

浄水汚泥の固化利用技術に関する基礎的研究

東京電力（株） フェロー会員 ○ 高橋守男，大江一彦

東電環境エンジニアリング（株） 久芳 茂，（株）セントラル技研 正会員 池尻 健，蜂須賀竜大

1. はじめに

近年、浄水場から排出される汚泥（以下、浄水汚泥と記す）は、埋立処理される一方で、リサイクルへの取り組みが試みられている。代表的なリサイクル方法としては、堆肥作製時の混合土、再生処理してブロック等の骨材として利用されることが挙げられる¹⁾。本研究は、浄水汚泥の有効な固化利用を目的とし、浄水汚泥を添加したモルタルの強度性状により、強度促進方法について基礎的検討を行なったものである。

2. 浄水汚泥試料の土質性状

今回の試験に用いた浄水汚泥試料は、関東の2箇所の浄水場から採取した。搬入された試料は、加圧脱水され板状を呈していた。従って、搬入された状態では、各種試験の実施が困難なため、搬入試料をミキサーで1分間粉碎後、各種試験に使用した。

それらの土質性状を表-1に示す。同表より、A、B 浄水場ともに、土粒子密度が一般の土に比べ小さく、高含水比である。また、塑性指数が大きく、強熱減量も10%程度以下と言われる一般の土に比べ大きく、試料中の有機物含有量は高いといえる。なお、A 浄水場の強熱減量がB 浄水場に比べ大きいのは、A 浄水場の処理過程において、活性炭を混入していることに起因するとみられる。さらに、pH は7.11～7.17であり、中性領域である。

以上のことから、今回の試験に用いた浄水汚泥試料は、一般的には、固化処理効果の得られにくい地盤材料と考えられる。

3. 前処理方法の検討

固化処理による改良効果を向上させる目的で、固化処理する試料の前処理について検討した。今回は、前処理として、乾燥処理に着目した。これは、試料を乾燥することにより、土粒子の団粒化の進行を促進し、それによる

土粒子間の固結、土粒子骨格構造の形成を期待するものである。乾燥処理としては、炉乾燥（105℃に調整した乾燥炉にて24時間乾燥）、天日乾燥（7日、14日）の3ケースについて検討した。乾燥処理の効果は、粒度試験結果により評価した。なお、粒度試験は、搬入後の試料を対象に上記の乾燥処理を実施し、処理後、ミキサーでそれらを1分間粉碎し実施した。粒度試験結果を図-1に示す。同図より、乾燥処理により、A、B 浄水場ともに、粒度分布が土粒子の団粒化の進行により粗粒化している。同図に示す試料の粒度特性の変化は、固化処理による改良効果向上の要因になると考えられる。また、同図より、3 ケースの乾燥処理の差異による粒度特性の大きな差異は認められない。従って、処理方法としては、今後実現場への適用を考慮すると、天日乾燥の採用が有効と考えられる。ただし、今回は試験期間の短縮を考慮し、炉乾燥を採用した。

表-1 浄水汚泥試料の土質性状

物理的性質	A浄水場	B浄水場
土粒子密度 g/cm^3	2.306	2.403
自然含水比 %	162.2	105.7
液性限界 %	274.1	166.5
塑性限界 %	136.8	62.2
塑性指数	137.3	104.3
礫分 %	0.0	0.0
砂分 %	1.0	2.8
シルト分 %	57.1	67.1
粘土分 %	41.9	30.1
pH	7.11	7.17
強熱減量 %	29.2	17.1
活性炭混入の有無	○	×

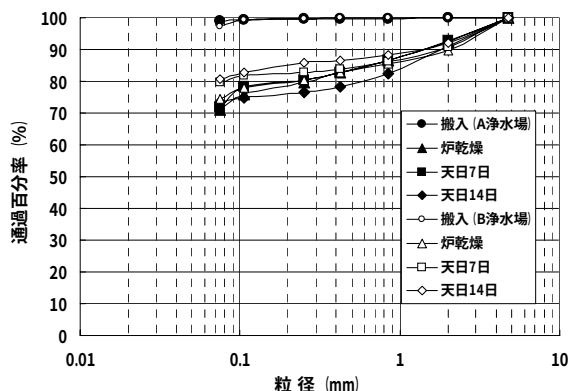


図-1 前処理試料の粒度試験結果

キーワード：浄水汚泥、固化処理土、一軸圧縮強さ

連絡先 東京都八王子市元横山町 1-2-13（株）セントラル技研 TEL：0426-45-8276 FAX：0426-45-8307

4. 配合試験概要

浄水汚泥を対象とした、固化処理による改良効果を検討する目的で、配合試験（一軸圧縮試験）を実施した。固化処理方法としては、A 浄水場および B 浄水場から搬入された浄水汚泥試料を対象に、セメント（高炉セメント B）を添加するケース（ケース 1）を実施した。また、上記のセメントのみを添加するケース（ケース 1）に、エトリナイト生成を促進し有機物含有量の高い地盤材料の固化処理の改良効果向上に寄与すると考えられる石膏²⁾を固化阻害抑制材料として添加するケース（ケース 2）、上記の石膏を添加するケース（ケース 2）を対象に、前述の前処理（炉乾燥）を実施するケースを実施した（ケース 3）。供試体は JSCE-F 506 に準じて作製した。すなわち、乾燥重量でセメント 1 に対し骨材 3、水セメント比 0.5 の比率で供試体（φ5×10cm）を作製した。なお、骨材は標準砂と浄水汚泥で構成し、乾燥重量で標準砂の 5%の浄水汚泥を添加した。石膏は過去の研究成果²⁾を参考に、今回はセメント重量に対し 10%添加した。

5. 配合試験結果および考察

配合試験結果を図-2 に示す。図中には、比較のため、浄水汚泥を添加していない固化処理土（図中では基準と記す）の試験結果も併せて示す。また、各ケースの試験結果との相対比較を容易にする目的で、ケース 1 を対象に、「一軸圧縮強さー材令関係」を近似する際よく採用される、累乗近似を実施した結果も併せて示す。さらに、固化処理による改良効果をより定量的に評価する目的で、改良効果度（各ケースの試験結果／ケース 1 の試験結果）というパラメータを定義し、まとめたものを表-2 に示す。

図-2 および表-2 より、A、B 浄水場ともに、石膏を添加したケース（ケース 2 およびケース 3）については、セメントのみを添加したケース（ケース 1）に比べ、一軸圧縮強さが大きくかつ改良効果度が大きく、「基準」の試験結果は下回るものの、固化処理による改良効果が向上している。石膏による改良効果向上のメカニズムを解明するためには、有機物の種類により石膏の改良効果が異なること²⁾を考慮し、今回用いた試料に含有する有機物をさらに詳細に調査する必要がある。ただし、今回の試験においては、A 浄水場、B 浄水場の強熱減量に差異があるものの、両者の改良効果に大きな差異は認められない。また、同図および同表より、A、B 浄水場ともに、石膏のみを添加するよりも、試料の前処理をした固化処理土の改良効果が向上している。炉乾燥の温度条件では、有機物が減少しないことから、前述の乾燥処理による粒度特性の変化が、改良効果の向上に寄与したものと考えられる。なお、両者ともに、材令が小さいほど、改良効果の向上が著しい。これは、石膏添加による、早期の強度発現に起因したものと考えられる。

6. まとめ

今回の配合試験結果により、石膏の添加および前処理として乾燥処理の実施により、浄水汚泥の固化処理の改良効果の向上が期待できることが分かった。今後の課題としては、実現場を考慮した最適配合設計の検討、前処理方法の検討等が挙げられる。

7. 参考文献

1) 古河幸雄・藤田龍之：浄水脱水ケーキの乾燥過程における性質変化，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.695-696，2005. 2) 岡林茂生・大森啓至・柳原弘彦・高橋 茂：土を固める原理 2. セメントとセメント系固化材の化学，土と基礎，Vol.52，No.10，pp.47-54，2004.

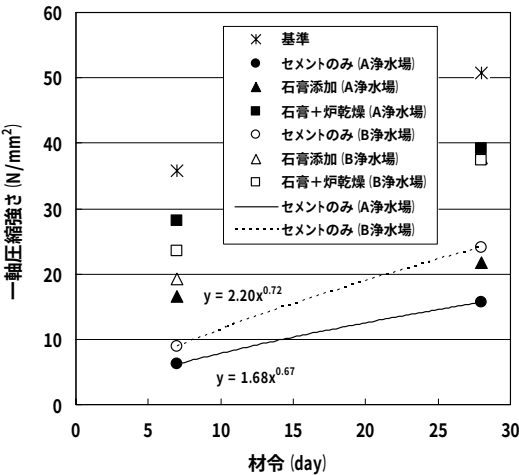


図-2 配合試験結果（石膏添加）

表-2 各ケースの改良効果度

試験ケース	改良効果度			
	A浄水場		B浄水場	
	7日	28日	7日	28日
2 石膏	2.66	1.39	2.17	1.56
3 石膏+炉乾燥	4.53	2.49	2.64	1.55