

## V-196

## 振動ローラの移動を考慮したRCDの振動締固め機構についての考察

○電力中央研究所 正会員 松井 淳  
東京電力 正会員 堤 知明

## 1. はじめに

RCDの振動締固め機構を解明するには、1) 振動下におけるコンクリート内部への振動伝播現象、2) 振動下のモルタルの力学特性及び3) 粗骨材の移動・回転による再配列現象の把握が重要である。本研究では、著者らが従来から提案している粒状要素モデル<sup>(1)</sup>を用い、ローラの移動に伴い加振時のコンクリート内部の加速度分布、時事刻々変化することを考慮した数値シミュレーションを実施し、時間に一定である場合との比較検討を行った。

2. 解析モデル<sup>(1)</sup>

図-1に示すフローに基づき、東京電力葛野川水力発電所において実施された試験施行を模擬して作成した<sup>(2)</sup>。概要は以下の通りである。

- 1) 配合：単位セメント量が120kg/m<sup>3</sup>の場合の配合に対応させた。
- 2) 粗骨材：と40mm以上の粗骨材を粒状要素とし、これより粒径の小さい骨材については考慮しなかった。
- 3) 検査空間：層厚は1mとし、振動ローラの大きさから幅2.0mを検査空間とした。
- 4) 仮想空隙：空隙の形状、径の分布等は、超硬練りコンクリートについては知見が少ないため、無振動転圧終了時点で空気量が10%であるとし、これが半径1cmの空隙として均等に分布しているものと仮定した。

図-2に粗骨材粒状要素をランダムに配置し、それに対するLaguerre Voronoi図を構成したものを示す。Laguerre Voronoi図は円に対するVoronoi図で円の半径に比例した中心の勢力範囲（なわばり）を示す。円同士が重ならなければ、全ての枝が全ての円の外側を迂回するような形で構成される。図-3にLaguerre Voronoi図の枝上に配置した仮想空隙の初期配置を示す。

## 3. 振動締固めシミュレーション

図-3を初期空隙配置とした、振動締固めのシミュレーションを実施した。

## (1) 空隙の移動

空隙は、浮力とコンクリートとの摩擦力との差によってのみ移動するものとし、Stokesの法則に従って上昇するものとした。

$$v_n = \frac{d^2}{18\nu} g \quad (1)$$

ここに、 $v_n$ ：空隙の上昇速度、 $\nu$ ：フレッシュコンクリートの動粘性係数、 $g$ ：重力加速度  
動粘性係数は、コンクリートが被る加速度と周波数の値により変化するので、参考文献（3）より値を定めることとし、これにより加速度の分布を考慮した。移動経路は、ここでは簡単のため、Laguerre Voronoi図の枝上を移動することとした。

keywords: RCD, 振動締固め, 粒状体, グラフ理論

〒270-11 千葉県我孫子市我孫子1646 TEL 0471(82)1181

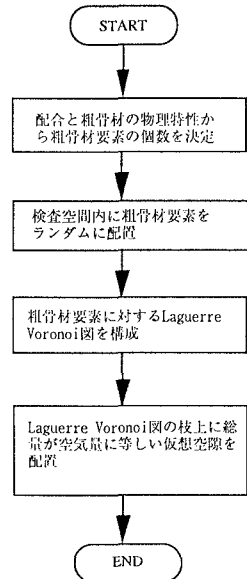


図-1 解析モデルの作成フロー

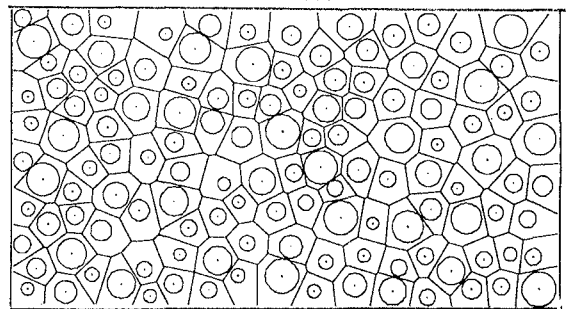


図-2 粗骨材配置図

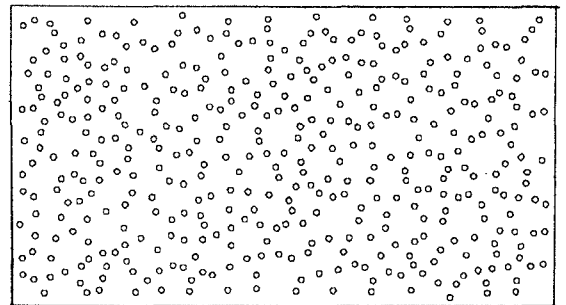


図-3 初期仮想空隙分布

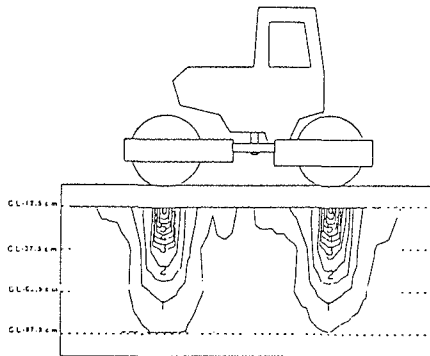


図-4 コンクリート内部の加速度分布(G)

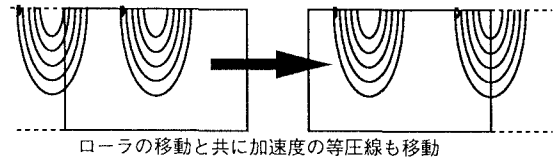


図-5 ローラの移動に伴う加速度分布の変化

## (2) ローラの移動

加振中のコンクリート内部の加速度分布は深さ方向ばかりでなく、水平方向にも分布を有することが試験施行の結果定量的に見出された（図-4）。また、この分布は静止せずローラの移動と共に時時刻々変化する（図-5）、よって、図-4における加速度の等圧線を簡略化し、時間ステップ毎にコンクリート中の加速度を変化させるデータを0.6秒毎に作成した。

## (3) 表面沈下の定義

空隙が表面に達し空气中に放出された場合、その体積分だけ水平方向に均等に沈下するものとした。

## 4. 解析結果

図-6に、ローラの移動を考慮した場合、水平方向に一定とした場合及び試験施行時の測定結果を示す。これから、ローラの移動に伴う加速度分布の時間変化を考慮することにより、解析結果が大幅に改善されるすることが分かった。これより、著者が提案してきた解析モデルの妥当性を確認することができた。しかし、本研究で設定した仮想空隙はコンクリート中に存在するエントレインドエアのような空気泡とは異なり、モルタルが振動をうけて締固めが進行した結果生ずる体積の減少分を意味する。よって要素実験等によるモルタルの力学特性からの知見による意味付けが必要である。また、この解析は加速度分布のデータ作成が煩雑であるため、その簡略化が必要である。

## 5. まとめ

今後、検討を要する項目は以下の通りである。

- ・ RCDコンクリート中の空隙についての諸特性（径の分布等）の把握
- ・ コンクリート中の加速度分布の簡便な定量化
- ・ 加振によるフレッシュモルタルの密実化の定量的な把握
- ・ 解析モデルの3次元化への拡張

〔謝辞〕本研究を行うに当たり、Laguerre Voronoi図を構成するために、東京大学工学部計数工学科の杉原厚吉教授が開発されましたコード「silv2」を使用させて頂きました。また、葛野川水力発電所における試験施行実施に際しては間組の村上祐次氏にご尽力頂きました。ここに、記して謝意を表します。

## 〔参考文献〕

- (1) 松井，堤：粒状要素モデルによるRCDの振動締固めに関する一数值解析，JCI「超硬練りコンクリート技術」に関するシンポジウム論文報告集，1998.6.
- (2) 舍川ら：葛野川発電所ダムRCD施行試験，電力土木，No.264,1996.7.
- (3) 遠藤ら：振動台によるローラーコンパクトドコンクリートの振動締固め特性とレオロジー特性の検討，土木学会論文集，No.451/V-17,pp.109-118,1992.8.

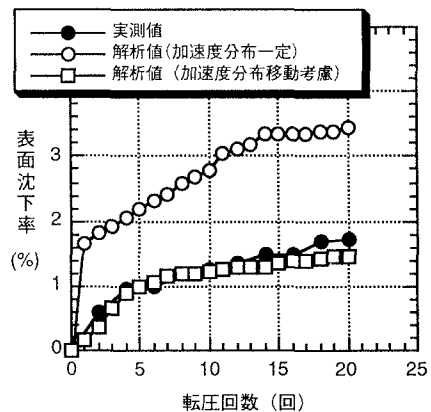


図-6 解析結果及び実測値