

養生条件が転炉ダストスラリー固化体の品質に及ぼす影響

1. 序論

転炉ダストは鉄分が多く有用な資源で、再資源化が期待されている。湿式処理された転炉ダストスラリーを再利用するために、スラリーを固化し転炉に装入する技術が開発されている。現状の技術では固化材に廃プラスチックやデンプンが用いられているが、養生から転炉装入まで2週間に要するため、さらに効率的な製造方法が望まれている。そこで、松田¹⁾によって確立されたセメントを固化材に用いる製造方法を発展させ、本研究では養生条件を変化させて、固化体の早期の硬さ発現と同時に含水率の低減を目的としている。

2. セメントの水和反応

コンクリートの強度がセメントの水和反応によって発揮されるように、セメントを固化材とする転炉ダストスラリー固化体の硬さもセメントの水和反応によって発揮されると考えられる。さらに、スラリーにはカルシウムが多く含まれ、pHも12.6と強アルカリを示すので、スラリーがセメントの水和反応を促進させることやダストが水和反応することも考えられる。そこでセメントの水和反応へのスラリーの影響を検討する。

表1に示す配合でセメントと反応させ、擬似断熱温度上昇試験を行う。単位セメント量あたりの発熱量を求め比較し、セメントの水和反応へのスラリーのダストとpHの影響をみる。

結果を**図1**に示す。まず、鉄粉と水の配合と、鉄粉と上燈水の配合を比較すると、発熱量に大きな差が見られないので、pHの違いによる影響はないと推測される。次に、スラリーの配合とスラリーの固形分を鉄粉に置換した配合を比較すると、これも発熱量に大きな差が見られないので、スラリーのダストの影響もないと推測される。つまり、セメントを固化材とする転炉ダストスラリー固化体の硬さ発現はセメントの水和反応にのみ発揮されると推測される。

3. 促進養生方法の提案

固化材の添加率をスラリーの固形分に対して10%とし、スラリーとセメントをモルタルミキサーで練り混ぜ、型枠に注入し、プレス機を用いて10分間加圧脱水し、Φ60×高さ50mmの円柱形に成型した。

初期24時間を**表2**に示す養生条件で養生し、以降は温度20℃、RH60%の養生室で養生した。温度条件20℃では養生室を使用し、60℃では熱風式恒温機を使用した。湿度条件では水分が蒸発して乾燥を防ぐために固化体に湿布とラップをまいた。養生期間1, 3, 5日目で粉化率と含水率を求めた。

粉化率は、固化体を5mの高さから自由落下させ、その破片の5mmふるい通貨質量百分率で表す。含水率は固化体を110℃で24時間乾燥させて求める。

表1 配合表

配合	固形分	液相	固化材
①スラリー	スラリー		セメント
②鉄粉 水	鉄粉	水	セメント
③鉄粉 上燈水	鉄粉	上燈水	セメント

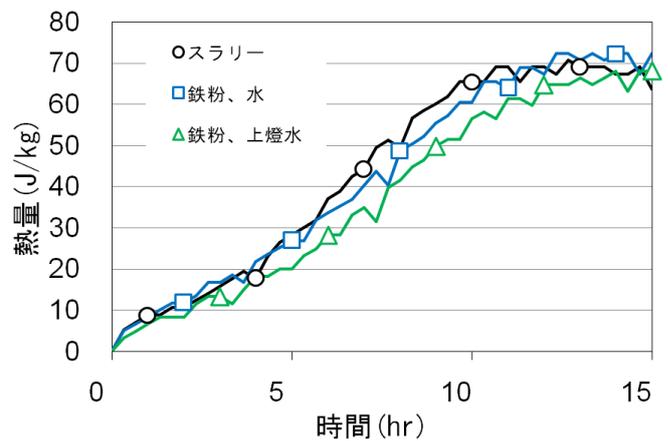


図1 単位セメント量あたりの発熱量

表2 養生条件

温度条件(°C)	湿度条件
20	湿布あり
	湿布なし
60	湿布あり
	湿布なし

4. 結果

粉化率の結果を図2に示す。粉化率では、全体的に低下傾向にある。湿布をせず60℃で養生した固化体は全体的に15%以上と非常に大きい。これは熱風式恒温機を使用したことで固化体が乾燥し、セメントの水和反応に必要な水分が不足し、水和反応が十分に起こらなかったためと推測される。また、20℃で養生した固化体や湿布をまき60℃で養生した固化体は、同様の結果となった。ここで養生3日目から5日目では低下していないが、これは落下実験という特性上、固化体が十分な硬さをもったことによるもので1~2%が粉化率の最小値だと推測される。

含水率の結果を図3に示す。含水率では、湿布をせず60℃で養生した固化体は増加傾向にあるが、ほかの固化体は低下傾向にある。湿布をせず60℃で養生した固化体は初期養生で固化体が乾燥し、養生室に移した後空気中の水分を吸収したため含水率は増加し、ほかの固化体は水和反応と乾燥によって含水率が低下したと推測される。

つまり、初期24時間の養生で乾燥させすぎると固化体の硬さ発現は遅延するが、養生期間1日目の含水率が10%以上だと、養生室に移した後もセメントの水和反応が進み、固化体の硬さ発現が起こる。また、温度変化はセメントの水和反応促進に影響を与えないと推測される。

5. 低温養生が品質に及ぼす影響

実際の現場は屋外での作業が主である。初期養生温度が低いと、セメントの水和反応が遅延するので、冬季の低温環境での養生が品質へ影響するかを検討する。製造方法および評価方法は促進養生と同様の方法を使用する。養生方法は低温槽(温度5~10℃, RH70~80%)で初期の24時間養生し、その後養生室に移す方法(以下、低温槽(24時間))、連続して低温槽で養生する方法(以下、低温槽(連続))、養生室で連続して養生する方法(以下、養生室(連続))と比較した。養生期間1, 3, 5日目に粉化率と含水率を求めた。

粉化率の結果を図4に示す。粉化率において低温槽(24時間)では1日目まで、低温槽(連続)では3日目まで低温養生の影響を受け、養生室(連続)よりも粉化率が大きくなった。つまり、低温養生は固化体の品質に影響を与え、固化体の硬さ発現を遅延させると推測される。

6. まとめ

スラリーとセメントの水和反応について

固化体の硬さ発現にスラリーのダストもpHも影響せず、セメントの水和反応にのみ発揮される。

促進養生について

初期24時間の養生で乾燥させすぎると固化体の硬さ発現は遅延するが、養生期間1日目の含水率が10%以上だと、養生室に移した後もセメントの水和反応が進み、固化体の硬さ発現が起こる。また、温度変化はセメントの水和反応促進に影響を与えない。

低温養生による影響について

低温養生は固化体の品質に影響を与え、固化体の硬さ発現を遅延させる。

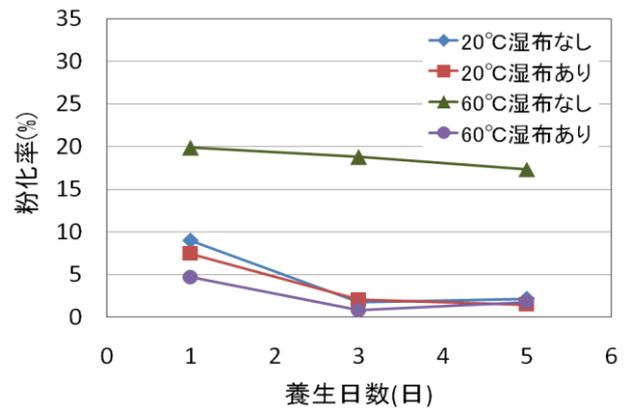


図2 促進養生による粉化率変化

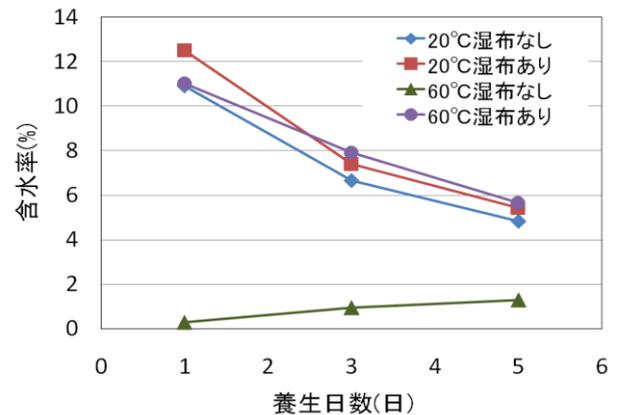


図3 促進養生による含水率変化

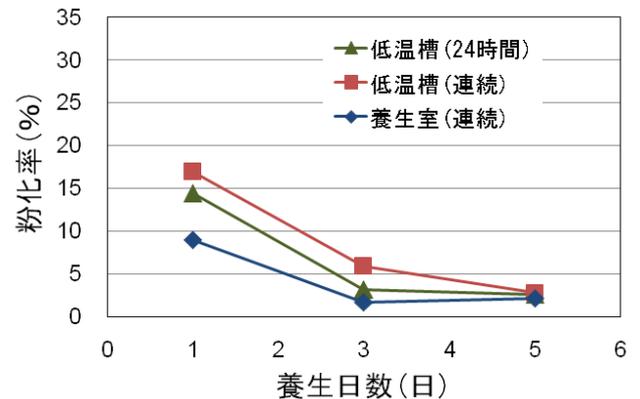


図4 低温養生による粉化率変化