

(Ⅲ-32) 砕石ダストの有効利用のための固結化に関する基礎的研究

千葉工業大学 学生会員 小倉 達也 藤 清臣
千葉工業大学 正会員 渡邊 勉 清水 英治 小宮 一仁

1. はじめに

砕石の作製時に 20mm を通過する、特に細粒分の多い「砕石ダスト」が相当量発生し、採石あるいは石材として利用ができずに山積みとされているのが現状である。

その有効な利用方法としてサンドコンパクションバイル用砂、コンクリートの骨材、上層・下層路盤材料などが考えられるが、本報では砕石ダストにセメントを添加して、静的な圧縮で固結化する基礎試験を行った。固結化の適切な作製条件を見出し、所定の材令で強度・安定度・耐久性試験を行い、その試験結果から砕石ダストの有効な利用方法を検討した。

2. ブロックに用いる材料の性状調査

図 1 に、ブロックに用いる材料の粒径加積曲線の結果を示した。図より、砕石ダストの均等係数は 6.3、曲率係数は 1.8 と求まり、細粒分が少なく、粒度分布が悪いため締固めが難しい。それを補うものとして、採石時に砂を採取し洗った際に発生する汚泥の脱水ケーキを利用した。

表 1 に、ブロックに用いる材料の特性を示した。有機物含有量の有無は、セメントによる安定処理の効果に影響を及ぼし、pH は耐久性に影響すると考えられる。材料の中で最も有機物含有量が多いのは脱水ケーキの 5.45% であるが、混合量が 10% 未満と微量のためセメント安定処理への影響は少ないと判断した。pH は、それぞれの材料とも中性からアルカリ性を示し、セメント安定処理に影響を及ぼしにくいと考えられる。

従って、これらの材料はセメントによる安定処理を阻害する可能性は少なく、これらの材料を用いてブロックの作製を行った。

3. 材料の配合計算について

土を締固める際、土が最大密度を得るための理想的な粒度分布曲線を Talbot の式から求めた。Talbot の式は次式で表される。

$$p(\%) = \left(\frac{d}{D} \right)^n \times 100$$

式中、P はふるい目 d のふるいを通過する百分率(%)、d は任意のふるい目(mm)、D は試料の最大粒径(mm)、n は粒度分布曲線の形を決める係数である。また 2 つの異なる粒度の土を混合して、示方粒度の範囲の試料を得るための配合割合を Driscoll の方法により決定した。最初に、それぞれの試料の粒度分布曲線に近似する曲線を Talbot の式から求め、近似しない場合は、この式から求めた曲線の値を示方配合の範囲とし、Driscoll の配合計算により材料の配合割合を決定した。

これにより①砕石ダストのみ (Talbot の式で $D=19.0\text{mm}$ $n=0.85$ で近似)

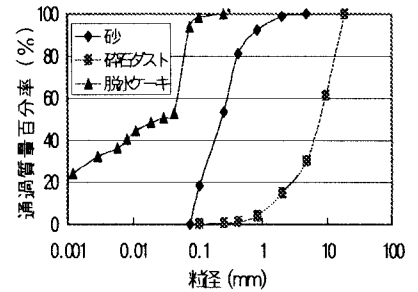


図 1 各試料の粒度分布曲線

表 1 各試料の物理的・化学的性状について

材料 項目	砕石 ダスト	砂	脱水ケー キ
p H	7.59	9.12	7.48
密度 ρ (g/cm^3)	2.54	2.71	2.78
有機物含有量 Li (%)	4.32	2.52	5.48

キーワード：砕石ダスト 安定処理 ブロック

練 絡 先：住所：〒275-0016 習志野市津田沼 2-17-1 TEL：047-478-0449 FAX：047-478-0474

②碎石ダスト+砂 (Talbot の式で $D=9.5\text{mm}$ $n=0.85$ Driscoll の配合計算から碎石ダスト 88%、砂 12%を混合) の 2 種類のブロックを作製した。

4. ブロック (形状: レンガ状 $6\times10\times21\text{cm}$) 作製方法

各試料 (①~②) に乾燥質量に対して所定のセメント (5・10・15%) を添加し、ミキサーで 5 分間攪拌する。攪拌後モールド ($10\times21\text{cm}$) に投入し 100t プレス機で静的に 30 秒間加圧 (脱気・脱水可能) する。その後、即時脱型し空中養生する。養生期間 7・14・28 日ごとに強度試験を、28 日間養生で安定性・耐久性試験を行った。

5. ブロックの強度・耐久性について

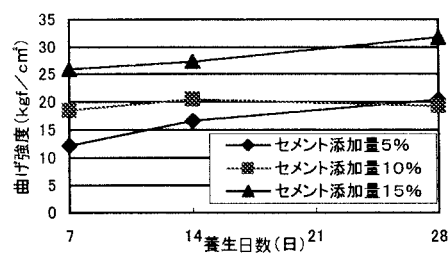
図 3 は、①のブロックの各強度試験結果を示したものである。このブロックは非常に角が欠けやすいことや、表面に間隙ができやすいなどから強度にばらつきがみられた。これを改良するため、碎石ダストの最大粒径を変え②を作製した。このブロックは同条件で①と比べて曲げ強度以外すべて強度が高く、また碎石ダストのみのブロックの欠点を改良する事ができた。

図 4 は、①の凍結融解試験結果を示したものである。凍結融解試験とは凍結 (-23°C で 22 時間) と水浸 (24 時間) を行いこれを 1 サイクルとし、12 回繰り返し行い体積変化・質量変化・破損状況を観察する試験である。

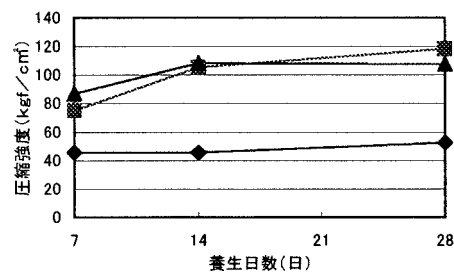
①はセメント添加量が増加すると体積変化が少なくなり、質量変化が一定し破損が少なくなった。セメント添加量 5% では試験終了時には著しい破損が見られたが、10% では破損が少なくなり 15% では殆ど破損しなくなった。その他のブロックについても同様の試験を行い、強度、安定性・耐久性について検討を行った。

6. 課題: ブロックの有効利用について

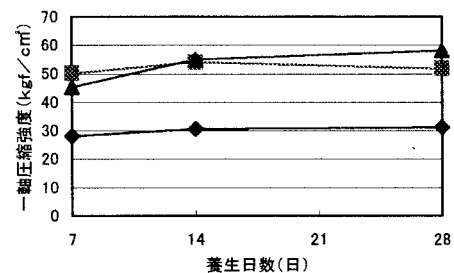
①は、強度において②よりも高いブロックができるものもあるが角が欠けやすいこと、表面に間隙ができやすいこと、セメントの添加量が少ないと耐久性が低いことなどの欠点がある。セメント添加量が 10% 以上で寒冷地などの過酷な自然条件下以外であれば使用できると考えられる。②は、①の欠点も改良できたことからレンガの代用として利用できるのではないかと期待される。実際にレンガや軽量ブロック・重量ブロックなどの二次製品ブロックと強度や安定性・耐久性について比較を行い再利用の有効性、大量生産の実用性について検討した結果、十分使用できる可能性を見出した。



(a)養生日数と曲げ強度の関係



(b)養生日数と圧縮強度の関係



(c)養生日数と一軸圧縮強度の関係

図 3 ①の各強度試験結果

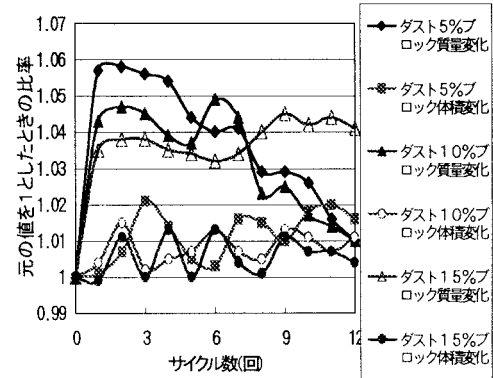


図 4 ①の凍結融解試験結果