

千葉工業大学 学生会員 坂口 寛 宮田 佳和

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、砕石あるいは石材として利用できずに山積みされているのが現状である。有効な利用方法としてサンドコンパクション用砂、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、軟質砂岩である場合には利用が困難である。

本報では砕石ダストにセメントを添加して、静的圧縮でブロック化する基礎的試験を行った。ブロック化の適切な作製方法を見出し、所定の材令で強度・安定性・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度分布曲線の結果を示す。砕石ダストは細粒分が少なく、粒度分布が悪いため締固めが困難である。それを補うものとして、砕石時に砂を採取し、洗った際に発生する汚泥の脱水ケーキを利用した。図には砕石ダストを 19mm、9.5mm ふるい通過分の粒度分布曲線も示している。

表 1 に、ブロックに用いる材料の特性を示す。脱水ケーキの全有機物含有量は 6.32% であるが、ブロック作製時のケーキの混合量が砕石ダストに対して乾燥質量比で 3% 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 は両者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る。

3. 材料の配合計算について

土を締固める際、土が最密充填を得る理想的な粒度分布曲線を Talbot の式から求めた。Talbot の式は次式で表せる。

$$P(\%) = (d/D)^n \times 100$$

式中、P はふるい目 d の通過質量百分率(%)、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。Talbot の式により、以下のような配合割合でブロックを作製することにした。

① 砕石ダスト+脱水ケーキ (Talbot の式で $D=19\text{mm}$ $n=0.95$ で近似)

② 砕石ダスト+脱水ケーキ (Talbot の式で $D=9.5\text{mm}$ $n=0.95$ に粒度調整を行い、近似)

(試料①、②の配合割合)

ブロック作製に用いる試料(砕石ダスト、脱水ケーキ、セメント)を混合し、その乾燥質量を 100% とすると、セメント添加量が 5, 10, 15% 時の砕石ダスト混合割合は 92, 87, 82% で、脱水ケーキは 3% である。なお、混合試料の含水比は 21% とし、ブロック作製を行う。

4. ブロック(形状: レンガ状 $6 \times 10 \times 21\text{cm}$) の作製方法

各試料の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

キーワード: 砕石ダスト 脱水ケーキ 静的圧縮 加圧方法 付加価値

連絡先: (〒275-8588 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 号 電話: 047 (478) 0449 FAX: 047 (478) 0474)

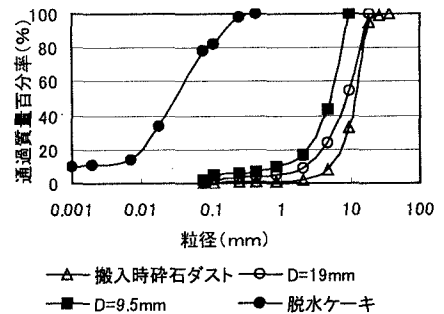


図 1 各試料の粒度分布曲線

表 1 各試料の物理的・化学的性状について

	砕石ダスト	脱水ケーキ
pH	7.4	8.8
密度 ρ (g/cm^3)	2.59	2.69
有機物含有量 L_i (%)	4.43	6.32

後モールド(21×10 cm)に投入し 100 t の静的荷重で 30 秒間加圧成形する。加圧時、余分な空気と水分は上下面より排出(脱気・脱水)できる機構がついている。

なお、静的加圧の際、図 2 で示す 2 方法で行った。従来行ってきた図 2 の (a) の加圧の場合、ブロック上層に間隙ができやすくなる。(b) のように鉄板を用いて加圧することによって、ブロック全層の間隙を少なく、均質なブロックが作製されるかを検討した。(これ以降、(a) を片押し、(b) を両押しと表記する。)

加圧後、即時脱型し密封養生する。養生期間 7・14・28 日ごとに強度試験を行い、28 日養生後に安定性試験を行った。

5. ブロックの強度、安定性について

図 3 は、試料①と②を用いて作製したブロックの圧縮試験(JIS R5210 に準ずる)の結果を示したものである。①のブロックは非常に角が欠けやすいことや、表面に間隙ができ易いことなどから強度にばらつきが見られた。これを改良するために砕石ダストの最大粒径を変え、粒度調整をし、②のブロックを作製した。このブロックは①と比べると圧縮強度は全体的に低くなったが、外見上は表面の間隙が少ないものができた。

凍結融解試験は、凍結(−23℃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・質量の変化、破損状況を観察する試験である。図 4 は試料①の凍結融解試験を行い、測定時の質量および体積を 1 とした時の質量・体積変化率を示している。

図 4 より、セメント添加量が増加すると体積変化、質量変化が小さくなる傾向を示した。加圧方法で比較してみると、両押しの方が片押しに比べ体積変化、質量変化ともに小さく良質である。破損状況はセメント添加量が少ない場合には著しい破損が見られたが、添加量が増えるに従い破損が少なくなり、15%ではほとんど破損が見られない。試料②のブロックについても同様の試験を行い、強度と安定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

試料①の場合は、②よりも強度が高いブロックができるが、表面に間隙ができ易い。また、セメント添加量が少ないと安定性が低いことなどの欠点がある。寒冷地のような過酷な条件下以外であれば使用できると考えられる。試料②は①よりも強度は全体的に低いが、表面の間隙が少なく外見の非常にきれいなブロックができる。加圧の際に、表面に幾何学的模様をつけるなどの加工ができると考えられる。また試料①と②を組み合わせると比較的強度の強い、外見の良いブロックを作製することができる可能性を見出した。砕石ダストを用いたブロックに付加価値をつけ、大量生産、実用性を検討すれば、十分に有効利用できる可能性を見出した。

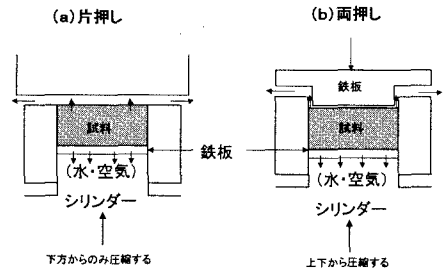


図 2 加圧方法

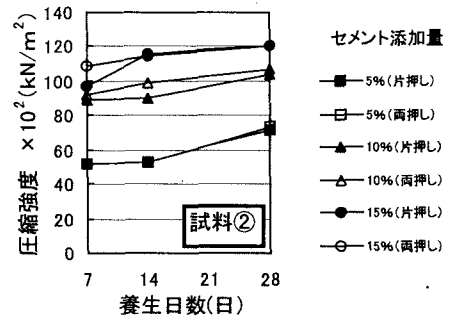
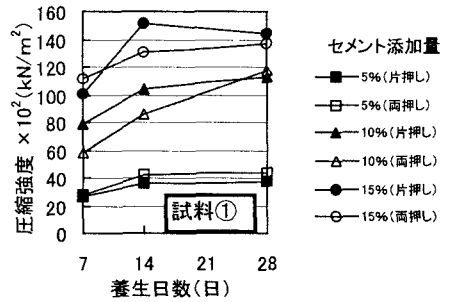


図 3 圧縮強度試験結果

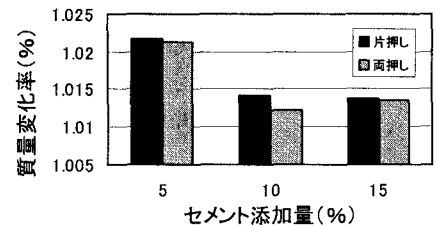
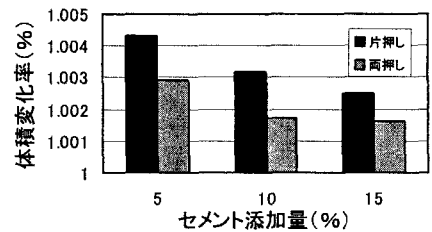


図 4 ①のブロックの凍結融解試験結果 (12 サイクル終了後)