

佐賀大学 理工学部 学○ 海崎 大輝 同大学院工学系研究科 学 Usman Fakhriyah
 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野 剛徳 正 加 瑞
 佐賀大学大学院工学系研究科 正 根上 武仁

1. はじめに 筆者らの属する研究グループは、海成粘性土の間隙再発達とメカニズムの検証を進めている。今日の海成有明粘性土に認められる高鋭敏性・高圧縮性の発達メカニズムは、これまでの塩分溶脱現象に伴う攪乱挙動の変遷のみでは説明不足であることを指摘してきている¹⁾³⁾。つまり、塩分溶脱現象に伴うセメンテーションの発達に関する視点が欠かせず、例えば人間の病状でいう骨粗鬆症のイメージであって、これらの現象下で同粘性土中の間隙が保たれるか、場合によっては増加することを立証する必要があるというものである。本報では、以上の仮説を伴う研究のシンプル化を目論み、端緒もつかむために、市販のカオリン粘土にシリカとカルシウムを所定の量添加し、これに伴う初期強度発現と微視的土構造の関係を捉えることを試みた。

2. 実験条件と各供試体の状態諸量 SIGMA・ALDRICH 社製・試験用試薬のカオリン粘土粉末 500g に対し、20g/L の濃度になるように分取した NaCl 粉末、および 50g/L、100g/L、150g/L、200g/L の濃度になるように分取した CaCO_3 粉末を加え、カオリン粘土自身の液性限界の 1.5 倍になるように蒸留純水で含水比を調整した。当該試料の含水比は 65% であり、試料 A と呼ぶ。試料 A の条件からさらに、50g/L の濃度となるように分取した Na_2SiO_3 粉末³⁾を加えたものを試料 B と呼び（調整含水比は試料 A と同様に 65%）、両試料を以後の検討に供した。JGS 0821-2000 に従い、市販の直径 50mm×高さ 100mm のプラモールドを用いて供試体を作製した。室内で 1 日、7 日、28 日恒温養生後の供試体に対し、ASTM に従う室内ベーンせん断試験（ベーンの直径 20mm×高さ 40mm、回転速度 6°/min）を行った。その後、同供試体の底部における試料を分取し凍結乾燥の後、水銀圧入型ポロシメーター試験および走査型電子顕微鏡観察を行った⁴⁾。

各供試体の状態諸量について、所定の養生を経た供試体の調整含水比に大きな変化は認められなかった。湿潤密度については、 CaCO_3 の濃度が高まるにつれて値が増す傾向が確認された。

3. 室内ベーン強さに関する検討 図-1 および図-2 に、試料 A に関する室内ベーンせん断試験結果を示す。カオリン粘土に NaCl および CaCO_3 を添加した場合、 CaCO_3 の濃度差による室内ベーンせん断強さ τ の変化はほとんど生じなかった。また、養生期間の差による同強さの変化も認められなかった。図-3 および図-4 に、試料 B に関する室内ベーンせん断試験結果を示す。 Na_2SiO_3 が加わることにより、養生日数 7 日までは CaCO_3 の添加量が多いほど τ も増加した。他方、養生日数 28 日における結果の場合、50g/L および 100g/L の濃度からなる CaCO_3 水溶液を添加した場合の τ は増加したのに対し、150g/L および 200g/L の濃度からなる CaCO_3 水溶液を添加した場合の同強さにはほとんど変化が認められなかった。これらのことから、本検討で認められるカオリン粘土の初期強度発現ではシリカが支配的とい

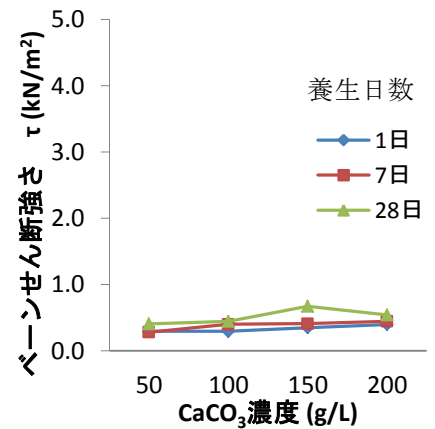


図-1 τ と CaCO_3 濃度の関係 (試料 A)

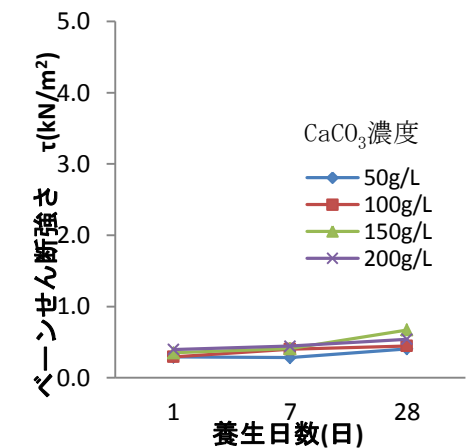


図-2 τ と養生日数の関係 (試料 A)

え、かつシリカとカルシウムの反応には最適値が存在することが考えられる。

4. 微視的土構造に関する検討 養生日数 28 日において室内ベーンせん断強さ τ が最も増加した試料 B・ CaCO_3 濃度 100g/L の条件に着目し、この 0 日養生および 28 日養生における各間隙径分布の結果をまとめたのが図-5 である。同図から、28 日養生後の供試体は、マクロポア ($>10\mu\text{m}$) の領域に認められるピークがメゾポア ($1\sim10\mu\text{m}$) の側に明瞭に遷移しているのが認められる。この傾向は、試料 B・ CaCO_3 濃度 50g/L の条件でも同様であった。他方、図-6 に示すように、 τ の変化が認められなかった試料 B・ CaCO_3 濃度 150g/L の条件では、前述したピークの変化はほとんど認められなかった。この傾向は、試料 B・ CaCO_3 濃度 200g/L でも同様であった。以上のことから、カオリン粘土の初期強度発現が著しいほど微視的土構造の変化も著しいといえ、前者の初期強度発現に伴う間隙ピークの移行のメカニズムには、供試体内部に生じたセメンテーション物質の生成が関与すると考えられる。後者の間隙ピークの未変化は、シリカやカルシウムは間隙内部にイオン状態のままとどまっていることを示唆し、結果として τ の変化が認められなかったのではないかと考えられる。

5. まとめ 本報で得られた結果

を要約すると、次のとおりである

- ：1)粘性土における初期強度発現においてはシリカが支配的といえ、かつシリカとカルシウムの反応には最適値が存在する可能性がある
- ；2)粘性土の初期強度発現が著しいのは間隙のトータル量の変化のみならず、間隙径分布の変化も関与していると考えられる。粘性土中の間隙が保たれるメカニズムには、著しい間隙ピークの遷移を伴う

シリカやカルシウムによるセメンテーション効果が示唆され、未変化の場合それらの物質はセメンテーション化しないまま間隙中に取り残されていることが示唆される。

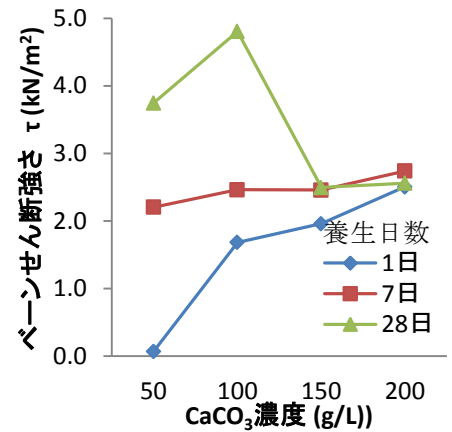


図-3 τ と CaCO_3 濃度の関係 (試料 B)

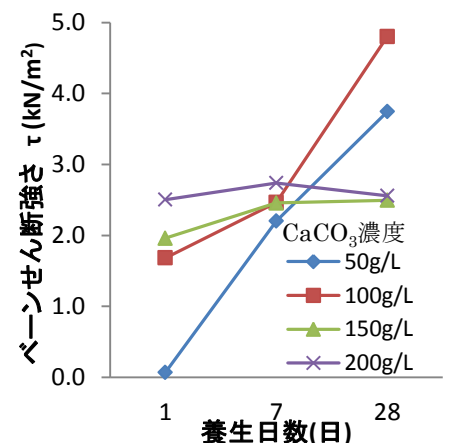


図-4 τ と養生日数の関係 (試料 B)

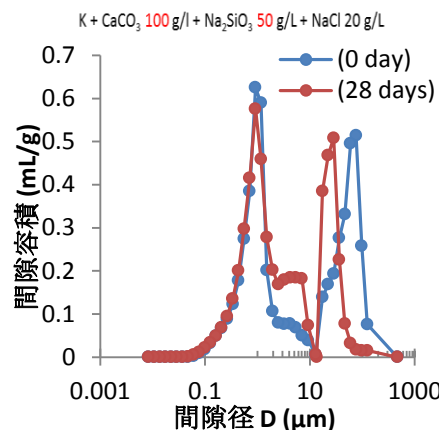


図-5 試料 B・ CaCO_3 濃度 100g/L の条件における間隙径の分布

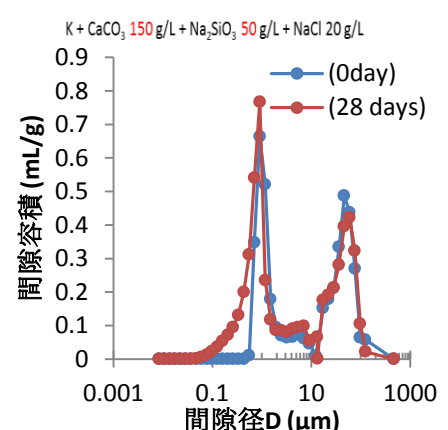


図-6 試料 B・ CaCO_3 濃度 150g/L の条件における間隙径の分布

謝辞 本研究は、(独) 日本学術振興会・平成 23～25 年度学科研究費補助金・挑戦的萌芽研究・課題番号 23656300 (研究代表者：日野剛徳) による助成を得て進めたものである。また、研究の一部には、(独) 日本学術振興会・平成 23～25 年度学科研究費補助金・基盤研究 (C) (一般)・課題番号 23560592 (研究代表者：根上武仁) による助成および研究内容も関連した。記して感謝の意を表します。

参考文献 1)Hino, et al. : Frontiers of Struct. and Civil Eng., Higher Education Press & Springer, Vol.6, No.2, pp. 153-165, DOI: 10.1007/s11709-012-0153-y, 2012. 2)日野ら : 第 47 回地盤工学研究発表会平成 24 年度発表講演集, CD-ROM, pp.2023-2024, 2012. 3)Usman et al. : Proc. 8th Intern. Symp. Lowland Technology 2012, IALT, Bali, Indonesia, pp.75-81, 2012. 4)根上ら : 低平地研究, No.12, pp.35-38, 2003. 5)三浦ら : 土木学会論文集, No.624/III-47, pp.203-215, 1999.