

養生環境の相違が結合材の反応度に及ぼす影響

芝浦工業大学 学生会員 ○藤間 祐輔
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1 序論

近年、地球温暖化の原因となる CO₂ の排出削減や耐久性の向上の目的から結合材への高炉スラグ微粉末等の添加が行われているが、混和材料を含む硬化体の水和反応解析は不明な点が多い。これら結合材が十分反応するためには養生が重要である。様々な養生方法が提案される中でどの程度の養生環境を保持する事が水和進行に重要かについて検討が必要である。本研究では高炉スラグ微粉末を置換した場合のセメントペーストが異なる養生環境(温度,湿度)においてどのような水和進行をするのかを調査した。

2 配合および養生方法

試験体として普通ポルトランドセメント(以後 N), 石こうが添加されていない高炉スラグ微粉末(粉末度 4000cm²/g) を全結合材の 40%置換した試製セメント(以後 BB) の 2 種類でセメントペーストを作成した。水セメント比 (W/C) は共に 50%とし、試験体が均一に外部環境の影響を受ける様に約 20×30×10mm の型枠を用いた。試験体作成後、実験室内(20℃設定)で存置し、24 時間後に脱型した。試験体内の水分により湿度を上昇させないため 2~3 時間気中で乾燥させた後、所定の温湿度に調整した。

デシケータ内で気中養生,または封緘養生を行った。養生温度を 7.5℃, 20℃, 40℃ の 3 種類, 養生湿度を RH60%, RH80%, 封緘の 3 種とし, 計 9 パターンで養生を行った。湿度調整には空気中の炭酸ガスによる中性化を避けるため濃度を变化させた水酸化ナトリウム(NaOH)を用い調整を行った。湿度誤差は±3%以内とした。

3 測定方法

試験体の反応度測定方法には強熱減量法と選択溶解法(サリチル酸・アセトン・メタノール法)により測定した。強熱減量は 700℃で 1 時間強熱し, 2 回計測し平均値を実測値とした。選択溶解法は CAJS I-60-1982 に基づき, メンブランフィルタをろ紙に変更した方法で測定を行い, 3 回計測し平均値を実測値とした。測定は脱枠直後, 材齢 3 日, 7 日, 28 日の計 4 回行った。

4 実験結果

4.1 強熱減量法による試験結果

強熱減量の実験結果を図-1 に示す。全ての温度に対し, 湿度が高いほど強熱減量値が高いことが分かった。

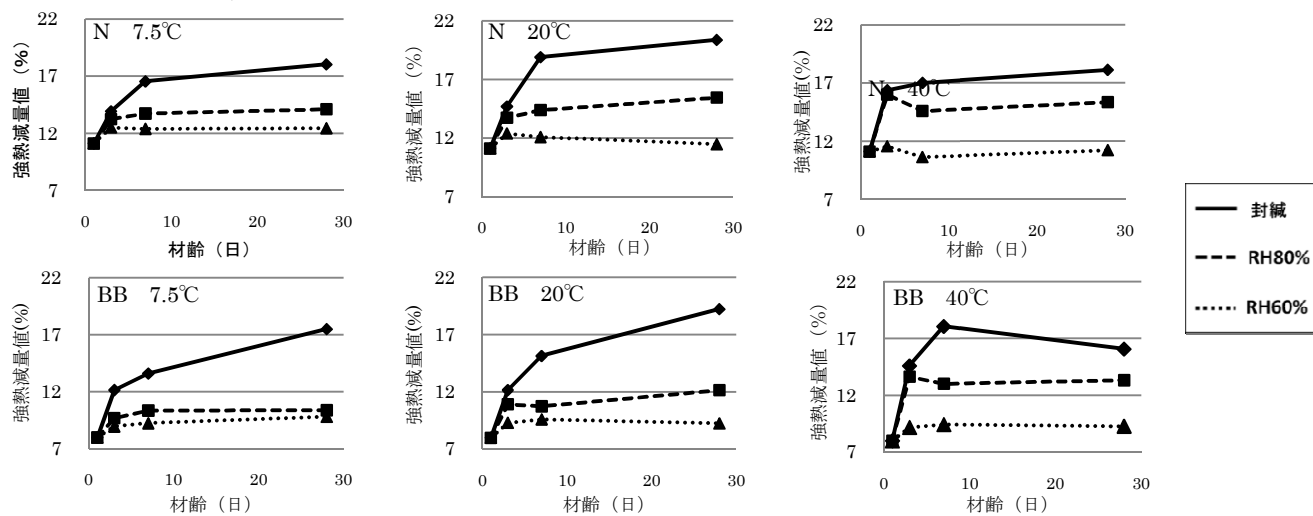


図-1 養生温度別の強熱減量値

キーワード: 水和, 養生, 強熱減量, 選択溶解

連絡先: 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL. 03-5859-8356 Email h06077@shibaura-it.ac.jp

RH60%はどの養生温度においても材齢3日から値が変化しないことから水和進行していない事を確認した。RH80%では水和進行している事からN, BBともにRH60%~RH80%の間に水和するための最低湿度が存在する事が推測される。Nはどの温度においても材齢7日目には値が停滞するのに対し、BBは7日後でも反応が続き、材齢28日では封緘養生の値はNとほぼ同じ値になることが確認された。

4.2 選択溶解法による試験結果

サリチル酸法によるスラグの反応率の結果をまとめたグラフを図-2に示す。高炉スラグ微粉末はRH60%では材齢3日から反応率が停滞していることから水和反応は起きていない。これに対し、RH80%では反応が進行していることからこの間に水和反応のために最低湿度が存在すると推測される。図-2の養生温度40℃と7.5℃を比較するとRH80%の値は養生温度が高いほど封緘養生に値が近く、温度が低いとRH60%に近い値になる事が確認された。

4.3 強熱減量とスラグ反応率の関係

強熱減量値とスラグ反応率の関係を図-3に示す。図より強熱減量とスラグ反応率は相関性がある事が確認された。それぞれの養生方法での違いを見るため封緘、RH80%、RH60%を順に実線、二重線、点線で囲った。この図より湿度が高いほど養生中の反応は高くなる事が確認された。また、同じ強熱減量値であっても40℃養生の場合(図の灰色部分)のスラグ反応率の値が高い事から高炉スラグ微粉末はセメントよりも温度による反応が強いと推測される。

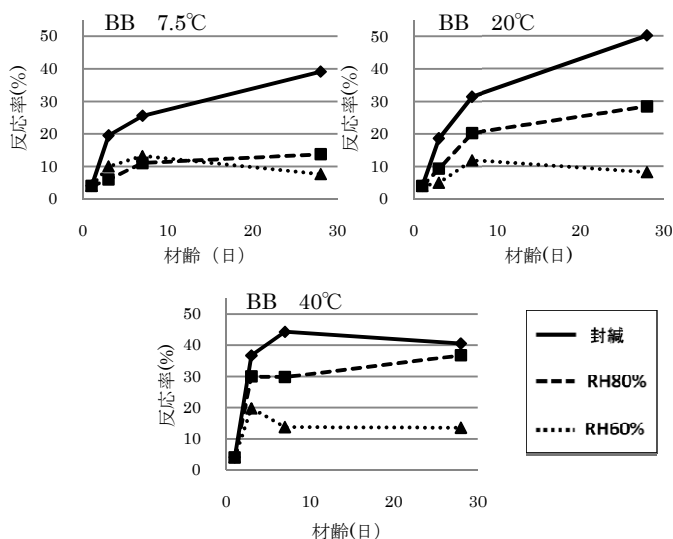


図-2 材齢によるスラグ反応率の影響

5 結論

養生環境の相違による普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末の水和進行の違いを検証した本研究の結果を以下に示す。

- (1) N, BBともにRH60%では養生温度に関わらず水和が停滞する。RH80%では水和反応が進んでいる事からこの間に水和が行われるための最低湿度がある事が分かった。これより養生を行う場合はRH80%以上を保つ事が重要だということが確認された。
- (2) 普通ポルトランドセメントでは反応が早く、材齢7日ほどで反応が停滞するが、高炉スラグ微粉末では材齢28日でも反応が進んでいるため、Nに比べ、高炉スラグ粉末が置換されているBBは長い期間高湿養生を保つ必要がある。
- (3) 本研究では養生湿度はRH80%以上に保つ事が大切であり、低温の場合は更に高い湿度での養生の確保が重要になる。
- (4) 強熱減量とスラグの反応率には相関性が認められた。
- (5) 同強熱減量値でも養生温度が40℃の場合、スラグ反応率は高い値になる事から、高炉スラグ微粉末は普通ポルトランドセメントの反応より温度依存性が高いと推測される。

参考文献

土木学会：混和材料を使用したコンクリートの物性変化と性能評価研究小委員会，2007

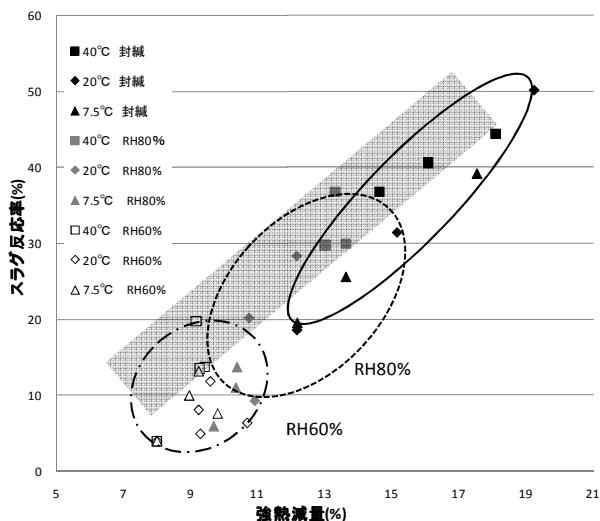


図-3 強熱減量とスラグ反応率の関係