

養生湿度の変化が高炉スラグ微粉末の水和反応に及ぼす影響

芝浦工業大学 学生会員 ○濱田 勝大
 芝浦工業大学院 学生会員 村上 拓
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 目的

近年、地球温暖化対策の一つとして、建設業界ではセメント製造時に排出される CO₂ 削減を目的に高炉スラグ微粉末を添加したコンクリートの利用が増大している。コンクリートが所定の強度、耐久性を得るためには適切な養生が不可欠であるが、実際の工事現場では工期の短縮や型枠の転用により養生が十分であるとはいえず、水和に必要な水分が確保できないことが考えられる。一方で、雨水などにより水和に必要な水分が再び供給される再水和現象が報告されている¹⁾。本研究では、高炉スラグ微粉末を置換したセメントペーストを用い、乾燥後、水分を再供給した試験体の水和進行過程を測定することで、その効果を検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体作製方法

普通ポルトランドセメント(以後 N)と、N に石こう無添加の高炉スラグ微粉末(粉末度 4000cm²/g)を 40% 置換したセメントペースト(以後 BB)の 2 種類を作製した。共に水セメント比は 50% とし、試験体寸法は外部の影響を均一に受けるように 10×10×15mm とした。試験体は 24 時間後に脱型し、養生時に試験体の水分によるデシケータ内の湿度上昇を防ぐため、その後 24 時間恒温恒湿室にて気中乾燥させた。

2.2 養生方法

養生温度は全て 20°C、湿度は RH60%、RH80%、RH98%(湿布)、封緘、水中の計 5 種類とした。養生の様子を図-1 に示す。また、既往の研究²⁾より RH60% で水和が停止することを確認したため、RH60% の一部の試験体を材齢 28 日目に RH80%、RH98%、水中の 3 種(以後 80%R、98%R、水中 R)の養生方法に変化させ、水分の再供給を行った。RH60%、RH80% のデシケータには水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を使

用し、RH98% は NaOH 水溶液の代わりに水を設置し湿度を調整した。また、ソーダライムを設置し、試験体の中性化を防止した。

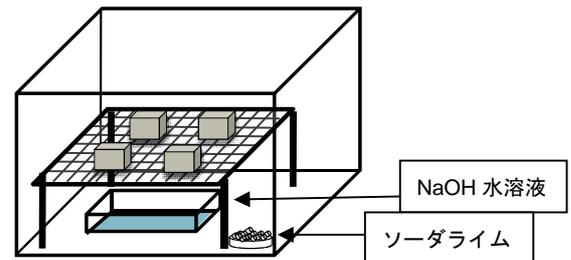


図-1 デシケータでの養生

2.3 試験方法

試験は強熱減量、選択溶解法(サリチル酸・アセトン・メタノール法)を行い、強熱減量では結合材全体の反応度を、選択溶解法では高炉スラグ微粉末の反応度を測定した。本研究では、強熱減量は高炉スラグ微粉末の化学変化を防ぐために、N、BB ともに 700°C で 1 時間強熱した。選択溶解法は、CAJS I-60-1982 に基づき、有毒ガス発生を防ぐためメンブランフィルタをろ紙に変更し測定した。また、測定誤差の影響を減らすため、試験体 1 種につき強熱減量では 2 回、選択溶解法では 3 回の計測を行い、その平均値を試験結果とした。ただし、計測結果が他の値と比べ、乖離しているものは除外して平均をとり平均値とした。測定は、材齢 1, 2, 7, 14, 28, 29, 31, 35, 56 日の計 9 回行った。

3. 実験結果

3.1 強熱減量による反応率測定結果

強熱減量の実験結果を図-2 に示す。なお、湿度変化のないものは実線で、湿度変化後を破線で示す。N、BB ともに RH60%、RH80% は材齢 2 日目から水和反応が停止しているのに対し、RH98%、封緘、水中では水和反応は継続している。これは、試験体が乾燥を受け、水和に必要な水分が不足したことが原因で

キーワード 養生, 湿度, 水和, 強熱減量, 選択溶解

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 Tel:03-5859-8356 E-mail: h07076@shibaura-it.ac.jp

あると考えられる。また、N は BB に対してどの材齢においても高い強熱減量値を示しており、中でも初期材齢での差が大きい。これは、普通ポルトランドセメントに比べ高炉セメントは反応が遅延することに起因している。

湿度変化後の反応については、強熱減量値が上昇していることから水分供給により未水和セメントが再び反応していることがわかる。さらに、継続的に水分を得た試験体と同じ挙動を示していることから、材齢28日目からでも水分供給により反応は同様に進行することがわかった。

3.2 選択溶解法によるスラグ反応率測定

選択溶解法によるスラグ反応率の結果を図-3 に示す。RH60%，RH80%での反応率に変化がないことから、RH80%以下の湿度では高炉スラグ微粉末は反応しないといえる。

湿度変化後の反応については、強熱減量の結果と同じく RH98%R，水中 R では反応率が上昇していることから、十分な水分供給によりスラグの反応も再開することがわかった。

3.3 水分供給による再反応率

材齢56日における試験体の再反応率を図-4 に示す。ここで再反応率は、水中 R/水中，98%R/98%で算出した値である。各再反応率は強熱減量値が90%であるのに対しスラグ反応率の値は60%程度と低いことから、水分再供給後、材齢56日までの反応はポルトランドセメントに依存していると推測できる。

4. 結論

- (1) RH80%以下の養生環境では内在水分が逸散し、また、周囲からも水分は供給されないことを確認した。
- (2)湿度変化後、水和反応が RH98%で再開していることから、水中でなくても未水和セメントに水分再供給が可能であることを確認した。
- (3)材齢56日でも BB の反応度はNよりも低いことから、BB が N と同程度の反応度を得るためには、より長期の養生が必要である。
- (4) RH98%，水中養生で水分を再供給することで、水和反応が90%程度回復する結果が得られた。

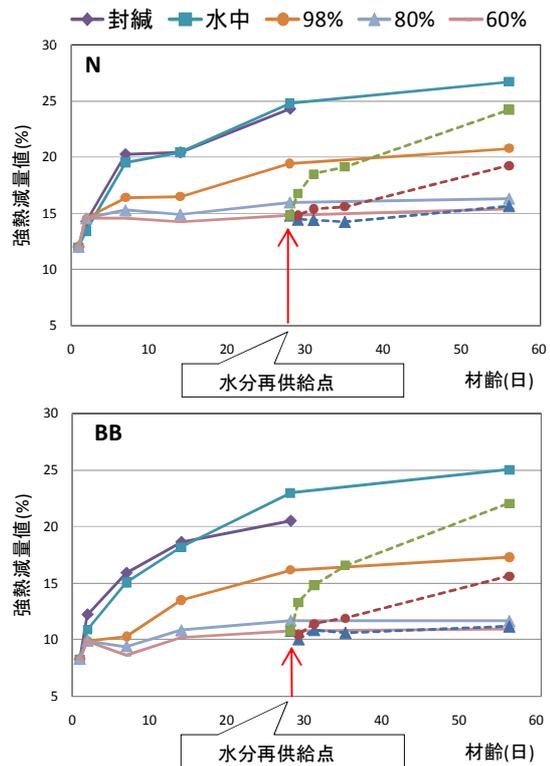


図-2 材齢と強熱減量値の関係

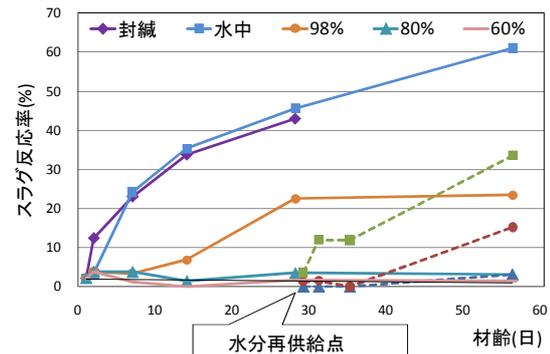


図-3 材齢とスラグ反応率の関係

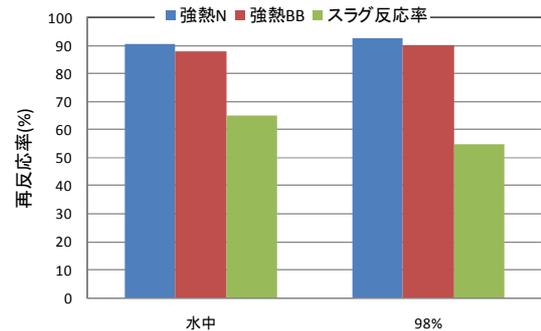


図-4 材齢56日における再反応率

参考文献

- 1) 伊代田岳史，魚本健人：乾燥による水和停止後の水分再供給による水和進行と細孔径分布の形成，生産研究53巻5号,pp.46-49,2001
- 2) 藤間祐輔，伊代田岳史：養生環境の相違が結合材の反応に及ぼす影響，第37回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，V-26