

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第390号	氏名	福留 祐一
審査委員	主査	武若 耕司	
	副査	北村 良介	山口 明伸
		木村 至伸	

我が国は、周りを海で囲まれている特有の地形から、海岸構造物が数多く存在する。そのため、保有する膨大な社会資本の長寿命化を図るためには、コンクリート構造物の塩害に対する耐久性を向上させることが最重要課題の一つとなっている。本研究で対象としたカルシウムアルミネートの一種である $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ （以下、CA2と称す）は、まさにこの塩害対策用の混和材として新たに開発された素材である。この材料は、ポルトランドセメントに僅か5~9%混合するだけで、セメントの水和反応生成物である水酸化カルシウムと反応し、ハイドロカルマイトを多量に生成し、セメント硬化体の細孔構造を緻密化して物理的に外部からの劣化因子の侵入を抑制し、さらに、ハイドロカルマイトが硬化体中に侵入した塩化物イオンとも反応してフリーデル氏塩を形成し塩化物イオンを無害化させるという、二つの防衛機能を同時にコンクリートに付与することが期待される材料である。

本論文は、このCA2を混合したコンクリートの物理的および化学的自己防衛機能を定量的に把握するとともに、その他のコンクリートの性能、例えば、強度等の力学的特性、中性化抵抗性あるいは化学的侵食抵抗性に及ぼす影響等についても検討し、最も効果的なCA2の活用方法を見出そうとするものである。

本論文は、以下の8章からなる。

第1章は、序論であり、研究の背景と目的を概説し、コンクリート構造物の塩害対策としてのCA2の開発経緯とこの材料に求められる性能を示している。

第2章では、コンクリート構造物の塩害対策としてこれまでに実用化されている技術と、その有効性あるいは問題点を挙げて、整理している。

第3章では、セメント硬化体中でのCA2の反応メカニズムを概説するとともに、CA2の混入がコンクリートの強度や変形特性等の基本物性に及ぼす影響を定量的に評価し、コンクリートの強度に及ぼす影響は小さいものの、使用条件によっては静弾性係数の低下や乾燥収縮の増大への配慮が必要となることを示した。

第4章では、CA2の混入によるコンクリート塩分浸透抑制効果を物理的防衛機能と化学的防衛機能の両面から定量的に評価するため、海洋暴露実験ならびに促進劣化試験を実施し、CA2の置換率や初期養生条件が、CA2の塩分浸透抑制効果に及ぼす影響を明確にした。

第5章では、コンクリート中で固定化された塩分が、コンクリートの中性化によって解離し、塩害が再加速する懸念有ることに着目し、CA2混入コンクリートの中性化抵抗性を検討した。その結果、CA2を用いたコンクリートの中性化速度は、高炉スラグ微粉末やフライアッシュを用いた場合よりも遅いことを確認した。

第6章では、CA2がカルシウムアルミネートに分類されるため、これを混入したコンクリートは硫酸塩に対する抵抗性は低下する懸念があることに鑑み、これを用いたコンクリートの硫酸塩に対する抵抗性について実験的に検討した。その結果、CA2混合コンクリートでは浸透した硫酸イオンとCA2が反応することで二水石膏やエトリンガイドが生成され、CA2置換率の増加に伴い劣化しやすくなる状況が確認された。

第7章では、実海洋環境におけるCA2混入鉄筋コンクリート部材の塩害抵抗性を検証するために実施した海洋暴露実験の結果を取りまとめた。その結果、普通セメントを使用しその9%をCA2で置換したコンクリートの塩害劣化進行速度は、高炉セメント使用の場合の1/3程度まで遅延する可能性のあることが、示唆された。

第8章は、結論として本研究の得られた成果を取り纏めることで本論文の結びとした。

以上を要するに、本研究によって、CA2は、コンクリート構造物の塩害対策としてこれまで主として検討されていた高炉セメント等の材料が使用できない環境、例えば、中性化の影響を受け易い環境、早期の強度発現を求められる部材、初期養生期間を確保できないような状況において、従来品に代わる材料として塩害対策に適応可能であることが明確となった。このように、本論文の成果は、CA2という新材料を実務に利用できるようにさせただけでなく、塩害対策の幅を広げることに寄与しており、工学的に十分に意義あるものである見なされ、よって、審査委員会は、本論文を博士（工学）の学位論文として合格と判定する。