

東京都立大学 学生員 杉森誠志
 東京都立大学 学生員 三栖幸彦
 東京都立大学 フェロー 國府勝郎
 東京都立大学 正会員 上野敦

1. はじめに

超硬練りコンクリートは締固めの良否により、品質の変動が大きいコンクリートであるため、十分な締固めが必要である。また現場での締固めは振動ローラで行われるが、外部振動機による締固めは理論的根拠に乏しく、締固め作業は経験的に行われている。そのため締固めの定量的な評価が必要である。

本研究は、締固め性試験を基礎としたシミュレーションによる品質管理システム、転圧施工設計の確立を目標としたものである。本研究の特徴は、試験により物性値を検討し、シミュレーションを用いて締固め進行過程や、締固め層内の任意の位置の充填率を予測することである。しかし、動的な物性を測定することは非常に難しいため、静的試験より求めた物性値と、締固め層内の応答加速度波形を最も良く模擬するシミュレーションから求めた物性値と比較し、静的な物性試験からシミュレーションに用いる物性値が予測可能かを検討する。

表-1 配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					Mass (kg/l)
		W	C	S (細)	S (粗)	G	
35	42	120	343	170	681	1186	2.500

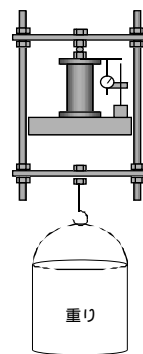


図-1

持続载荷試験装置

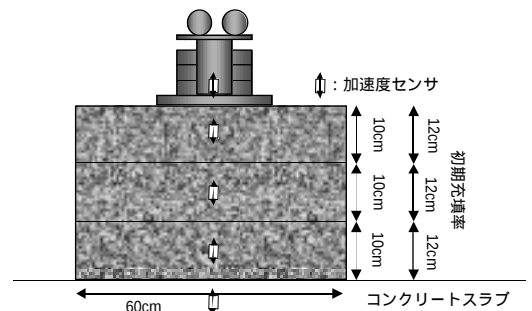


図-2 表面振動機による締固め試験

2. 物性試験

物性試験としてはφ10×20cmの型枠を用いて充填率90、92、94、96、98%の供試体を作製し、フレッシュコンクリートの持続载荷試験を行った。表-1に配合を示す。载荷荷重は各充填率の一軸圧縮強度の30、60%、計測時間は600secとした。図-1に試験装置を示す。

3. 表面振動機による締固め試験

表面振動機による締固め試験を図-2に示す。60×60×60cmの鋼製型枠に締固め終了後高さが30cmとなる量の試料を3層に分けて投入し、層の高さ中央に加速度センサを埋設した。また、初期充填率が83%となるように初期高さは1層12cmの3層36cmとして試験を行った。

4. シミュレーション

図-3にシミュレーションモデルを示す。粘弾性モデルとしてVoigtモデルを採用した。その理由は、バネ-質点系一次元モデルの場合、Voigtモデルが最も精度良く締固め層内の加速度応答波形を模擬できたからである。

本研究のシミュレーションは締固め性試験を基礎としており、ある締固め時間における各節点の加速度を求め、運動エネルギーを算出し、締固め関数により新たな充填率を得るシステムとしている。これを逐次繰り返すことにより充填率変化に応じて物性値を修正しながら計算を行っている。¹⁾

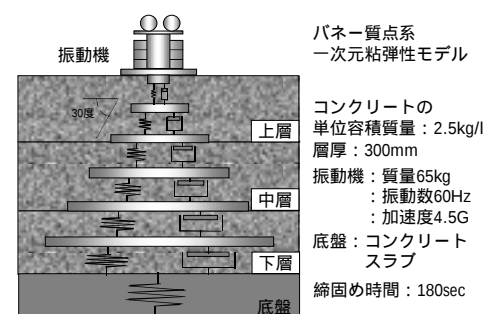


図-3 シミュレーションモデル

キーワード：超硬練りコンクリート、締固め性試験、シミュレーション

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南王沢1-1 TEL 0426-77-1111 FAX 0426-77-2772

5. 結果および考察

(1) 物理試験結果および考察

持続載荷試験から得られるひずみ - 時間曲線を三要素モデルの材料構成式でシンプレックス法により近似させ、粘弾性定数を求めた。Voigt部分の粘弾性定数の充填率による変化を図 - 4 に示す。パラメータ 2 は Voigt 部分のバネを表し、減衰比は Voigt 部分のバネとダッシュポットから表される値である。パラメータ 2、減衰比ともに充填率が上がるにつれて大きくなり、本配合では充填率 96% 付近で最大となった。これは、充填率が上がるにつれて骨材のかみ合わせがよくなることや、ペーストの粘着力がより強固に作用するためだと考えられる。また充填率が 96% 以上になると小さくなる傾向がある。この理由は、ペースト細骨材空隙比 k_p 1.3、モルタル粗骨材空隙比 k_m 1.6 であり、細骨材、粗骨材の粒子間容積以上のペースト、モルタルが存在しているため、充填率が 98% くらいに達すると過剰なペースト、モルタルが骨材間から押し出され、供試体上面に層が生じるためだと考えられる。

(2) シミュレーション結果および考察

図 - 5 に締固め試験の応答加速度から求めた層内の充填率分布とシミュレーション結果を示す。図 - 6 にシミュレーションから求めた物性値を示す。この物性値は、締固め試験の応答加速度波形に、シミュレーションの結果が最も近似する値を繰り返し計算により求めたものである。

図 - 4 と図 - 6 とを比較すると、充填率に伴う物性値の変化傾向は良く一致している。しかし、シミュレーションから求めたパラメータ 2 の値は静的試験から求めた値の約 1/6、減衰比は約 1/14000 の結果となった。このように充填率に伴う物性値の変化傾向は、簡単な物性試験によるものとシミュレーションによるものとが定性的に一致していることから、両者の関係をさらに検討することが重要と考えられる。

6. まとめ

本研究の締固め性試験を基礎としたシミュレーションは、適切な物性値を用いて行えば、締固め層内の充填率分布を予測することができる。

持続載荷試験からシミュレーションに用いる物性値を予測できる可能性はあるが、コンクリートの配合、振動条件が変わった場合コンクリートの物性は変化するため、動的物性値の実験的研究を行う必要がある。また振動ローラの移動を考慮したシミュレーションを検討する必要がある。

本研究は文部省科研費（基盤研究（B）（1）11555119）によったものである。

【参考文献】

1) 三栖、國府：表面振動機による超硬練りコンクリートの締固め挙動とそのシミュレーションに関する研究

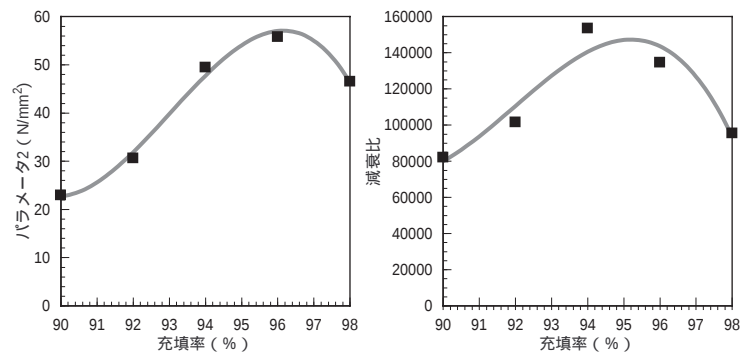


図 - 4 持続載荷試験結果

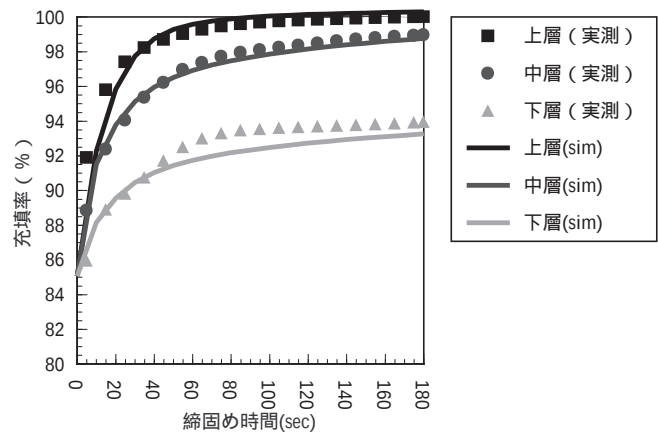


図 - 5 締固め進行に伴う締固め層内の充填率分布

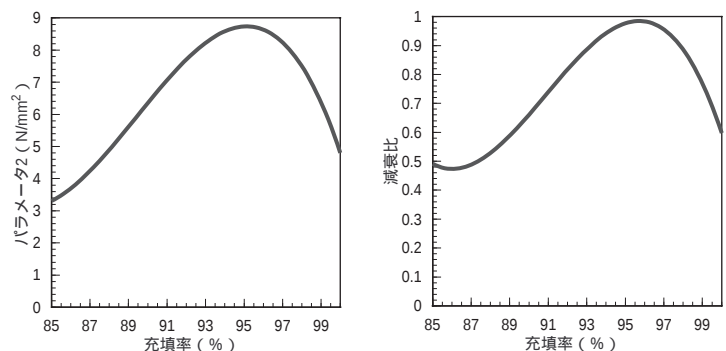


図 - 6 シミュレーションから求めた物性値