

III-21

粘土の破壊に関する二三の実験と考察

京都大学防災研究所

同上

京都大学大学院

正員 村山 朔郎

正員 石井 義明

学生員 〇村山 弘治

粘土の破壊機構の力学的解明については以前から多くの人々により努力が加えられてきた。しかしながらその現象の複雑さの故に、現在においても未だ体系づけられた解決はえられていない。ここでは我々はやはり一面的ではあるが、次の二種の圧縮試験によってその解明を試みる手段とした。

実験Ⅰ 載荷速度を一定にした圧縮破壊試験

これはいわゆる“重ね合せの法則”との関連にたって、クリープ特性から圧縮変形量に結びつけようとした現象論的に取り扱ったもの

実験Ⅱ 圧縮強度特性および応力緩和特性に及ぼす残留クリープヒズミ量の影響

残留クリープヒズミ量をかえた場合、その粘土の破壊強度、破壊ヒズミおよびその弾性がいかに変化するかを調べることにより、粘土の破壊を微視的にとらえようとしたもの

I 載荷速度を一定にした圧縮破壊試験

試験に用いた試料は粘土を一旦水に溶解せしめて泥状にし、これを 0.25 mm フルイを通過せしめて大型圧密機により 0.5 kg/cm^2 の圧力で再圧密したものである。その物性は $\text{L.L. } 78\%$, $\text{P.L. } 32\%$ であった。

試験の方法はまず試料を高さ 8 cm, 断面積 10 cm^2 の円柱形に成形した後、これを 2.5 kg/cm^2 の圧力により等方圧密を行なった。これは粘土を正規状態にして過去の応力履歴の影響を除くためである。圧密が完了したならばこれを水銀式載荷装置によって非排水圧縮試験を行ない、このときの沈下量と間ゲキ圧の変化を記録した。ここに水銀式載荷装置というのは水銀を等速で滴下させることにより主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ を時間に比例して増加させることができるようにしたものである。

さて試験の結果得られた主応力差、間ゲキ圧とヒズミとの関係は図1と図2に示される。

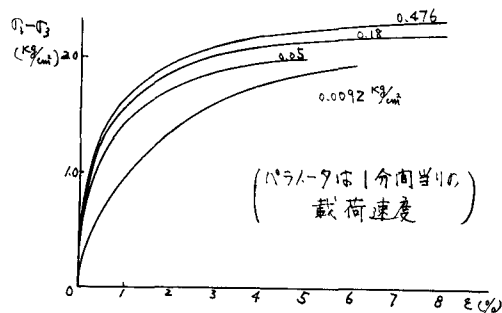


図1 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \epsilon$ 関係

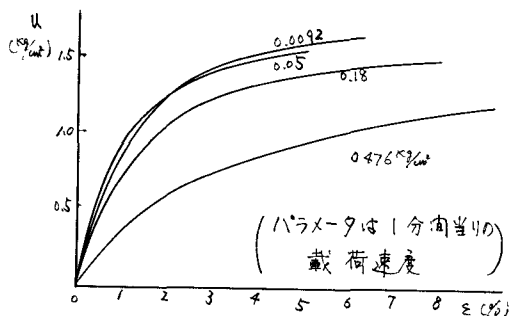


図2 $u \sim \epsilon$ 関係

図2に示した間ゲキ圧の挙動については、間ゲキ圧発生や測定、間ゲキ圧分布などに関する未解決の問題が多くその解析は結論を得ていない。

図1における主応力差とヒズミとの関係においては載荷速度が大まいほど同じヒズミに対する主応力差が大きくなっている。一方クリープ試験におけるヒズミと時間との関係は図3のようになっている。さてこのクリープ試験の結果を載荷速度一定試験に関連づけるには、ボルツマンの方程式がある。

クリープ現象における変形 γ と応力 S との間には次の関係を仮定する。

$$\gamma(t) = \frac{1}{E} S_0 [1 + \phi(t)]$$

ここに ϕ はクリープ関数とよばれるものである。

この実験のように連続的に応力 $S(t)$ が増加する場合には、変形 $\gamma(t)$ は

$$\gamma(t) = \frac{1}{E} \left[S(t) + \int_0^t S(t') \phi'(t-t') dt' \right]$$

により得られるが、詳細は講演時に述べる。

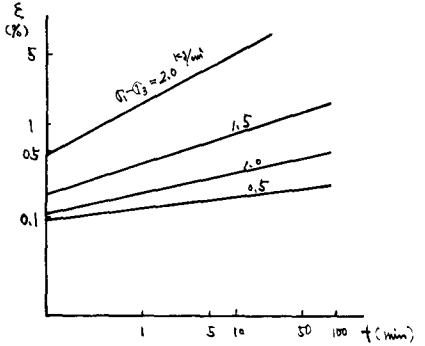


図3 ヒズミ～時間関係

II 圧縮強度特性および応力緩和特性に及ぼすクリープヒズミ量の影響

- 1) 上限降伏値の0.7倍の応力でクリープヒズミを与え、各種のクリープヒズミ量に対して急速圧縮試験を行ない、そのときの強度と破壊ヒズミを求めた。
- 2) 上限降伏値の1.2倍の応力でクリープヒズミを与え、各種のクリープヒズミ量に対して応力緩和特性を求めた。

用いた試料は1)においてはやはり再圧密した粘土で $LL 56\%$ $PL 25\%$ のものである。また2)についてはIに用いたものと同じである。

1)に述べた実験結果は図4に示される。これによるとクリープヒズミが進行するに従って粘土の強度は増加する傾向を示している。この現象はヒズミ硬化現象に類似したものであると考えられるが、現在さらに粒子構造に言及すべく実験をつづけている。

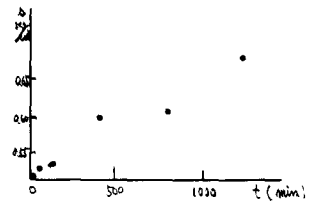


図4 セン断強度～クリープ時間関係

2)に述べた実験では破壊応力を加えたクリープ試験においてそのヒズミ量により粒子構造がいかに変化していくかについて求めたものである。得られたデータには不備が多くさらに実験中であるが、予備試験として行なった段階的応力緩和試験の結果を図5に示す。この結果をみると、クリープ破壊が進行することにより粘土中の弾性的性質を有していたものが、塑性流動を示すものへ移行するのではないかと推察されるが、詳細はさらに実験と考察を加える必要がある。

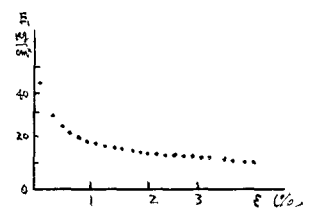


図5 瞬間変形弾性率～ヒズミ関係