

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 ヌール・ムーナズ・アハメド

近年、高流動コンクリートは多くの構造物に適用されるようになり、中でも自己充填型コンクリートは土木構造物において広く利用されている。高流動コンクリートには自己充填型以外にも種々のコンクリートが含まれているが、その他の高流動コンクリートの場合には自己充填型コンクリートとは異なり種々の問題点を有している。その一つが材料分離による弊害である。このような材料分離の問題に対しては多くの対応策が講じられ、自己充填型コンクリートが開発されたといういきさつがあるが、材料分離に伴う弊害のメカニズムについては必ずしも理論的に十分明らかにされていない。このような問題を理論的に解析するためには、材料分離も生じるより広範囲のフレッシュコンクリートの挙動までも解析できる手法を構築することが必要である。このような手法を構築することができれば、自己充填型コンクリートとの違いも明らかになり、より確実に所要の品質のコンクリートを製造することができるようになる。

以上のことを考慮して、本研究は高い流動性を有するコンクリートを 3 次元の個別要素法により解析する数値解析的モデルを構築し、骨材による閉塞状況等を再現できる定量的なシミュレーションを提案しているものである。

第 1 章では、本研究が行われた背景および位置付けと研究の目的を説明している。もし定量的な数値シミュレーションを行うことができるようになれば、実際のコンクリートの挙動を予測することができ、実大実験等を行わなくても適切な配合であるか否かを判断することができる可能性を秘めていることなどを説明している。

第 2 章では、今まで行われている流動解析モデルを説明するとともに、それぞれの手法が有する問題点を明らかにしている。また、個別要素法については、今まで主に土質力学の分野で粒の集合体の特性を調査するのに用いられていたが、特に高い流動性をもつコンクリートに適用するためには、コンクリートの配合を考慮したモデルを構築することが必要であることなどに言及している。

第 3 章では、高流動コンクリートの中でも自己充填型コンクリートを取り上げ、その利点と欠点を含めた特徴ならびに現在行われているコンクリート材料の選定と配合設計方法について説明している。

第 4 章では、今までにフレッシュコンクリートに適用されているレオロジー理論につい

て説明を加え、コンクリートのモデル化に必要な粘性や降伏値をどのように求めているかを概説している。

第5章では、高流動コンクリートの流動挙動を個別要素法でどの程度まで解析することができるかを確かめるために、粒子モデルとしてどのようなものが望ましいかを検討するために、3次元個別要素法による定性的な解析を行っている。即ち、単一相モデルは材料の流動シミュレーションのためには十分であるが、多層材料からなるコンクリートの分離現象を表現できないこと、現実のコンクリートにあわせたような粒子分布とすると粒子数が多くなりすぎて計算することができないことなどを考慮して、本研究では少なくとも粒度を考慮した骨材とモルタルからなる二層モデルであることが必要であることを明らかにしている。このため、コンクリートを表現するために計算可能で現実的に必要な粒子の数を減少するための検討と、二層モデルでフレッシュコンクリートの挙動をシミュレートすることが可能であるかを明らかにするための球引上げ試験、スランプフロー試験、ボックス試験、V字ロート試験などの定性的な数値解析を行っている。

第6章では、数値解析を行うために必要な諸数値を求めるためのモルタルならびにコンクリートの実験を行い、フレッシュコンクリートの粘性と降伏値を定量的に求める手法を明らかにしている。従来の研究では、コンクリートの配合から直接これらの数値が求められているが、練混ぜ等の影響を加味するとレオロジー特性からその数値を求めるほうが望ましいことや、使用する測定器の違いによってその値は異なる場合があることなどを明らかにしている。

第7章では、3次元二層モデルを用いた個別要素法でフレッシュコンクリートの挙動を定量的に数値計算するために必要な諸数値の求め方について説明している。未知数が多いため、基本的には数値解析と実験結果から求めることになるが、計算経験の少ない者でも容易に求めることができるように、モルタル試験で求められた粘性と降伏値がこれらの諸数値によってどのように変化するかを算出し、逆に数値解析に使用すべき諸係数を求めることができる方法も提案している。また、ここで提案した手法を用いれば高い精度でフレッシュコンクリートの挙動をシミュレートすることができることを説明している。

第8章では、第7章までで構築したモデルを用い、T型梁底部への充填、頂版への充填、鉄筋による閉塞状況などの既往の研究で明らかにされた問題をシミュレートし、本モデルの妥当性を明らかにしている。

第9章は、本研究の結論をまとめており、将来の展望について述べている。

以上、本研究は今まで行うことができなかった流動性の高いフレッシュコンクリートの流動挙動ならびに材料分離による閉塞現象を、定量的に数値計算でシミュレートする手法を明らかにし、これからのフレッシュコンクリートの解析ならびに施工上の問題を解決する上で多大な貢献を果たしている。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。