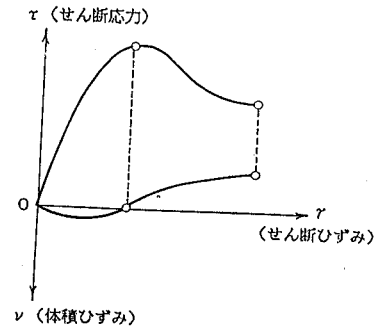


III-206

粒状体の最大強度と破壊強度の関係

正会員 東洋大学工学部 岩本 相一

1. 始めに一図に示すのは、粒状体のせん断変形の代表的データである。(力-変形)を(応力-ひずみ)の連続量としている。(応力-歪み)関係は、そうとう小さいひずみレベルでも非線形とみなされるが、ひずみが大きくなると、その傾向が顕著となり、土の力学特性が変化することが、石原によって指摘されている。せん断歪みが十分大きくなると最大強度に達し、力学的不安定状態を通過して破壊に至る。クーロンが実験的に求めた法則はスタティックなものであり、一度滑り始めると、マサツ抵抗はかなり低下して一定値に落ち着く。



この意味で破壊強度は最大強度と定量的に区別して研究されるべきものと思う。

実際問題として、土構造物の滑りは進行的であり、最大強度よりは破壊強度で設計される可きものと思う。(また、この設計が滑り域の設定によって、安全率が変化するものでもあることも、実務者の良く経験することである。)

この破壊と言う現象は、土に限らず、あらゆる工学材料にとって、殆ど未知の分野である。言わば、秩序がなくなるカタスロフィーというかアモルファスというか、未だにはっきりとした理論のないテーマである。材料力学的には、(力と変形)の対応がつきにくく、変形挙動の予測がつきにくく、安全率でカバーせざるを得ない。本報告は、この面について検討した一部である。

2. 破壊域が非圧縮性の場合一ひずみが破壊に近くなるに連れて、間隙比が一定になると言うことは、多くの要素試験(軸対称の慣用3軸試験が多い)が示している。どんな要素試験でも、外力を与える境界条件の変形に及ぼす影響が十分に評価できないという誤差を含む上に、破壊域の体積は要素全体のそれより、十分に小さいので、普通の要素試験のデータから破壊域の変形量を推定するのは、定性的である。ビショップ型リングシアをやってみたいと考えている。

土構造物が滑るか否かは、安定問題であり、始めに述べたように、これは不静定問題である。滑り領域の設定のしかたで安全率がかなり変化する。従って、粒状体の(力-変形)の関係が成立しない限り、土構造物の安定を議論できないものと思う。

そこで、土構造物が滑っている破壊域の振る舞いを考える。この領域が非圧縮とみなし、外部仕事がかかわらないと仮定しても不自然ではない。

$$\int \sigma d\dot{v}^P + \int \tau d\dot{\gamma}^P - \dot{W} = 0$$

仮に既述のごとく、非圧縮性とし、

$$\dot{v}^p = \frac{\partial \dot{u}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{v}}{\partial y} = 0 \quad (2次元で)$$

回転ひずみ速度を  $\dot{\gamma}$  とすると

$$\dot{\gamma}_{xy} = \frac{\partial \dot{u}}{\partial y} - \frac{\partial \dot{v}}{\partial x}, \quad \dot{\gamma}_{yx} = \frac{\partial \dot{v}}{\partial x} - \frac{\partial \dot{u}}{\partial y}, \quad \therefore \dot{\gamma}_{xy} + \dot{\gamma}_{yx} = 0$$

$$\dot{\gamma}_{xy} - \dot{\gamma}_{yx} = 2\left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial y} - \frac{\partial \dot{u}}{\partial x}\right) = 2\dot{\gamma}_{xy} + 0$$

$\dot{u}$  と  $\dot{y}$  は独立であるから

$$\dot{u} = \text{正(加速) or 負(減速)} \neq 0$$

$\dot{v}$  と  $\dot{w}$  も同様である。そこで、滑りが加速するか減速するかは、(速度) =  $\sqrt{\dot{u}^2 + \dot{v}^2 + \dot{w}^2}$  という幾何学的な量が対象となるが、これは要素試験では分からない。実物大試験や現場計測なら可能と思うが、今後の課題である。

ここで  $\dot{\gamma}_{xy} = -\dot{\gamma}_{yx}$  という式は、粒子に最小単位があることを示している。すなわち、単位物質の回転を示している。従って、破壊領域は2次元でなく3次元出ある。面ではなく体積である。それも、粘土、砂、レキと土の最小の粒径が増えるにつれ、領域の体積はふえる。これは、斜面などが滑った結果を観察することでも、ある程度分かる。粒状体の破壊論の一つの大きな課題と見なされる。。

3. 最上のエントロピーについて一よくしられている様に、最上は、粒状体が外部仕事によって内部エントロピーが増加して(完全気体の様に、無秩序にバラバラになって)破壊していくと提起した。この単純にして深遠なるエントロピー増大法則は、果して、どんな条件のもとで成立するものか? 一間違いかも知れないが、これは境界値問題であると思う。どんな領域にも適用できるとな考えられない。確かに、孤立した系の中では、エネルギーが一定出もエントロピーは単調増加するかもしれないが、それをもっと大きな系の一部とみなすと、エントロピーが減少する系が含まれる筈である。例えば、物質系のエントロピーが増大すると生命系のエントロピーは減少してバランスが保たれている。こういう具体例はきりが無い。粒状体では、要素の破壊域のエントロピーが増加すれば、それ以外のそれは減少して、秩序が増すものと思われる。これは、理論的にも実験的にも相当むずかしい今後のテーマである。最上がエントロピーの増加とひずみの増加を対応させたのは分かるが、計算手法は今後の宿題と思う。

#### 4 結論と今後課題一

- 1) 粒状体の最大(せん断)強度と破壊強度は異なる。土構造物の設計には後者をもちいるべきである。
- 2) 粒状体が破壊に近くなるにつれ、不連続体としての性格が現れてくる。
- 3) 粒状体の静的-動的問題を扱う場合、粒子の回転を考慮しなければならない。
- 4) 粒状体の破壊の研究には、直接に破壊域の変形量を測れる装置が必要である。この目的には、リングシア試験に期対できる。また、理論的には、不連続物理学の一層の進歩が必要である。