

## 掘削廃棄土再利用のための基礎的研究 (第一報)

## — 固化方法の評価のための強度変形試験方法の開発 —

Fundamental Study on Re-Utilization of Dumped Mud (Report No.1)

— Development of Test Procedures to Evaluate Hardening of Mud-Cement Mixture —

三木五三郎\*・五十嵐 仁\*・龍岡 文夫\*

Gosaburo MIKI, Hitoshi IGARASHI and Fumio TATSUOKA

## 1. はじめに

省資源・省エネルギー問題に関連し、著者らは軟弱地盤改良工法の一つとして、現地軟弱土を廃棄するかわりに、その廃棄土に何らかの固結材を投入して攪拌混合し、そのまま基礎地盤の一部として再利用する工法の開発研究を行っている。この場合に、地中にセメント等の固結材によって処理された柱状の固結土が得られるのが普通であるが、これとその周辺の軟弱土とが複合的に示す強度変形特性については明らかでないことが多い。そこで今回の報告では、まずこれらの固結処理土そのものの力学的特性の評価法としての三軸圧縮試験の有効性を確認した一連の実験に関するもので、従来普通に行われている一軸圧縮試験よりも結果の安定性に勝れていることが明らかとなった。

## 2. 普通ポルトランドセメントと粘性土との混合による供試体の作成について

試料土としては、足立区青井で掘削して得られた沖積粘土を用いた。その物理特性は、比重2.68、液性限界48%、塑性限界36%であり、日本統一分類法でMLに属する。2種の成分混合比の異なる試料を用意した。すなわち、供試体A(初期成分の質量比:土35.3%,セメント21.5%,水43.2%)および供試体B(土31.7%,セメント19.3%,水50.0%)である。ただし、上記土の質量は液性限界の含水比を持つ質量に換算してある。<sup>1)</sup>これを混合攪拌し、直径5cm、高さ10cmの円柱形のモールドに打ち込み、1日後脱型し、18±2℃の水中で28日間養生した。さらに、その後供試体Bのうち何本かを真空脱気水槽の中に入れて、10日間脱気し続けた。供試体の端面は、研磨仕上げにより、ていねいに整形した。

## 3. 一軸圧縮試験および三軸圧縮試験

いずれの試験でも、軸ひずみ速度は0.04%/minであり、キャップおよびペDESTALの両面は1μmの鏡面仕

上げをしてあり、端面での摩擦の軽減を図った。また、キャップは両試験体に固定式である。供試体Aを用いて、まず一軸圧縮試験と三軸圧縮試験の比較を行った。一軸圧縮試験時にもメンブレンを供試体に被せて、外気との接触をできるだけ避けた。三軸圧縮試験では、拘束圧3気圧(約300kN/m<sup>2</sup>)、背圧ゼロで、1.5時間等方圧密した後に非排水条件で、変位制御によって軸荷重を与えた。さらに、供試体Bで、背圧の有無が結果に与える影響を調べた。水中養生したものに0気圧および2気圧の背圧を加えたもの、真空脱気水中で、さらに10日間養生したものに2気圧の背圧を加えたものの合計3種について、三軸圧縮非排水試験を行った。

## 4. 実験結果

供試体Aで、10本の一軸試験、8本の三軸試験を行い、結果のばらつきを調べた(図1および2)。どちらかの試験でも、同成分同条件の供試体であるにもかかわらず、結果の安定性では、一軸試験よりも三軸試験の方がはるかによいと言える。それぞれのピーク強度の平均値 $\mu$ とその偏差値 $\sigma_n$ を求め $\sigma_n/\mu$ を計算すると、一軸試験では0.11、三軸試験では0.060となり、2倍近い差が出た。さらに、それぞれの試験での破壊点と、1/2破壊応力点をプロットした(図3)。図から、一軸試験の方がはるかにばらつきが大きいことが明確にわかる。また、一軸試験と、三軸試験では、その破壊形状に差異があることが特徴的である。一軸試験の場合、強度が高く出る場合は、写真1(供試体No.4)に見られるように縦の割裂が生じ、強度が低い場合には、写真2(供試体No.3)に見られるように、供試体の上部においての部分的な破壊が生ずるなど、破壊形状はまちまちである。一方、三軸試験の場合は、全ての供試体において、斜めのすべり面が生じた(写真3)。また、一軸試験における残留強度はきわめて小さいが、三軸試験では大きな残留強度が得られた。図4は、典型的な三軸試験の結果を示すものであるが、測定された間隙水圧は、破壊点を越えた後に、最大値に達している。

一軸試験と三軸試験における応力・ひずみ曲線、およ

\*東京大学生産技術研究所 第5部

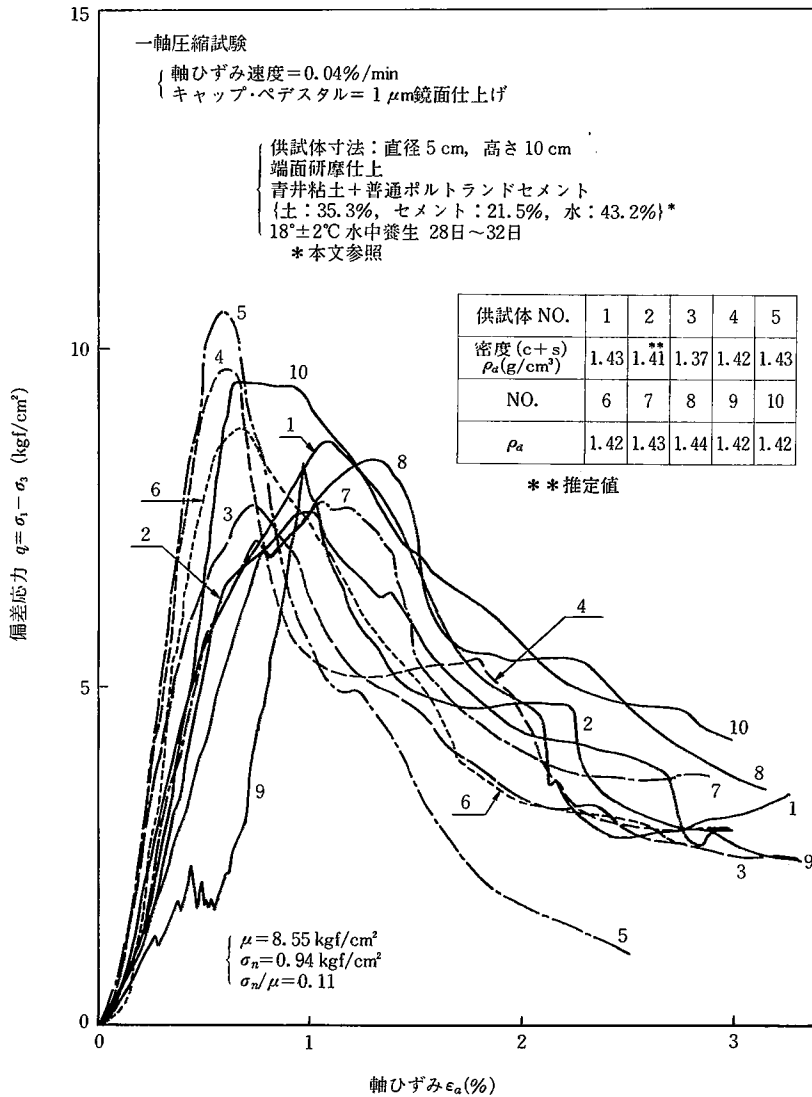


図1 一軸圧縮試験結果 (供試体A)

び破壊強度・残留強度の差異は、供試体内部の非一様性の影響や、供試体端面の若干の凹凸の影響が拘束圧のない一軸試験の場合には大きい、三軸試験では圧密によって、供試体内部の非一様性・端面の凹凸の程度が減少することによって、より安定的な結果となるためであろう。また、側圧がないと、破壊応力が達した後で変形が大きくなってからはセメンティングが破壊されるから残留強度が発揮されないが、側圧があると、摩擦力によって強度が発揮されるから、大きな残留強度が発揮されたと考えることができよう。

上記のような差異があるにもかかわらず、破壊応力の1/2の応力点での割線弾性率  $E_{50}$  と、破壊時偏差応力  $q_f$  との関係を探ると、試験法の違いや  $q_f$  の値の違いによらない一義的な関係が得られた。一軸試験の場合の  $E_{50}$

の定義は図5に示す。三軸試験のときの  $E_{50}$  の定義は通常のものである。結果を図6に示す。この関係を用いて、 $q_f$  からの  $E_{50}$  の推定等ができるであろう。

地下水位下では、静水圧が存在しており、これを室内試験で再現するためには、供試体内部に圧力を加えればよい。この圧力を背圧と呼ぶ。供試体Bを用いて背圧と真空養生の影響を調べた結果を図7に示す。変形初期の直線部分に対しては、上記条件の影響はほとんど認められないが、間隙水圧が大きく発生してくる破壊応力点および、それを超えてからは、差が若干生じてくる。すなわち、真空養生をしたものほど、また、背圧を加えたものほど、残留強度が大きくなっている。しかし、全体として見たときは、3者の差は、それほど大きくはないといつてよいだろう。<sup>2)</sup>

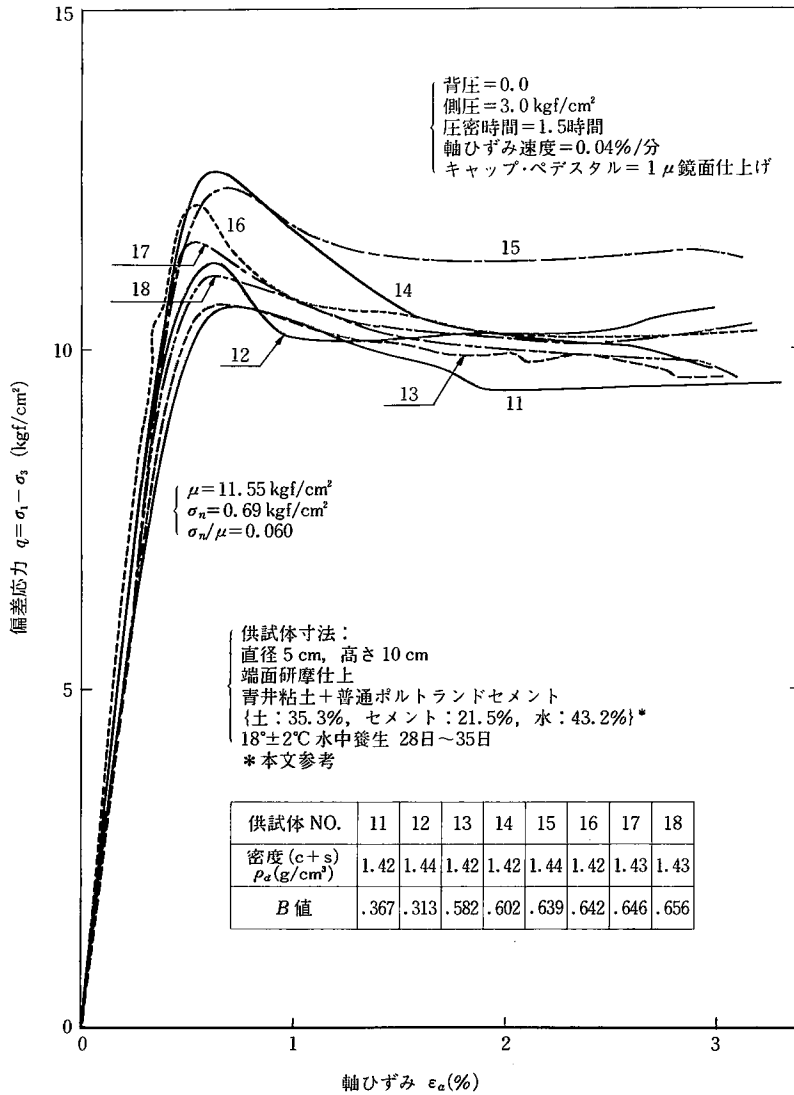


図2 等方圧密非排水三軸圧縮試験結果(供試体A)

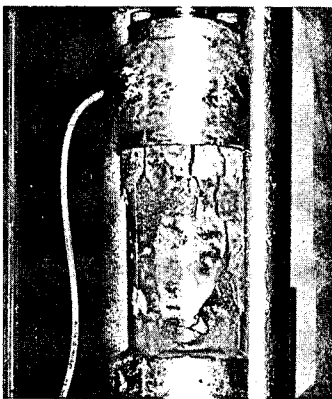


写真1 破壊強度が高くで一軸圧縮試験での供試体の破壊状況

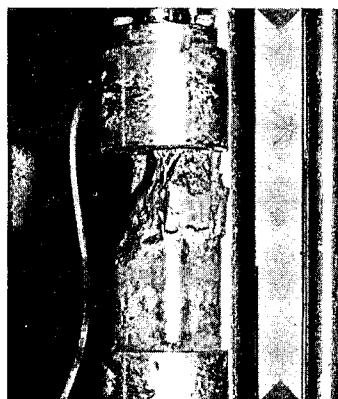


写真2 破壊強度が低くで一軸圧縮試験での供試体の破壊状況

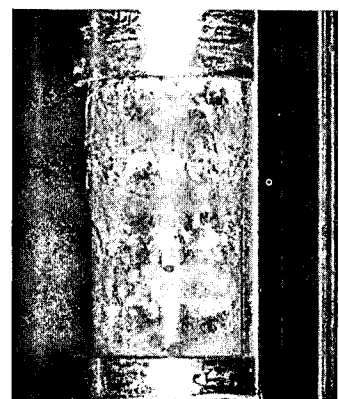


写真3 三軸非排水圧縮試験での供試体の破壊状況

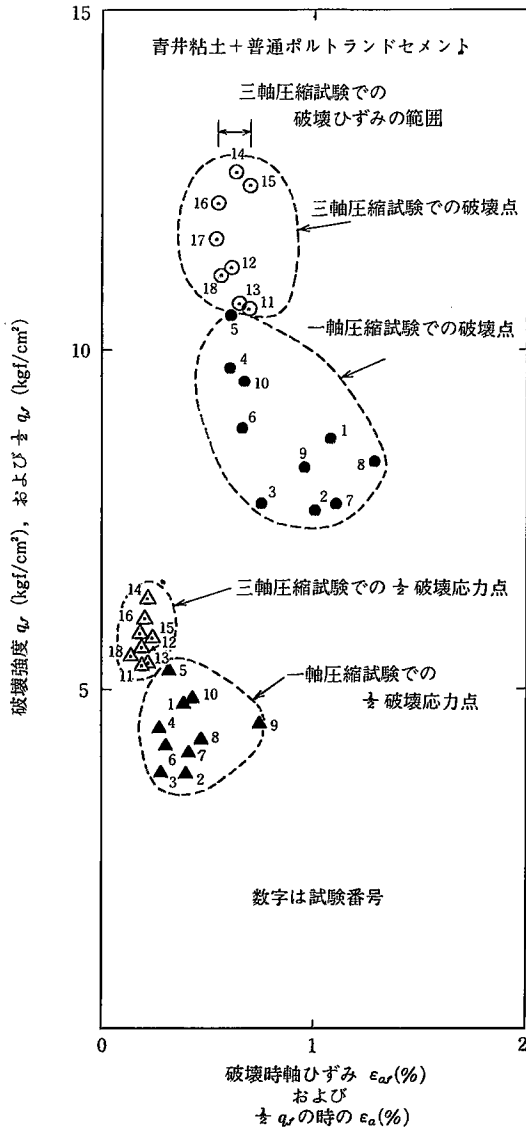


図3 破壊点および1/2破壊点の分布

5. ま と め

三軸圧縮試験の場合の方が、一軸圧縮試験の場合よりもより安定な結果を得やすい。また真空養生・背圧の存在は非排水試験でピーク強度発現後の残留強度を大きくする傾向がある。今後は初期配合を種々変化させて各種要因の影響を比較し、さらに、排水条件での試験も行いたい。さらに、他の固結剤に対して同種の実験を行い、合理的な試験方法の確立および固結剤の評価法の確立を目指す予定である。

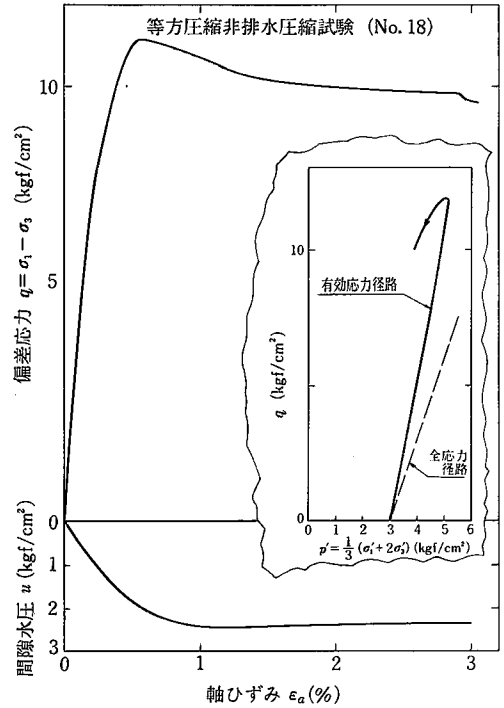


図4 典型的な非排水三軸圧縮試験結果(供試体A)

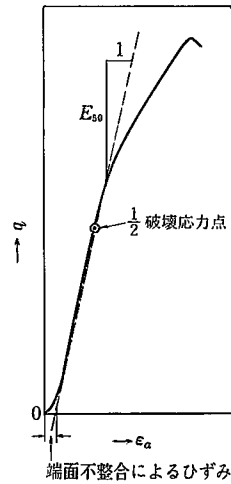


図5 一軸圧縮試験におけるE<sub>50</sub>の定義

本研究に当たっては、斉藤助手、佐藤技官のご協力を、本実験には法政大学の上地治実氏のご協力をいただいた。末筆ながらここに感謝の意を表します。

(1980年1月8日受理)

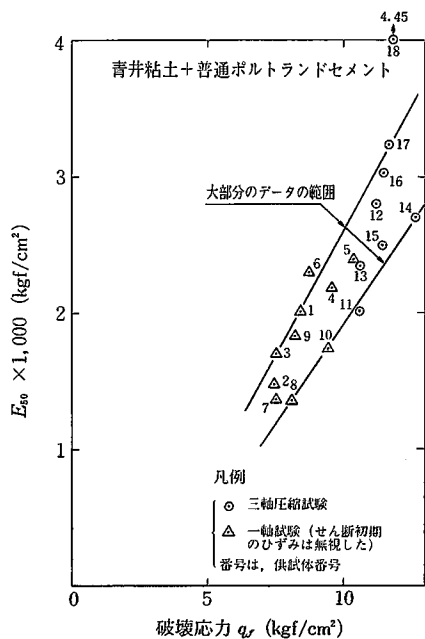


図6 破壊応力と弾性率との関係

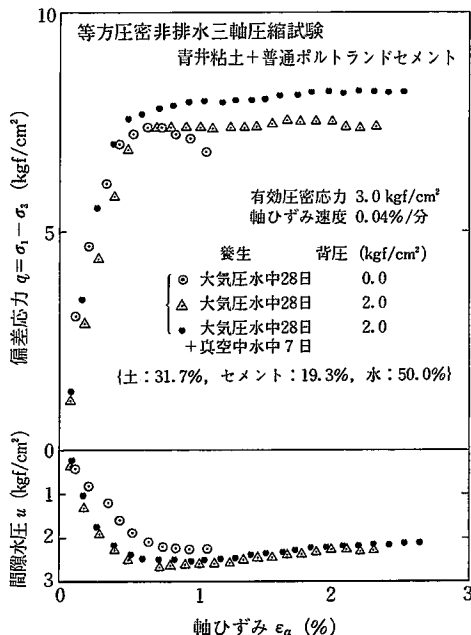


図7 非排水三軸圧縮試験における真空養生と背圧の影響 (供試体B)

参考文献

- 1) 三木五三郎, 五十嵐仁; 昭和54年; 普通ポルトランドセメントと粘性土の混和改良土における三軸圧縮強度; 第34回年次土木学会講演概要集
- 2) 三木五三郎, 五十嵐仁, 上地治実; 昭和55年; 普通ポルトランドセメント混和改良土の三軸諸条件に対するせん断強度特性について; 第7回土木学会関東支部年次研究発表会講演概要集

