
フレッシュコンクリートの材料分離特性
に関する研究

(08455205)

平成8年度～10年度科学研究費補助金（基盤研究B(2)）研究成果報告書

埼大コーナ-

埼玉大学附属図書館

998000643

平成11年3月

研究代表者 町田篤彦
(埼玉大学工学部教授)

1. はしがき

材料分離抵抗性は、フレッシュコンクリートのワーカビリティを構成する重要な特性であるにも関わらず、その定量的な把握は全くといってよいくらい、行われていない。近年、高性能減水剤と水中コンクリート用混和剤の併用、同じく高性能減水剤と多量の粉体（粉末度がセメントとほぼ同様に、水和熱が少ないあるいは全く水和しないもの）の併用などによって、打込みに際して締固めを必要としないコンクリートが開発されつつある。このようなコンクリートの配合は、材料分離を起こさない範囲に必要な流動性を確保するように定める必要があり、材料分離抵抗性を定量的に解明する重要性は一層増大している。本研究「フレッシュコンクリートの材料分離特性に関する研究」は、このような状況を背景として、立案したものである。

材料分離抵抗特性はモルタルの粘性が重要な役割を果たしている。一方、同じコンクリートであっても、その材料分離は施工過程でコンクリートが受ける外力の種類によって相違する。そこで、まず、材料分離現象で果たしているモルタルの性状を降伏値、塑性粘度係数と言うような基本物理量で表し、これと粗骨材がコンクリート中で移動する場合の抵抗力との関係を実験的に明らかにする。ついで、粗骨材を要素とする個別要素法にこの抵抗力を組み込み、様々な外力によってコンクリートが移動する場合の粗骨材の移動を明らかにする解析法を定式化する。本研究では、このような実験ならびに解析を繰り返し、検討を重ねることによって、コンクリートの材料分離抵抗性全体の解明をはかろうとしたのである。

具体的な研究計画は以下のものである。

(1) モルタルの粘性に及ぼす配合、結合材および細骨材の粒度分布、各種混和剤の影響に関して検討する。

(2) 粗骨材がモルタル中を移動する場合の抵抗力を球引上げ式の計測器を試作することによって測定し、これに及ぼす影響因子を抽出するとともに、モルタルの粘性との関係を明らかにする。

(3) 上記で得た抵抗力を用い、コンクリートが移動する場合の粗骨材の移動を解析する個別要素法を定式化する。

(4) フレッシュコンクリートが水平方向に流動する場合並びに鉄筋その他の障害物を越えて鉛直方向に流動する場合の骨材の分離を定量的に測定する試験器具を試作する。

(5) 上記によって試作した器具を用い、フレッシュコンクリートの分離抵抗性を定量化を図るとともに、個別要素法を用いて解析し、その精度を検討し、必要な改良を図る

以上の成果をもとに、実験と解析を繰り返し行うことによって、分離抵抗特性を解明すべく検討を重ねる。

研究組織

本研究の研究組織は、下記のようなものである。この研究では、コンクリートの挙動を個別要素法によって解析することを大きなテーマとしているため、コンクリート工学の研究者に加えて、個別要素法に造詣の深い研究者の参加が是非必要であり、下記のような研究組織とした。

研究代表者：町田篤彦	埼玉大学工学部教授
研究分担者：陸好宏史	埼玉大学工学部教授
研究分担者：岩下和義	埼玉大学工学部助教授

研究経費

平成8年度	3,000千円
平成9年度	1,500千円
平成10年度	1,500千円
計	6,000千円

研究発表

(1) 学会誌等

Chu Hongwei, et al., Numerical Simulation of Fluidity Behavior of Fresh Concrete by 2D Distinct Element, Proceedings of JCI symposium on Consistency and Workability of Fresh Concrete pp. 91~98, 1996

Chu Hongwei, et al., Experimental Investigation and DEM Simulation of Filling Capacity of Fresh Concrete, proceedings of JCI (Japan Concrete Institute), 18 巻1号、pp.471~476、1996

Chu Hongwei, et al., Experimental Investigation and DEM Simulation of Filling Capacity of Fresh Concrete, Transactions of JCI, Vol. 18, pp.9~14、1996

Chu Hongwei, et al., Verification of Application of DEM to Fresh Concrete by Sphere Dragging Viscometer, Proceedings of JCI, 19 巻1号、pp.463~468, 1997

Chu Hongwei, et al., Verification of Application of DEM to Fresh Concrete by Sphere Dragging Viscometer, Transactions of JCI, Vol. 19, pp.1~8, 1997

Chu Hongwei, et al., Simulation of Self Compactable Concrete Consistency Experimental Evaluation by Distinct Element Method, CANMET/ACI/JCI Fourth International Conference on Recent Advances in concrete, pp. 691~714, 1998

小林秀徳ほか、個別要素法による高流動コンクリートの流動解析用パラメータに関する研究、第21回コンクリート工学年次論文報告集（発表予定）、1999

(2) 口頭発表

Chu Hongwei, et al., Visualization of Spatial Passing Mechanism of Fresh Concrete by 2D DEM, 第51回土木学会年次学術講演会講演概要集、5巻、pp.1026~1027, 1996,

Chu Hongwei, et al., Numerical simulation of Dragging Ball Viscometer Experiment, 土木学会第52回年次学術講演概要集、5巻、pp216~217, 1997

(3) 出版物

なし

2. 研究成果

配合条件を大幅に変えたフレッシュコンクリートについて、球引き上げ試験、スランプ試験、ロート流下試験およびT字管流下試験などを行うとともに、これを個別要素法によって数値解析してその適用性を確かめた結果、以下の諸点が明らかにされた。

1. 個別要素法は、骨材のみの系の場合、その変形性状を精度よく解析することができる。フレッシュコンクリートに流動解析にこれを適用しようとする場合、コンクリートを粗骨材とモルタルによりなる2層材料と仮定した上で、モルタルの粘着性を適切なモデル化する必要がある。
2. フレッシュコンクリートの個別要素法解析で必要となるパラメーターのうち、要素間のダッシュポット定数が流下時間に、また、モルタルのモデル化で仮定したバネの許容引張力が流動状況の解析精度に、それぞれ支配的影響を及ぼす。
3. 玉引き上げ試験で得られたビンガム定数と配合との関係を明らかにするとともに、玉引き上げ試験をDEM解析し、ビンガム定数とDEMパラメータ（バネ定数、ダッシュポット定数、摩擦係数、バネの許容引張力など）の関係を求め、配合条件からDEMパラメータを決定する式を定め得た。
4. 上記のようにして定めたDEMパラメータを用い、スランプ試験、ロート流下試験、T字管流下試験などをDEM解析した結果、解析によるビンガム定数が実験のそれと近い場合には、コンクリートの挙動を概ね正しくシミュレートできることが示された。
5. しかしながら、解析の範囲に偏りがあり、ビンガム定数とDEMパラメータとの関係

式の適用範囲が狭く、この範囲外では、解析によって流動性状を追跡できないことが判明した。より精度の高い関係式を確立することが今後の課題である。

6. DEM 解析の結果、ロート流下試験、T 字管流下試験などにおいて示される粗骨材の分離、結果として生ずる閉塞などの現象がどこで生じどのように発展するかを定性的に明らかにすることができた。

7. 当初計画したフレッシュコンクリートが水平方向に流動する場合並びに鉄筋その他の障害物を越えて鉛直方向に流動する場合の骨材の分離に関する研究は、現在続行中であり、具体的な成果を提示できる段階に至っていない。この主な原因は、個別要素法の数値解析に相当の長時間を要することにある。計算時間を短縮する方策を確立することも今後の重要な研究課題である。

以上の成果の詳細を、研究発表論文（発表予定を含む）の別刷りとして、以下に示す。なお、このような成果が得られ、フレッシュコンクリートの分離特性解明に幾分なりとも貢献できたことは、科学研究費補助金を与えられたことと研究分担者各位の熱心なご協力によるところが大きい。ここに記して、厚くお礼申し上げる次第である。