

海砂代替細骨材としての砕砂の表乾判定方法に関する検討

九州大学大学院 正会員 ○山本 大介 九州大学大学院 フェロー 松下 博通

九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

九州大学大学院 学生会員 尾上 幸造

1. 目的

九州地区では、これまでコンクリート構造物に使われていた細骨材の大半は海砂に依存してきた。しかし、近年の環境保全に関する意識の高まりから、海砂採取による海水の懸濁、海流の変化など、沿岸環境への悪影響が社会的な問題とされている。九州でも今後は段階的に海砂に採取規制がかかり、将来的には海砂の採取全面規制に向かうことが考えられる。その為、今後はコンクリート構造物用材料としての天然細骨材の枯渇化が懸念されている。これを踏まえて、海砂の代替細骨材の検討が急務とされているが、海砂代替細骨材として期待されている砕砂もコンクリート用細骨材として使用するには検討課題が残されている。

そこで、本研究では、九州地区における海砂代替細骨材としての砕砂の実用を目的とした、砕砂の表乾状態の判定方法に関して検討することとした。なお、本研究で試験の対象とした砕砂は九州地区で産出される母岩のうち生産される量の上位5種のもの、および粒形改善を目的として製造された輝緑岩砕砂の計6種を選定した。

2. 実験概要

本研究で対象とした砕砂の種類を表-1に示す。なお、これらの砕砂は碎石のクラッシャーランとして製造されたものである。各砕砂の粒度分布を図-1, 2, 3に示す。表乾密度および吸水率を求める際には、表乾状態（表面乾燥飽水状態）の判定が重要となるが、砕砂のように微粒分が多く、粒形が角張った細骨材に対してはJIS A 1109に規定されるフローコーンでは適切に表乾状態が判定できないものと考えられる。そこで、これらの砕砂に対し、表-2に示す4種類の表乾判定方法で試験を行い、表乾判定手法の検討を行った。

- ・目視判定：試料を手で握った後、手から試料を離し、掌に水分を感じなくなった時を表乾状態とした。
- ・フローコーンによる判定：JIS A 5005「コンクリート用碎石および砕砂」の5.2の規定により、JIS A 1103「骨材の微粉分量試験方法」によって水洗いした砕砂を用いて試験を行った。
- ・電気抵抗法：細骨材の乾湿状態による電気伝導状態の変化を利用したものである。細骨材の電気抵抗値は、湿潤時に大きくなり、乾燥時は小さくなる。この試験では、湿潤状態の試料を徐々に乾燥させる過程における数水

表-1 実験材料とした代替細骨材の種類

砕砂の種類	採取場所
安山岩	大分県大野郡
砂岩	北九州市門司区
角閃岩	熊本県鹿本郡
玄武岩	佐賀県唐津市
石灰岩	福岡県田川郡
輝緑岩	鹿児島県川内市

表-2 表乾判定方法として検討した項目

判定方法	判定基準	微粒分の除去
目視判定		無し
フローコーンによる判定	JIS A 1109	有り
電気抵抗法	JSCE-C506-2003	無し
仮表面テスト	ASTM C 128	有り

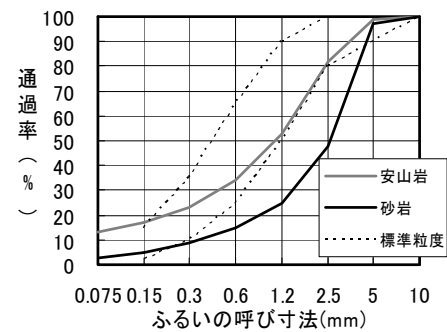


図-1 粒度曲線（安山岩，砂岩）

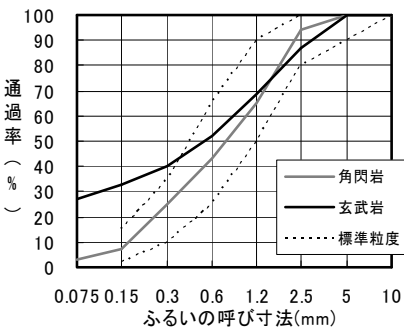


図-2 粒度曲線（角閃岩，玄武岩）

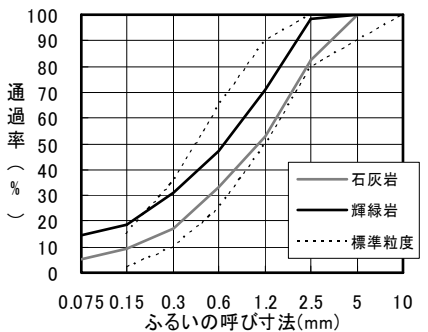


図-3 粒度曲線（石灰岩，輝緑岩）

キーワード 表乾判定，海砂，砕砂，代替細骨材

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL092-641-3269 内線 3269 FAX092-642-3271

準の含水状態で、アクリル製容器に充填した細骨材の電気抵抗値を測定し、電気抵抗値が急激に増加へと転じる点を表乾状態と判定する。この方法の詳細については、土木学会規準 JSCE-C506-2003「電気抵抗法によるコンクリート用スラグ細骨材の密度および吸水率試験方法（案）」に示されている。なお、既往の研究により、この判定法の砕砂への適用性はフローコーンによる判定に比べ、吸水率が 0.95～1.05 倍になることが確認されている¹⁾。

・仮表面テスト：仮表面テストによる判定手段は、フローコーンでは容易にスランプせず、表乾の判定が困難な細骨材に対する表乾判定方法として、ASTM C 128（Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate）の中に Provisional Surface Test（仮表面テスト）として示されている。これは、100 g 程度の試料を平らな、乾燥した暗い色の非吸水性の板上に置き、手で軽く叩いた後、1～3 秒後に試料を取除き、1～2 秒で板が乾燥する状態を表乾状態と判定するものである。

3. 試験結果および考察

4 種類の表乾判定方法による表乾密度の試験結果を図-4、吸水率の試験結果を図-5 に示す。同一母岩から製造されている砕石の基本物性は砕砂のそれと類似すると考えられるため、密度や吸水率は砕砂と近くなると考えられる。今回得られた細骨材の 4 種類の表乾判定結果と比較するため、粗骨材の密度及び吸水率試験方法（JIS A 1110）による砕石のデータも合わせて図-4、図-5 に示した。

表乾密度は、微粒分をカットしたフローコーンによる表乾判定方法が最も高い値となり、粗骨材の表乾密度と最も近い値になっている。表乾密度の算出法である JIS A 1109 によると、骨材が濡れすぎて表乾状態から外れている場合は、体積は表面水も含めて算出されるため実際の骨材より大きくなり、質量は水の方が骨材より密度が小さい為に小さくなる。そのため密度は真の表乾密度より小さく計算される。一方、骨材が乾きすぎて表乾状態から外れている場合は、体積は骨材そのものの体積を示すが、質量は表乾状態のものより小さくなる。そのため、密度は真の表乾密度よりも小さくなる。よって、表乾状態より濡れすぎても乾きすぎても、密度は真の表乾密度より小さく算出されることとなる。

以上のことより、4 種類の表乾判定方法のうち、表乾密度の計算値が最も大きくなっている試験方法がより真の表乾状態に近い状態を表していることとなる。故に、0.075mm 以下の微粒分を除いた後、フローコーンにより表乾状態を判定する手法が最も適切であると思われる。また、吸水率においては、目視判定によるものと電気抵抗法によるものが大きな吸水率となっている。これらの表乾判定法は微粒分を除去しないで試験を行ったものである。そのため骨材中に含まれる水以外に微粒分が拘束している水の影響が現れたと考えられる。

4. まとめ

- 1) 砕砂の表乾状態の判定においては、微粒分の影響を十分に考慮する必要がある。
- 2) 砕砂の表乾状態の判定には、微粒分量試験により微粒分を除去した試料を用いてフローコーンにより判定を行う方法が適切と考えられる。

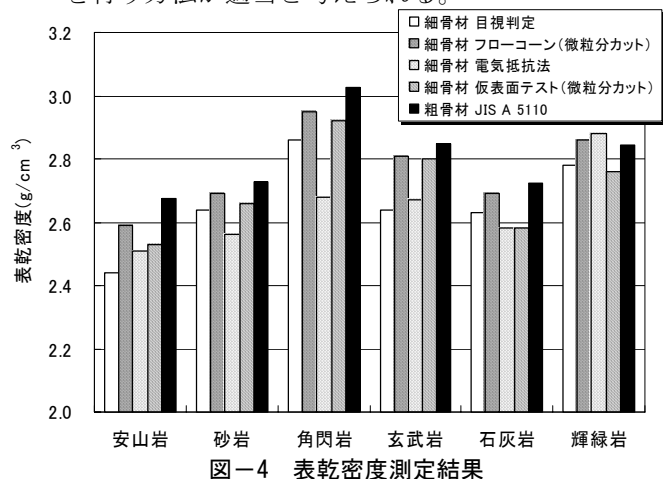


図-4 表乾密度測定結果

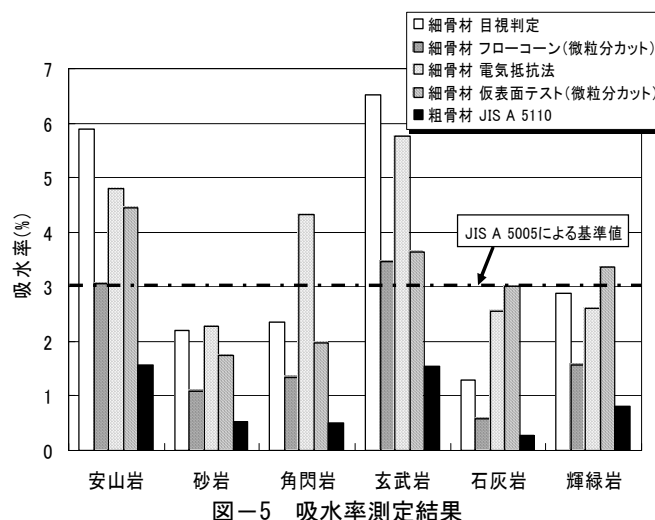


図-5 吸水率測定結果

【参考文献】 1) 上野敦，國府勝郎，大賀宏行：電気抵抗値による細骨材の吸水率決定方法に関する基礎的研究，土木学会論文集，第 613 号／V-42，pp.137-146，1999。