セメント改良土の一軸圧縮強度に及ぼす上載荷重の影響

山口大学大学院　学○田口岳志
山口大学工学部　正　山本哲朗　正　鈴木素之
㈱宇部三菱ｾﾒﾝﾄ研究所　岡林茂生　正　藤野秀利
山口大学大学院　学　藤本哲生

1．はじめに

安定処理地盤の強度発現機構には水和物の生成による固結力の増大と圧密による密度増加が考えられる．従来の研究では，こういった事象を想定して，原位置で受けるような拘束圧下における安定処理土の力学的性質がいくつか調べられている[1]．しかし，固化処理した盛土材や埋戻し材の段階施工を例にして，固化材を添加した後，上載圧の載荷を遅らせた場合の強度特性の変化など実際の施工法に関連した重要な問題は取り上げられていない．また，化学的作用を利用したセメント安定処理工法において，このような時間的要因はほとんど検討されていない．本文は，既報告[2]に新たなデータを加えて，圧密養生したセメント安定処理土の一軸圧縮強度に及ぼす上載圧の載荷時間の影響を検討したものである．以下では，安定処理土の一軸圧縮強度に及ぼす上載圧下の養生時間の影響を述べた上で，固化処理後の上載圧載荷を遅らせた場合（以下，「遅延載荷」と呼ぶ）の処理土供試体の一軸圧縮強度の変化について考察する．

2．試験概要

(1)土試料および固化材　土試料は山口県宇部市で採取した粘性土（ρ_s=2.69 g/cm^3，D_{max}=2.0 mm，D_{50}=0.033 mm，湿潤密度ρ_t=1.80 g/cm^3，自然含水比W_n=45.0 %，W_L=45.4 %，I_P=25.3，細粒分含有率F_c = 56.0%）である．固化材は普通ポルトランドセメント（OPC と略す）であり，その添加量は50 kg/m^{3}とした．土試料と固化材の配合手順はセメント協会標準試験方法（JCAS L-01-1990)に準じている．

(2)試験方法　土試料と固化材を攪拌・混練して，モールド型圧密養生装置[2]により上載圧下で養生した．本装置における載荷可能な上載圧σ_vはσ_v=49 kPa，98 kPa および147 kPaの3通りである．今回の実験ではσ_v=49 kPa に統一している．安定処理土試料は恒温・恒湿状態(温度20±3℃，湿度98±2%)に保たれている養生箱で養生した．本装置により圧密養生した安定処理土試料の作製ケースは，①一軸圧縮強度に及ぼす養生時間の影響を調べるために，養生時間T_CをT_C = 1，3，7および14日としたもの，②一軸圧縮強度に及ぼす遅延載荷の影響を調べるために，遅延載荷時間T_LをT_L＝0～3日の範囲で13通りに変化させたものの2シリーズである．ここに，T_Lは，土試料に固化材を添加・混練した後，所定の上載圧σ_vを載荷するまでの時間を指し，この間は無載荷条件(大気圧下)で養生されている．なお，これら安定処理土試料に対して一軸圧縮試験(供試体寸法：直径 5 cm，高さ 10 cm)を実施した．

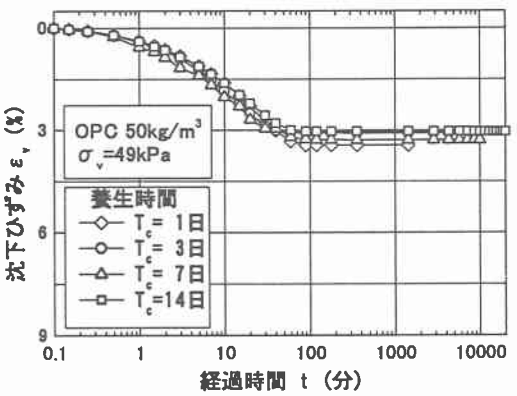

図-1　養生時間が異なる場合の沈下ひずみε_vと経過時間 t の関係

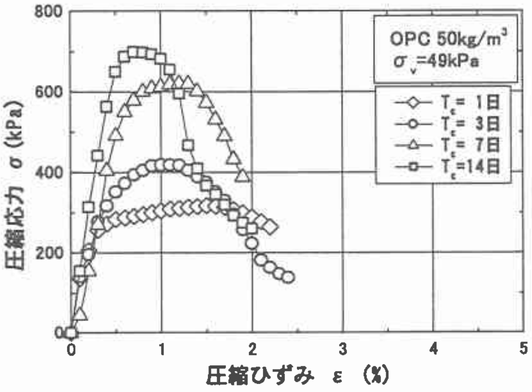

図-2　養生時間が異なる場合の圧縮応力σと圧縮ひずみεの関係

3．試験結果と考察

(1)一軸圧縮強度に及ぼす養生時間の影響　**図-1～3** に養生時間 T_c が異なる試験結果を示す．ただし，この場合は $T_L=0$ である．**図-1** に示す沈下曲線は T_c の値によらずほぼ同じになり，最終的な沈下ひずみもほとんど差異がない．ゆえに，T_c が異なる供試体のいずれにおいても初期材齢で生じる圧密による密度増加はほぼ同じ程度であると考えられる．また，**図-2** に示す応力・ひずみ曲線は T_c の順に並んでいる．T_c の増加は，応力・ひずみ曲線の初期接線の傾きをわずかに増加させるようである．**図-3** にこのときの q_u と対数表示の T_c について整理したものを示している．比較のために，無載荷条件（大気圧下）で養生した場合のデータも示している．上載圧の作用下で養生させた場合も，q_u は T_c の増加に対して増加している．

(2)一軸圧縮強度に及ぼす遅延載荷の影響　**図-4～6** に遅延載荷時間 T_L が異なる試験結果を示す．この場合は $T_c=0$ である．**図-4** に示す沈下ひずみ ε_v は $T_L=100$ 分以内では即時的に生じているものの，それ以降ではほとんど生じていない．$T_L=100$ 分を目安にして安定処理土の圧密沈下挙動は大きく異なる．これは，固化処理後 100 分経過した時点でセメンテーション効果が圧密現象よりも優勢になるためと考えられる．**図-5** に **図-4** のデータに対応する一軸圧縮試験における応力・ひずみ曲線を示している．なお，比較のために大気圧下養生すなわち $\sigma_v=0$ kPa のデータを示している．T_L が大きくなるほど，応力・ひずみ曲線は下方に位置するようになり，$\sigma_v=0$ kPa の曲線と同等となる．**図-6** にはこのときの q_u を対数表示の T_L について整理したものを示している．q_u は T_L の増加に伴って徐々に減少した後，最終的に大気圧下養生のそれに近づいていく．これは，$T_L=100$ 分付近において処理土のセメンテーション構造が形成されたために，$\sigma_v=49$kPa 程度の上載圧では土粒子構造に有為な変化を与えていないことを示唆している．

4．結論　本研究で新たに得られた知見をまとめると，①上載圧の作用下においても，無載荷条件（大気圧下）で養生した場合と同様に，一軸圧縮強度は養生時間の経過とともに増加する．②固化処理の後，上載圧の載荷を 100 分程度遅らせると，一軸圧縮強度は著しく低下する．この理由は載荷以前の無荷重下で固結力の発達した土構造がその後の荷重増分を受け持ってしまい，圧密による密度増加の影響を受けないためと考えられる．

【参考文献】 1)たとえば，小林ほか：セメント混合により改良した飽和軟弱粘性土の強度変形特性Ⅳ-長期加圧養生の影響-，生産研究，Vol.34，No.11，pp.32-35，1982.　2)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.

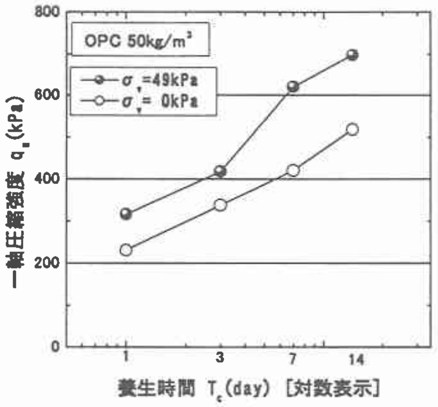

図-3　一軸圧縮強度 q_u と養生時間 T_c の関係

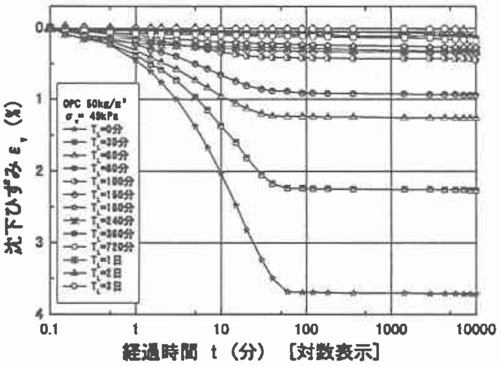

図-4　遅延載荷した場合の沈下ひずみ ε_v と経過時間 t の関係

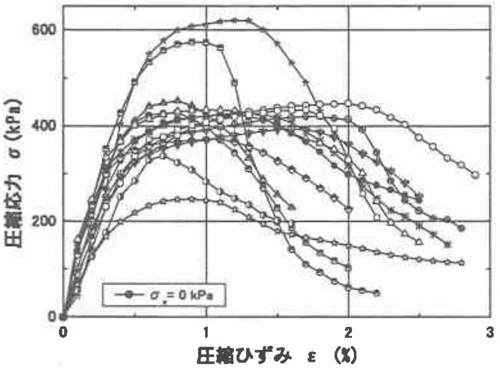

図-5　遅延載荷した場合の応力・ひずみ関係

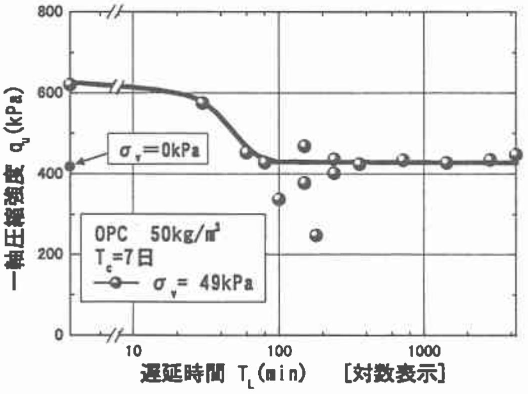

図-6　遅延載荷時間 T_L と一軸圧縮強度 q_u の関係