

砕石場脱水廃泥の遮水材等としての活用に関する基礎的実験

宇都宮大学 正会員 ○今泉 繁良
三井住友建設 OULAI SONE VANSAY
山野井砕石工業 武藤光司郎

1. 目的

砕石の製造過程において製品の1割程度の微粉末が発生すると考えられ、大気への放出を抑えるために水処理した結果としての脱水廃泥は全国で年間3,000万トン以上発生していると予想される¹⁾。この脱水汚泥は軟弱であり、そのままでは産業廃棄物として処理しなくてはならず、資源の有効活用という観点から建設材料として有効活用する試みが行われてきている²⁾。筆者らも栃木県内のチャート岩を主体とする採石工場から排出される脱水廃泥の物理特性とCBR特性を調べてきた³⁾。

今回、脱水廃泥を空気乾燥したのち6号砕石を20%程度添加することで、CBR特性と遮水性がかなり改良されることが分かったので、その結果について報告する。また、脱水廃泥を数ヶ月堆積した地盤の地盤反力係数についても報告する。

2. 廃泥の基本特性

用いた廃泥は、最大粒径が2.0mmで、砂分15.3%、シルト分42.3%、粘土分42.4%で構成され、液性限界38.0%、塑性限界16.6%、収縮限界18.1%であり、粘土(低液性限界)に分類される。図-1はA-c法による締固め試験結果を示しており、最適含水比 ω_{opt} は16.83%、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は1.798g/cm³である。排出時含水比は24~25%にあるので、最適含水比より7%程大きい。図には、廃泥を一旦空気乾燥(含水比は14.3%)して砕いた後6号砕石を乾燥質量比で20%混合したときの締固め曲線(A-a法)も示してある。この場合の最適含水比 ω_{opt} は14.33%、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は1.910g/cm³である。

図-2は、排出時含水比 $\omega=24\%$ で締固め度 $D_c=93\%$ とした供試体に対して、ひずみ速度を0.01%/minとして行った圧密非排水三軸圧縮試験から得た有効応力経路である。図から、内部摩擦角が34°、粘着力が0 kN/m²として評価された。

3. CBR特性

内径15cm、容積2209cm³のモールドと質量4.5kg、落下高さ45cmのランマーを用いて3層67回の締め固め条件で作成した供試体に対して設計CBR値を求めた。試料として、排出時含水比の廃泥に7号砕石、6号砕石、20~40mm砕石をそれぞれ10、20、30%混合したもの、空気乾燥した廃泥に6号砕石を20%混合して最適含水比にしたもの等12種類を用いた。

図-3は2.5mm貫入時のCBR値と各種砕石の混合割合との関係を示したものである。排出時含水比の廃泥

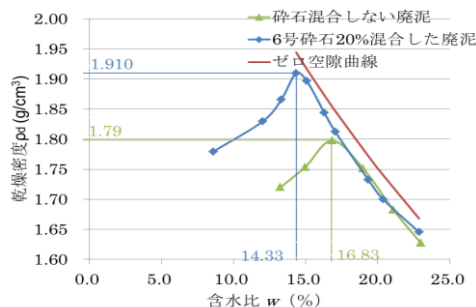


図-1 締固め曲線

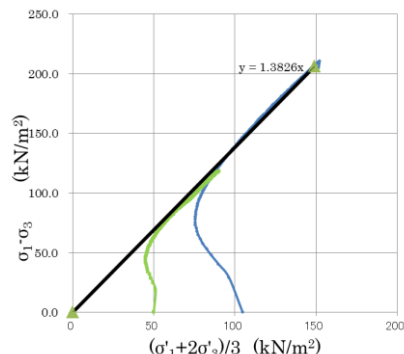


図-2 有効応力経路

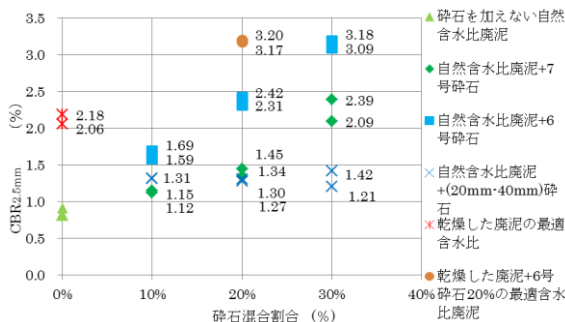


図-3 設計CBR値と砕石混合率の関係

キーワード 脱水廃泥、設計CBR、透水係数、地盤反力係数、遮水工

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7丁目1-2 宇都宮大学工学研究科 TEL 028-689-6217

に関して、碎石を混合しない場合のC B R値は0.9%であるが、いずれの碎石も混合割合を増やすとC B R値が増えている。そして、アスファルト舗装路床材として必要なC B R値が2.0%以上を満足するのは、7号碎石を30%、6号碎石を20、30%混合させた場合である。ここで、6号碎石より粒径の大きい13~20mm碎石を混合させた時の方が同一混入率でのC B R値が小さいのは、単位容積当たりの個数が少なく噛み合わせが劣るためと考える。他方、一旦乾燥させた廃泥を用いる場合、最適含水比に加水すれば碎石を入れなくてもC B R値は2.0%以上となり、6号碎石を20%添加すればC B R値は3.0%と更なる改良が得られている。

4. 透水特性

図-4は乾燥した廃泥に6号碎石を20%混合して最適含水比で締め固めた供試体（締め固め度=99.2%）に対してたわみ性壁透水試験機を用いて評価した透水係数の時間変化を示したものである。また、前年度³⁾において実施した碎石を混合しない最適含水比廃泥の透水特性も比較として示した。乾燥した廃泥に6号碎石を20%混合した場合の透水係数は、碎石を混合しないで最適含水比で締め固めた場合より約1オーダー低い $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 程度となっており、廃棄物処分場の遮水工としての基準を充分満たしている。

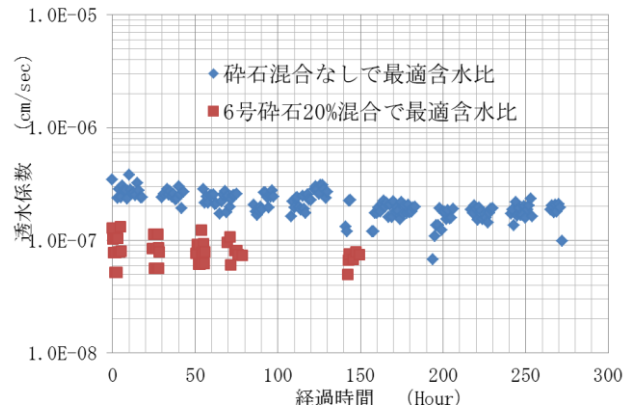


図-4 飽和透水係数の経時変化

5. 地盤反力係数

碎石場内に4~5年前と3~4ヶ月前から堆積・放置されている2ヶ所において、平板載荷試験を実施した。対象地の含水比と現場密度は、前者が12.64%と 1.87g/cm^3 、後者が14.66%と 1.75g/cm^3 あり、両地点とも最適含水比より低く、締め固め度は100%以上である。

図-5は平板載荷試験による沈下曲線を示したものであり、沈下量1.25mmに着目した地盤反力係数は前者で 232MN/m^3 、後者で 196MN/m^3 であった。セメントコンクリート舗装で路盤に要求される地盤反力係数は 147MN/m^3 以上であるので、廃泥土が十分締め固めればこの基準を満たすことになる。

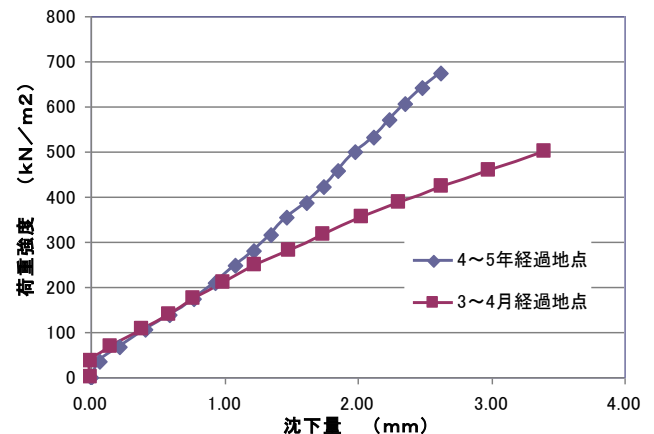


図-5 平板載荷試験の沈下量と荷重強度関係

6. まとめ

1. アスファルト舗装道路路床材として用いる場合、排出時含水比で7号碎石を30%、6号碎石を20%以上混合するか、一旦空気乾燥して6号碎石を20%混合したのち最適含水比状態にする必要がある。
2. 空気乾燥した廃泥に6号碎石を20%混合して最適含水比にすると透水係数は 10^{-7}cm/s 前後を示す。
3. 碎石現場で3~4ヶ月前から堆積した廃泥土の地盤反力係数は 200kN/m^3 程度である。

参考文献

- 1) 中国経済産業局：平成18年度3Rシステム化可能性調査事業「岩石資源及び副産物を利用した新規事業・リサイクル促進のための市場及び事業環境調査」，pp.6-11，2007
- 2) 松岡 学・中本 雅文・館市 弘達：碎石汚泥脱水ケーキの遮水材としての適用性に関する実験的研究，土木学会第58回年次学術講演会，2003
- 3) 今泉繁良，荒井大河，武藤光司郎：有効活用を目指した採石場洗い泥の土質特性：第67土木学会年次学術講演会概要集，CD-ROM，D3-3，2012