

(Ⅲ-62) 生コン廃スラッジの土質工学的性質

宇都宮大学工学部	正会員	○ 近林武人
同 上	正会員	横山幸満
同 上	正会員	今泉繁良
吉沢石灰工業(株)		花田光雄
同 上		田沢武雄

1. はじめに

生コン工場では、ミキサーの洗浄及び運搬車のドラムの洗浄などに伴ってスラッジ水が発生する。このスラッジ水及び、戻りコンクリートや残コンから骨材を回収した残りの懸濁水を脱水して得られるものが生コンスラッジ（以下、単にスラッジと呼ぶ）である。スラッジの処分は生コン工場の抱える共通の問題であり、「産業廃棄物の処理並びに清掃に関する法律」で規定する産業廃棄物の汚泥に属し、再資源化をしない限りそのままでは管理型処理場へ、また無害化固形処理を行っても安定型処理場へ処分しなければならない¹⁾。しかも埋立処分するにはコストが非常に高くなること、今後は地球環境の保全という観点から埋立処分場を確保することが難しくなるという問題点がある。これらのことから、近年、スラッジを産業廃棄物として処分するのではなく、有効な利用方法を講じ、発生量の減量化を図る必要があると考えられてきている^{1) 2)}。

そこで、まず栃木県内のスラッジに対する現状を把握するために県内に約50ある生コン工場にスラッジの発生量や現在までの処理方法などのアンケート調査を行った。次にスラッジの地盤材料的な有効利用を目指して、スラッジの基本的性質、特に時間の経過に伴う強度の変化を調べた。

2. アンケート調査

アンケート調査の質問項目と集計結果を以下に示す。アンケート調査の方法は主旨と質問（解答用紙）を書いた用紙を各工場へ郵送し、F a x による返信で回収した。回収率は約60%であった。

a) スラッジの発生量 スラッジの発生量については、捉え方の違い（コンクリート廃材を含む等）が若干あり、正確な数字は出せなかったが、1社あたりの平均で約30t/月という数字が得られた。また、発生量の最大値は185t/月（コンクリート廃材を含む）で、最小は1.4t/月であった。

b) 今までの処理方法 『自社敷地内へ埋め戻し（堆積）』7件、『産業廃棄物処理業者へ依頼』7件、『セメントの練り水に使用』5件、『硬化後再利用』4件、『再生使用』4件であった。上記の方法で『業者へ依頼する』にはトラック1台あたり約30万円の費用がかかり、処分場の確保も年々困難になっているという意見があった。『セメントの練り水に使用』では、コンクリートの強度など品質にばらつきが生じるという意見があった。『硬化後再利用』は、スラッジを硬化させた後埋め戻し材として利用するという意見であり、『再生使用』については、『セメントの練り水に使用』と同じ意見であると思われる。以上のように各工場の今までの処理方法を挙げてみたが、いずれの方法にしても何らかの問題が生じ、他に良い方法が確立されればそれを検討してみたいという工場も多かった。

c) スラッジの問題点 この質問には様々な解答が寄せられた。代表的なものは、『濃度、pHの調整や配合の修正（再使用時）が困難』、『県内に専門の処理業者（処理場）がない』、『再利用の方法を確立するのが難しい』、『処分場、埋立地の確保が困難である』、『産業廃棄物処理業者に依頼すると費用がかかる』、『セメントの練り水として使用すると配管や貯蔵槽に付着して清掃が困難』であり、スラッジの処分がいかに大きな問題であるかが伺えた。

3. スラッジの物理的特性

試験に使用したスラッジは、宇都宮市内にある生コン工場から採取したもので、生スラッジを脱水装置に

かけることにより脱水ケーキとしたものである。その物理特性を表-1に、粒径過積曲線を図-1に示す。日本統一土質分類に従えば、高液性限界シルト(MH)に分類された³⁾。

表-1 スラッジの物理特性		
初期含水比 w (%)		138.0
比重 G_s		2.67
液性限界 w_L (%)		93.7
塑性限界 w_P (%)		81.7
塑性指数 IP		12.0
p_{II}		10.82

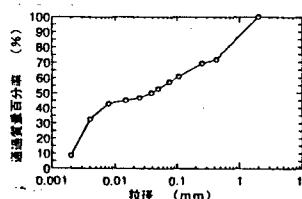


図-1 粒径過積曲線

4. 一軸圧縮試験及び貫入試験

スラッジの時間の経過に伴う強度の変化を観るために、一軸圧縮試験(JIS A 1216)とプッシュコーン(先端角 $25^\circ 20'$, $\phi=20\text{mm}$)による支持強度試験を行った。両試験とも、廃棄直後のスラッジを5ミキサーで10分間攪拌した後、 $\phi=50\text{mm}$, $h=120\text{mm}$ のモールドに充填し、高密度ポリエチレンで密封したものを 20°C の恒温槽で保存して、所定の時間が経過した後に脱型して $h=100\text{mm}$ に整形したものをを用いた。一軸圧縮強さと経過時間の関係を図-2、支持強度と経過時間の関係を図-3

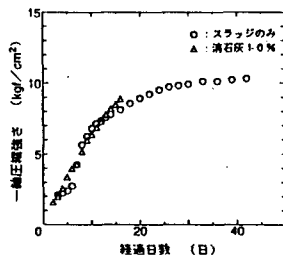


図-2 時間の経過に伴う一軸圧縮強さの変化

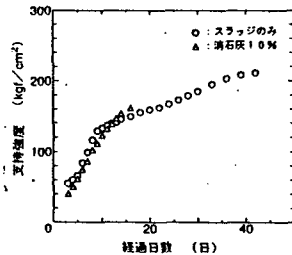


図-3 時間の経過に伴う支持強度の変化

に示した。併せて、スラッジに、消石灰を試料乾燥重量に対して10%添加したものについても試験を行ったので図-2, 3に示した。図-2, 図-3より、消石灰を添加しないスラッジのみの場合は、供試体作製3日後に試験可能な硬さとなり、10日後までの強度増加が著しく(一軸圧縮強度で約 7kgf/cm^2 , 支持強度で約 140kgf/cm^2)、その後は緩やかな増加となった。消石灰添加時は、2日後に試験可能な硬さとなったが、15日後までは無添加のものに比べて著しい強度発現効果は見られない。図-4は同一条件の供試体に対する一軸圧縮強さと支持強度の関係を示したものである。図-4より、一軸圧縮強さが $3\text{kgf/cm}^2 \sim 9.5\text{kgf/cm}^2$ の範囲で両者に比例関係が見られ、その傾き($\Delta q_c / \Delta q_u$)は約1.1となった。

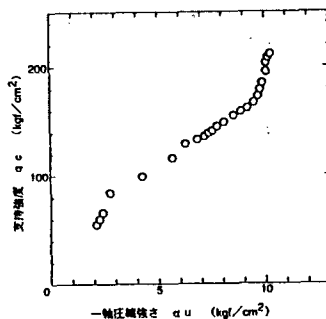


図-4 一軸圧縮強さと支持強度の関係

5. 終わりに

機械脱水されたスラッジケーキであっても含水比が138%, 液性指数が $LI=4.7$ である軟弱な状態にあり、このままでは取り扱える固さになるのに3日程度必要ことが分かった。今後、添加剤として生石灰、あるいは軽焼ドロマイトなどを用いて強度の経時的变化を調べていきたいと考えている。また、スラッジの有効な利用方法の検討を図る予定である。最後に、スラッジの提供と研究に対するアドバイスをいただいた(株)八幡の布袋田氏と、実験を協力してくれた宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室の増澤公男君に謝意を表すものである。

【参考文献】

- 1) 吉兼 亨: 生コン業界におけるスラッジの再利用・有効利用に向けた研究への取り組み状況、ZENNAMA 11月号, pp.10-14, 1994
- 2) 野崎貞澄: 回収水利用の実態と経済効果、セメント・コンクリート, No. 492, pp.50-57, 1988
- 3) 土質工学会編: 土の試験実習書(第二回改訂版), pp47-77, 1991