

超硬練りコンクリートの振動締め固め機構のBEM解析

熊本大学工学部 学生員 ○上野 修司 熊本大学工学部 正 員 大津 政康
 熊本大学工学部 正 員 友田 祐一 熊本大学工学部 正 員 重石 光弘

1、はじめに

RCD工法において、VC試験に代表される品質管理などの施工性に対して、その締め固め機構は完全に解明されているとは言えない。現在の急務は施工の効率向上のための定量的な締め固め度評価法の確立であると考えられる。一般に、RCD工法において、締め固め度は、その沈下量により評価されてきた。しかし、沈下量は打設時のコンクリート層厚に比例することから、今日のように施工日数短縮の為にRCDの層厚が厚くなってくると、沈下量のみで締め固め度を評価することは困難になると考えられる。そこで、境界要素法(BEM)を用いて、表面振動機の振動条件を変化させたときの、フレッシュコンクリート締め固め層内の圧力変化を解析的に検討し、締め固め機構を解明しようと試みた。

2、供試体モデル

参考文献1)での超硬練りコンクリートのモデル実験を参考にして図のようなRCDコンクリートが打設された20×18(cm)の型枠をモデルとした。型枠モデルコンクリートの表面境界点、すなわち22番から33番のところに表面振動機があると仮定し、22番から33番の所に振動荷重を与えた。この場合振動荷重は1kgf/cm²としている。境界、内部点は必要に応じてとってある。境界上節点は40点、内部点は135点である。そして、型枠は含まず、RCDコンクリートのみをモデル化している。

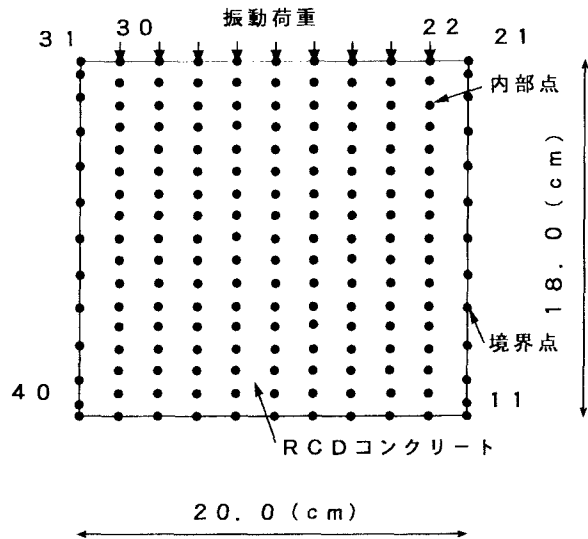


図-1

3、解析方法

動的な振動数 ω 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式は以下になる。

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

$$p_{,i} = (-\rho' \omega^2 - i \frac{\gamma_w}{k} \omega) u_{k,k} \quad (2) \quad \text{：連続式}$$

(1)式は、水の圧力勾配を含む固相の釣合式で、(2)式は、圧力と体積ひずみの連続式(λ, μ : Laméの定数、 u : 体積ひずみ、 ρ' : 液相の密度、 k : 透水係数、 p : 間隙水圧)である。解析では、この二式を用いて、固体-液体の二相問題として動的BEM解析を行った。式(1)に水の圧力勾配を含むことにより、振動荷重を与えたときのRCDコンクリート中の水圧の影響も再現できる。解析では、ヤング率=20000kgf/cm²、ポアソン比=0.2、密度=2.5g/cm³として、二式を連立させて解を求めた。この場合に内部の圧力と体積ひずみが未知量となるために、モデルのように境界要素法でありながら、解析に内点も必要となる。

4、結果及び考察

× : FR:42.6(Hz) △ : FR:48.4(Hz) ◇ : FR53.6(Hz) □ : FR58.4(Hz)

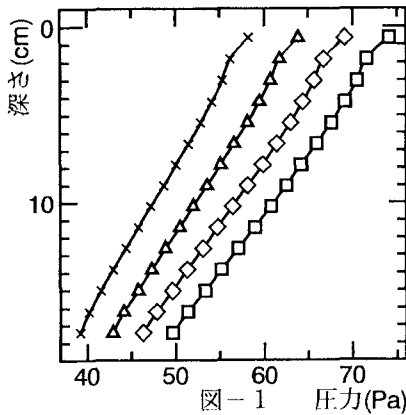


図-1 圧力(Pa)

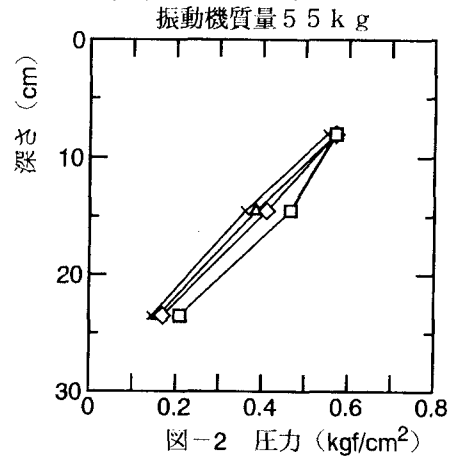


図-2 圧力 (kgf/cm²)

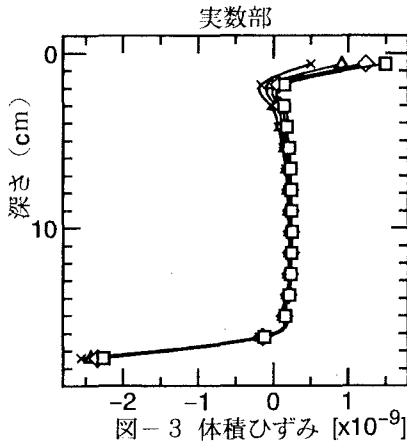


図-3 体積ひずみ $[\times 10^{-9}]$

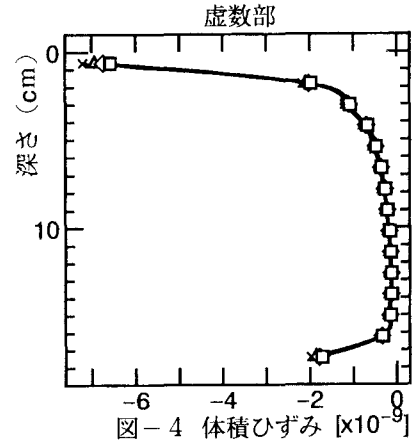


図-4 体積ひずみ $[\times 10^{-9}]$

RCD層内の締め固め機構を検討するためには、圧力の深さ方向分布を明確にする必要がある。ここでは参考文献にあわせ周波数を{42.6, 48.4, 53.6, 58.4 (Hz)}の場合の中心断面の挙動を見ていくことにする。図1, 3, 4が解析の結果で、図2が参考文献中での超硬練りコンクリートのモデル実験の結果である。図1, 2は縦軸に深さ、横軸に圧力をとっている。材料定数、入力振幅などの条件が異なるために、値の大きさが多少異なる。また、それらの条件が異なることにより、参考文献中の実験よりも、各周波数による値の変化が、解析では、強調されていると考えられる。しかし、振動数の影響による圧力の変化の傾向はよく一致しており、底部から上部への圧力変化もよく解明されている。図-3, 4は実数部、虚数部、両方において、体積ひずみは各周波数ごとほぼ一致しており、ヤング率が同じならば体積ひずみは周波数の影響を全くと言っていいほど受けていないことが分かる。下層部において体積ひずみが再び大きくなっているのは解析において、小さな型枠を使用したため、下層部で反射が起こっているものと考えられる。このように、供試体モデルでのフレッシュコンクリート挙動が解析的に明らかにされたと考えられる。今後、材料定数、物性値、解析の条件を現場のデータに合わせることで、RCDコンクリート内での圧力変化をシミュレートでき、締め固め機構を解明できると期待できる。

参考文献：1) 早川健司、國府勝郎、上野敦：表面振動機による超固練りコンクリートの振動締め固め機構に関する研究、コンクリート工学年次論文集、vol. 17, No. 1, 593-598-1995