

真砂土の表面乾燥飽水状態の評価に関する基礎的研究

山口大学大学院 学生会員 ○村上力也
 山口大学工学部 正会員 高海克彦
 中国建設弘済会 正会員 室住光一

1. はじめに

1.1 研究背景

1960年代まで細骨材は「川砂」が主流であったが、1964年頃から川砂の採取規制がとられ、西日本においては「海砂」が用いられるようになった。しかし、海砂に依存してきたため、瀬戸内海沿岸において海砂の枯渇が問題になり、平成18年度には瀬戸内沿岸全域で全面採取禁止になる予定である。

そこで海砂に代わる新たな細骨材として中四国地方に豊富に存在し、大量に採取可能な「真砂土」が注目されており、山口県や鳥取県において未洗浄真砂土を海砂の代替材として用いる研究が行われている。

1.2 研究目的

真砂土は微粒分が多量に含まれているため、JIS A 1109で規定されている方法（以下、コーン法）では表面乾燥飽水状態（以下、表乾状態）の判定が困難な場合がある。そこで本研究は、表乾状態を安定して判定できる試験方法として、JSCE-C506-2003で規定されている方法（以下、電気抵抗法）を用い、未洗浄真砂土に対し、表乾状態における含水率（吸水率）を決定し、コーン法との比較を行った。また他の種類の細骨材を用い、骨材の種類、物性、形状が与える影響を明らかにすることを目的として検討を行った。

2. 実験方法

2.1 使用細骨材

真砂土：山口県山陽町産（DGS1）

山口県善和町産（DGS2）

山口県下関市産（DGS3）

真砂土の主な構成成分を表1に示す。

海砂：福岡県北九州市若松産（粒径小（SS1）、大（SS2）の2種類）

砕砂：佐賀県産安山岩（原砂（AP0）、研磨3回（AP3）の2種類）

山口県産硬質砂岩（原砂（HP0）、研磨3回（HP3）の2種類）

表1 真砂土の主な構成成分

	鉱物	結晶系	化学組成	密度
有色 鉱物	黒雲母	単斜	$K_2(Mg, Fe, Al)_3(Si, Al)_3O_{10}(OH)_2$ で表される複雑な固溶体	2.7~3.3
無色 鉱物	斜長石	三斜	$CaAl_2Si_2O_8$ 、 $NaAlSi_3O_8$ との固溶体	2.62~2.76
	カリ長石	単斜、三斜	$KAlSi_3O_8$ を主とする固溶体	2.55~2.62
	石英	六方（三方）	SiO_2	2.65

2.2 実験内容

a) コーン法

JIS A 1109に基づいて行った。

b) 電気抵抗法

図1に示す容器に絶縁材料のアクリルを使用した電気抵抗値測定容器を用いた。

高含水率の試料3水準と、低含水率の試料3水準を用意し、それぞれを図1の容器に充填させ、電気抵抗値を測定した。また、それぞれの試料の含水率も測定した。含水率をx軸、電気抵抗値をy軸とし

た図に結果を打点し、高含水率および低含水率における電気抵抗値と含水率との関係をそれぞれ直線で近似した。ここで、表乾状態とは粒子間空隙および粒子表面の水分が限りなく減少し、通電経路としての水分の連続性が失われた状態と考えられるため、電気抵抗値が急激に増加する直前の含水状態と考えられる。つまり、この2直線の交点が表乾状態となり、対応する含水率を求め、表乾状態における吸水率とした。

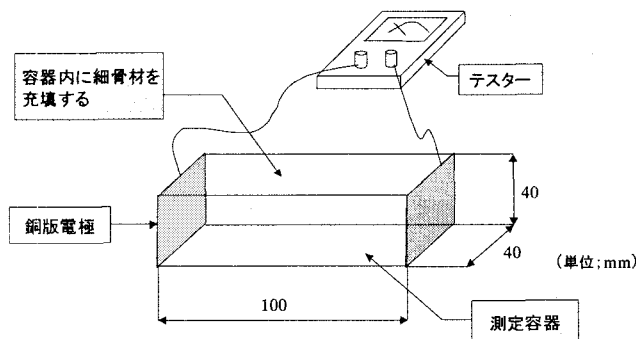


図1 電気抵抗値測定容器

・骨材形状測定

写真 1 に示す非接触三次元画像測定機を用い、骨材形状を測定した。
1 試料にあたり、粒径 2.5～1.2 mm と粒径 1.2～0.6 mm 50 粒を対象とした。
次式で示す円形度指数 CI と内接円真円度指数 R で評価した。

$$\text{円形度指数 } CI = \frac{4\pi A}{l^2} \quad (0 \leq CI \leq 1)$$

$$R = \frac{\text{内接円真円度}}{a}$$

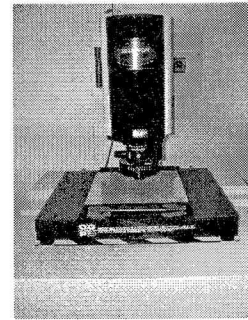


写真 1 非接触三次元画像測定機

ここに、A は粒子面積 (mm²)、l は粒子周長 (mm)、a は粒子の短径 (mm) である。

ここで、円形度指数 CI は 1 に近づくほど円に近いことを意味し、内接円真円度指数 R は 0 に近づくほど円に近いことを意味する。

表 2 試験結果

試料名	粗粒率	微粒分量 (%)	絶乾密度 (g/cm ³)	表乾密度 (g/cm ³)	コーン法 (%)	電気抵抗法 (%)
DGS1	2.33	14.3	2.42	2.30	1.21	5.03
DGS2	2.74	19.3	2.44	2.34	1.98	4.23
DGS3	4.15	5.92	2.57	2.52	3.07	2.07
AP0	2.88	4.19	2.56	2.62	2.58	2.72
AP3	2.77	3.62	2.64	2.66	0.76	1.18
HP0	3.05	8.15	2.61	2.65	1.75	2.01
HP3	2.87	2.78	2.71	2.72	0.55	0.72
SS1	2.99	0.624	2.57	2.55	0.621	0.797
SS2	2.47	0.394	2.60	2.57	0.838	0.925

3. 実験結果

表 2 に骨材のふるい分け試験、微粒分量試験、密度試験、吸水率試験の結果を示す。粗粒率、微粒分量、密度において DGS1, DGS2 と DGS3 に違いが確認でき、産地ごとの性質変化が見て取れる。吸水率において DGS1, DGS2 は両試験で大きな差がある。コーン法で表乾状態と判断した時の骨材の様子は、目視や手触りではあるが、明らかに表乾状態とは言えないものであった。これには微粒分量が関係していると考えられ、正確な吸水率を求めることは困難であり、電気抵抗法の値の方が妥当な値と考えられる。

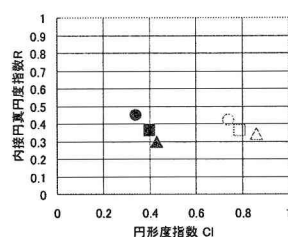


図 2 CI-R 関係 (真砂土)

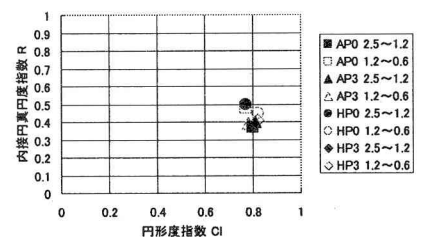


図 3 CI-R 関係 (砕砂)

次に骨材形状測定の結果を示すが、

真砂土は粒径別での骨材形状の違いが確認できる (図 2 参照)。一方、砕砂・海砂はほぼ違いがない (図 3, 図 4 参照)。この結果より、粒径別での骨材形状の違いも、コーン法による表乾状態の判定に関係していると考えられる。

4. 結論

- ① コーン法での吸水率試験の正確性は、人為的な関係も考えられるが、主には、微粒分量と粒径別での骨材形状の違いに起因すると考えられる。よって、真砂土のように多量の微粒分を含み、骨材形状が粒径により異なる細骨材には適応できないと考えられる。
- ② 電気抵抗法での吸水率試験は、微粒分量や骨材形状に左右されることなく安定して吸水率を求めることができるので、どのような細骨材に対しても適応できると考えられる。よって、真砂土の表乾状態を安定して判断するには、電気抵抗法が最適と考えられる。

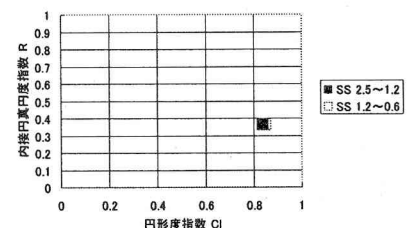


図 4 CI-R 関係 (海砂)