

筑波大学大学院理工学研究科 学生会員 山本 毅
筑波大学構造工学系助教授 正会員 京藤 敏達

1.はじめに

近年、締め固め作業を必要としない、優れた流動性・材料分離抵抗性を持ったコンクリートが開発された。その優れた特徴を利用して、施工の合理化、工期の短縮、締め固め作業が困難な場所へのコンクリートの打設等が可能となった。そのため、高流動コンクリートの実構造物への適用が、次第に増加してきている。しかし、自己充填性が得られる諸条件をはじめとしてこの種のコンクリートの基礎性状に関しては不明な点が多く、また、その配合も一般には多くの試し練りを行いながら決定されているのが実状である。本研究では、管内を流動するコンクリート中の骨材の運動を解析するため、固液 2 相モデルコンクリートの管内流動の様子を超高速 NMR 映像法により撮影し、モデルコンクリート中のモデル骨材の運動を流体力学的に解析[1]することを試みた。

2.実験材料および実験装置

1)モデルコンクリートの物性

モデルコンクリートの物性を決定するにあたり無次元パラメータを導出し、それを一致させるようにした。実際のモルタルがビンガム流体の性質を有することと、沈降する粒子に働く力のつりあいを考慮しビンガム流体の運動方程式と粒子に働く力のつりあいの式から 3 つの無次元パラメータを導出した。代表速度 V として、 $\sqrt{ga}$ を適用した。 a は粒子半径である。表 1 は、実際のコンクリートとモデルコンクリートの無次元パラメータを比較したものである。

	$Re=Va/\nu$	$\tau/\rho V^2$	ρ_g/ρ_{mor}
実物	44.3	0.0161	1.14
モデル	45.0	0.0139	1.09

表 1 実物とモデルの無次元数の比較

(ρ_g :粗骨材密度, ρ_{mor} :モルタル密度,
 a :粒子半径)

2)NMR 映像法

超高速 NMR 映像法[2]は 1980 年代初めころから医学診断装置に用いられ始めた、新しい計測方法である。任意の断面の映像を撮影できるという特徴を持っており、本研究ではこの特長を生かして、管内部中心部分を撮影した断面映像を取得し、これをもとに骨材の運動を解析した。

3.実験概要

実験 1 外形 30mm 内径 26mm 長さ 1m のアクリルパイプにモデルモルタルを充填し、その中を球が沈降する様子を NMR 映像法により可視化した。粒子はパイプの中心部分とやや壁面よりの位置から自然沈降させた。断層映像は、管の中心部を縦に 1 枚スライスした画像を 1.0sec おきに取得した。図 1 は可視化領域の概略図である。

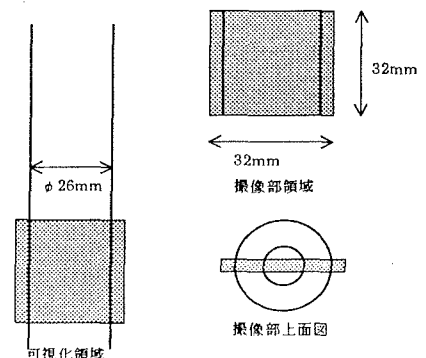


図 1 可視化領域概略図

キーワード：モデルコンクリート、NMR

連絡先 (茨城県つくば市天王台 1-1-1 電話：(0298)-53-5486 FAX：(0298)-53-5207

実験2 実験1と同様の寸法のパイプに、管軸に対して垂直に貫通する直径3mmの棒状の障害物を設ける。この障害物をつけたパイプにモデルモルタルを充填し、モデル骨材をパイプの上端から自然沈降させ、障害物周りでのどのような挙動を示すかを調べた。取得したNMR画像は、障害物に対して垂直な面の映像であり、可視化領域は32mm×32mmである。画像の解像度は128×128であり、撮影時間間隔は1.0(sec)である。図4は障害物付近の粒子のNMR画像である。

4.実験結果

実験1における画像より、沈降する粒子の沈降軌跡を可視化することができた。この実験では、粒子が壁面に付着する効果が可視化できた。また、壁面に付着するまでの沈降速度は、粒子の初期位置 $r=r_1$ が小さいとき、即ち中心にある時の方が遅くなったが、これについては検討が必要である。障害物周りの粒子挙動の可視化実験では、障害物の外壁に沿って、沈降する様子を可視化することができた。粒子は落とした位置に関わらず、ほぼ1/10の割合で壁面に近づくことが観察された。

5.結論

NMR映像法により管内部のモデル骨材の挙動を可視化することができた。今後はさまざまな粒径の粒子が混ざったものや非球形の粒子などを用いて実験を行うとともに、モデルコンクリートではなく実物のコンクリートに対してもNMR映像法が適用できるか検討する。

6.謝辞

筑波大学 山本泰彦教授、巨瀬勝美助教授には有益な御助言をいただきました。また実験装置製作にあたり同 飯高稔技官に協力を頂きました。ここに謝意を表します。

7.参考文献

[1]H.Kyotoh,T.Yamamoto,et.al.:

Blockage mechanism of model concrete in a taper tube by nuclear magnetic resonance methods, Int. Conf. on Urban Engng. in Asian Cities in The 21st Century, Bangkok, pp.D.87-D.92, 1996

[2]巨瀬勝美：超高速NMR映像法による流れの計測，ながれ13-4，pp.288-302，1994

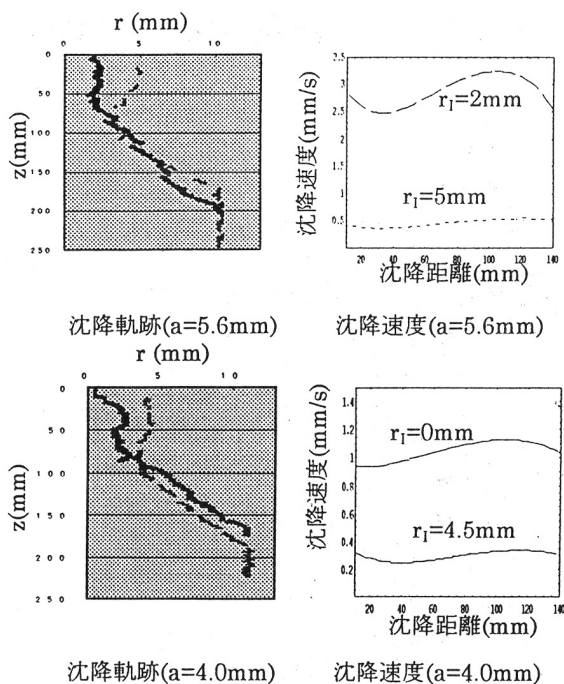


図2 粒径ごとの沈降軌跡と沈降速度
(r:管中心からの距離, z:沈降距離)

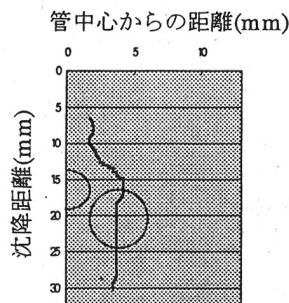


図3 障害物付近での粒子沈降軌跡

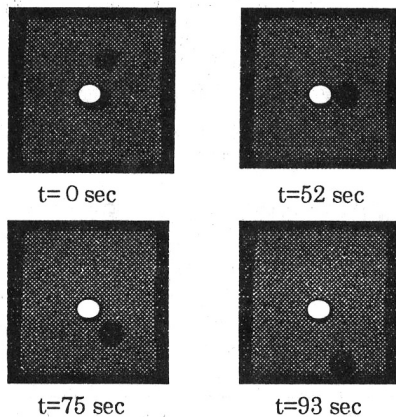


図4 障害物付近での粒子沈降の様子