

V-25

超硬練りコンクリートの振動転圧による加速度伝播と充填率分布

秋田大学 学 ○茂木 孝祐
学 小笠原 洋
正 加賀谷 誠

1. まえがき

超硬練りコンクリートを用いた構造物の品質を確保するために、締固め性を評価し、その結果を用いて充填率を予測して施工する方法を構築する必要がある。本研究では表面振動機を固定および移動させて、締固めを行ったときのコンクリート層底部の加速度を測定しながら、締固め過程の可視化実験による画像解析結果から充填率分布を求めた。また、締固め性試験により得られた締固め仕事量を用いて加速度に基づいて充填率を予測する方法を検討し、コアを採取してその妥当性を検証した。

2. 実験概要

普通セメント、混和剤（遅延型 AE 減水剤）、混合砂（密度 2.59g/cm³、吸水率 2.97%、粗粒率 2.66）、碎石（最大寸法 20mm、密度 2.67g/cm³、粗粒率 6.60、吸水率 1.54%）を使用した。表-1 にコンクリートの配合を示す。コンクリートの練混ぜには容量 50 l の強制練りミキサーを用い、練混ぜ時間を 90 秒とした。コンシステンシーを VC 振動締固め試験および締固め性試験（初期充填率約 86%、振動数を 50Hz）により測定した。質量 35.7kg、振動数 50Hz、加速度 9.5G の表面振動機を使用して、締固め過程の観察を行った。用いた型枠の寸法は、長さ 59.3cm、幅 15.7cm、深さ 38.6cm であって、可視化のため厚さ 10mm のアクリル板表面に 7.5×14.8cm のメッシュを入れたものをせき板として使用した。この型枠に充填率 100% で試料高さ 15cm となるように試料を投入し、初期充填率約 86% になるように無振動転圧を行った。その後振動締固めを振動機を中央に固定した場合（固定式）と、振動機を片道約 10 秒間で 4 往復（8 回）移動させた場合（移動式）について実施した。移動式について締固め過程をデジタルビデオカメラにより録画し、画像解析によりアクリル板表面の各メッシュの面積に対する空隙面積の比率から空隙率を求めて充填率を算定した。図-1 に可視化実験の状況を示す。加速度計は、マグネットタイプであり厚さ 3mm の鋼板を上面に有する箱の内部に装着された。

表-1 コンクリートの配合

配合 種別	VC (sec)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S	G	Ad
A配合	50	107	289	861	1236	0.72
B配合	20	117	289	850	1221	0.72

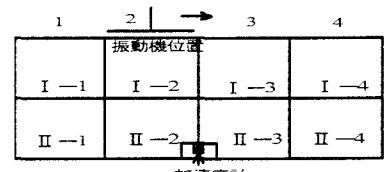


図-1 可視化実験状況

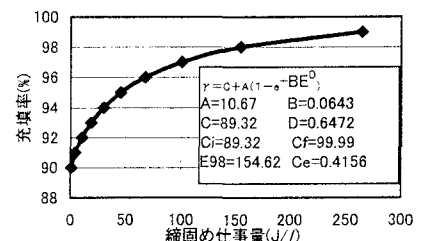


図-2 充填率曲線

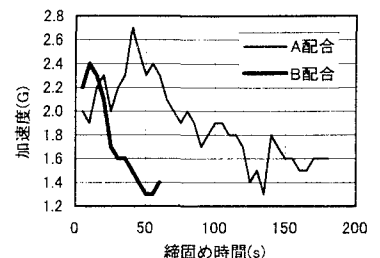


図-3 締固め時間と加速度の関係

3. 実験結果及び考察

図-2 に B 配合の場合の充填率曲線を示す。図中に充填率を予測するための近似式を示した。図-3 に固定式の締固め時間と加速度の関係を示す。コンクリート表面上に鉄板（縦 14.3cm、横 52.2cm、厚さ 0.58cm）を置き、中央部分に振動機を固定し、A、B 配合に 180 秒、60 秒間振動をそれぞれ加えた。締固め時間の増加に伴い加速度は増加して最大値に達し、その後減少して一定値に漸近する傾向が認められる。この傾向は、表面振動機上で計測された既往の研究結果¹⁾とほぼ対応する。これは締固めによるモルタル成分の流動で、振幅が減衰することに起因すると考えられる。単位水量が少ないほど加速度が減少しにくいのはモルタル成分の流動に時間を要し、下層部ほどこれが著しくなることによると考えられる。図-4 に移動式の振動機の位置と加速度

の関係を示す。振動機が加速度計に近づくにつれて増加し、通過後減少すること、また、図-3 に示したように回数の増加により最大加速度は減少することがわかる。図-5 に移動した表面振動機の位置と定点 II-3 (図-1 参照) における充填率の関係を示す。振動機の移動に伴って定点上を通過した後も直線的に充填率は増加することがわかる。加速度は表面振動機が加速度計上を通過すると減少するが、充填率は加速度が伝播していれば増加する傾向が認められたことから、加速度の累積値と充填率の関係を図-6 に示した。充填率は画像解析で求めたものである。 α は片道 10 秒で締固めた際の振動機が 1~4 にあるときの測定加速度である。表面振動機が一箇所につき $t=2.5$ 秒間締固めを行ったと仮定して αt を求めて累積した。累積加速度と充填率の間には、相関が認められる。したがって、累積加速度を測定して充填率の予測を試みた。図-7 に締固め性試験の結果から求めた累積加速度と充填率の関係を示す。試験において振動数 f と α は 50Hz と 5.3G で一定であるから、次式より任意の締固め仕事量 E (J/l) における充填率と時間 t を算定した。

$$E = m \frac{\alpha^2_{\max}}{(2\pi)^2} t, \quad m: \text{試料の単位容積質量 (kg/l)}$$

表-2 は固定式と移動式で行ったときの累積加速度とこれを用いて締固め性試験図-7 から予測した充填率を示したものである。固定式では $t=10$ 秒間とし、移動式では $t=2.5$ 秒としてその間の加速度を一定とした。また、加速度計真上の充填率はコアを採取して求めた。表より固定式で A、B 配合を用いた場合と移動式で B 配合を用いた場合の予測した充填率は、コアの充填率より 0.7~2.6% 小さく、締固め性試験から求めた累積加速度と充填率の関係をを用いることにより、転圧層内の累積加速度の測定結果を用いて充填率を安全側に予測可能と考えられる。

4. まとめ

- (1) 締固め過程において伝播加速度は増加後最大値に達し、その後減少して、一定値に漸近するが、充填率は加速度の伝播により漸増する。
- (2) 表面振動機を移動して締固めを行ったとき、移動距離と移動速度から経過時間を求め、これに測定加速度を乗じたものを累積して累積加速度を求めることができる。
- (3) 累積加速度と加速度測定位置の充填率の間には正の相関が認められる。
- (4) 締固め性試験によって得られる累積加速度(加速度×経過時間)と充填率の関係をを用いれば、振動締固めを行ったコンクリート層内の累積加速度を求めることにより、充填率分布を予測可能であると考えられる。

本研究は、平成 13 年度科研費(基盤研究(B)研究代表者 國府 勝郎)により実施された。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 西原 康夫ほか：超硬練りコンクリートのコンシステンシーと転圧効果の関連性に関する基礎的検討、土木学会コンクリート技術シリーズ 37、pp13~18、2000。

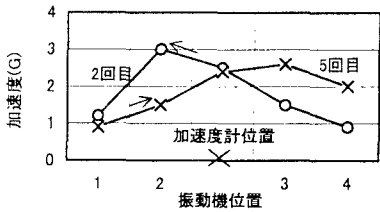


図-4 振動機位置と加速度の関係

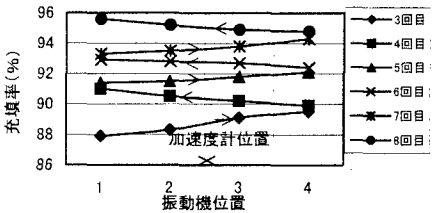


図-5 振動機位置と充填率の関係

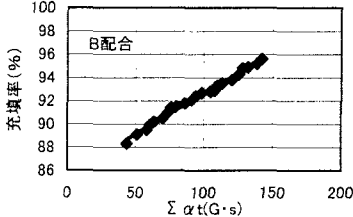


図-6 移動式における累積加速度と充填率の関係

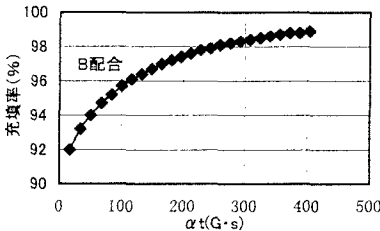


図-7 締固め性試験における累積加速度と充填率の関係

表-2 充填率の予測値と実測値

配合	締固め方法	累積加速度 (G·s)	累積加速度による充填率の予測値	コアの充填率
A	固定	344	96.8%	97.5%
B	固定	103	95.9%	96.5%
B	移動	142	96.6%	98.6%