

超硬練りコンクリートの締固め挙動の解析的研究

東北学院大学 正会員 菅井幸仁
宮城県庁 正会員 千葉佳和
東北学院大学大学院 学生員 安藤智紀
東北学院大学 正会員 遠藤孝夫

1. はじめに

現在、締固めエネルギーに着目した締固め性試験方法が提案されている。この試験方法を用いた超硬練りコンクリート（以下RCC）の施工管理システムとして図-1のようなフローが考えられる。この際、締固められるコンクリート中の加速度の分布を適切に算定する事が必要となり、物性値の評価が大きな問題として浮上してくる。そこで、本研究では、一次元5質点系Kelvinモデルと、一次元5質点系四要素粘弾性モデルを用い逆解析によりRCCの物性値の同定を行い、ヤング係数を求め、一軸圧縮試験結果から求めた値と比較し、妥当性を検討する。

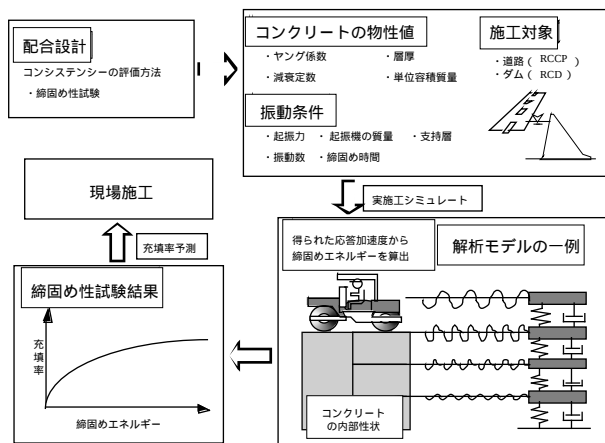


図-1 締固め管理システム

2. 上載式振動機による振動締固め実験

杉森¹⁾らの行った上載式振動機による室内実験は、締固め進行過程のコンクリート層内の加速度を、加速度センサを振動機、コンクリート各層、支持面の中心に埋設して計測したものである。鋼製型枠の寸法は60×60×60cmで、起振機の接地面は直径30cmの円形である。実験に用いられたRCCの配合を表-1に示す。

3. 一軸圧縮試験

逆解析により求められたヤング係数と比較検討するため、三栖²⁾らの一軸圧縮試験で得られたヤング係数と比較した。供試体の作製は締固め性試験装置を用い、配合は配合w115, w120-1を用いている。また、締固め性試験結果¹⁾を表-2に示す。

4. 順解析手法

起振機でRCCを締固める問題を考え、RCCをKelvinモデルと四要素粘弾性モデルで表されると仮定した。

解析モデルを図-2に示す。

Kelvinモデルの振動方程式は式(1)で表され、振動解析手法として、Newmarkの法を用いている。

四要素粘弾性モデルの振動方程式は式(2)で表され、中央差分法を用いている。

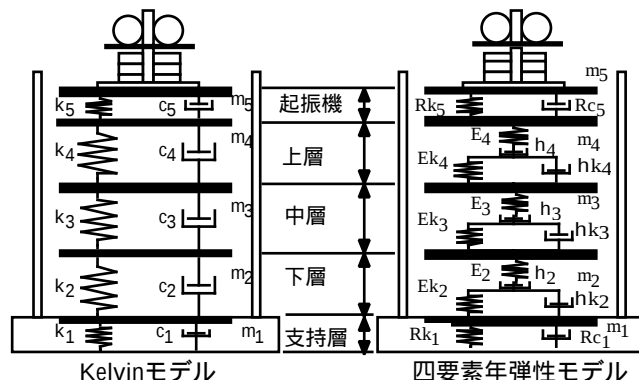


図-2 解析モデル

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{P\} \quad (1)$$

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} - \{H\} = \{P\} \quad (2)$$

表-1 コンクリート配合表

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)				Mass (kg/l)
			W	C	S	G	
w115	35	42	115	288	781	1314	2.49
w120-1	35	42	120	343	681	1186	2.5
w120-2	35	43	120	343	876	1170	2.509

W/C: 水セメント比 s/a: 細骨材率

Mass: 単位容積質量

表-2 締固め性試験結果

配合No.	Ci	Cf	E98	Ce	b	d
w115	80.9	99.24	268.86	0.987	0.1041	0.586
w120-1	82.1	98.89	151.75	1.110	0.1150	0.647
w120-2	83.6	99.82	349.60	0.967	0.1029	0.613

Ci: 初期充填率 Cf: 達成可能充填率

E98: 充填率98%に達するときの締固めエネルギー

Ce: 締固め効率 b, d: 実験定数

5. 飛び跳ねの考慮

実測の応答加速度波形は、乱れが大きい。この乱れの原因の一つとして起振機の飛び跳ねが挙げられる。

コンクリートと起振機の間に引張力は働かないと考え、コンクリートの反力が負値を取るときにコンクリートと起振機を切り離し飛び跳ね現象を考慮する。

キ - ワード: 超硬練りコンクリート, 四要素粘弾性モデル, 逆解析

連絡先: 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1丁目13-1 電話番号: 022-368-1115

6. 逆解析手法

逆解析手法としてGauss-Newton法を用いた．逆解析によりバネ係数等を同定し，ヤング係数を求める．

7. ヤング係数の算出

逆解析により同定したバネ係数 k とコンクリートの断面積 A およびコンクリートの高さ l よりヤング係数 E を求める．ヤング係数の算定式を式(3)に示す．

$$E = kl / A \quad (3)$$

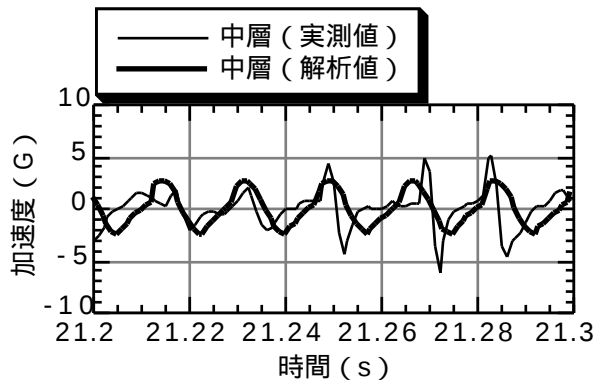


図-3 w115-実測応答加速度と解析値
(Kelvinモデル)

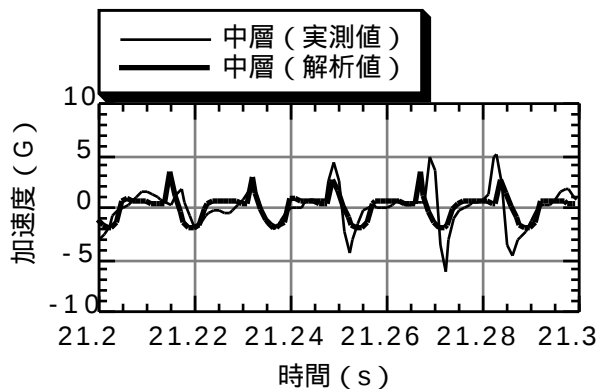


図-4 w115-実測応答加速度と解析値
(四要素粘弾性モデル)

8. 解析結果および考察

図-3～4に，上載式振動機による締固め実験で得られた応答加速度と，逆解析により同定した物性値を用いて行った順解析で得られた応答加速度波形を比較して示す．振動解析により求められた応答加速度は，Kelvinモデル，四要素粘弾性モデルともに，振幅の大きさ，周期が良好に近似している．Kelvinモデルと四要素粘弾性モデルの振動解析による中層の応答加速度波形を比較すると，飛び跳ね現象はともに起きているが，四要素粘弾性モデルの方が振動機の飛び跳ねによる影響を良好に表現できている．

図-5～6に逆解析により同定した物性値から算出したヤング係数と一軸圧縮試験結果から得られたヤング係数の比較を示す．ヤング係数は，締固めの進行にしたがって増加の傾向を示すが，100秒前後になると一定値に収束する傾向を示す．これは，振動締固めによって，コンクリート中の空隙がモルタルで充填され，コ

ンクリートが徐々に高密度となって，剛性が一定値に収束するためだと思われる．

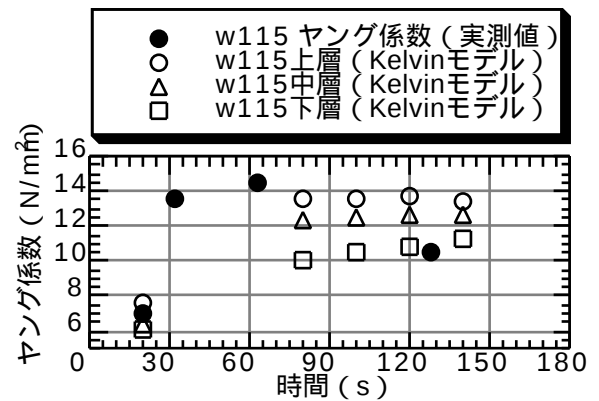


図-5 w115-ヤング係数の実測値と解析値の比較
(Kelvinモデル)

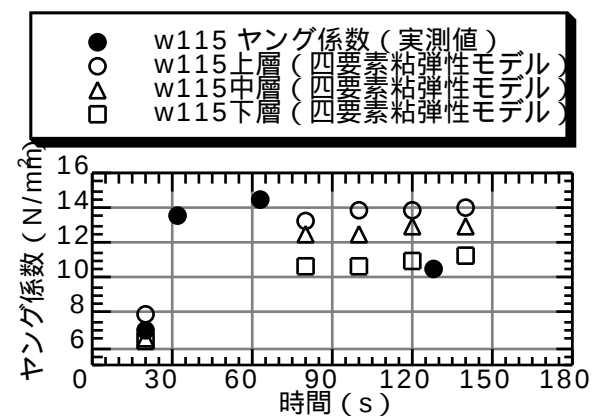


図-6 w115-ヤング係数の実測値と解析値の比較
(四要素粘弾性モデル)

9. 結論

以下に本研究の結論を示す．

- 1) 逆解析により得られた物性値を用いて計算した応答加速度と実測された応答加速度の振幅，周期は，締固め時間内でほぼ良好に近似していると判断できた．
- 2) 一次元5質点系Kelvinモデルに比べ，一次元5質点系四要素粘弾性モデルで解析して，得られた応答加速度は，振動機が飛び跳ねる現象の影響を良好に表現している．
- 3) 一軸圧縮試験結果から得られたヤング係数と逆解析により求めたヤング係数は良く近似し，締固めの進行とともに増加する．

以上より，振動モデルを仮定し，逆解析により同定したヤング係数と一軸圧縮試験結果から得られたヤング係数は，良好に近似することが示された．

参考文献

- 1) 杉森誠志，国府勝郎，三栖幸彦，上野敦，早川健司：転圧コンクリートの配合設計および施工管理に対する締固め性試験の応用，コンクリート技術シリーズ No.37，フレッシュコンクリートのコンシステンシー評価に関する技術の現状と課題シンポジウム論文集，pp. -1～ 8，2000
- 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固め挙動とそのシミュレーションに関する研究，東京都立大学，修士論文，1998.3