

大阪市立大学 理学部 正員 竹中 準之介  
 大学院 学生員 ○柳 大夏  
 工学部 正員 西垣 裕彦

1. まえがき.

大阪地盤には天然砂レキ層と呼ばれている基礎の支持層がある。この場合、砂レキ層は勿論のこと砂レキ層の直下にある珪積粘土については、その土質力学試験結果の信頼性にかなりの問題をばり入っていた。その中でも、とくに、実際の基礎構造物の諸問題は、微小ヒズミ ( $\epsilon=0.1\%$ 前後)の範囲内での応力状態を必要とする場合が多い。しかし従来の土質試験法でこれを求めることは不可能に近いかいらいあぶあしい。この目的のため、筆者らは正確な応力～ヒズミ関係を求める方法として、現地において珪積粘土を切り出し、できる限り大きい試料についての三軸圧縮試験、一軸圧縮試験、平板載荷試験などに關する一連の実験を行なった。今回の報告では、そのうち珪積粘土の静的弾性係数について後述の動的性質との関係を中心に説明した。

2 実験方法

三軸圧縮試験の側圧加圧のため供試体をビニールシートで完全に密閉にするように被覆し、内部を真空ポンプにより吸引して大気圧を利用した側圧加圧を行なった。また本実験の目的よりヒズミ測定精度を最大限に上げる必要があり、そのため加圧板と供試体の接觸面はとくに注意深く仕上げた。

すなわち供試体端面は $\pm 1\text{mm}$ の精度で削り出して、その上に石膏(圧縮強度約 $40\text{kg/cm}^2$ )を塗り、石膏の上部に厚さ $3\text{cm}$ のモルタルのCappingをつくり、モルタル硬化前に加圧板をおいた。したがってヒズミの測定精度は $5\mu$ と考えてよいことになり、この精度はStrain Gauge typeのヒズミ測定精度に匹敵するものである。

3 実験結果.

1回目、および2回目の載荷ではヒステリシスほぼとんど見られることなく、除荷も立ちあがりと同じ経路をたどっている。3回目の荷重を少しあげると顕著なヒステリシスがあった。4回目に表面にわずかなクラックがでてきた。5回目は元と全く違った軌跡を通過して破壊をした。4回目のクラックのスケッチの展開図を図-2に、5回目の破壊を写真-3(クラック)に示した。

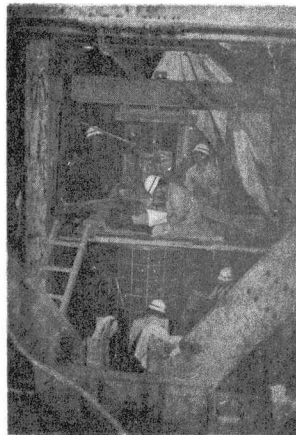


写真-1

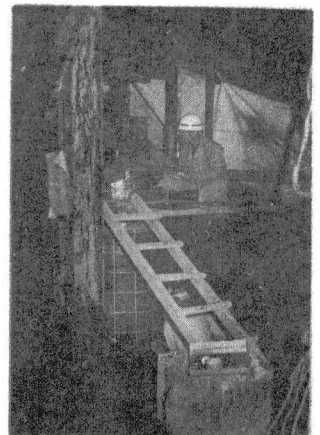


写真-2

供試体および載荷装置

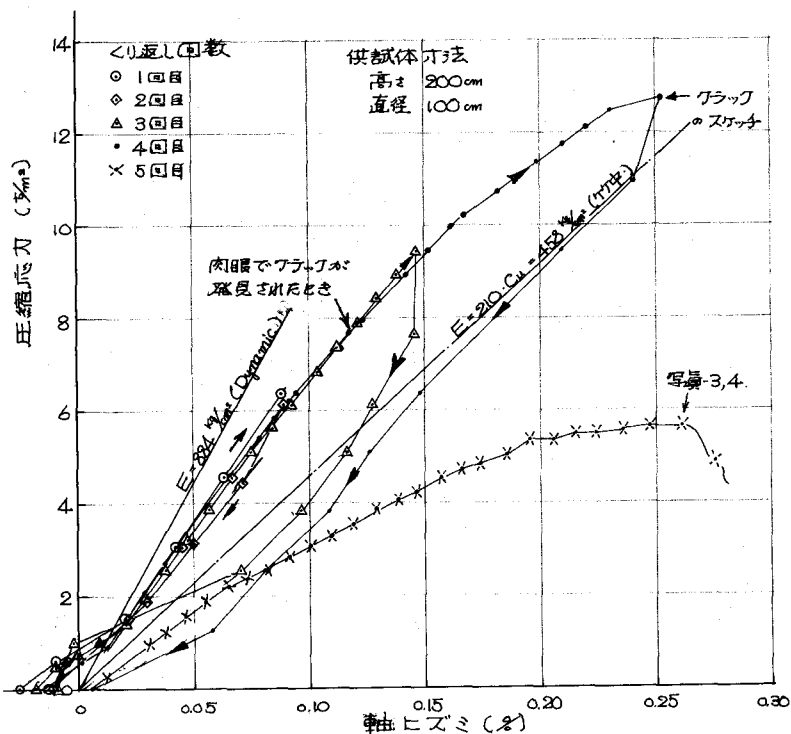


図-1. 圧縮応力へ軸ヒズミ曲線

#### 4 考察<sup>(1)</sup>

S. D. Wilson<sup>(2)</sup> や、村山、柴田<sup>(3)</sup> などの研究によれば、載荷応力の初期の状態よりクリープがある」と報告している。しかし筆者らの実験結果では、或積粘土の場合、微小ヒズミ（ヒズミ量0.15%）の範囲内ではクリープ現象はないものと推定されるようである。この点に関する充分な時間のクリープ試験は未だ行っていないから断定的な結論を導くことはできないが、少なくとも2回のくり返し載荷では荷重へヒズミ曲線は完全に同一軌跡をとることが確認されているから、この推論は妥当のあるものと考えられるし、また粘土の物理的性質他も充分考えられる現象である。これは或積粘土は物理的に化学結合に近い結合力で結合された結合物質であるということである。結合物質はある応力のレベルまではクリープを生じないで弾性的挙動を示す。図-1にみられる初期の直線部分はこの弾性挙動に対応するものである。やがて、ある応力レベル以上になると供試体中の局部的な応力集中の部分より微小破壊が発生する。応力の増大とともに微小破壊の頻度が増加し見かけ上ヒズミの増大率は増大する。粘土の応力へヒズミ曲線が弾性限界をこえて線型でなくなる初期は、荷重除荷によって大きいヒステリシス現象が生じてくる。このヒステリシスは、応力零の点においてヒズミがほとんど完全に復元していることよりみて、クリープ現象ではないことは確かであって、この現象は内部摩擦の増大を示すものである。図-1の3回目、4回目の載荷除荷にみられる顕著な内部摩擦の増大は粘土供

\* 弾性体と粘弾性体とを区別するため、弱い化学結合力によって結合されている物質を簡易化して結合物質と仮称する。粘弾性体、たとえばコーラゲルなどは結合力が作用している。

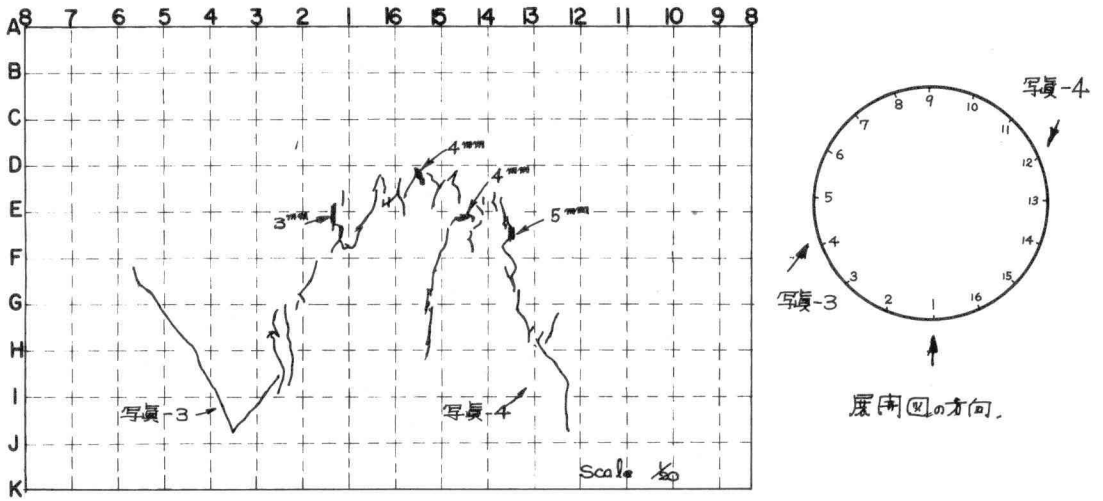


図-2 クラックのスケッチの展開図.

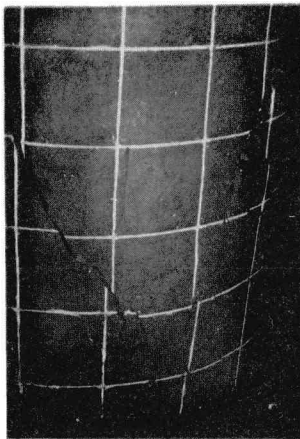


写真-3

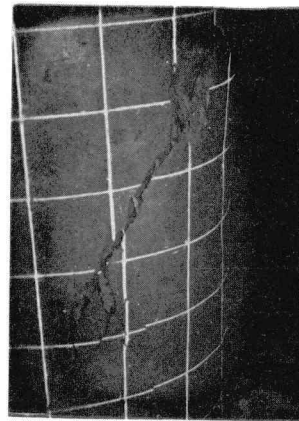


写真-4

破壊クラック

試体中に生じた連続性の乏しい破壊面のスベリ抵抗によるものと考えられる。

この破壊面が完全に垂直すると粘土は貝かけ上クリープ特性を示すようになり、残留ヒズミが生ずる。したがって、応力ヒズミ曲線が直線部分のみならず来たときの変形係数は粘土の弾性定数として考えられるヤング係数に対応するものではあることは明らかである。したがって、一般に、土の力学試験より求められる応力ヒズミ曲線、いわゆるヤング係数は粘土の特性に関係するものでなく破壊の進行度合に応じた変形係数を示すものと考えらるべきであらう。以前、竹中が求めた  $E = 210 \cdot C_u$  の式より求められるヤング係数は粘土の真のヤング係数を示すものでないのである。さらにこの関係よりも大きな値を示し、 $E = 680 \sim 700 \text{ kg/cm}^2$  の範囲にあることが今回の実験で判明した。

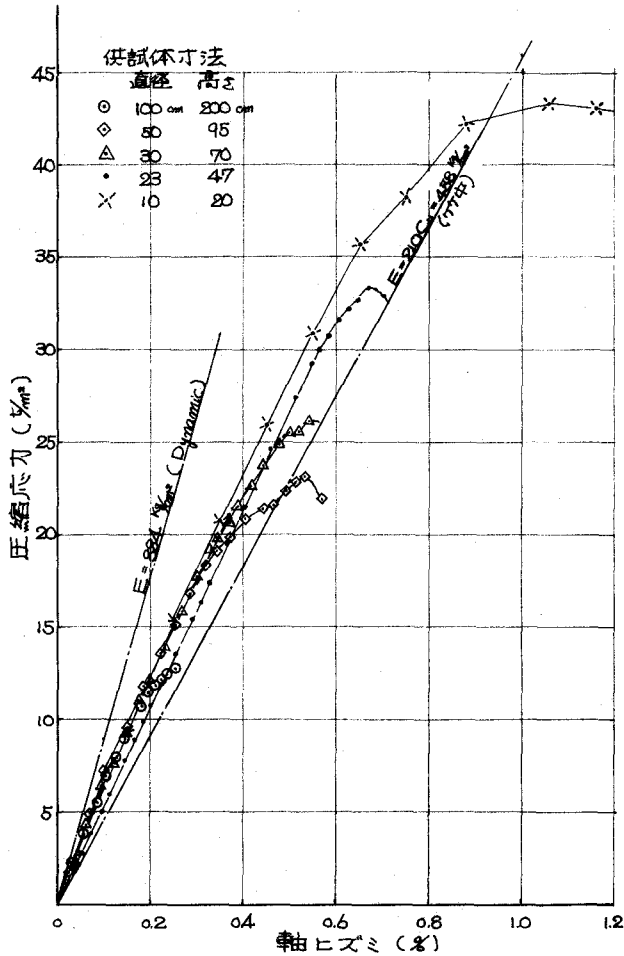


図-3. 各供試体寸法による圧縮応力へヒズミ曲線

## 5 結論

- (1) 波積粘土は弾性的に弱い結合物質と考えてよい。
- (2) 現行の土質試験法では土の弾性係数は測定精度上求めにくい。
- (3) 大阪の波積粘土とロンドン粘土とは粘土の弾性的性質に大きな相異点があるが、ロンドン粘土の実験はヒズミ測定の精度上にあり問題点があるので W. H. Ward, S. G. Samuel's<sup>(4)</sup>の実験結果と筆者らの実験結果を同列に比較することはできる。

## 参考文献

- (1) 竹中(1968) "土質調査試験結果の解釈と適用例：一軸圧縮試験" 土質工学会
- (2) S. D. Wilson, R. J. Dietrich (1960) "Effect of consolidation pressure on elastic and strength properties of clay"
- (3) S. Murayama, T. Shibata (1964) "Flow and Stress Relaxation of clays" IUTAM symposium, Grenoble
- (4) W. H. Ward, S. G. Samuel's (1959) "Further studies of the properties of London clay" Geotechnique Vol. 9.