

最終試験結果の要旨

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		

平成26年1月28日（火）午後15時30分から論文発表会が開催され、約1時間の説明の後、1時間15分にわたり活発な質疑応答が発表者と4名の審査委員を含む30名（学内19名、学外11名）の参加者の間でなされ、的確な回答が得られた。主な質疑応答の内容を以下に記す。

【質問】ハイドロカルマイトは、 Cl^- と反応してこれを固定化させるとあるが、他の陰イオンとも反応するのか、また反応する場合、結合しやすい順番はあるのか。例えば、 Cl^- より SO_4^{2-} の方が早いと、コンクリートにとってはかえって危険ではないか？

【回答】おそらく結合しやすい順番はあると思う。 $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ （以下、CA2と称す）をコンクリートに用いる場合の適用環境としては海洋環境が挙げられるが、その場合、海水中に含まれる劣化因子と注目すべきは Cl^- と SO_4^{2-} である。ただし、コンクリート中へ浸透速度は、 SO_4^{2-} の方が Cl^- と比べて明らかに遅いことから、一般的には、ハイドロカルマイトが先に Cl^- と反応してフリーデル氏塩として安定化し、海洋環境では、硫酸塩の影響は殆ど受けないと考えられている。

【質問】海洋環境に2年間暴露した供試体の硫酸塩による表面劣化状況はどうか？

【回答】コンクリート表面の劣化状況は逐次確認しているが、硫酸塩との反応に伴うコンクリート表面の軟化や多孔質化は目視および触診の範囲では確認されず、劣化していないと思われる。

【質問】CA2を高炉セメントB種に混合したら塩分浸透抑制効果にどのような影響があるか？

【回答】CA2と高炉セメントB種を混合して検討した結果、高炉セメントB種を単体で用いた場合に比べ、同程度もしくはかえって塩害抵抗性が低下するような傾向が認められた。CA2は水酸化カルシウムと反応してハイドロカルマイトを生成し、 Cl^- を固定化するが、高炉セメントB種はもともとポルトランドセメントの混入量が少ないことから、水酸化カルシウム量が不足し、十分にハイドロカルマイトが生成できなかったことが、原因と考えられる。いずれにしても、この2材料を混合することでの優位性は認められず、CA2を混入することでコストが上がることも踏まえると、混合することでのメリットは無い。

【質問】海洋暴露されたひび割れが有る供試体における鉄筋腐食面積率についても、コンクリートにCA2を混合したものでは、普通セメントのみを用いた場合よりも腐食面積率が小さくなっている。これは、CA2にひび割れを閉塞させるような効果もあるということか？

【回答】暴露1年および2年での解体調査では、供試体側面からひび割れ部をルーペや接触型のひび割れ検出機で拡大して確認しているが、閉塞を示唆させるような生成物は確認できなかった。また、ひび割れ面へのゲルの溶出等も認められなかった。しかし、確かにひび割れ部での鉄筋腐食面積率は抑制されていることから、フリーデル氏塩などの生成物により、ひび割れ部の物質移動が困難になる様な状況が形成されている可能性もあるが、今のところ明確な回答はできない。

【質問】CA2を混合したコンクリートの細孔構造をみると、OPCよりも総細孔量は小さいが、水中養生を行なったものはOPCより強度が出ていない。その理由は何か？

【回答】CA2がコンクリート中の水酸化カルシウムと反応することでハイドロカルマイトを生成するが、この反応はコンクリート中の固相の体積が増す反応であり、細孔構造が緻密化する。しかし、ハイドロカルマイトの生成で空隙は埋まるものの、それ自体の骨格は脆弱なため、強度に寄与しないことが考えられる。しかし、塩害環境に暴露すると、強度はOPCと同程度となることから、ハイドロカルマイトが Cl^- と反応することでフリーデル氏塩となり、骨格を形成することが予想される。

以上を含めた計11件の質疑に対する応答から、4名の審査委員は、申請者が大学院博士後期課程修了者として十分な学力と見識を有するものと認め、博士（工学）の学位を与えるに足りる資格を有するものと判定した。