化について検討したものである。

2. 実験概要

実験に用いたコンクリートは、水結合材比(W/C+F) 71%，単位結合材量(C+F) 120kg/m<sup>3</sup>，フライアッシュ混入率(F/C+F) 0.3，粗骨材最大寸法(G<sub>max</sub>) 80 mm，コンシステンシー(VC値) 40 秒の超硬練りコンクリートである。このコンクリートにより、図-1に示した直径60 cm，高さ54 cm，初期密度 2.2ton/m<sup>3</sup>の大型円柱供試体を作成し、振動締固め実験を実施した。締固めに用いた起振機の性能は、静的荷重 0.2ton，起振力 0.6ton，起振周波数 40HZ である。加振は、加振時間 20 秒，40 秒，100 秒をそれぞれ4，3，2回ずつ順次行った。また実験中、非接触型変位計により各変位計間の変位を各締固め段階毎に測定した。なお、加速度、圧力についても計測したがここでは省略した。

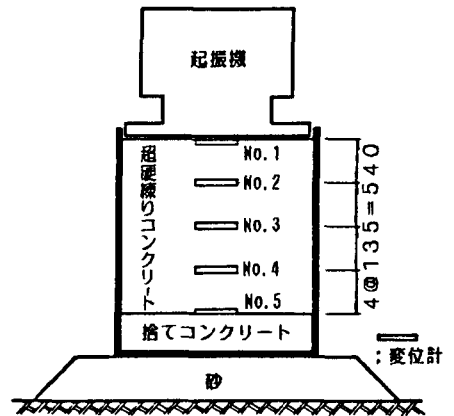


図-1 実験概要図

3. 解析手法

解析に用いたモデルは図-2に示した4要素一次元粘弾性モデルである。以下にこのモデルの運動方程式を示す。

$$[M] \cdot \{\ddot{U}^n\} + [K] \cdot \{U^n\} = \{F^n\} + \{H^n\}$$

ここで、

- [M] ; 質量マトリックス      { $\ddot{U}$ } ; 節点加速度ベクトル
- [K] ; 接線剛性マトリックス    {U} ; 節点変位ベクトル
- {F} ; 節点外力ベクトル      {H} ; 緩和力ベクトル

式中、nは、時間軸を微小区間に分割した時のnステップ目であることを表している。なお、この運動方程式の数値積分は、Newmark  $\beta$  法で行う。

4. 振動締固め実験のシミュレーション

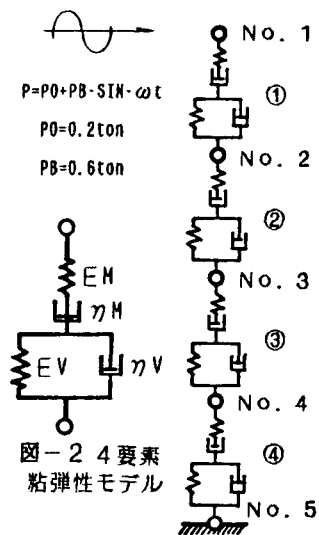


図-2 4要素粘弾性モデル

図-3 シミュレーションモデル

締固め実験シミュレーションモデル

を図-3に示した。図中の節点No.1~No.5は、実験の変位測定位置と対応している。また、シミュレーションは、数値積分の微小時間間隔を0.002秒、 $\beta = 1/4$ として計算を行った。計算に用いた諸定数は、EM, EV,  $\eta V$ をそれぞれ1000kgf/cm<sup>2</sup>, 1000kgf/cm<sup>2</sup>, 200kgf·sec/cm<sup>2</sup>の一定値とし、 $\eta M$ の値だけをパラメータとして変化させた。各要素の $\eta M$ は計算による各締固め段階の節点最終変位量が実験値のそれと一致するように決定した。図-4に締固め時間と変位量との関係を示した。4要素一次元粘弾性解析より得られた変位量は実験から得られた超硬練りコンクリートの内部変位量と良い符号を示している。また、締固め時間と各要素の $\eta M$ との関係を図-5に示した。この結果は、締固めが進行するにつれて $\eta M$ の値が大となることを示している。図-4および図-5の結果より締固め程度が進行する(単位振動締固め時間当りの変形量が減少する)につれて、計算定数 $\eta M$ の値が大きくなるのがわかる。これらの結果より、超硬練りコンクリ

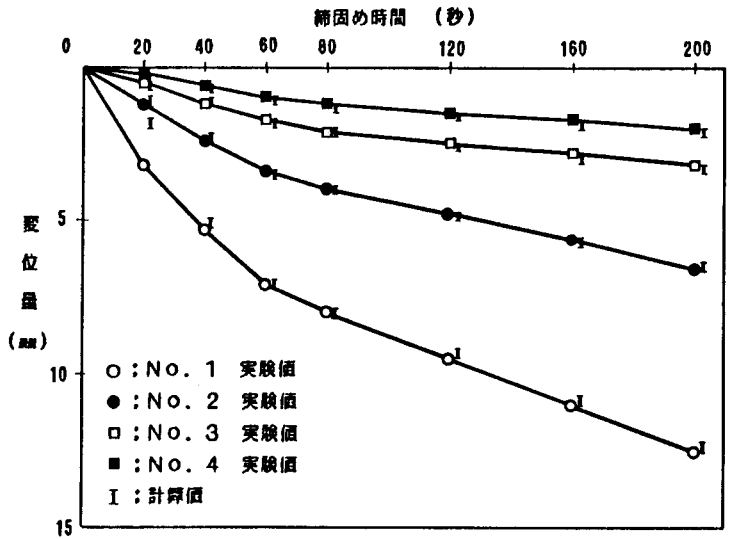


図-4 締固め時間と変位量との関係

ートの締固め挙動と本解析手法で用いた $\eta M$ の値の間には強い相関があると考えられる。また、供試体の上層と下層とでは、締固まり状態が異なり、下層よりも上層の方が締固めによる最終変形量が大きく、最終的な $\eta M$ の値も上層の方が下層よりも大となっている。なお、実験終了後、採取したコアより得られた密度は、上層が2.385ton/m<sup>3</sup>であり、下層が2.258ton/m<sup>3</sup>であった。

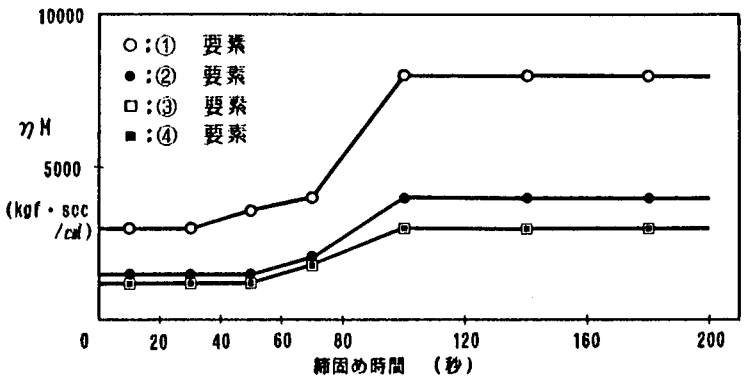


図-5 締固め時間と $\eta M$ との関係

5. おわりに

今回のシミュレーション結果より、超硬練りコンクリートの振動締固め変形量と4要素一次元粘弾性解析モデルの計算定数 $\eta M$ とは、強い相関があると考えられる。

また、超硬練りコンクリートの振動締固め解析を行うに当たり、今後の課題としては、ひずみ速度に依存する計算定数 $\eta M$ により締固め程度を評価することの妥当性、および実際の超硬練りコンクリートの物性値と解析に用いる計算定数との整合性の検討等が挙げられる。

<参考文献>

- 1) 渡辺啓行; 「有限要素法による粘弾性体の振動解析」土木学会論文報告集 第198号, 1972, 2
- 2) 堀井健一郎, 川原睦人; 「有限要素法による粘弾性体の解析法」土木学会論文報告集 第179号,