

石灰添加碎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石灰の影響

佐賀大学理工学部 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 原 弘行

1. はじめに

現在、採石場では碎石微粉末および切込ずりが副産物として発生し、天然資源の有効利用の観点からそれらの活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る。本文では混合材料の支持力発現に及ぼす石灰の影響について考察する。

2. 実験概要

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。それぞれの物性を表-1に、各試料の粒径加積曲線を図-1に示す。本研究では碎石微粉末と切込ずりを混合し締固めた混合材料の支持力発現に及ぼす石灰添加の効果を調べるために、生石灰を添加した碎石微粉末および石灰を添加しない碎石微粉末の配合割合をそれぞれ5ケース変化させてCBR試験を行った。実験条件を表-2に示す。なお、本実験では混合材料の湿潤質量に対する碎石微粉末の湿潤質量の比を配合割合と定義する。供試体作製手順を図-2に示す。まず、実験に使用する切込ずりの粒度のばらつきを抑えるため、乾燥させた切込ずりを37.5~19mm, 19~2mm, 2~0.075mm, 0.075mm以下の粒度にふるい分けし、供試体を作製するごとに表-1で示した粒度分布になるように調整して使用した。粒径を調整した切込ずりに水を加え所定の含水比にした。次に、採取したケーキ状の碎石微粉末を乾燥させ、粉砕機で2mm以下に粉砕し水を加え所定の含水比にした。碎石微粉末に石灰を添加する場合には、含水比調整した碎石微粉末の乾燥質量に対して5%の生石灰を添加し、手でほぐしながら混合した。碎石微粉末と切込ずりの混合は手で十分に行った。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6日間空气中養生した後、CBR試験に供した。CBR試験はJIS A 1211:2009¹⁾に基づいて行った。

表-1 各試料の物性

母岩	安山岩碎石微粉末	安山岩ずり
土粒子の密度 (g/c m ³)	2.78	2.70
自然含水比 (%)	34.6	7.0
液性限界 (%)	45.1	NP
塑性限界 (%)	18.5	NP
塑性指数	26.6	NP
最適含水比 (%)	16.3	9.6
最大乾燥密度 (g/c m ³)	1.81	2.13

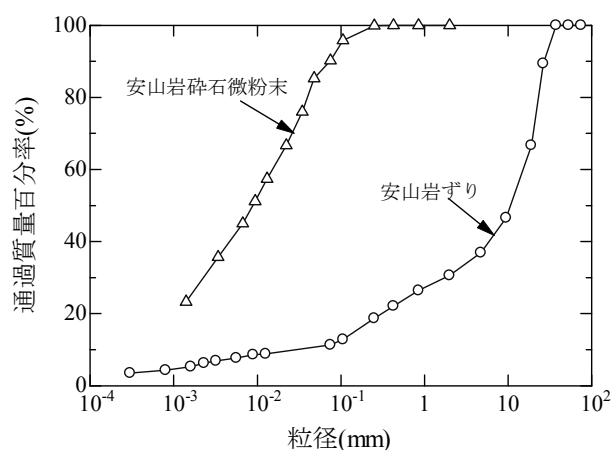


図-1 各試料の粒径加積曲線

表-2 実験条件

実験項目	石灰添加	石灰無添加
作成条件		
含水比 (%)	25	19.5
石灰添加量 (%)	5	0
混合時間 (min)	20	
養生日数 (day)	1	0
混合材料作成条件		
ずりの含水比 (%)	9.6	
配合割合 (%)	0, 10, 20, 30, 50	
混合時間 (min)	10	
養生日数 (day)	空気中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) 落下高さ(cm) 層数 各層の締固め回数(回)	
	4.5 45 3 67	

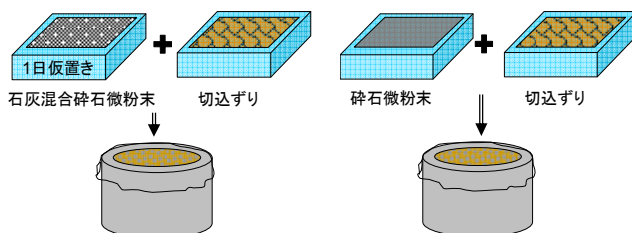


図-2 供試体作製手順（右:石灰添加, 左:石灰無添加）

3. 実験結果

石灰添加および石灰無添加の場合の CBR 値と配合割合の関係を図-3 に示す。石灰を添加した場合は碎石微粉末の配合割合が 10% のときにピークを示し、20%以降は配合割合が大きくなっても CBR 値はほとんど変わらない。石灰無添加の場合は 0% のときに最大となり、碎石微粉末を混合すると CBR 値が大きく低下した。また、配合割合が大きくなっても CBR 値はほぼ同じ値を示した。これらより、石灰を添加した場合と石灰無添加の場合では CBR 値に大きな差が生じることが分かる。

次に配合割合が異なる混合材料において供試体体積に対する碎石微粉末ならびに切込ずりの占める割合を図-4 に示す。本実験で作製した混合材料では切込ずりの割合が大きいことを示している。また、配合割合が大きくなるにつれて間隙が増加していることが分かる。なお、この体積割合は石灰の有無でほとんど変わらない。

吸水膨張後の膨張比と配合割合の関係を図-5 に、乾燥密度と配合割合の関係を図-6 に示す。石灰を添加した場合は配合割合が大きいときほど膨張比は小さくなり、20%より大きくなると膨張比は 0% となる。それに対し石灰無添加の場合は、10% のときに 0% となるが、それよりも配合割合が大きいときほど膨張比は大きくなる。この要因として石灰によるセメンテーションの影響が考えられる。すなわち、石灰を添加した場合はセメンテーションによって吸水膨張が抑制された。一方で石灰無添加の場合は、混合材料中の碎石微粉末が吸水膨張したことによって、乾燥密度にこのような差が生じたと考えられる。

以上のことから、碎石微粉末の配合量が増えると乾燥密度は小さくなる。そのため、石灰無添加の場合の CBR 値は 0% に近い小さな値を示した。それに対し石灰を添加した場合は、碎石微粉末の配合量が増えると乾燥密度が小さくなるが、CBR 値は 60% 程度を示した。このことから、支持力発現に及ぼす石灰のセメンテーション効果が大きいことが分かった。

4. まとめ

本研究では碎石微粉末と切込ずりを混合し、締固めた混合材料の支持力発現に及ぼす石灰添加の影響について検討した。その結果、石灰を添加した碎石微粉末を混合すると、吸水膨張量は小さくなる。また、碎石微粉末を混合すると乾燥密度は小さくなるが、セメンテーションの効果が大きく、石灰無添加の場合に比べて高い支持力を示すことが明らかとなった。

謝辞：本研究で使用した碎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。ここに記して謝意を表す。

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

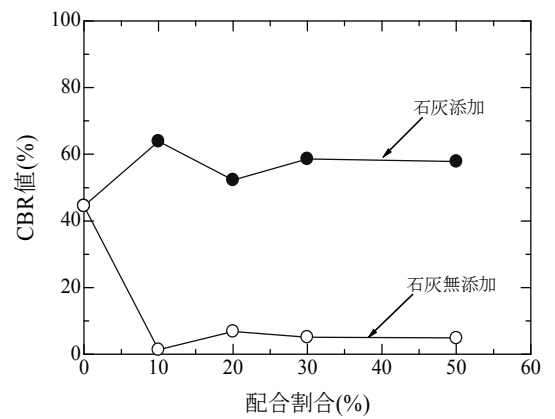


図-3 CBR 値と配合割合の関係

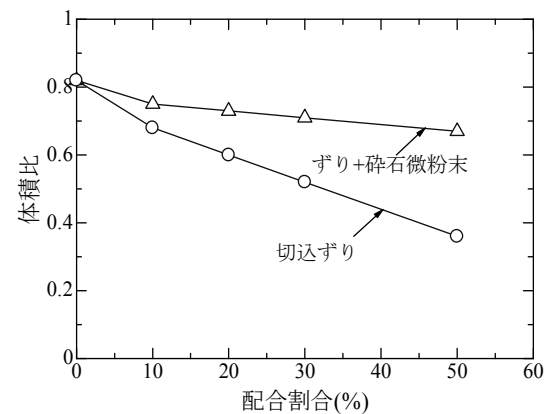


図-4 体積比と配合割合の関係

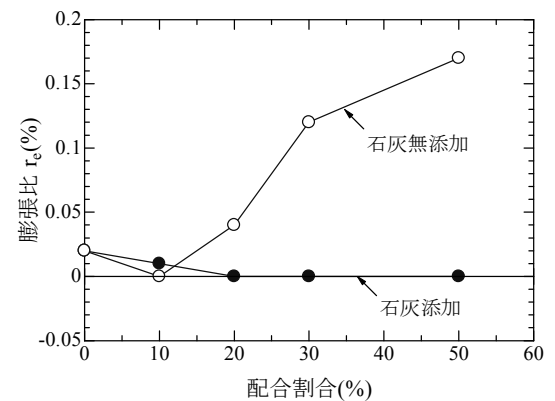


図-5 膨張比と配合割合の関係

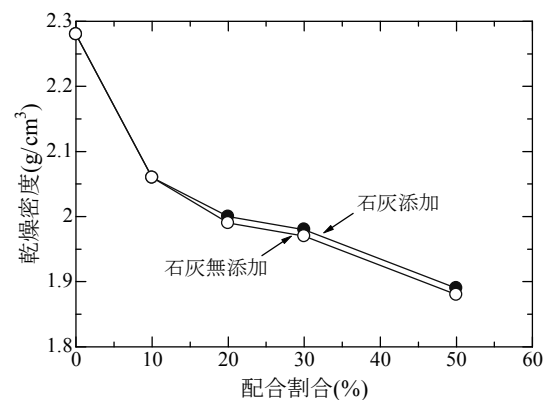


図-6 乾燥密度と配合割合の関係