

# 浄水汚泥のスレーキング特性

日本大学工学部 正会員○古河 幸雄  
協和ボーリング(株) 正会員 中田 嘉久

## 1. はじめに

浄水汚泥は水道事業の水処理過程で発生し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に規定する産業廃棄物に該当する。したがって、法律に適合した処分が必要となるが、最近の産業廃棄物最終処分場の確保が困難になってきていること、環境保全の重要性が指摘されていることから、浄水汚泥の埋立て処分よりも、有効利用を図ることが重要である。浄水汚泥は、浄水場から日常的に排出されるので、永続的な資源の有効利用として恒久処理の対策が必要になってくる。

本研究では、浄水汚泥を乾燥処理のみで地盤材料として利用するために、乾湿による耐久性が重要であることからスレーキング特性について評価し、検討するものである。

## 2. 試料

(1)試料 浄水汚泥は福島県郡山市水道局豊田浄水場のものであり、猪苗代湖および逢瀬川より取水し、浄水過程の不純物はポリ塩化アルミニウム（添加量は20～30ppm/ℓ）により凝集され、最終的にフィルタープレスで脱水され厚さ3cm程度の板状のものが排出される。

(2)試料性質 浄水汚泥の基本的性質は、表-1に示すように、土粒子の密度は一般の土に比べ若干小さいが、含水比は脱水ロッドによりばらつきはあるが約180～200%の高含水比である。湿潤密度は土粒子の密度と同様一般の土に比べ小さく、乾燥密度は高含水比ゆえに特に小さい。また、液性限界と塑性限界も大きく、これの塑性図上から分類はMHである。一方、強熱減量値は、一般土であると10%程度以下といわれているのに比べてかなり大きく約30%前後もあるが、有機質土の定義(高有機質土:有機成分 $\geq 50\%$ )からすると低有機質土といえる。pHは6.3程度の弱酸である。

図-1は、浄水汚泥の粒径加積曲線であり、各地のものと共に示すと地域の違いによる差が見て取れ、鹿児島のは、粒径が粗い。本研究の浄水汚泥は、シルト以下の細粒土である。

(3)実験方法 スレーキング試験は、地盤材料としての評価するために、日本道路公団基準JHS 110-2001「岩のスレーキング率試験方法」により実施した。

表-1 試料の基本的性質

項目	浄水汚泥
土粒子の密度 $\rho_s$	2.53
含水比 w	180~200
湿潤密度 $\rho_s$	1.26
乾燥密度 $\rho_s$	0.43
液性限界 $w_L$	326
塑性指数 $w_p$	164
強熱減量 $L_i$	27~31
pH	6.6

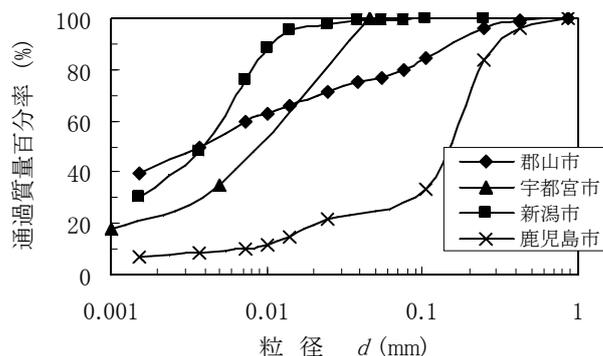


図-1 浄水汚泥の粒度分布

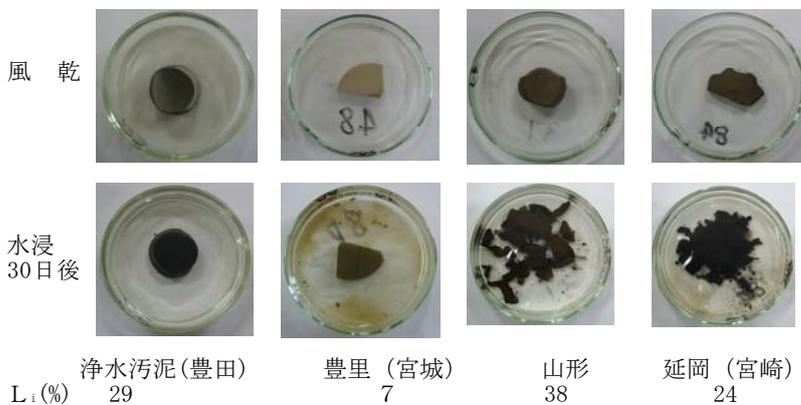


写真-1 風乾試料の水浸後の性状

キーワード：浄水汚泥、スレーキング、一軸圧縮強さ、地盤材料

連絡先：〒963-8642 郡山市田村町徳定 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8729 (FAX同左)

### 3. 実験結果および考察

写真-1は、浄水汚泥と同じポリ塩化アルミニウムにより最適添加量で凝集させて風乾したものと、水浸させたものの状況である。浄水汚泥はLiが大きいので、各地の採取土（山形や延岡）でもLiが大きいと浄水汚泥と同様に固結度が大きくなるものではないことが分かる。浄水汚泥は指で挟んでも壊すためにはかなりの力があるのに対し、豊里は浄水汚泥に比べ崩れやすい。

図-2は、排出時の浄水汚泥を段階的に乾燥させ、さらに含水比を安定させるために4日間含水比が変化しないように密閉して保存し、その後1日水浸して吸水率を求めた（1，2，4日間水浸して吸水率を求めているが、1日でほぼ定常状態になっている）。吸水率は乾燥するにしたがって含水比が約90%までは徐々に大きくなるが、約90～50%ではそれまでより少し大きくなり、約50%以下になるとそれまでより著しい急激な増加となっている。これは、50%程度までは乾燥によって収縮したものが水浸により膨張して吸水率を大きくし、50%程度以下になると乾燥による収縮がそれ以上進行しないために空隙が生じ、そこに浸透水が吸収する作用が加わるためと考えられる。

図-3はスレーキング試験の結果である。サイクル数の増加に伴い各繰り返し回数のスレーキング率も大きくなり、最終的には100%に近づくものと判断される。日本道路公団基準のスレーキング率の定義である5回サイクルの値を求めると約27%であり、乾湿繰返し作用には脆弱な面が垣間見える。これは、吸水による膨張と乾燥による収縮が大きいために、団塊状であった浄水汚泥が乾湿繰返しの増加につれてひび割れが進行して破碎されていくことが観察されている。これを地盤工学会基準によるスレーキング試験に当てはめると、スレーキング指数は区分0であるが、乾湿繰返しの進行に伴い（3回繰返し）、区分2程度まで数値が増大する。

図-4は乾燥過程における一軸圧縮試験の結果である。図にはスレーキングが強度に及ぼす影響を検討するため、水浸した場合についても並記した。非水浸の一軸圧縮強さは、約60%までは徐々に増加していくが、それ以下になると急激な強度増加が認められることから、この含水比を境界に乾燥による固結作用の発現が著しいものと推測される。水浸した場合は、60%以上の含水比では水浸による強度低下は小さいが、それ以下になると水浸による強度が1/3程度まで低下し、非水浸における60%以上の延長線上まで低下していることから、乾燥するほど水浸の影響が顕著であるといえる。

#### 4. まとめ

本研究では、浄水汚泥を地盤材料としての有効利用するための観点から、スレーキングによる耐久性の検討を行った。乾湿繰返し5回におけるスレーキング率は約30%程度あり、これが繰返される100%まで進行することが分かった。したがって、浄水汚泥を乾燥したのみで使用するには、利用目的に制限があるといえる。

謝辞:本研究は、文部科学省学術フロンティア推進事業（日本大学工学部）：研究課題「地域における社会環境基盤の保全と防災力向上を目指した戦略的マネジメント手法の提言（研究代表：小野沢元久）」の一環として実施したものであり、浄水汚泥は郡山市水道局より提供をいただき、ここに記して感謝したい。

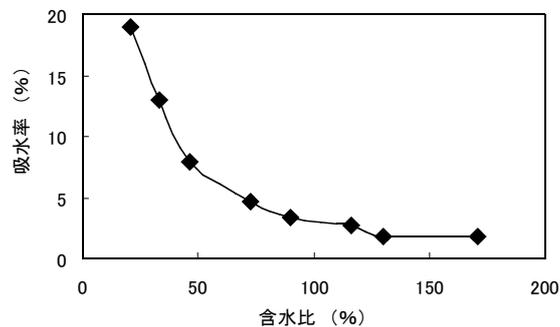


図-2 乾燥過程における吸水率の変化

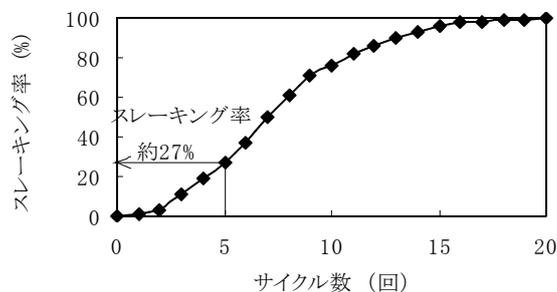


図-3 乾湿繰返しサイクル数とスレーキング率の関係

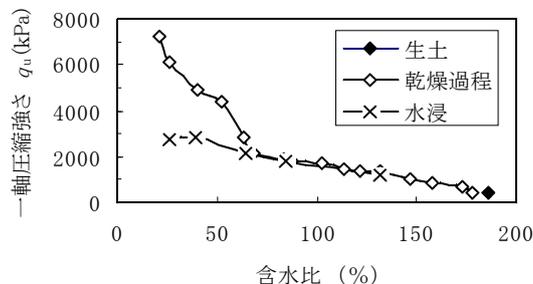


図-4 乾燥過程の一軸圧縮強さの変化