

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	伝導型熱量計による混合セメントの品質評価手法に関する研究
Title(English)	Quality evaluation method for blended cement by using conduction calorimeter
著者(和文)	依田侑也
Author(English)	Yuya Yoda
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10441号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:宮内 雅浩,中島 章,岩波 光保,生駒 俊之,松下 祥子,坂井 悦郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10441号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	依田侑也	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査	主査	宮内雅浩	教授	審査員	松下祥子	准教授
審査員	審査員	中島 章	教授		坂井悦郎	教授
		岩波光保	教授			
		生駒俊之	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「伝導型熱量計による混合セメントの品質評価手法に関する研究」と題し、6章から構成されている。

第1章「序論」では、既往の研究を整理するとともに、本論文の背景と目的を述べている。特に世界的にCO<sub>2</sub>削減や産業副産物利用の観点から、混合セメントが一般的に使用され、将来はこれが主流になる可能性が高いこと、および日本の建設会社の海外における建設工事が増加し、その際に混合セメントを使用する機会が増えており、国内のセメントと異なる物性を持ち、品質変動の大きな海外の混合セメントの品質評価手法の必要性について述べている。

第2章「混合セメントおよび混合材のキャラクタリゼーション」では、市販の混合セメントは規格値内でも材料組成に幅があり、現状、ユーザーにはこれを判別することは不可能であるため、混合セメント中の混合材種類、混合材量およびポルトランドセメントの構成化合物を決定する手法を提案している。また、混合セメントの日常的な品質管理や選別を目的とし、伝導型熱量計を用いた簡易的なキャラクタリゼーション手法を検討し、材齢1日までの積算発熱量から結合材の強度特性を把握でき、品質評価に使用できることを明らかにしている。さらに、混合材の品質評価のため、50℃の高温養生と反応刺激剤として水酸化カルシウムを用いた伝導型熱量計による促進試験法を提案している。その結果、材齢1日までの熱量により、混合材の活性度指数を判断でき、品質評価に使用できるとしている。

第3章「伝導型熱量計による混合セメントの凝結特性の推定」では、材齢10時間程度までのごく初期材齢の物性である凝結特性と水和反応の関係について検討している。セメントペーストの見かけ粘度から凝結特性を評価することは難しく、特に高炉セメントでは、生成する水和物の種類も考慮する必要があることを明らかにしている。そこで、In-situ XRDにより高炉セメントの水和生成物の変化を求め、凝結特性との関係を考察し、水酸化カルシウムの生成量は、凝結の始発を示す時間から急激に増加し、水酸化カルシウムとケイ酸カルシウム水和物(C-S-H)の生成が、凝結の始発と関連するとしている。また、水酸化カルシウムおよびC-S-Hが一定量生成すると終結に至ることも明らかにし、さらに、これらの生成量と伝導型熱量計で得られた水和発熱量とに相関があり、発熱量から凝結特性を推定できるとしている。

第4章「伝導型熱量計による混合セメントの強度特性の推定」では、材齢28日までの長期の水和発熱量を伝導型熱量計により連続測定し、水和発熱量と強度特性の関係を詳細に検討している。混合セメントの水和反応に基づく発熱量をポルトランドセメントと混合材由来に分離し、それぞれの反応量の推定を行う手法を提案している。各種の混合セメントにおいて、材齢1日から材齢28日までの伝導型熱量計で得られた積算発熱量と硬化体の圧縮強度の関係について検討し、混合材の種類によって定まる材料定数を用いることで発熱量から硬化体の圧縮強度推定が可能としている。さらに、混合セメントの水和反応から強度特性を評価できるゲル空隙比説を、混合材の種類や化学組成、混合材量、養生温度や水結合材比の異なる場合に適用できるように拡張し、これを使用することで異なる条件でも積算発熱量から硬化体の圧縮強度を精度よく推定できるとしている。

第5章「水和反応モデルを利用した混合セメントの品質予測」では、相川らが提案した粒度分布を考慮した水和反応モデルを用い、混合セメントの品質予測手法を提案している。水和反応モデルにおける物理定数は材齢28日までの水和発熱量および反応度の実測値から決定している。前章までに材齢7日や28日の積算発熱量からそれぞれの材齢の硬化体の強度特性の推定が可能であることを明らかにしたが、定常的な実際の品質管理時には、材齢1日程度の水和発熱量の測定から硬化体の強度特性を予測する手法が必要となるとしている。そこで、材齢1日の水和発熱量の測定値と水和反応モデルを利用して、それ以降の積算発熱量を予測でき、さらに強度特性を予測できる手法を提案している。提案した手法の適用性を、市販のポルトランドセメントや混合材を使用して試製したコンクリートを用いて検証し、精度よく硬化コンクリートの強度を推定できることを示している。

第6章「結論」では、各章の内容を総括している。

本論文は健全な低炭素型コンクリート構造物の構築に貢献できるように、混合セメントの品質を評価するとともに、日常的な品質の変動を把握することが可能な、簡便な伝導型熱量計による混合セメントの品質評価手法を提案したもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認められる。