

論文の内容の要旨

論文題目「モルタルの物性変化におよぼす化学混和剤への 熱刺激効果に関する研究」

学位申請者 瀧川瑞季

キーワード：モルタル，化学混和剤，ポリカルボン酸エーテル系，熱刺激効果，充填性

建設工事に必要不可欠なコンクリートは、構造物の長大化、高層化、ならびに技能労働者の減少などを背景に要求性能が多様化する傾向にある。こうした要求性能をかなえるために用いられるポリカルボン酸系を主原料とする化学混和剤は保管環境の温度変化により物性が変化することが知られている。しかし、化学混和剤そのものを高温環境下で貯蔵することでも物性が変化することは知られていない。本研究では化学混和剤に含まれる原料ポリマーに加熱処理によって与える刺激を「熱刺激」とし、それによる効果を「熱刺激効果」とした。熱刺激効果による物性変化のメカニズムの解明やモルタルの流動性・充填性におよぼす影響を確認し、実際に熱刺激技術が施工時に適用可能かの検討を行うものである。

第1章は序論として本研究の背景、研究目的と構成を述べた。

第2章ではコンクリート製造における化学混和剤の役割・機能・種類について解説するとともに、セメントの分散メカニズムを含めた、化学混和剤の活用に関する既往の研究を取りまとめた。

第3章では熱刺激という新しい技術の概要について説明を行った。また化学混和剤への熱刺激効果によるモルタルの流動性への影響について、熱刺激を施さない従来技術との比較・評価を行うとともに、化学混和剤中の原料ポリマーの構造解析を通して分散機構・メカニズムの解明を行った。その結果、本研究の範囲で以下の知見を得た。

- (1) セメントの種類に関わらず、加熱温度が高く、加熱時間が長いほど、モルタルの流動性が向上する。
- (2) 同じポリカルボン酸エーテル系化学混和剤でも、保持ポリマーの含有量が多い方が、熱刺激効果が高い。
- (3) ポリマーの立体構造が複雑なポリマーであるポリカルボン酸エーテル系化学混和剤は他の種類の化学混和剤に比べ熱刺激効果を受けやすい。
- (4) PCaタイプの化学混和剤より、RMCタイプの化学混和剤の方が熱刺激効果による流動性向上の効果が高い。
- (5) 熱刺激を与えることで化学混和剤中のポリマーの分子サイズが見かけ上大きくなる。またポリマーの分子量分布に変化が現れていないことから、熱刺激効果はあくまでもポリマーに解砕、伸展効果が働き、ポリマーの立体投影面積にのみ影響をおよぼすことがわかった。これにより、セメント粒子とポリマーとの接触面積が増大し、分散効果が向上した。

第4章では実際の工事現場・工場で本技術を適用することを鑑み、静置環境下ならびに加振環

境下での施工・製造時における流動性、充填性への影響の確認を行った。あわせて、セメントの凝結特性、硬化特性の確認を行うことで本技術のネガティブインパクトの有無について検討を行った。その結果、本研究の範囲において以下の知見を得た。

- (1) 化学混和剤に熱刺激を与えることによるモルタルの凝結特性、硬化特性への悪影響はない。
- (2) 同じポリカルボン酸エーテル系化学混和剤でも、保持ポリマーの含有量が多い程、熱刺激効果が高く、スランプ保持特性にも悪影響をおよぼさない。
- (3) 静置環境下において熱刺激を与えることにより塑性粘度の低減効果だけでなく、モルタルのこわばりも軽減される。これは熱刺激効果により、セメント粒子が凝集しにくくなったことに起因する。
- (4) 熱刺激を与えることにより加振環境下においても塑性粘度が低下し、間隙通過速度が速くなる。このことから充填性が向上すると考える。
- (5) 流動性向上だけでなく、充填性の向上についても PCa タイプの化学混和剤よりも RMC タイプのほうが顕著な熱刺激効果を示す。

第 5 章では化学混和剤への熱刺激技術を実際の施工現場やプレキャスト製品工場への適用を想定し、一度、加温履歴を与えた化学混和剤の性能変化や一定期間、冷却した場合の性能の変化について確認した。また、熱刺激効果による生コンクリートの練混ぜのしやすさの程度について、静置環境下での長期保管を模擬した化学混和剤の性能変化の検証も行った。その結果、本研究の範囲で以下の知見を得た。

- (1) 化学混和剤への熱刺激効果による流動性の向上および保持効果について、PCa タイプは加熱後 14 日経過するとほぼ効果が消失するが、RMC タイプは加熱後 4 週まで初期の効果の約 1/3 を持続する。
- (2) 長期保管を模擬した化学混和剤について、本研究では化学混和剤に遠心処理を施すことによって再現を行った。その際に遠心処理によって引き起こされる化学混和剤の基本性能の低下は、遠心処理を施した化学混和剤のようにセメントの分散に対する貢献度が比較的低いポリマーの比率が高い製品ほど大きくなる。
- (3) 化学混和剤への熱刺激効果により練混ぜ時のミキサ最大電流に至るまでの時間が短縮する。したがって、化学混和剤への熱刺激効果によって、練混ぜ瞬発性が向上するため、練混ぜ時間が短縮できると考えられる。

第 6 章では本研究の結論を記載し、総括を行った。

化学混和剤への熱刺激効果は、コンクリートの生産性、およびコンクリート工事の作業性・生産性向上に貢献するとともに、省資源・省エネルギーにもつながる汎用性の高い有益な技術であることがわかった。一方、熱刺激効果によるモルタルの塑性粘度低減のメカニズムの解明という課題を残している。しかし、現在の研究成果だけでも十分、建設業界で利用可能な工学的価値の高い技術であり、生産性向上につながるとも考えている。これらの検討を行うことで実際の施工現場ならびにプレキャスト製品工場に熱刺激技術を導入しやすくなり、作業の合理化が期待されると考える。