

有効活用を目指した採石場洗い泥の土質特性

宇都宮大学 正会員 ○今泉 繁良
元宇都宮大学 荒井 大河
山野井砕石工業 武藤光司郎

1. はじめに

採石場においては、岩盤が爆破と各種破碎機によって規定の大きさに造粒される過程で発生する極めて細かな粒子(粉塵)は、破碎機内に送られる水によって飛散が防止される。この粉塵を含む泥水は回収され、脱水過程を経てケーキ状になるが、通常の土に比べて水分が多く、洗い泥と呼ばれ、その大部分は場内に保管堆積されるか、産業廃棄物として処分場に投棄されている、その量は、例えば、砕石を年間80万トン生産する工場では年平均7.6万トンほど発生しており、有効活用が強く望まれている。洗い泥と同様な高含水な土壌廃棄物に関しては、遮水材や路床材としての活用研究^{1,2)}が精力的に進められている。

本研究では、栃木県葛生町の珪岩を主体とする採石場で発生した洗い泥の物理・化学特性、締固め特性、透水特性、トラフィカビリティ、設計CBRについて試験を行い、遮水材や路床材としての活用について検討した。

2. 物理・化学・締固め特性

図1の粒径加積曲線に示すように最大粒径0.25mm、砂分20.1%、シルト分47.3%、粘土分32.6%である。液性限界34.0%、塑性限界15.3%を考慮すると、日本統一分類名は「低液性限界粘土(CL)」となる。脱水過程を経た排出時含水比は23~25%で、液性指数が0.41~0.52の状態にある。なお、土粒子密度は2.695g/cm³であった。また、洗い泥に対する有害物質に関する溶出試験と含有量試験の結果は、いずれも「定量下限値」未満と土壌環境基準を満足しており、土質材料としての活用が可能であった。

図2は容積1000cm³のモールドと質量2.5kgのランマーを用いて、3層25回で締固めたときの締固め曲線を示したものである。図より、最適含水比18.6%と最大乾燥密度1.714g/cm³が得られ、排出時含水比は最適含水比より5~7%大きい状態にあることがわかる。

3. 遮水材としての検討

撓み性壁透水試験機を用いて、直径10cm、高さ12.5cmに締固めた供試体に対する透水試験を実施した。ここで、締固め時含水比を、A.最適含水比湿潤側、B.最適含水比、C.最適含水比乾燥側に分け、さらに、最適含水比においては締固め度を90、95、100%に変えた。図3に計測した透水係数の時間変化を示した。最適含水比で締固め度99%以上と湿潤側含水比(=25%)で締固めた場合、透水係数は10⁻⁶cm/s以下の値を示し、廃棄物最終処分場の土質系遮水層に要求される基準³⁾を満たしている。他方、最適含水比と乾燥側で締固め度95%の場合には10⁻⁶cm/sよりわずかに大きな透水係数を示している。図には添加率が10%のペントナイト混合土の結果も示してあるが、ペントナイト混合土では透水係数が時間経過とともに低下するのに対して、採石場洗い泥では経過時間変化は見られない。

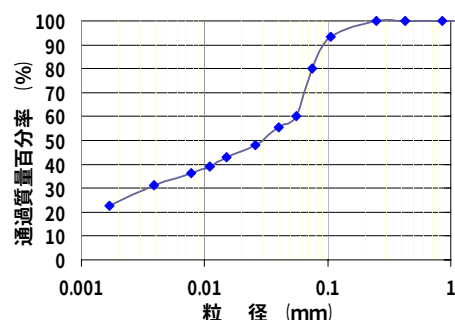


図1 粒径加積曲線

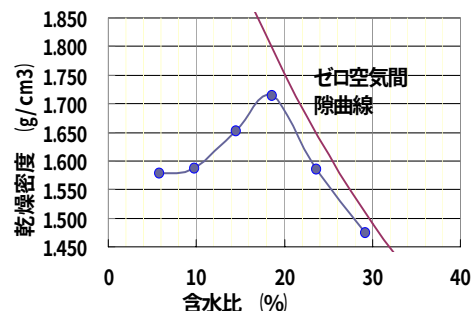


図2 締固め曲線

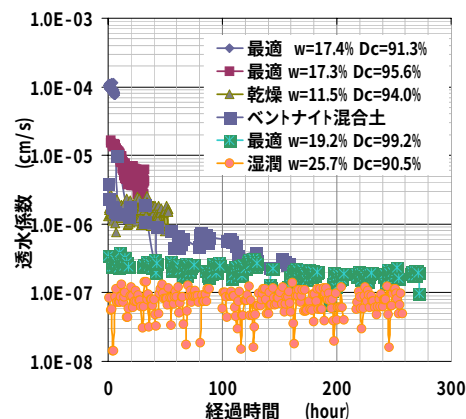


図3 透水係数の時間変化

キーワード 廃棄物、遮水材、透水係数、コーン指数、CBR

連絡先 〒321-8585 宇都宮市陽東7丁目1-2 宇都宮大学工学研究科 今泉繁良 TEL028-689-6217

次に、建設機械に対するトラフィカビリティーを判断するために、透水試験と同様な条件で締固めた供試体に対するコーン貫入試験を行った。図4に締固め時含水比とコーン指数との関係を示す。含水比が10～20%ではコーン指数が約2000kN/m²でダンプトラックが走行可能な値であるが、21%以上になるとコーン指数は急激に低下し、排出時含水比の24%では500kN/m²となり湿地ブルドーザ程度の走行可能な値となる。

図5は、締固め曲線上に透水係数とコーン指数の値を記したものである。15～23%の含水比で締固め曲線に沿うように乾燥密度を管理して良く締固めれば、透水係数 1.0×10^{-6} cm/s 以下の難透水性を確保でき、かつ大型建設機械の走行も可能であることがわかる。

4. 路床材としての検討

表2に洗い泥を排出時含水比(約25%)と空気乾燥含水比(約0.3%)の状態に締固めて設計 CBR 試験を行った結果を示す。含水比を0.4%以下まで乾燥させた場合は2%程度の CBR 値を得られるが、排出時含水比での CBR 値は1%未満となり遮断層が必要⁴⁾になる。

そこで、補強材として最大粒径が5mmの7号砕石と13mmの6号砕石を、排出時含水比の洗い泥に対して乾燥質量比で10, 20, 30%混入させた場合の設計 CBR 試験を行った。その結果を図6に示す。図より、7号砕石を使用した場合には20%程度までの添加ではほとんど CBR 値が改善されていない。6号砕石を使用した場合には添加率に比例して CBR 値も増大している。そして、路床材として必要な2%以上の CBR 値を示すのは、7号砕石を30%添加するか6号砕石を20%以上添加した場合となっている。

5. まとめ

- (1) 洗い泥を、遮水材として利用する場合、含水比を15～23%として良く締固めれば、 1.0×10^{-6} cm/s 以下の透水係数を確保でき、大型建設機械の走行も可能である。ただし、含水比を23%付近とした場合は15t級普通ブルドーザか湿地・超湿地ブルドーザのみ走行可能という制限が生じる。
- (2) 排出時含水比の洗い泥に7号砕石を30%もしくは6号砕石を20%以上添加すれば、2%以上の設計 CBR 値を得ることができる。

参考文献

- 1) 末竹良・佐藤研一・森本辰雄・武田都：採石場の脱水ケーキを用いた新しい遮水材料の重金属捕集能の評価，第45回地盤工学研究発表会，pp.1905－1906，2010
- 2) 磯秀幸・渡邊保貴・小峯秀雄・村上哲・豊田和弘：室内 CBR 値に基づく浄水汚泥の路床材としての品質管理方法の提案，第46回地盤工学研究発表会，pp.925－926，2011
- 3) 例えば，最終処分場技術システム研究協会：基準省令にみる遮水構造の変遷と考え方，廃棄物処分場遮水システムハンドブック，pp.38-45，2008
- 4) 日本道路協会：舗装の構造に関する技術基準・同解説，p.19，丸善，2006

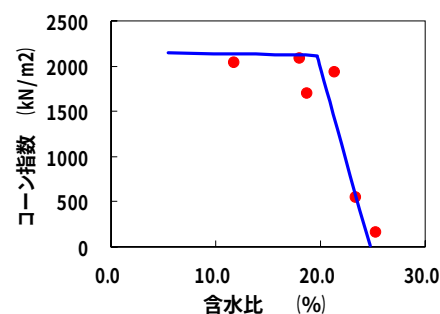


図4 含水比とコーン指数との関係

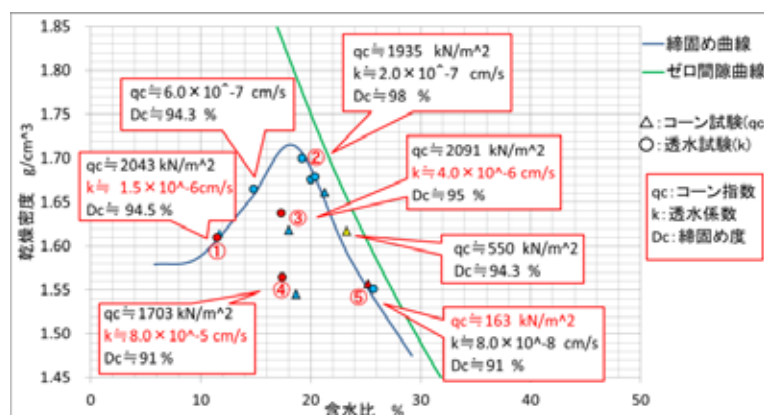


図5 締固め曲線と透水係数・コーン指数の関係

表2 含水比の違いによる設計 CBR 値

含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	膨張比 (%)	設計 CBR 値 (%)
25.3	1.609	-0.30	0.84
25.0	1.599	-0.78	0.78
0.41	1.593	+1.67	1.77
0.21	1.643	+1.88	2.88

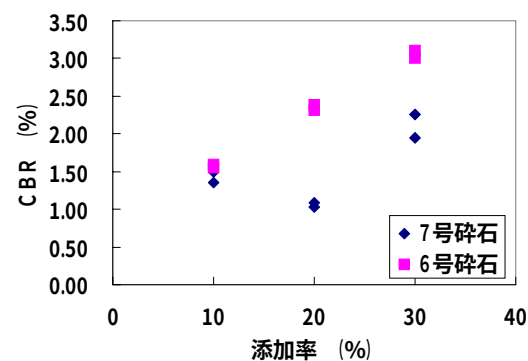


図6 砕石添加率と設計 CBR 値の関係