# 海水に浸漬させた石灰処理土の間隙径分布の変化

佐賀大学理工学部 学生会員 〇大坪 桂子

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正会員 原 弘行

同上 正会員 末次 大輔

### 1. はじめに

著者らは海水環境下における固化処理土の性状変化について様々な検討を行ってきている.現在までの研究 より,固化処理土を海水に浸漬させると海水との接触面から徐々に軟化すること<sup>1)</sup>や固化処理土の軟化現象 の原因物質は海水中の Mg を含む塩であること<sup>2)</sup>などを明らかにしてきた.本研究では,ミクロな視点から固 化処理土の軟化現象を明らかにするために,海水に浸漬させた石灰処理土供試体に対して,水銀圧入式ポロシ メーター試験を行い間隙径分布の変化を調べた.

#### 2. 実験概要

本実験に使用した試料土は, 佐賀県小城市より採取した有明粘土で ある. 固化材は生石灰を使用した. 試料土の物性を表-1 に示す. 試料 土の含水比を液性限界の 1.5 倍 (w<sub>L</sub>=237.2%) に調整して, 固化材を 35kg/m<sup>3</sup>の割合で添加し, プラスチックモールド(*φ*=50mm, *h*=100mm) に詰めて 20℃で 28 日間養生した. 養生後,供試体を脱型し, ゴムス リーブを被せて上面のみを開放した状態で, NaCl 濃度 30g/L の人工海 水に 38 日間浸漬させた. 海水と供試体の体積比は 5:1 とし,海水の 交換頻度は 1 回/週とした.

表-1	試料土の物性
-----	--------

土粒子の密度	$(g/cm^3)$	2.65
自然含水比	(%)	219.7
液性限界	(%)	158.1
塑性限界	(%)	51.4
粒度組成	(%)	
礫		0.0
砂		0.0
シルト		21.9
粘土		78.1

試験の手順は以下の通りである.まず,浸漬終了後の供試体に対して,小型コーン貫入試験ならびに元素分析を実施して供試体を深さ方向に,劣化状態(力学的・化学的性質変化が認められる範囲),遷移状態(化学的性質変化が認められる範囲),健全状態(力学的・化学的性質変化が認められない範囲)の3つの範囲に区分する<sup>3)</sup>.次に,各状態の箇所からワイヤーソーや直ナイフなどを用いて試料を採取し,5mm 角程度に整形する.採取した試料を液体窒素で瞬間凍結した後,真空凍結乾燥機にて乾燥させた.上記の方法で作製した試料に対して水銀圧入式ポロシメーター試験を実施した.また,比較対象として海水に浸漬する前の供試体(養生28日)についても同様の検討を行った.水銀の表面張力*の*および接触角*0*はそれぞれ 484×10<sup>-3</sup>N/m, 140°とした.間隙径の測定は 6nm~181µm の範囲で,130 点測定した.

## 3. 実験結果と考察

石灰処理土の海水浸漬前および浸漬後の各状態における累積間隙容積 $\Sigma V_{dp}$ と間隙径 $d_p$ の関係を図-1に示す. 浸漬前,健全状態,劣化状態の累積間隙容積  $\Sigma V_{dp}$ は 1.8mL/g 程度であり,ほとんど差異はみられない.遷移 状態は  $\Sigma V_{dp}$ =1.6mL/g 程度であり,他の状態と比較して幾分か少ない値を示した.

間隙径の増分に対する水銀の圧入容積の増分の比  $dV/d\log d_p$  と間隙径  $d_p$ の関係を図-2 に示す. 健全状態の場合,浸漬前と間隙径分布がほぼ一致しており,共に  $d_p=0.4\mu$ m 付近でピークを示す. 遷移状態の場合,健全状態および浸漬前と同じ  $d_p=0.4\mu$ m 付近でピークを示すが,ピーク値が減少していることがわかる.また, $d_p=1.7\mu$ m 付近で第2のピークが観測できる.劣化状態の場合, $d_p=1.7\mu$ m 付近で鋭いピークを示し,健全状態 や浸漬前と比較すると,ピーク値を示す間隙径が大きな間隙径へシフトしていることが分かる.

図-3 は各状態における全間隙容積に対する間隙の種類<sup>4)</sup>の割合を示したものである.サブミクロポア



図-1 累積間隙容積 $\sum V_{dp}$ と間隙径  $d_p$ の関係

(<0.01µm)とマクロポア(>10µm)に関しては,各状 態において多少の差異はみられるが明瞭な変化 はない.健全状態の場合,浸漬前と割合にあまり 変化は見られないが,遷移状態の場合,健全状態 と比較すると,ミクロポア(0.001~0.1µm)の割合が 小さく,メゾポア(0.1~1µm)の割合が大きくなっ ていることがわかる.また,劣化状態では,その 傾向がより顕著になり,ミクロポアとメゾポアの 割合が健全状態の場合とほぼ逆転している.これ らのことから,石灰処理土は海水の浸漬を受ける と,処理土中の化学組成の変化とともに,間隙の



土木学会西部支部研究発表会(2011.3)





図-3 浸漬前と各状態における各間隙の割合

総量をほぼ一定に保った状態で間隙径分布が変化することがわかった.

### 4. 結論

本実験では、人工海水に浸漬させた石灰処理土に対して水銀圧入式ポロシメーター試験を実施し、石灰処理 土の力学的・化学的性質の変化に伴う間隙径分布の変化について検討した.得られた結果は以下の通りである. 1)海水に浸漬させた石灰処理土は、浸漬前、健全状態、劣化状態の各状態における累積間隙容積にほとんど差

異はみられないが、遷移状態は他の状態と比較して幾分か少ない値を示した.

2)海水に浸漬させた石灰処理土は、健全状態、遷移状態、劣化状態の順にピークを示す間隙径が大きな間隙径 ヘシフトし、ミクロポア(0.001~0.1µm)の割合が小さくなり、メゾポア(0.1~1µm)の割合が大きくなる.

参考文献

- 1)原弘行,林重徳,末次大輔,水城正博:海水環境下における石灰処理土の性状変化に関する基礎的検討,土 木学会論文集 C, Vol66, No.1, pp21-30, 2010.1.
- 2)原弘行,末次大輔,林重徳:石灰処理土の固化成分の溶出に及ぼす海水の影響,第9回地盤改良シンポジウム論文集, pp.67-70, 2010.
- 3)原弘行,末次大輔,林重徳,水城正博:海水浸漬下における石灰処理土の強度低下に関する実験的検討,第8 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.65-70,2008.

4) 松尾新一郎, 嘉門雅史:粘土の構造に関する用語について, 土と基礎, Vol24, No.1, pp59-64, 1976.