

124. 土のレオロジ的性質について (予報)

— 圧縮強さに及ぼすヒズミ速度の影響 —

九州大学農学部 下 川 悦 郎

1 はじめに

山崩れ、地スベリのような破壊流動現象の機構を説明するために従来多くの分野からのアプローチがなされているが、まだその複雑な挙動を本質的に解明するには至っていない。例えば山崩れと地スベリの区別は勾配、地下水の有無、地質構造、破壊後の状況等によりなされ、これらの観点からの区別では両者を包括したような複雑な挙動を解明することは困難である。更にこれらの観点は破壊流動現象の原因を素因と誘因に分けた場合、誘因だけに基づいており、素因（土塊の挙動）の解明が欠けている。即ち土塊自体の破壊流動が解明されなければならないと考える。

この度筆者はこの複雑な一連の破壊現象をレオロジ的立場、すなわちこれらの諸現象が時間的要素を考慮した場合、いかなる挙動を呈するかと考え、その段階として粘土の圧縮強さにヒズミ速度がいかなる影響を及ぼすかについて、二三の文献の検討と若干の実験を行い考察した。

2 粘土塑性体のモデル式

一般に粘性土はヒズミ速度の変化にかなりの影響を受けるが、これはヒズミ速度が小さくなるにつれてぜい性破壊から徐々に粘性破壊の様相をおびてくること等から示される。セン断試験で求めた強度と一定応力（クリープ）試験で求めた強度にはかなりの差がみられ、後者は前者の40%~80%になることも報告されている⁽¹⁾。これは地スベリ等の現象をみる場合に大きな意義をもっていると考えられる。即ち従来からセン断試験で求められた強度が斜面の安定計算に適用されているが、これでは長期的な土の挙動の安定条件算定に大きな問題点を残しており、この場合の土の強度算定をいかにするかが重要な課題となる。

粘土が一般塑性であると仮定すると応力とヒズミ速度の関係は

$$\sigma = Ee + \eta_{app} \left(\sigma, T, \theta \right) \frac{de}{dt} \quad (1)$$

で表される。ここに σ ：応力、 E ：弾性率、 e ：ヒズミ、 η_{app} ：みかけの粘性率、 $\frac{de}{dt}$ ：ヒズミ速度、 T ：温度、 θ ：構造である。粘土の挙動は特にその構造及び応力、温度に影響され、粘性率はこれらの関数となり一律に決定できない。しかし一般に塑性体では応力が大きくなると応力とヒズミ速度の関係は直線になると考えられるから、Bingham 塑性体として、⁽²⁾

$$\sigma = Ee + \eta \frac{de}{dt} \quad (2)$$

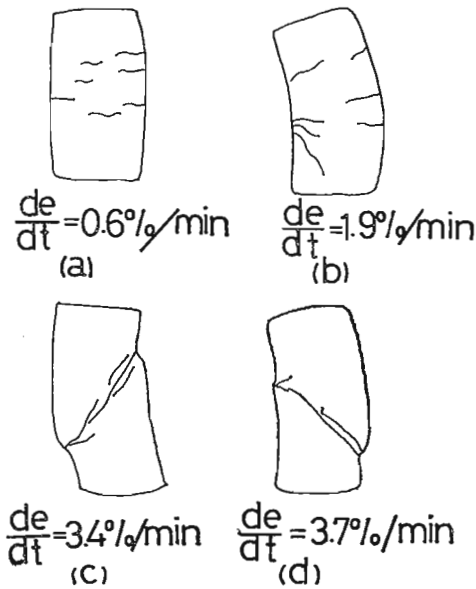
で表すことができる。

3 実験結果のモデル化

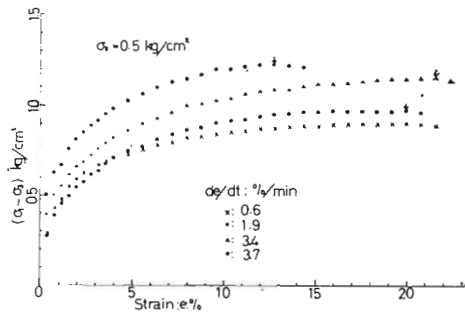
乱した粘土を一定含水比で所定の寸法に成形した供試体を用い、種々のヒズミ速度で行った三軸試験結果は図-1, 2, 3, 4に示す通りである。ヒズミ速度を大きくすると粘土はぜい性破壊の様相を除々に呈するが、その様子は図-1における供試体の試験後の破壊形状図-2の応力とヒズミ曲線（ヒズミ速度の増加によりピークが明瞭になる）からみることができる。図-3は破壊強度と破壊までの経過時間（対数）との関係であるが、この関係は直線で表され、破壊時間が大きくなるとともに強度は減少する。更に図-4をみると応力とヒズミ速度の関係を示すが、明確な関係はみられない。しかし定性的にはヒズミ速度の増加に伴って応力も増加し、一般塑性体として(1)式の適用からみかけの粘性率が求められ、従ってヒズミ速度の変化による三軸試験からモデル化が可能であると考えられる。

以上の考察により土の強度は粘性土が砂質土に比較し、ヒズミ速度に大きく影響され、応力の小さい範囲では一般塑性体、大きい範囲ではビンガム塑性体としてそれぞれ(1)、(2)式により表すことができる。

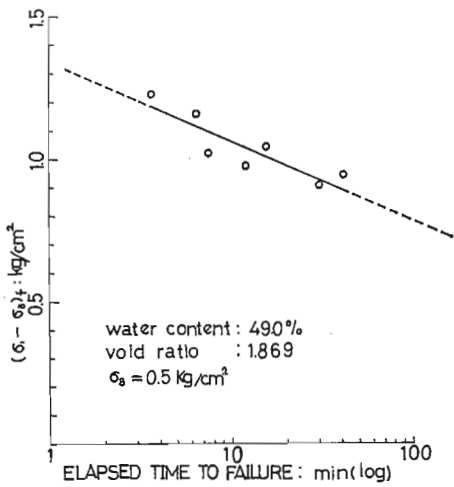
しかし定量的には非常にあいまいで、今後の実験、考察、更には大規模な破壊流動現象への適応が重要な課題となる。



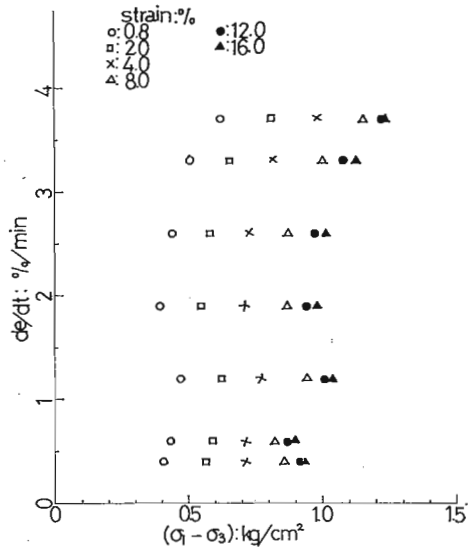
図一 破壊後の供試体形状



図二 応力-ひずみ関係



図三 破壊応力-破壊までの経過時間の関係対数



図四 応力-ひずみ速度関係

引用参考文献

- 1 A Casagrande and S. D. Wilson : Effect of Rate of Loading on the Stength of Clays and Shales at Constant Water Content Géotechnique vol.2 1951
- 2 山本三三三 : レオロジー、1965 P9~12
- 3 E C W A Geuze and Tan Tjong Kie : The Shearing Properties of Soils Géotechnique vol. 2 1951