

砕石粉の有効活用を目的とした室内土質試験(その2)

熊本高等専門学校 学生会員 興梠 智哉
 熊本高等専門学校 学生会員 森田 大貴
 熊本高等専門学校 正会員 脇中 康太
 熊本高等専門学校 正会員 松家 武樹

1. はじめに

建設工事において不可欠とされているコンクリートの骨材や、道路用路盤材、埋め立て用石材などの砕石は、全国各地にある砕石場において生成されている。我が国における砕石場は全国で約2,500プラントあり、年間で約2億t強の砕石が生成されている¹⁾。砕石場では、岩石などを所定の大きさの範囲に入るよう破碎し、ふるい分けをして用途に応じた使い分けがなされている。この破碎工程の際に、砕石粉と呼ばれる微細な石粉が発生しており、現状多くのプラントにおいては、砕石粉の用途が無い。砕石粉は全国のプラントで年間約1,200万t発生²⁾していると想定されており、環境負荷低減のため、この砕石粉の有効的な利活用を検討する必要がある。

そこで、本研究においては、砕石粉を土質材料として有効的に利活用する方法を模索するため、砕石粉と他の土質材料との組み合わせ配合の検討を行った。また、これらの配合土の締固め特性を明らかにすることを目的とし、土の締固め試験を実施した。

2. 検討材料及び組み合わせ配合

2.1 検討材料の粒径と現状

検討材料を表-1に示す。5mm通過試料とは、砕石場で発破後とプラント製品製造過程において5mmでふるい分けした試料である。5mm通過試料は配管の埋め戻し材や砕砂として利用されているものの、その使い道はあまり無い状況である。分級礫とは、5mm通過試料を水洗いして分級したものであり、洗われた2.5mm未満については、砕砂として利用できるものの、分級された礫分については全く利用価値の無い材料である。

表-1 検討材料一覧表

試料名	材料特性
5mm 通過試料	φ 5.0 mm以下にふるい分けた砕砂礫
分級礫	φ 5.0 mm ~ φ 2.5 mmに分級した細礫
砕石粉	φ 0.250 mm 以下の粘土質の石粉

砕石粉は、発破時の石粉であり、粒径0.250mm以下の粘土分である。これも利用価値の無い材料である。

砕石場では、市場のニーズに応じて粗骨材や細骨材等の材料の生産がなされているが、その一方で、生産過程においてこれら需要のない材料も生産され続けているのが現状である。

2.2 組み合わせ配合

前述した通り、本研究で対象としている3種類の材料は、利活用できず需要のない材料である。そこで、これらの材料を組み合わせで配合検討を行った。

一般に締固め特性は、粒径幅の広い土の方が良いことが知られている。しかしながら、今回の検討材料は、粒径の整った分級された材料であることを確認³⁾している。そこで、締固め特性を考慮して粒径幅の広い材料を作成することを目的とし、5mm通過試料や分級礫に粘性土である砕石粉を混ぜることによって粒径幅を広くすることを試みた。配合は5mm通過試料と砕石粉、分級礫と砕石粉のそれぞれで行い、配合比率は目標細粒分含有率 F_c を基準として行った。本研究における試験対象試料と配合割合の一覧を表-2に示す。

表-2 検討材料の目標細粒分含有率

試験対象試料	配合割合 目標 F_c (%)
5mm通過試料 + 砕石粉	母材 (配合無し)
	20
	35
	50
分級礫 + 砕石粉	母材 (配合無し)
	20
	35
	50
砕石粉	母材 (配合無し)

3. 室内土質試験および試験結果

3.1 試験内容および方法

試験は突き固めによる土の締固め試験⁴⁾を行う。設計した6つの配合試料の最大乾燥密度 ρ_{dmax} 及び最適含

水比 W_{opt} をそれぞれ求め、各種配合材料の締固め特性を把握する。試験においては、現場でのクローラー等による締固めエネルギーを想定して、締固めるエネルギーの最も大きな E 法で行った。

3.2 試験結果

試験結果を図-1、図-2、図-3 に示す。本試験では、5mm 通過試料と碎石粉、分級礫と碎石粉の2種類の配合で締固め試験を行った。また、配合前と比較するため、5mm 通過試料および分級礫の配合前における試験結果も併記する。

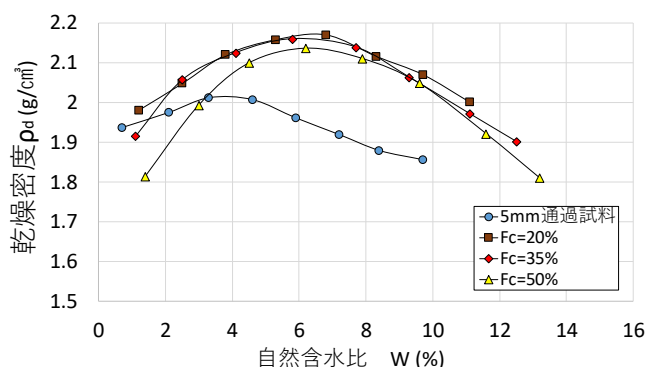


図-1 5mm 通過試料の試験結果

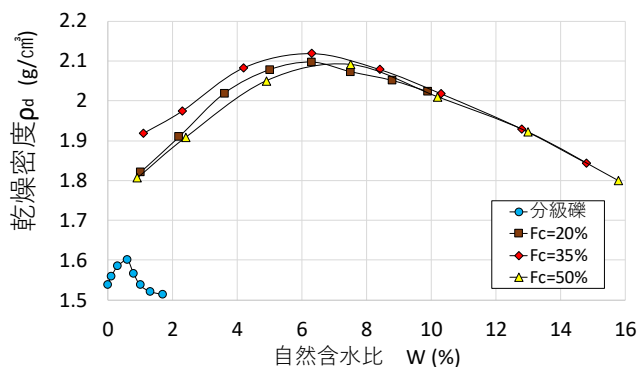


図-2 分級礫の試験結果

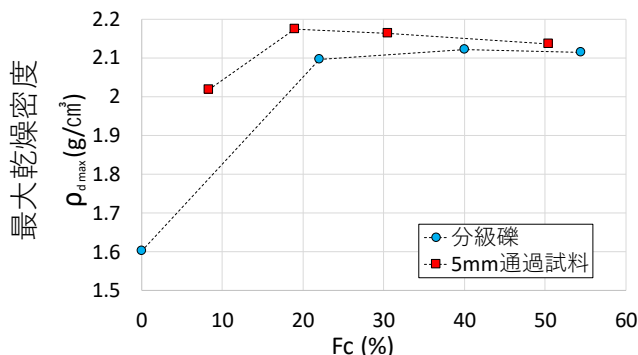


図-3 細粒分含有率 F_c と最大乾燥密度 ρ_{dmax} の関係

図-3 より、各データの一つ左のプロットが配合前の最大乾燥密度と細粒分含有率を示しているが、双方ともに配合を行った結果の方が大きな最大乾燥密度を示

していることがわかる。特に分級礫においては、配合前と配合後とで著しく上昇している。配合 F_c ごとに最大乾燥密度を比較してみると、分級礫は $F_c=35\%$ が、5mm 通過試料は $F_c=20\%$ が一番大きい数値を示したが、他の配合割合における試験結果と大きな差は見られなかった。

4. 結論と今後の課題

本研究において、碎石場で発生している現在使途の無い材料を組み合わせることで、締固め特性が向上し、確実にそれらの土質材としての性能が向上することを確認した。求められる材料特性は、構造物の目的に応じて異なるため一概に言うことはできないが、土質材料としての利用が可能であることは十分に期待できる。特に碎石粉の利活用法が解明できたことは、今後の環境負荷低減につながる大きな進歩であろう。

また、基本的には F_c が大きいほど液状化特性は向上することが知られているが⁹⁾、本試験においては、 F_c を増加させることによって締固め特性(最大乾燥密度)が大幅に減少することはなかった。このため、比較的配合 F_c を高めに設定して、液状化特性の向上も期待することができる。

今後はさらに細かく配合 F_c を分けて締固め試験を行い、より最適な配合検討を行う。また、併せて CBR 試験やコーン貫入試験、強度試験などを行い、強度特性も明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 経済産業省資源エネルギー庁資源・燃料部鉱物資源課：http://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/mineral_resource/situation/004/
- 2) 真野孝次，辻幸和，友澤史紀，深松孝：碎石粉を使用した碎石・砕砂コンクリートの性状，J-Stage，コンクリート工学会，46 巻，11 号，pp.18-24，2008.
- 3) 森田大貴，興梠智哉，脇中康太，松家武樹：碎石粉の有効活用を目的とした室内土質試験(その 1)，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，2019. (投稿中)
- 4) 公益社団法人 地盤工学会：土質試験 基本と手引き 第二回改訂版，突き固めによる土の締固め試験，第 9 章，pp.71-79，2010.
- 5) (国研)土木研究所 地質・地盤研究グループ土質・振動チーム：河川堤防の液状化対策の手引き，土木研究所資料 第 4332 号，pp.23-25，2016.