

### 3 種類の砕石スラッジの土木材料としての利用検討

#### Examination on utilization of three kinds of dewatered sludge as construction material

○宗像 勇介\* 富田 平四朗\*\* 大澤 和敏\*\*

Yusuke MUNAKATA\*, Heishiro TOMITA\*\*, Kazutoshi OSAWA\*\*

#### 1. 背景・目的

砕石は道路用路盤材料や鉄道用路床安定材、コンクリートの骨材として使用されているが、砕石製造過程の副産物として砕石スラッジ（微粉末）が生じる。砕石スラッジは軟質、液化しやすいなどの理由から、そのままでは強度がなく、実用上は土木材料として不適であり、その処理・処分が困難とされており、再資源化の技術開発が求められている。そこで本研究では、石灰石・ドロマイト・チャートを原石とする3種類の砕石スラッジに改良材を添加することで骨材化し、土木材料としての利用可能性を検討する。

#### 2. 試料及び実験方法

##### 2-1 実験試料

使用した砕石スラッジの物理的性質を Table 1 に示す。砕石スラッジは含水比が20~25%、土粒子の大半が75 $\mu$ m未満のシルト・粘土分で液性限界も低く、日本統一土質分類上は粘土(CL)に分類される。

Table 1 砕石スラッジの物理的性質  
Physical description of dewatered sludge

	石灰石	ドロマイト	チャート
含水比(%)	20	25	25
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.740	2.756	2.767
細粒分通過質量百分率(%)	96.3	96.2	87.4
液性限界(%)	24.75	25.93	34.2
塑性限界(%)	15.93	16.08	17.95
塑性指数(%)	8.82	9.85	16.25

##### 2-2 実験方法

骨材は砕石スラッジとセメント、水、リグニンを練り合わせ作成した。本試験においては砕石スラッジを乾燥後に粉末化を行い練り合わせる方法と、水分を含んだ自然状態のより現場の状態に近い砕石スラッジを練り合わせる方法で骨材を作成した。骨材試験としてふるい分け試験、粗骨材の密度及び吸水率試験、粗骨材の単位容積質量及び実績率試験を行い、作成した骨材の品質を判断した。また圧縮強度試験を行い、コンクリート用骨材として利用可能性を検討し、CBR試験、骨材の保水能力試験を行うことで一般的な路盤材料と保水性路盤材料としての利用可能性の検討を行った。

#### 3. 実験結果及び考察

##### 3-1 骨材試験結果

骨材試験結果を Table 2 に示す。一般的な骨材である砂利と比較すると砕石スラッジは密度、単位容積質量が低く、吸水率が非常に高いという結果となった。これは骨材内部に空隙が多く、一般骨材と比べると強度が劣ることを示している。密度、単位容積質量、吸水率に違いが出た原因として、骨材の作成時にミキサーで練り混ぜる工程において、空気が試

Table 2 骨材試験結果  
Results of aggregate test

	石灰石	ドロマイト	チャート	砂利
最大寸法(mm)	25	25	25	19
粗粒率	7.49	7.28	7.05	6.70
密度(kg/l)	1.94	2.00	1.86	2.55
吸水率(%)	25.94	21.97	32.55	2.41
単位容積質量(kg/l)	0.93	0.96	0.83	1.62
実績率(%)	60.2	58.8	58.9	65.6

\* 宇都宮大学 大学院農学研究科 (Graduate School of Agricultural Science, Utsunomiya University)

\*\* 宇都宮大学 農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University)

キーワード：砕石スラッジ, 路盤材料, CBR 試験

料の中に入れてしまうことが要因であると考えられる。この空隙を減少させる方法として練り混ぜた後の試料に圧力をかけるといったような方法が考えられる。

### 3-2 圧縮強度試験結果

Table 3 は砕石スラッジの圧縮強度を示している。Table 4 は圧縮強度別のコンクリートの分類を示しており、I 種と II 種に該当する圧縮強度を持つ供試体がコンクリート構造物として使用できる。石灰石の圧縮強度は II 種に分類され、コンクリート構造物としての利用できる可能性があると考えられる。ドロマイトとチャートについては圧縮強度が低い値となっているが、これは配合して練り混ぜる際に水の分量が多かったことが原因として考えられる。

### 3-3 CBR 試験結果

修正 CBR 試験結果を Fig.1 に示す。路盤材料としての適応値が下層路盤は 30%以上となっているため、三種類の砕石スラッジは 40～50 回締め固めれば下層路盤として利用可能であるが、92 回突固めた時の CBR 値が 80%を超えている供試体がなく、何れの砕石スラッジも上層路盤に使用することはできないといえる。自然状態で骨材化を行った砕石スラッジ(石灰石、ドロマイト)において設計 CBR 試験を行った。CBR 値は石灰石が 54.52%、ドロマイトが 39.82% という結果となり、自然状態で骨材を作成した石灰石、ドロマイトにおいても下層路盤の基準値である 30%を満たす値となった。

### 3-4 骨材の保水能力試験結果

Fig.2 は保水能力試験結果を表している。Fig.2 の結果からドロマイト骨材の保水率が一般的な骨材である砂利よりも非常に高く、このことから砕石スラッジは保水力の面から考えれば、保水性路盤路材としての利用可能性は期待できる。

## 4. まとめと今後の課題

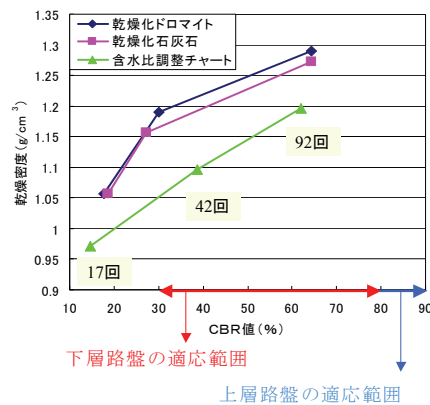
今回の実験結果より、下層路盤としての利用は十分に期待できるが、上層路盤に使用するには強度が足りないため、使用は不可能であると考えられる。また、コンクリート構造物や保水性路盤材としての利用についてはある程度可能と言える。今後の課題として、路盤材料、構造物、保水性路盤材への利用可否を検討するためには、骨材のすり減り試験、安定性試験などを行う必要がある。また、コンクリート構造物として利用するためには、吸水率が高すぎるため、吸水率を下げる方法を検討する必要がある。

**Table 3** 圧縮試験結果  
Results of compaction test

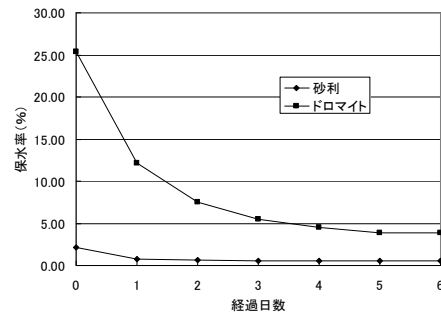
	圧縮強度(kgf/cm <sup>2</sup> )
石灰石	174.29
ドロマイト	142.60
チャート	83.75

**Table 4** 再生骨材コンクリートの分類  
Grouping of recycled aggregate concrete

	分類	圧縮強度(kgf/cm <sup>2</sup> )
再生骨材コンクリート	I 種	180～210
	II 種	160～180
	III 種	160 未満



**Fig.1** CBR 試験結果  
Results of CBR test



**Fig.2** 保水能力試験結果  
Results of water-holding capability test