

砕石副産物混合材料の支持力に及ぼす礫分と締固めエネルギーの影響

佐賀大学理工学部 ○学生会員 澤田 翔平
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 末次 大輔
 佐賀大学大学院 学生会員 永井 溪

1. はじめに

採石場では砕石微粉末および切込ずりが副産物として発生している。現在、これらのほとんどは産業廃棄物として処分されており、有効に利用することが求められている。そこで、本研究では、砕石微粉末に生石灰を添加し付加価値を与えた材料と切込ずりを混合した材料（以下混合材料と呼ぶ）を道路材料として有効利用することを考えている。本文では、混合材料の支持力発現に及ぼす礫含有量と締固めエネルギーの影響を調べたので、その結果について考察する。

2. 実験方法

本研究では、佐賀県の採石場から採取した安山岩を母岩とする砕石微粉末と切込ずりを使用した。実験に使用する混合材料は、ケーキ状で排出される砕石微粉末に生石灰を混合した石灰添加砕石微粉末と、礫分を主体とした切込ずりを混合した材料である。使用した砕石微粉末は日本統一土質分類によると粘土（低液性限界）に、切込ずりは細粒分まじり砂質礫に分類される。それぞれの物性を表-1に示す。供試体の作製方法は次のように行った。まず、切込ずりの粒度を、採取

時の礫含有量 86%を基準として、30%、50%、100%にそれぞれ調整し、礫含有量の異なる4種類の切込ずりを作製する。礫含有量 86%の切込ずりで求めた最適含水比に調整する。次に、採取したケーキ状の砕石微粉末を空气中で乾燥させ、粉砕機にかけ粉砕して所定の含水比に調整した。含水比調整した砕石微粉末の乾燥質量に対して5%の生石灰を添加し石灰添加砕石微粉末を作製した。そして、先に粒度と含水比を調整した切込ずりと切込ずりの湿潤質量に対して10%の石灰添加砕石微粉末を添加混合して混合材料を作製する。最後に、混合材料をCBR試験用モールド（φ150mm×h125mm）に3層に分けて詰め、4.5kgランマーを用いてそれぞれ所定回数突き固めて供試体を作製した（図-1）。突固め回数は1層当たり17回、67回、92回とした。供試体完成後、上面をラップで密閉し、室温20℃で6日間空气中養生した後、CBR試験に供した。本研究で行った実験は、CBR試験（JIS A 1211：2009¹⁾）に準拠して行った。

表-1 砕石微粉末と切込ずりの特性

母岩		安山岩砕石微粉末	安山岩ずり
土粒子の密度 (g/cm ³)		2.77	2.75
自然含水比 (%)		NP	NP
液性限界 (%)		45.6	NP
塑性限界 (%)		25.2	NP
塑性指数 (%)		20.4	NP
最適含水比 (%)		16.9	8.5
最適乾燥密度 (g/cm ³)		1.90	2.15
粒度組成	礫分 (%)	0	86.0
	砂分 (%)	10	9.9
	シルト分 (%)	49.7	4.1
	粘土分 (%)	40.3	0

表-2 実験条件

母岩		安山岩						
砕石微粉末 作製条件	含水比 (%)	25						
	石灰添加量 (%)	5						
	混合時間 (min)	20						
	養生日数 (day)	1						
混合材料作製条件	ずり含水比 (%)	8.5						
	礫含有量 (%)	30,50,86,100						
	配合割合 (%)	10						
	混合時間 (min)	10						
	養生日数 (day)	空气中 6日,水中 4日						
	供試体寸法	φ150mm × h125mm						
	締固め条件	ランマー質量 (kg)	4.5	落下高さ (cm)	45	層数	3	各層の締固め回数 (回)

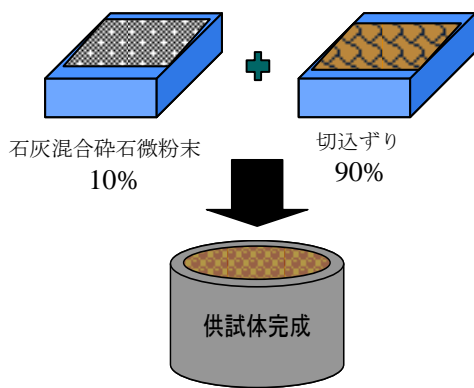


図-1 混合材料の作製方法

3. 結果と考察

1) 締固めエネルギーの影響

礫含有量 30%, 86%の供試体の CBR 値と突固め回数の関係を図-2 に示す. 礫含有量 30%の場合は, 突固め回数が増加するにつれて, CBR 値は大きくなり, 92 回のが最大となっている. 礫含有量 86%の場合は, 突固め回数 67 回的时候に CBR 値が最大となり, 突固め回数 92 回と増加すると CBR 値は小さくなっている. 乾燥密度と突固め回数の関係を図-3 に示す. 礫含有量 30%の場合は, 突固め回数が多いときほど乾燥密度は大きくなる. 礫含有量 86%の場合は, 67 回的时候に最大となり, 92 回的时候 67 回的时候より小さくなっている. 礫含有量 30%で CBR 値, 乾燥密度ともに大きくなるのは, 混合材料中の砂分やシルト分が増えて締固めの効果が表れやすい材料となったためと考えられる. 一方, 礫含有量 86%の場合に CBR 値, 乾燥密度が小さくなるのは, 締固め回数の増加によって, 混合材料中の礫分が破碎の影響を受けるためと推察される. よって, 礫含有量が大きい場合, 適切な締固めエネルギーが存在すると考えられる.

2) 切込ずり礫含有量の影響

突固め回数 67 回における CBR 値, 乾燥密度と礫含有量の関係を図-4 に示す. 礫含有量が 50%と 86%のとき CBR 値はほとんど変わらない. 礫含有量 100%のとき CBR 値は小さくなる. また, 乾燥密度は礫含有量 86%のときに最も大きくなり, 礫含有量 100%と乾燥密度は小さくなる. この結果から, 締固めエネルギーが一定の条件では, CBR 値ならびに乾燥密度は礫含有量の影響を受けることが分かった. また, 本実験で使用した混合材料では, CBR 値が最も高くなる礫含有量は 50%~86%にあると考えられる.

4. まとめ

本研究では石灰添加砕石微粉末と切込ずりによる混合材料の支持力発現に及ぼす礫含有量と締固めエネルギーの影響について検討した. 得られた知見をまとめると以下ようになる.

- (1) 礫含有量 30%では, 突固め回数 92 回的时候に CBR 値, 乾燥密度は最大となる. 礫含有量 86%では, 突固め回数 67 回的时候に CBR 値と乾燥密度が最大となる.
- (2) 突固め回数 67 回的时候, 最も CBR 値が大きくなる礫含有量は 50%~86%付近である.

5. 参考文献

参考文献: 1) (社) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説 p 29-35, 393-417

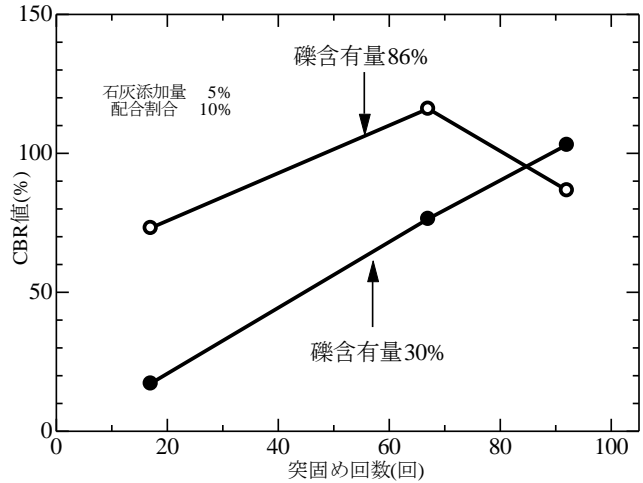


図-2 CBR 値と突固め回数

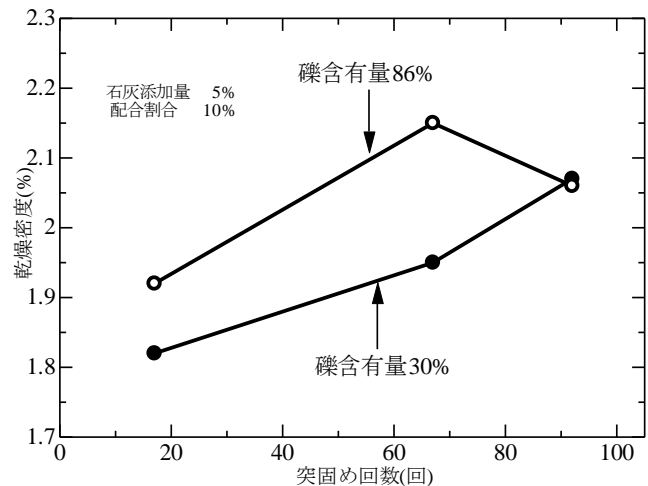


図-3 乾燥密度と突固め回数

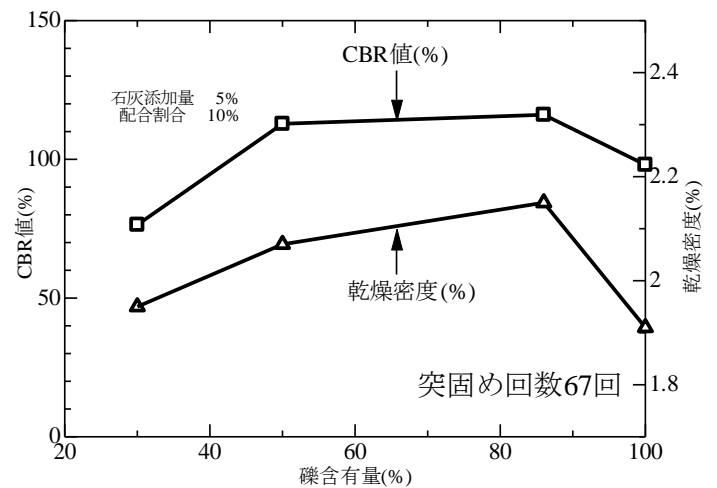


図-4 CBR 値と礫含有量と乾燥密度