

別紙 4

報告番 -	※ -	第
----------	--------	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 高炉セメント系硬化体の若材齢の水和反応と体積変化に関する研究

氏 名 全 培 糊

論 文 内 容 の 要 旨

産業副産物である高炉スラグ微粉末を混合した高炉セメントは、普通ポルトランドセメントに比べて製造時に二酸化炭素排出量の低減、水和熱の低減、アルカリ骨材反応の制御、化学抵抗性の向上効果などの利点から様々な構造物に適用されており、今後も利用拡大が見込まれている。しかし、近年では、施工性向上の目的で微粉末化された高炉スラグを用いた高炉セメントでは、マスコンクリートに高炉セメントを用いた場合に、普通ポルトランドセメントを用いた場合よりもひび割れリスクが大きくなる場合があることが報告されている。この観点において、近年の高炉セメントを用いた場合の、若材齢の高温履歴下で生ずる体積変化によるひび割れの抑制・低減に資する基礎データは十分でなく、抑制対策を合理的に行うための基盤的知見が十分に無い。

加えて、一般的なコンクリートにおいてひび割れリスクを低減する対策の一つとして、膨張材を用いることが提案されているが、これらの基礎研究のほぼすべてが普通ポルトランドセメントを用いた系での報告となっており、高炉セメントに膨張材を添加した場合の、特に、石灰系膨張材を添加した場合の水和反応および体積変化に関する検討事例は多くない。しかしながら、膨張材は、石灰や水酸化カルシウムを要しており、これらの関わるセメントの水和反応は水分消費量が多いことが知られているために、水和による乾燥に伴う自己収縮や線膨張係数が影響を受けることが予見される。そのため、特にマスコンクリートを模擬した温度履歴下の物性評価は重要な知見となるはずであるが、これらのデータは存在しない。このような背景から、材齢初期の温度履歴条件による高炉セメントおよび高炉セメントに膨張材

を混和した硬化体の水和反応や体積変化に関する実験的検討を行った。

実構造物の練上り温度および高温履歴を想定した温度履歴下で、高炉セメントおよび高炉セメントに石灰系膨張材を混和したセメントペーストの水和反応について、X線粉末回折/リートベルト解析および熱分析によって相組成を同定し、各材齢における反応量と水和生成物について定量的に評価した。その結果、高炉スラグと石灰系膨張材を混合した場合には、石灰系膨張材によってスラグや母材セメントの水和は若干促進されることがあるが、その影響は非常に限定的である。また、水和反応とともに石灰系膨張材の主成分である CaO が析出される際に水分の消費が大きくなって、自己乾燥による内部相対湿度の低下から起因する自己収縮や線膨張係数の増大が想定されたが、他の水和反応が抑制されることから、結合水量の観点から石灰系膨張材の反応は水分消費に大きな影響が無いことが明らかになった。

次に、実部材の温度条件を想定した高炉セメントおよび高炉セメントに石灰系膨張材を混和したモルタル硬化体の体積変化について、自己収縮および温度ひずみ、線膨張係数の経時変化について検討した。その結果、石灰系膨張材は水和反応実験によって明らかにされたように材齢初期の水分消費から体積変化に影響を及ぼす懸念はなく、無混和のものとはほぼ同等の上、膨張傾向だけが保存される望ましい結果が確認された。また、この膨張の程度は、 20°C 一定環境でもっとも小さく、施工時の温度が低い場合や高い場合には、膨張効果が増大することがあきらかになった。これは、膨張セメントの水和反応速度の温度依存性と膨張力を受けるマトリクスを生成する基材のポルトランドセメントの温度依存性との相対的な関係で決定することによることがわかった。石灰系膨張材を適用した時には、夏期や冬期においても効果的に適用できることを明らかにした。

上の結果から、実施工に適用可能な若材齢の高炉セメント系硬化体のひび割れ低減対策に関わる基礎データを構築し、石灰系膨張材を用いた時に高炉セメントのひび割れ対策が有効に働くことの実証とその根拠を明らかにした。