

上載圧下で養生したセメント系安定処理土の微視的構造

（株）宇部三菱セメント研究所
山口大学工学部
山口大学大学院

岡林茂生 正○藤野秀利
正 山本哲朗 正 鈴木素之
学 田口岳志 学 藤本哲生

1. はじめに セメント系固化材の安定処理土は、施工後の処理土の自重や上載荷重によって圧密が起り、強度あるいは変形特性が大きく変化することが予想される。著者らは上載圧を作用させながら養生することができる圧密養生装置を試作し、粘性土を対象にして養生時に上載圧を受けた安定処理土の基礎データを収集している¹⁾。これまでの結果、養生時に上載圧を受けた安定処理土供試体の一軸圧縮強度は、通常の養生方法で作製した安定処理土供試体よりも大きくなることがわかった。

本報告では、上載圧下で養生した安定処理土の一軸圧縮強度増加の要因を解明するため、水銀圧入型ポロシメーターによる間隙径分布の測定および走査型電子顕微鏡による土粒子の微細組織の観察を行った。

2. 試験方法 試料土としては、山口県宇部市で採取した粘性土（自然含水比 $w_n=45.0\%$ ）を用いた。その物理特性を表-1に示す。また、固化材は一般軟弱土用を用い、添加量は 50 kg/m^3 とした。

試料土（原土）および安定処理土は「安定処理土の締固めをしない供試体作製」（JGS 0821-2000）に準じ、室内配合試験用のモールド（直径：50 mm、高さ：100 mm）に型詰した後、圧密養生装置に設置し、上載圧（ σ_v ）=147 kPaを作用させて7日間恒温・恒湿条件下（温度 20℃、湿度 R.H 95%）で圧密養生を行った。その後、供試体を瞬間凍結させて、テンションクラックで試料を作製し、フリーズドライ法により乾燥させ^{2),3)}、水銀圧入型ポロシメーターによる間隙径分布の測定および走査型電子顕微鏡（以下 SEM と略記）による微細組織の観察を行った。

3. 試験結果および考察 上載圧を作用させた原土および処理土の一軸圧縮試験結果をそれぞれ図-1 (a)および(b)に示す¹⁾。処理土の場合も σ_v の荷重により一軸圧縮強度が増加することがわかる。

図-2に各試料の間隙直径と累積間隙容積との関係を示す。まず、原土の場合、累積間隙容積は上載圧を作用させることによって約 1/4 減少し、圧密による密度増加すなわち土粒子骨格の再形成を反映している。これに対して、処理土の場合、上載圧を作用させたことによる累積間隙容積の変化量は原土のその約 1/2 にとどまった。このことは、固化材添加して数時間経過するまでの水和反応によって、処理土の土粒子間の接着構造がある程度発達するため、上載圧の影響が軽減されたものと考えられる。

図-3に各試料の間隙頻度曲線を示す。原土の場合、間隙径は直径 1~5 μm のものが多く、この間隙は土粒子間の間隙と考えられる。この間隙は、上載圧による圧密により減少する。安定処理土においては、荷重の有無にかかわらず、土粒子間に大きな間隙がほとんど存在せず、また、直径約 0.1~1 μm の間隙

表-1 試料土の物理特性

工学的分類	粘性土
自然含水比（%）	45.0
湿潤密度（g/cm ³ ）	1.80
土粒子密度（g/cm ³ ）	2.69
細粒分含有率（%）	56.0
液性限界（%）	47.4
塑性指数	19.9

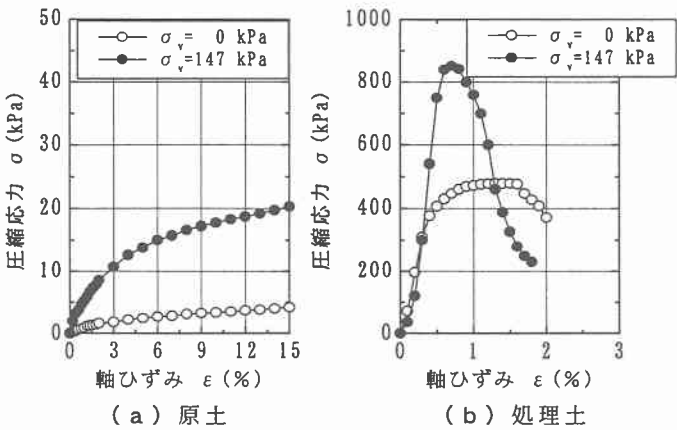


図-1 一軸圧縮試験結果（材齢 7 日）

が大部分を占め、原土に比べてかなり小さかった。このように処理土においては、圧密が間隙径分布に及ぼす影響は小さいようである。

写真-1 (a)~(c)に SEM 写真の一例を示す。原土には、粘土鉱物の薄い板状粒子が比較的緩くランダムに存在しているが((a)参照)、上載圧を受けた場合は、粘土粒子自体に形状変化等はないが、粒子の配向および、再配列によって間隙が減少していることがわかる((b)参照)。処理土の場合には、上載圧の有無にかかわらず、無定形の水和生成物が土粒子を接着しており、構成する粘土鉱物の薄い板状粒子の識別がしにくく、組織は全体としてかなり密実な構造となっている((c)参照)。

以上のことから、原土では圧密によって、主として粘土粒子の再配列が起こり、間隙径やその量がある程度減少する。しかし、処理土においては、固化材の水和反応による圧密の効果は小さいが、圧密現象とセメント水和反応の相乗作用によって組織の緻密化が助長され一軸圧縮強度が大きくなったものと考えられる。

4. 結論 本報告では、圧密養生した安定処理土の強度増加の原因を明らかにするため、ポロシメーターおよび SEM 観察による検討を行った。主な結果は以下のとおりである。

- 1) 原土は、圧密によって薄い板状粘土粒子の再配列が起こり、間隙直径および全間隙量が減少する。
- 2) 処理土は、固化材水和生成物によって粘土粒子を接着し、また、土粒子間間隙の充填により、全体として微細組織がかなり密実となる。
- 3) 固化材水和物による粘土粒子の拘束により、処理土の圧密は抑制されるものの、結果として密実な微細組織となり、高い一軸圧縮強度を発現する。

参考文献

- 1) 岡林ほか：上載圧下で養生した安定処理土の一軸圧縮強度特性，第4回地盤改良シンポジウム発表論文集，pp. 95-102, 2000.
- 2) 山口ほか：土構造評価への水銀圧入型ポロシメーター装置の利用，土と基礎，Vol. 41, No. 4, pp. 15-20, 1993.
- 3) 渡部ほか：高含水比状態における粘土の微視的構造，第35回地盤工学研究発表会，pp. 741-742, 2000.

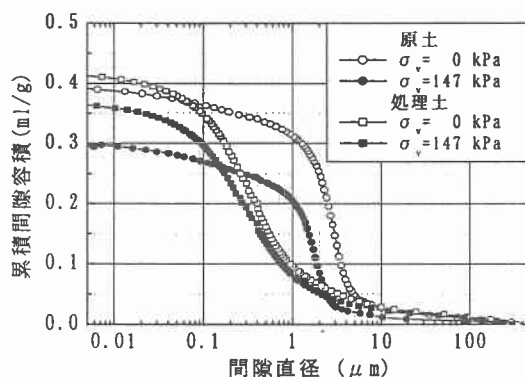


図-2 累積間隙容積

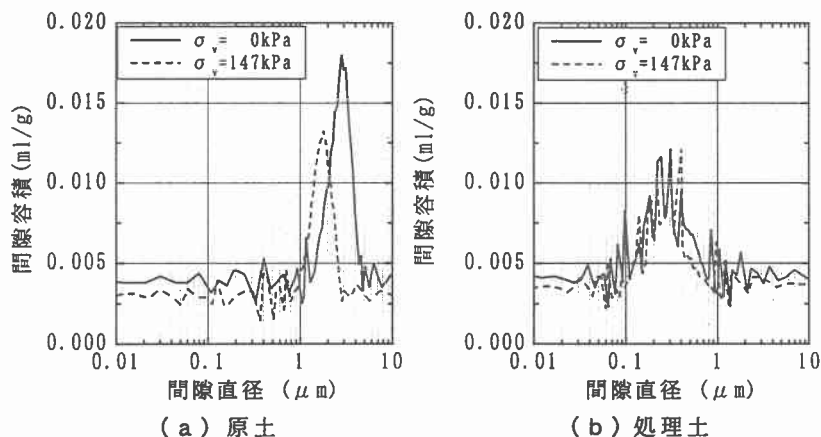
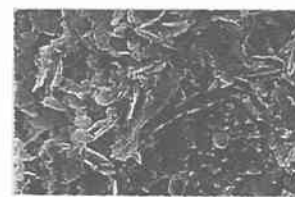


図-3 間隙頻度曲線



(a) 原土 (無載荷) ×1500



(b) 原土 ($\sigma_v = 147 \text{ kPa}$) ×1500



(c) 処理土 (無載荷) ×1500

写真-1 SEM観察結果