

石灰添加碎石微粉末を混合した切込ずりの支持力特性に及ぼす配合割合の影響

佐賀大学大学院 学生会員 ○永井 溪

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 末次 大輔

同上 正会員 Suman Manandhar

佐賀大学理工学部 学生会員 澤田 翔平

1. はじめに

採石場では碎石を製造する際に切込ずりや碎石微粉末などの副産物が発生する．天然資源の有効利用の観点から，これら副産物の有効利用が求められている．そこで，碎石微粉末に生石灰を添加したものと切込ずりを混合した材料（以下，混合材料と呼ぶ）を地盤材料として有効活用することを考える．本論文では，石灰添加碎石微粉末と切込ずりの配合割合の差異が混合材料の支持力に与える影響について考察する．

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碎石微粉末と切込ずりを使用した．使用した碎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．各試料の粒径加積曲線ならびに物理的性質を図-1に示す．本研究では，石灰添加碎石微粉末を混合した切込ずりの配合割合の影響について調べるために，配合割合および養生日数を変化させた．実験条件を表-1に示す．なお，本実験では，混合材料の湿潤質量の比を配合割合 R_m と定義する．供試体作製手順を図-2に示す．碎石微粉末は1週間程自然乾燥させ，粉砕機で粉砕し，2mmふるいを通過したものを使用した．これらを所定の含水比に調整し，乾燥質量に対して5%の生石灰を添加し，手でほぐしながら混合したものを1日仮置きした（以下，石灰添加碎石微粉末と呼ぶ）．また，切込ずりは供試体毎の粒径のばらつきを抑えるために，37.5～19mm，19～2mm，2～0.075mm，0.075mm以下の粒径にふるい分けし，図-1で示した粒度分布になるように調整して使用した．所定の含水比に調整した切込ずりに，所定量の石灰添加碎石微粉末を加え，手で十分に混合した．混合した試料をCBRモールド（直径150mm，高さ125mm）に3層に分け締固めて充填した．このときの締固めエネルギーは約2500kJ/m³である．供試体完成後，上面をラップで密閉し，室温20℃で所定の養生期間空気中養生した後，CBR試験に供した．CBR試験はJIS A 1211：2009¹⁾に基づいて行った．

3. 実験結果と考察

CBR試験で得られる荷重一貫入量曲線の初期の立ち上がり（貫入量0～2.5mm）の傾きを α_1 とする． α_1 な

らびに供試体作製時の乾燥密度と配合割合の関係を図-3に示す．配合割合が大きくなると，石灰添加碎石微粉末を混合すると混合材料中の細粒分が相対的に増すので乾燥密度は小さくなることがわかる．養生日数が短い場合，配合割合が大きくなり乾燥密度が小さくなると，傾きも小さくなった．養生日数が長い場合，乾燥密度に関係なく配合割合が大きくなると傾きも大きくなった．

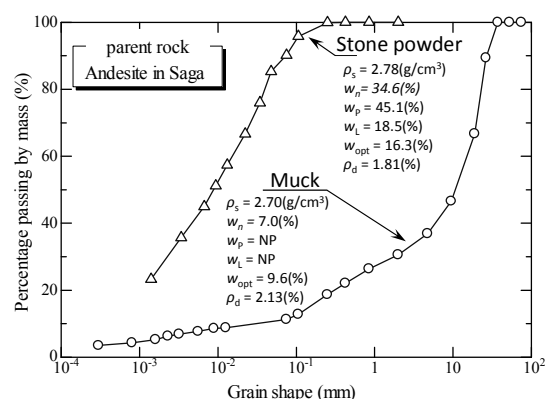


図-1：試料の物理的性質

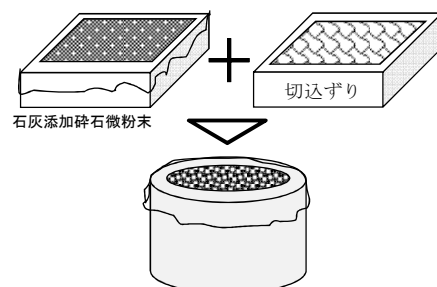


図-2：供試体作製方法

表-1：実験条件

微 粉 末	母岩	安山岩	
	含水比 (%)	19.5	25
碎 石	石灰添加量 R_l (%)	0	5
	混合時間 (min)	20	
	養生日数 (day)	1	
	ずりの含水比 (%)	9.6	
混 合 材 料	配合割合 R_m (%)	0, 10, 20, 30, 50	
	混合時間 (min)	10	
	空気養生 (day)	6	6, 14, 28, 56 ($R_m=30\%$ は6, 28のみ)

次に、貫入量 5mm における CBR 値と配合割合の関係を図-4に示す。石灰を添加していない砕石微粉末を混合すると、CBR 値はほぼ 0 になった。一方、石灰添加砕石微粉末を混合すると、50 以上の CBR 値を示した。また、石灰を混合したもので比較すると、養生日数が短い場合、配合割合が大きくなっても、CBR 値は変わらなかった。養生日数が長い場合、配合割合が大きくなると、CBR 値も大きくなった。

CBR 値と養生日数の関係を図-5 に示す。配合割合が小さい場合、比較的短期間で最大値を示し、その後養生日数が長くなっても CBR 値は変わらなかった。配合割合が大きい場合、養生が長くなると、CBR 値も大きくなった。

配合割合が異なる混合試料の固化の効果を比較するため、CBR 値を各養生日数の配合割合 10% 時の CBR 値で割った値（以下、 $CBR/CBR_{R_m=10\%}$ と表記する）と配合割合の関係を図-6 に示す。養生日数が短い場合、配合割合が大きくなると石灰の量は多くなるが、 $CBR/CBR_{R_m=10\%}$ は小さくなり、1 を下回った。養生日数が長い場合、配合割合が大きくなると、 $CBR/CBR_{R_m=10\%}$ は大きくなった。これらのことから、養生日数が短い場合は、配合割合による石灰の固化の効果は小さい。一方、養生日数が長い場合は、配合割合が大きくなると、石灰の固化の効果が大きく発揮されることが分かる。

以上のことから、混合材料の支持力に及ぼす影響は、養生日数が短い場合、乾燥密度の影響すなわち切込ずりの影響が支配的であり、養生日数が長い場合、石灰の固化の影響が支配的であると考えられる。また、配合割合が小さい場合、支持力に及ぼす養生日数の影響は小さく、今回使用した混合材料では、配合割合が 30% より大きいときに、養生による固化の効果が顕著に表れる。

4. まとめ

本論文では、石灰添加砕石微粉末を混合した切込ずりの支持力特性に及ぼす配合割合の影響を調べるために CBR 試験を行った。配合割合にかかわらず養生日数が短いときには切込ずりの影響が支配的となる。また、配合割合が小さいときには、短期間養生で最大値を示し、配合割合が大きいときには、養生日数が長くなるほど CBR 値も大きくなることが分かった。

謝辞：本研究で使用した砕石微粉末ならびに切込ずりは大坪石材（株）に提供して頂いた。記して謝意を表す。

参考文献

1) (社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，pp. 29-35, 393-417, 2009.

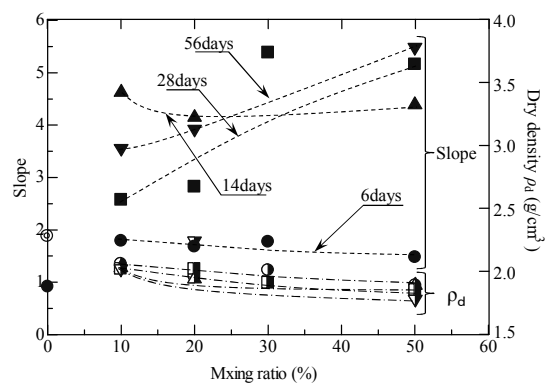


図-3: α_1 ならびに乾燥密度と配合割合の関係

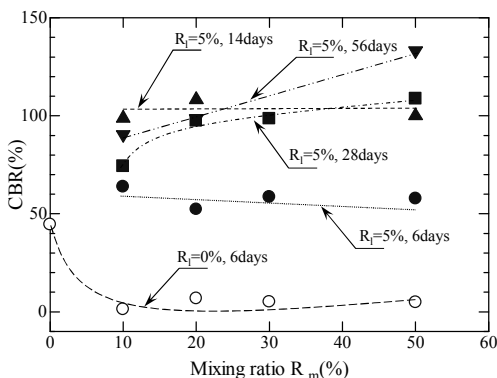


図-4: CBR 値と配合割合の関係

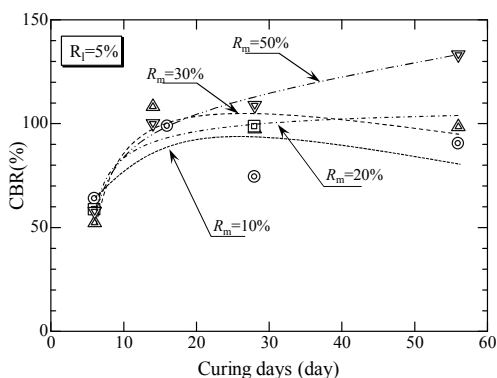


図-5: CBR 値と養生日数の関係

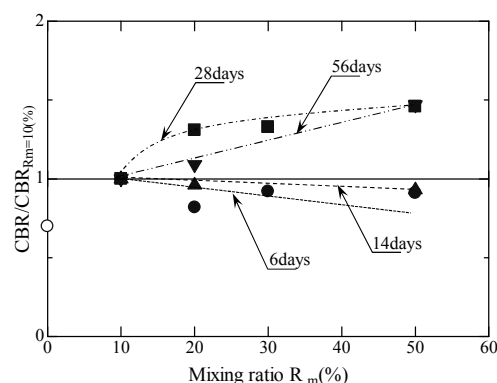


図-6: $CBR/CBR_{R_m=10\%}$ と配合割合の関係