

Ⅲ-170

セメント改良砂質土の一軸圧縮変形特性に及ぼす養生日数の影響

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 木幡行宏
 東京大学大学院 学生会員 蔣 関魯
 東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡文夫
 日本道路公団試験研究所 正会員 緒方紀夫

はじめに: ベッディングエラーの影響を含まない正確な軸ひずみ測定によるセメント改良土の変形特性を系統的に調べた最近の研究によれば、① 通常の一軸・三軸試験方法による変位測定方法ではベッディングエラーの影響により剛性を著しく過小評価し得ること、② 試料の乱れの影響が無視できる場合は、三軸試験で正確に測定した初期ヤング率 E_{max} は原位置せん断弾性波速度測定によるヤング率 E_s と基本的に一致すること、③ 0.01%程度のひずみレベルまでのヤング率は、通常の一軸・三軸圧縮試験から得られる E_{50} よりも10倍程度大きいこと、④ $q_{max}=10\text{kgf/cm}^2$ 程度以上のセメント改良土は自然堆積軟岩(泥岩)の変形特性に類似である¹⁻⁴⁾。本報告では、供試体側面での正確な軸ひずみ測定に基づく一軸圧縮試験をセメント改良砂質土に対して実施し、圧縮・変形特性に及ぼす養生日数の影響について検討する。

試料及び実験方法: 実験に用いた試料は、小名浜砂($\rho_s=2.71\text{g/cm}^3$, $U_c=1.86$, $D_{10}=0.125\text{mm}$, $D_{50}=0.232$, F.C.=1.31%)にセメント混合率4%(砂とセメントの総乾燥重量に対するセメント重量の割合)、含水比15%で、4層に分けて各層ごとに単位体積重量が 1.7g/cm^3 となるように $\phi 10\text{cm}\times\text{H}20\text{cm}$ の内寸法のモールドで締め固めて供試体を作成し、モールドのまま気中養生した。実験は、 $\phi 10\text{cm}\times\text{H}20\text{cm}$ の円柱供試体を用いて所定の養生日数に達した後、ひずみ速度 $0.03\%/min$ で一軸圧縮試験を実施した。軸変位量は、載荷ロードに取り付けた外部変位計と供試体側面に設置した2つの局所変形測定装置(LDT)で測定し、軸力は上部キャップに剛結したロードセルで測定した。試験時には、供試体端面とキャップのなじみと平行度を良くするために、養生日数1, 3, 7, 28日で供試体上端面のみに、養生日数42日目以降は供試体両端面でそれぞれ石膏によるキャッピングをおこなった。また、せん断時の弾性的挙動の変化を調べる目的で単調載荷過程で微小な繰返しを行っている。

実験結果: 表1に実験結果のまとめを示す。図1は、養生日数1日, 60日の応力～ひずみ関係をそれぞれ示している。図1に示すように、外部変位計による軸ひずみはLDTによる軸ひずみに比較してベッディングエラーの影響により過大評価されている。供試体両端面をキャッピングした場合にはその差は小さくなるが、ベッディングエラーの影響はなくなる。したがって、一軸圧縮試験の場合にも変形係数を求める場合にはベッディングエラーの影響を含まない正確な軸ひずみ測定が必要である。さらに、図1(c)より微小ひずみレベルでは弾性的挙動を示していることが分かる。このひずみレベルで応力～ひずみ関係が不安定であるのは、材料の非一様性のためと考えられる。これは締め固めて作成したセメント改良火山砂礫の場合と同様であり²⁾、締め固めによるセメント改良土は材料の非一様性は大きいようである。図2に、初期の最大ヤング率

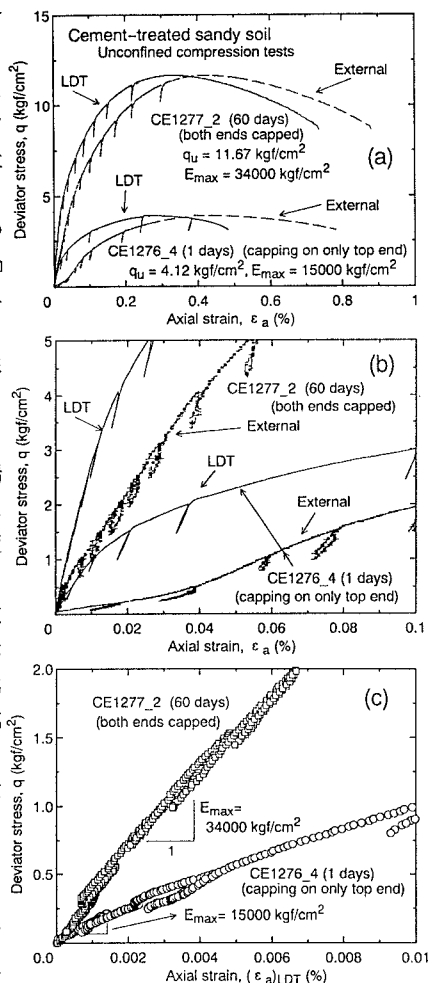


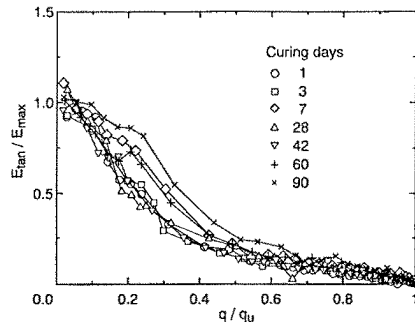
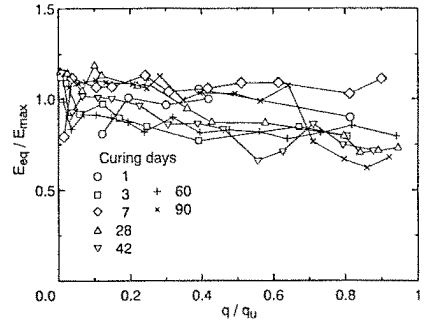
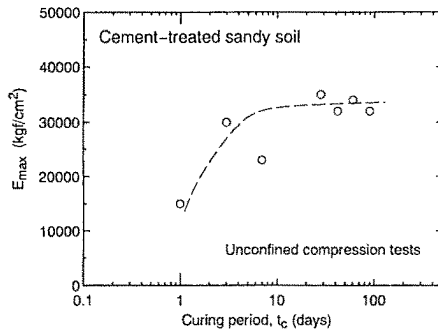
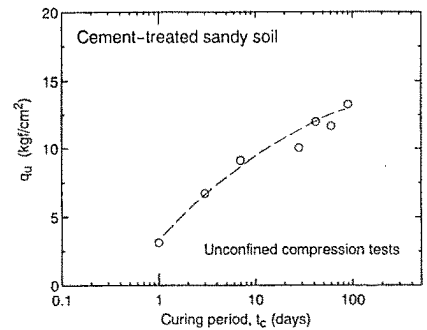
図1 応力～ひずみ関係

表1 実験結果のまとめ

Test No.	CE1276_4	CE1256_1	CE1216_1	CE0186_3	CE1217_3	CE1277_2	CE1276_3
E_{max} (kgf/cm ²)	15000	30000	23000	35000	32000	34000	32000
q_u (kgf/cm ²)	4.12	6.71	9.12	10.05	11.98	11.67	13.29
Curing days	1	3	7	28	42	60	90

E_{max} でそれぞれ正規化した接線ヤング率 E_{tan} と応力レベル q/q_u の関係を示した。全体的な傾向として、養生日数に拘わらず、 $E_{tan}/E_{max} \sim q/q_u$ 関係は大きく変わらない。しかし、養生日数が大きいほど E_{tan}/E_{max} の低下率が小さくなる傾向にある。

図3は、単調载荷中の微小な繰返しから得られる等価ヤング率 E_{eq} と E_{max} の比と q/q_u の関係である。応力レベルが増加しても E_{eq}/E_{max}

図2 $E_{tan}/E_{max} \sim q/q_u$ 関係図3 $E_{eq}/E_{max} \sim q/q_u$ 関係図4 E_{max} と養生日数の関係図5 q_u と養生日数の関係

E_{max} は大きく減少しないことから、セメンテーションが強くせん断による損傷程度は小さいことが分かる。図4、図5は、 E_{max} 、 q_u と養生日数の関係をそれぞれ示している。養生日数の増加につれて、 E_{max} 、 q_u ともに増加しているが、 E_{max} は養生日数28日以上でほぼ一定値に達しているが、 q_u は28日以上でも増加傾向にある。すなわち、養生日数の増加とともに、より線形的変形特性になる。

まとめ： 正確な軸ひずみ測定によるセメント改良砂質土に対する一軸圧縮試験から以下のことが分かった。

- 1) 供試体両端面のキャッピングによっても、通常の方法による軸変位測定ではベッディングエラーの影響により、軸ひずみを過大評価する。
- 2) E_{max} はある養生日数でほぼ一定値を示し、養生日数が増えるほど応力～ひずみ関係はより線形になる。
- 3) q_u は、本報告での養生日数の範囲内では増加傾向にあり一定値を示さなかった。

参考文献： 1) 木幡ら；セメント改良砂質土の三軸圧縮特性，土木学会第47回年次学術講演会講演概要集，1992。 2) 木幡ら；繰返し三軸試験によるセメント改良土の微小ひずみにおける変形特性，「地盤および土構造物の動的問題における地盤材料の変形特性」に関する国内シンポジウム発表論文集，土質工学会，1994。 3) 橋本ら； 化学的固化に対する新しい考え方—東京湾横断道路におけるセメント改良土工法—，土と基礎，Vol. 42, No. 2, 1994。 4) 龍岡ら；軟岩のロータリーコアサンプリングにおける試料の乱れ，サンプリングに関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，1995。