

フレッシュコンクリートの振動締固め挙動に関する解析的考察

熊本大学大学院 学生会員 野上 圭一
 熊本大学大学院 学生会員 國居 史武
 熊本大学大学院 正会員 大津 政康

1. はじめに

コールドジョイントの発生を防止するために、2層間の処理として上・下層を一体化されるように突固めやバイブレータによる振動締固めが有効であるとされている¹⁾。しかし、許容打重ね時間等の理論的評価は明らかにされておらず、施工不良とフレッシュコンクリートの締固め機構の関係を明らかにすることは重要であると考えられる。本研究では、フレッシュコンクリートの硬化過程を調べるために物性値の24時間計測を行った。それらの値を用いて固相-液相の2相問題として境界要素法（BEM）により、コンクリート内の間隙水圧分布の経時変化について解析的に検討を行った。

2. 解析手法

動的な場での水圧 P の発生する液相と振動変位 u を受ける固相の支配方程式は以下ようになる。

$$\text{固相の釣合式：} \quad \rho(-\omega^2)u_i = (\lambda + \mu)u_{j,ji} + \mu u_{i,jj} + p_{,i} \quad (1)$$

$$\text{液相の連続式：} \quad p_{,ii} = -\left(\rho^f \omega^2 + \frac{\gamma_w}{k} i\omega\right)u_{i,i} \quad (2)$$

ここで、 ρ^f ：液相の密度、 μ ：Lameの定数、 γ_w は液相の単位体積重量、 ω は円振動数、 k は透水係数である。

この2式を連成させて固相・液相の2相問題として、動的BEM解析²⁾を行った。

3. 物性値の測定結果

実験には表-1に示す水セメント比の異なる2種類の配合のフレッシュコンクリートを用いた。コンクリートの硬化過程を考察するために透水係数は変水位透水試験により12時間、弾性波の位相速度とQ値は24時間に渡り恒温室（室温20℃、湿度64%）で計測した。

上述した試験により得られた一例として、位相速度の経時変化を図-1に示した。これにより3時間付近で急激に値は変化し12時間以降はほぼ一定となることが認められる。

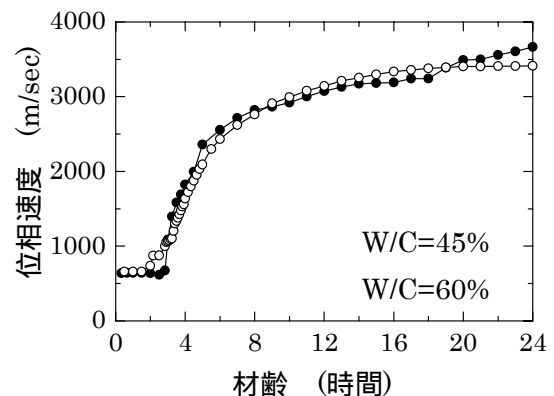


図-1 位相速度の経時変化

表-1 コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	単体量 (kg/m ³)				AE 剤 (cc)
				W	C	S	G	
20	45	42.3	7.8	178	407	714	973	122
20	60	40	21.3	228	380	690	1035	114

キーワード：振動締固め、間隙水圧、境界要素法、二相問題

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1、(tel) 096-342-3542、(fax) 096-342-3507

4. BEM 解析

BEM 解析は図 - 2 に示されているような、パイブレータを 12cm 貫入した状態でのコンクリートが打設された 30cm × 30cm の 2 次元モデルとした。型枠は含まずコンクリートのみをモデル化しており、パイブレータとコンクリートとの境界上節点に周波数 130Hz、振幅荷重 43N、が載荷されているとした。

W/C = 45% のコンクリートの試験により求めた各時刻における物性値を用いて、打設から 1 時間・3 時間・5 時間が経過した状態での間隙水圧分布を BEM 解析により求めたものをそれぞれ図 - 3(a)、(b)、(c) に示す。

打設 1 時間後では間隙水圧の値は小さいが、3 時間後になるとその値は倍増した。しかし、5 時間後になると 3 時間後から間隙水圧の値に大きな変化が見られないことがわかる。これは、図 - 1 に示す位相速度が、1 時間から 3 時間では一定値で小さいが、透水係数の値が減少したため間隙水圧が急増したと考えられる。また、3 時間から 5 時間にかけては、位相速度の増加により間隙水圧は小さくなるが、透水係数の値も小さくなっているため、間隙水圧の値が停滞したものと考えられる。

間隙水圧の値の停滞が始まる時間は、コンクリートの許容打重ね時間間隔といわれている 3 時間とほぼ対応していることから、コンクリートの物性変化をもとにした BEM 解析により、許容打重ね時間間隔を定量的に把握する手法を確立する可能性が示されたと考えられる。

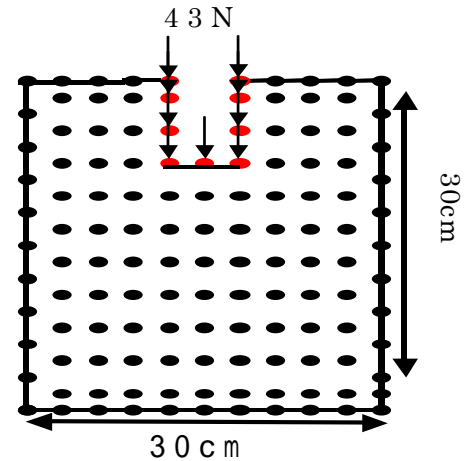


図 - 2 解析モデル

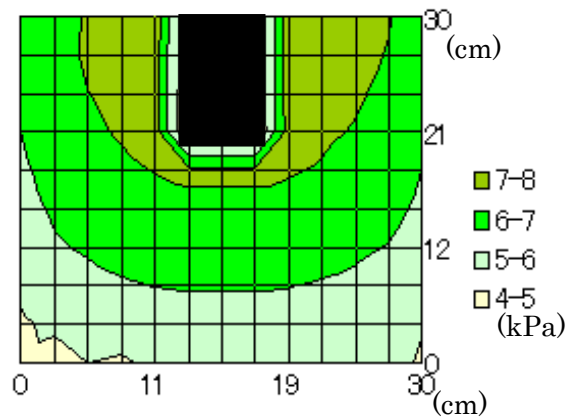


図 - 3(a) 打設 1 時間後の間隙水圧分布図

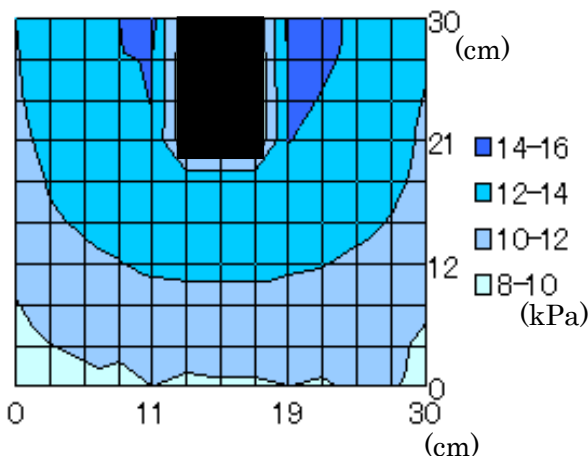


図 - 3(b) 打設 3 時間後の間隙水圧分布図

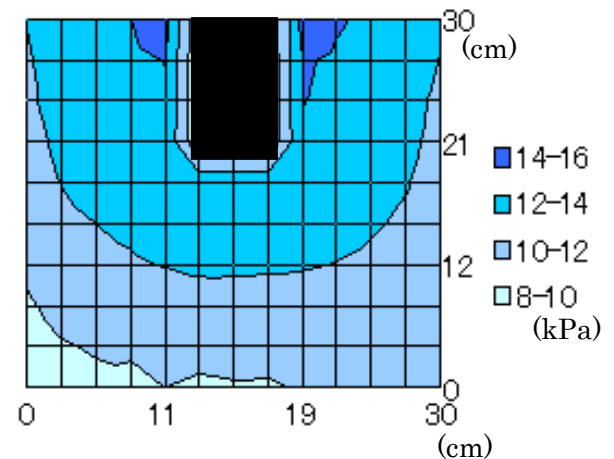


図 - 3(c) 打設 5 時間後の間隙水圧分布図

参考文献

- 1) コンクリート構造物のコールドジョイント問題と対策、コンクリートライブラリー103、土木学会
- 2) 國居史武、横山禎之、野上圭一、大津政康：超硬練りコンクリートの振動締固め機構の解明に関する研究、コンクリート工学年次論文集、pp319-324、vol.23、No.2、2001.7