

V-505 RCD コンクリートの振動締固め機構の解析的考察

○熊本大学大学院 学生会員 國居史武
 森永建設(株) 正会員 戸田和博
 熊本大学工学部 正会員 大津政康

1. はじめに

RCD 工法がダム施工の実施に移されてからまだわずかではあるが、その技術開発はめざましいものがある。しかし、RCD 工法への信頼感とは未だに確立されておらず、その原因の一つが締固め機構の不明な点とされている¹⁾。そこで、境界要素法(BEM)を用いることにより、振動実験において測定された間隙水圧から定常状態における RCD コンクリートのヤング係数と透水係数の推定を行い、コンクリートの動的挙動における非定常から定常への遷移については、AE 計測により検討した。

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になる。

固相の釣合式：

$$\rho \frac{d^2 u_i}{dt^2} = (\lambda + \mu) u_{j,ji} + \mu u_{i,ji} + p_{,i} \quad (1)$$

液相の連続式：

$$p_{,ii} = -\rho_f \frac{d^2 u_{k,k}}{dt^2} - \frac{\gamma_w}{k} \cdot \frac{du_{k,k}}{dt} \quad (2)$$

ここで、 ρ_f : 固相の密度 λ, μ : Lamé の定数、 γ_w は液相の単位体積重量、 k は透水係数である。

3. 実験方法

図-1 に示すような直径 20cm、高さ 40cm の鋼製円筒型枠に表-1 に示すスランプ 0cm の配合のフレッシュコンクリートを打設し、敷き均した後、間隙水圧計を供試体の底面(0cm)と底面から 20cm の 2ヶ所に設置して、それぞれの位置での間隙水圧を測定した。コンクリート上には厚さ 5mm の鋼製の蓋をし、振動器で 392N の荷重載荷した状態で 60Hz の振動を加えた。AE センサ(共振周波数 60kHz)は鋼製円筒型枠外面の底面から 20cm の位置に 1 個取り付け、AE の発生頻度を測定した(60dB 増幅)。測定時間は、間隙水圧の値が一定となる定常状態が確認できるまでとした。解析には、BEM 解析理論に基づいた二次元解析プログラム²⁾を用いた。図-2 に定常状態を解析した BEM モデルを示している。境界上節点は 40 点、内部点は 90 点である。そして振動実験で測定された間隙水圧をもとに、パラメータに関するケーススタディにより定常状態における RCD コンクリートのヤング係数と透水係数の推定を行った。

表-1 コンクリートの配合

G max (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	F	S	G
20	35	38.5	113	226	97	780	1274

F : フライアッシュ

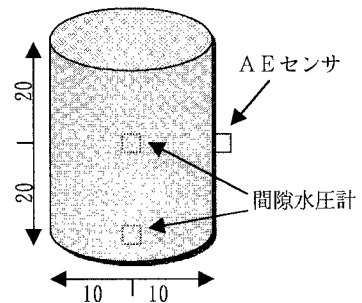


図-1 実験装置配置図

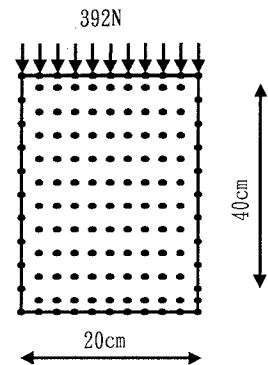


図-2 解析モデル

キーワード：RCD、振動締固め、境界要素法、二相問題、AE

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

4. 結果および考察

図-3 に実験により計測された時間と間隙水圧との関係、図-4 に時間と AE 発生数との関係をそれぞれ示している。図-3 から定常状態における間隙水圧は供試体底面よりも底面から 20cm の間隙水圧が高いことが認められる。振動荷重除荷後に円筒供試体を外して、コンクリートを観察したところ、供試体上部ではコンクリートが良く締固まっているのに対して、供試体底部ではあまり締固まっていなかったことが確認された。このことから、供試体上部の方にのみ振動が伝わっていたと考えられ、その結果、ダイレタンシーに伴う間隙水圧の消散が供試体上部にのみ活発に生じたと考えられる。

図-3 と図-4 から、200 秒程度までは間隙水圧は 2 点間の圧力差が少ないまま一定の周期で変動し、（非定常状態）、200 秒付近で AE の累積は一時的に減少することが認められる。これを境に間隙水圧の値は次第に低下し、その後 2 点間の圧力差は拡大する。最終的には 400 秒付近から 2 点の間隙水圧はそれぞれ一定の値に収束する（定常状態）。定常状態での間隙水圧の値はそれぞれ供試体底面では 0.3kPa、底面から 20cm では 0.8kPa であることがわかる。このように AE から、AE 累積の変化点が非定常状態と定常状態の境界であることが考えられ、AE は RCD コンクリートの締固め度の評価に有効であることが確認された。

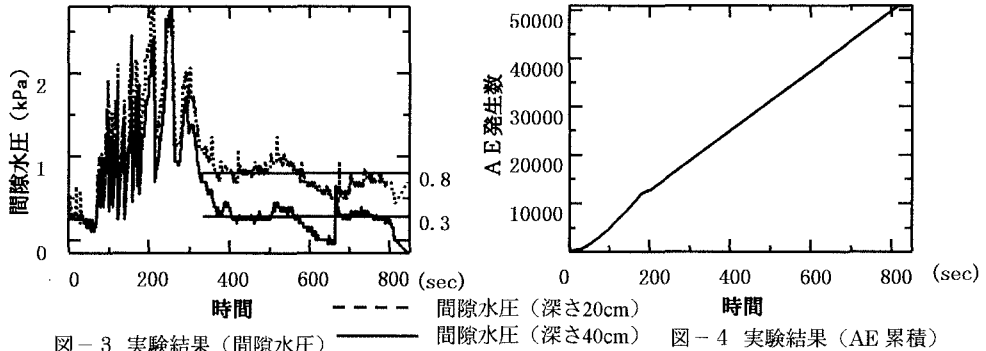
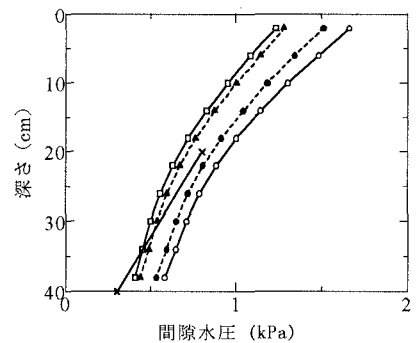


図-5 に実験により測定された間隙水圧とこれに近い圧力変化を示した解析例を示す。これらの BEM 解析で使用した 透水係数とヤング係数は表-2 に示す。図の圧力分布より、透水係数が 9.0×10^{-2} (cm/sec) でヤング係数 49MPa と 53.9MPa のあたりに実験のコンクリートは属すると考えられる。

表-2 解析ケース

記号	透水係数 (cm/sec)	ヤング係数 (MPa)
○	1.0×10^{-1}	49
●	9.0×10^{-2}	49
▲	9.0×10^{-2}	53.9
□	1.0×10^{-1}	58.8
×	実験結果	



参考文献

- 1) 國府勝郎、牛島栄：超硬練りコンクリートの現状、コンクリート工学、Vol. 36, No. 8, 3-9, 1998. 8
- 2) 上野修司、大津政康、友田祐一、重石光弘：超硬練りコンクリートの振動締固め機構の BEM 解析、土木学会西部研究発表会講演概要集、914-915, 1996. 3