

V-14

生コンスラッジの基本的物性に関する実験

岩手大学 正会員 ○張 金喜
同上 正会員 藤原忠司

1. まえがき

生コン工場では、ミキサやベルトコンベア等の製造設備および生コン運搬車等の洗浄、さらには戻りコンクリートからの骨材回収などによって、スラッジを含んだ水が発生する。スラッジは管理型の廃棄物であり、大量に発生するスラッジを有効に利用しようとの研究が盛んに行われている。有効利用の方法を検討するためには、その前段として、スラッジの基本的物性を把握しておかなければならない。ところが、実際に発生しているスラッジの場合、組成や発生してから経過時間などは多種多様であり、これを対象として物性を調べても、体系的な知見は得難い。

本研究では、生コン工場でのスラッジの発生工程を模して、実験室でスラッジを作製し、その性質の変化を調べようと試みた。同時に、セメントペーストも作製し、比較を行う。また、生コン工場から採取してきたスラッジも実験の対象とする。

2. 実験概要

生コンを想定したコンクリートの配合を、表-1 示す。骨材には、川砂利(最大寸法:25mm、表乾密度:2.51g/cm³、吸水率:3.9%)および川砂(F.M.:2.92、表乾密度:2.55g/cm³、吸水率:3.7%)を用いた。セメントには普通ポルトランドセメント、混和剤としては AE 減水剤を用いた。

表-1 想定した生コンの配合

スランブ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
				W	C	S	G
8	4.5	56.2	39.5	149	265	727	1096

この配合に従い、容量 50L の傾胴式ミキサを用いて、コンクリートを練混ぜる。練混ぜ後、コンクリートをミキサに入れたままの状態、コンクリートの容積の5倍の水を注入し、1時間練り混ぜ続ける。これを容器に排出し、沈殿させないように、適当な時間間隔で攪拌する。24 時間後、0.3mm のふるいをを用い、この寸法以上の骨材を除外し、ふるいを通ったものをスラッジ水と想定した。24 時間以降は、スラッジ水を攪拌しなかったが、沈殿物の粒子同士が結び付き、塊を形成するという現象は見られなかった。コンクリートを練混ぜてから、1、3、7、14 および 28 日間で、スラッジと想定している沈殿物を採取し、これを 110℃の乾燥機で絶乾にした粉体の諸物性を調べた。

比較用とするセメントペーストは、同じ水セメント比であり、水中養生後、材齢 1、3、7、14 および 28 日で、硬化ペーストを 110℃の乾燥機で絶乾にする。これを、乳鉢を用いて粉碎し、網ふるい 0.075mm を通過した粉末の物性を測定した。また、生コン工場から採取してきたスラッジケーキおよび天日乾燥スラッジについても、物性を調べた。

測定項目は、JIS R 5201 に準拠した密度、窒素吸着法による比表面積と総細孔量、SEM 写真によるセメントの水和状況と粒子微細構造などである。

3. 実験結果および考察

スラッジおよび硬化ペーストの密度を図-1 に示す。ペーストの場合、材齢 0 日には、セメントそのものの密度をプロットしておいた。

セメントが水和すれば、セメント単独に比べ、密度が低下する。水和は材齢とともに進行し、硬化ペーストの密度も経時的に小さくなる。一方、スラッジの材齢 0 日における密度は定かでない。実験で用いたスラッジ粉末は、セメントと細かい砂で構成されており、セメント単独より、密度が小さいことは確かである。このスラッジの密度も、材齢とともに低下する。これは、スラッジ中のセメントが、次第に水和するからにはほかならない。材齢 28 日で、スラッジとペーストの密度は、ほぼ同

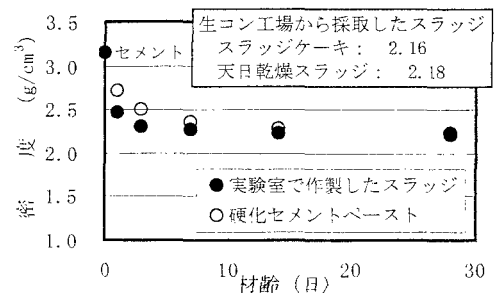


図-1 密度の変化

等となっている。しかし、スラッジに砂が含まれることを考慮すれば、スラッジ中のセメント水和物の密度は、ペーストの密度より小さいことになる。

図中に、生コン工場から採取したスラッジの密度を示しておいた。スラッジケーキおよび天日乾燥スラッジとも、発生してから経過時間は不明であるが、密度は、実験室で作製したスラッジの材齢3日以降の値に近い。工場スラッジが、この程度の時間を経過していたのは疑いなく、換言すれば、実験室で作製したスラッジは、生コン工場のスラッジを、比較的良好に再現できていると言える。

窒素吸着法によって測定した総細孔量および比表面積を、図-2 および図-3 に示す。スラッジおよび硬化ペーストとも、総細孔量と比表面積が、材齢とともに増加する。硬化ペーストの場合、水和の進行とともに、ゲル空隙が形成され、水和に必要な水以外の水も、毛細管空隙を形成する。そのため、細孔量が大きく、形成される細孔も微細であるため、比表面積も大きい。

しかし、スラッジの総細孔量および比表面積は、硬化ペーストに比べ、さらに大きい。スラッジには、細孔の少ない砂も含まれており、これを除外すれば、スラッジ中の水和物は、より一層、大きな細孔量を有すると推察される。スラッジは、スラッジ水の沈殿物から採取したが、上述のように、沈殿物は、塊を形成することなく、粒子はばらばらな状態にある。すなわち、沈殿物とは言え、水中と似たような雰囲気の中にあり、セメント粒子は、水中で水和することになる。

ペーストの場合、セメントの水和に必要な水の倍程度の水がセメント粒子の周りにあり、その状態で水和する。水和に伴い、水和物は互いに絡み合い、複雑な組織を構成する。その中で、水和がさらに進行し、緻密化していく。スラッジ中のセメント粒子の水和は、これとまったく異なる状況で生じることになり、本結果によれば、水和物は多孔質であって、しかも細孔が微細であるため、比表面積も格段に大きい。図中に示したように、生コン工場から採取したスラッジも、同様に、大きな総細孔量と比表面積とを示している。

セメント粒子および材齢 28 日の硬化ペースト粉末とスラッジ粉末の SEM 写真を、図-4 に示す。セメント粒子は、碎石のような平滑な表面となっており、硬化ペーストの場合には、表面的に空隙のほとんどない緻密な水和物で構成されているように見受けられる。これに対し、スラッジ粒子の表面は粗く、網のような空隙がある。

この観察からも、スラッジは多孔質であることが明らかである。水中での水和では、カルシウムシリケート水和物のような組織の緻密な水和物ができ難く、水酸化カルシウムのような粗い水和物が主体になるためと推察される。

4. おわりに

本研究では、実験室で作製したスラッジと硬化セメントペーストの性質を比較検討した。その結果、スラッジに含まれる水和物は多孔質であることが明らかとなった。スラッジの有効利用を検討する際には、このスラッジの特性をよく考慮する必要がある。

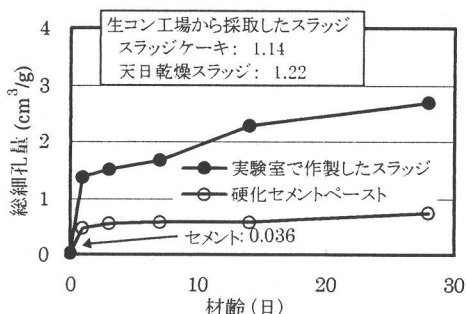


図-2 総細孔量の変化

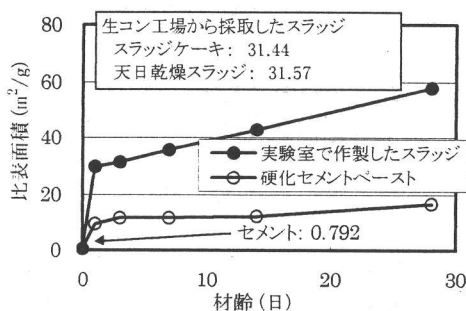


図-3 比表面積の変化



図-4 セメント・硬化ペースト及びスラッジの SEM 写真