

V-94

スラッジ水を多量に添加したコンクリートに関する基礎的研究

東北大学工学部 正会員 岩城 一郎

同 上 学生会員 西丸 知範

同 上 フェロー 三浦 尚

1. まえがき

現在、生コンプラントで発生するスラッジ水のほとんどは、自然乾燥、または脱水ケーキ化された後、産業廃棄物として埋め立て処分されているのが実状である。しかし、処分費の高騰、処理場の不足、環境への配慮といった理由から、スラッジの再利用や処理方法の検討が強く望まれている¹⁾。本研究は、スラッジの積極的な再利用を図るため、スラッジをできるだけ多量に添加したモルタル供試体を作製し、スラッジの添加がコンクリートの圧縮強度、乾燥収縮に及ぼす影響について調査することを目的とした。スラッジをコンクリートに添加する方法として、スラッジ水を直接添加する方法と、スラッジ水に乾燥工程を加えて乾燥スラッジを生成し添加する方法の二通りが考えられるが、本研究ではスラッジの処理工程を省いた簡便な手段であるスラッジ水を直接コンクリートに添加する方法を採用した。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は宮城県大和町産の山砂を使用した。スラッジ水は、品質、濃度が一定に管理できるように実験室内において作製した。スラッジ水の手作製手順を以下に示す。まず水セメント比50%のセメントペーストを練混ぜ、湿布で覆って2時間放置した後適当量の水道水を加え、生コンプラントのスラッジ処理設備をモデル化した攪拌機により20時間攪拌した。最後に、0.15mmふるいを通過する微細砂をスラッジ固形分に占める割合が20%となるように添加し、実験に使用するスラッジ水とした。

実験に使用するモルタル供試体の水セメント比は50%及び70%を基本とした。配合は、細骨材の一部をスラッジ水中のスラッジ固形分(SI)と置換した外割シリーズ、及びセメントの一部をスラッジ固形分と置換した内割シリーズに大別し、セメント質量に対してそれぞれ10%, 20%, 30%置換した。また、比較のためにスラッジ水を添加しないプレーンな配合の供試体も同時に作製した。モルタルのコンシステンシーは全ての配合でフロー値が200mm±20mmとなるように単位水量、細骨材量を調整した。養生方法は、圧縮強度測定用供試体(φ5×10cm)については標準水中養生、乾燥収縮測定用供試体(4×4×16cm)については20℃一定気中養生とし、それぞれ材齢1, 2, 4, 8, 13週で測定を行った。

3. 実験結果と考察

図1に外割置換を行った供試体に対する圧縮強度測定結果を示す。図より、スラッジ水を外割置換した場合、スラッジ水を添加していないプレーンな配合と比較して同等かそれ以上の圧縮強度を示す結果となった。プレーンな配合に対するスラッジの添加による圧縮強度の増加分は、多くて20%程度であった。スラッジ水の添加による圧縮強度の増進効果は、スラッジ水中のセメント未水部分部分が反応し、強度発現に貢献したこと等が理由として考えられる。しかしながら、置換率の増加に従って必ずしも強度増進傾向が現れていない点を考慮すると、スラッジ水中のスラッジ固形分は、単に強度発現に寄与するだけ

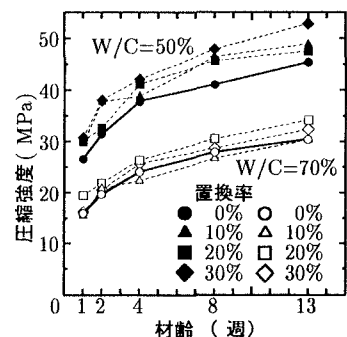


図1 圧縮強度（外割シリーズ）

スラッジ水、圧縮強度、乾燥収縮率

〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉東北大学工学部土木工学科 TEL 022-217-7431 FAX 022-217-7432

でなく、セメントの健全な水和反応を阻害している可能性もあると推察される。図2に内割置換した供試体に対する圧縮強度測定結果を示す。図より、スラッジ水を内割置換した場合、置換率の増加とともに圧縮強度が顕著に減少する結果となった。このことは、大半がセメント水和物であると考えられるスラッジ固形分をセメントの一部と置換することにより実質の水セメント比が増加するため当然の結果と考えられる。しかし、図2中の水セメント比50%を基本とする置換率0%と10%の配合では両者の圧縮強度がほぼ同じ値を示している（図中*1参照）。さらに、水セメント比50%を基本とする置換率30%の供試体と、水セメント比70%を基本とする置換率0%の供試体の圧縮強度を比較すると、両者の実質水セメント比がほぼ等しいにもかかわらず、圧縮強度はスラッジを添加した前者の方が大きくなっている（図中*2参照）。以上の結果から、スラッジ水を内割置換した場合においても、スラッジ水を添加したことによる強度増進効果が確認された。

図3に水セメント比50%の外割シリーズに対する乾燥収縮測定結果を示す。図より、スラッジ水を外割置換した場合、乾燥収縮率はプレーンな配合と比較して同等かわずかに上回る傾向を示している。外割シリーズでは、スラッジの添加に伴いモルタル中の粉体量が増加するため、コンシステンシーを一定とするために単位水量、細骨材量を調整する必要が生じた。そのため、乾燥収縮に影響を及ぼす要因が相互に作用しあって、結果的にスラッジの添加により乾燥収縮率が若干増加する傾向を示したと思われる。一方、図4は水セメント比50%を基本とする内割シリーズの乾燥収縮測定結果を示したものである。図より、スラッジ水を内割置換した場合、置換率の増加に伴い乾燥収縮率が顕著に増加する結果となった。内割シリーズでは、モルタル中の粉体量がほぼ一定となるため、単位水量、細骨材量を大きく調整する必要はない。従って、水セメント比、スラッジ添加量が乾燥収縮に影響を及ぼす要因であると考えられる。スラッジ水を内割置換すると実質の水セメント比が増加するため、水和反応に寄与しない水の量が増加すると思われる。さらにスラッジ固形分に吸着した水は、未水和セメントに吸着した水と比べ結合力が弱く、乾燥による影響を受け易いと考えられるため、乾燥収縮を助長する結果となったと思われる。

4. まとめ

発生後約24時間経過したスラッジ水をモルタルに最大30%まで添加することにより、水セメント比が一定であれば、圧縮強度は改善され、乾燥収縮はわずかに増加する傾向を示した。つまり、本実験の範囲内ではスラッジ水をコンクリートに最大30%まで添加したとしても、致命的な悪影響を与えることはないという結論に達した。実際の現場ではスラッジ水の発生量、品質ともに大きく変動することが予想されるため、スラッジのばらつきをいかに考慮して要求される性能を満足するコンクリートを製造するかが今後の課題であると考えられる。

参考文献

- 1) コンクリートスラッジの有効利用研究委員会：コンクリートスラッジの有効利用に関するシンポジウム報告書、日本コンクリート工学協会、1996.5

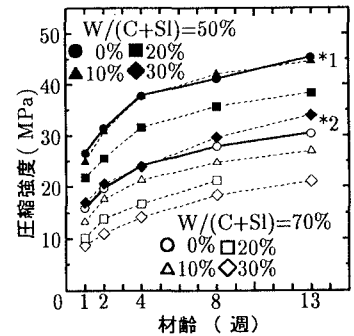


図2 圧縮強度（内割シリーズ）

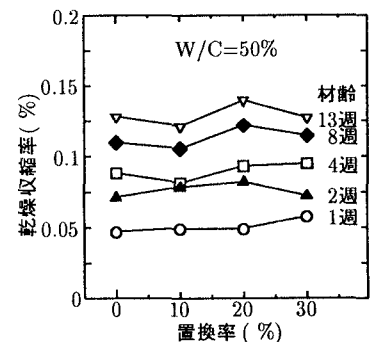


図3 乾燥収縮率（外割シリーズ）

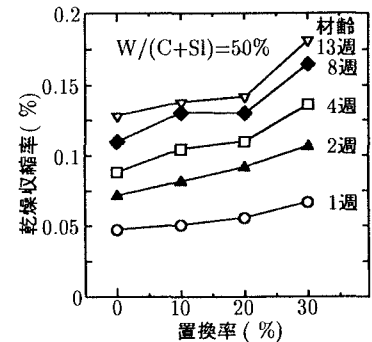


図4 乾燥収縮率（内割シリーズ）