

## II-30 粘土の眞の粘着力と眞の摩擦角について

大阪市立大学理工学部 正員 三笠正人

### 1. 粘土の摩擦角についての諸説

粘土の強度という問題は考えるべき多くの面を持つが、今時間の要素を含むレオロジー的方面を捨象すれば、これを現在行われている安定解析法の基礎としてのモールの破壊理論に適合するものとして、粘着力、摩擦角という観点から調べてみる事ができる。

ふつう粘土は粘着力のみあって摩擦角を持たないかのように扱われるが、これには2つの理由がある。1つは非圧密、非排水試験で強度が全圧力に無関係なこと<sup>(四-1)</sup>、もう1つはこのように考えて安定問題を解いた結果が実際とかなりよく合うということである。しかし粘土の強度の中には本質的に摩擦角が含まれているとする説がある。

先ず Taylor, Lambe, A. Casagrande は圧密排水試験における強度増加角を眞の摩擦角と呼んだが(四-2)、これは全強度を摩擦角に帰する莫て妥当なものと言ひ難い。又 Tscherbatiaroff は Krey-Tiedmann の基準を解説して膨張、再圧密過程における  $\sigma$ - $\tau$  曲線の傾斜角を眞の摩擦角と呼んだが(四-3)、これは Hvorslev の意図を誤解したものである。

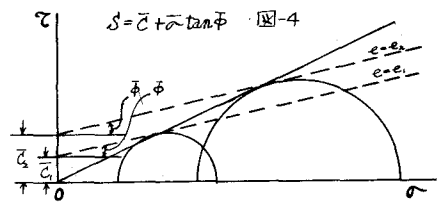
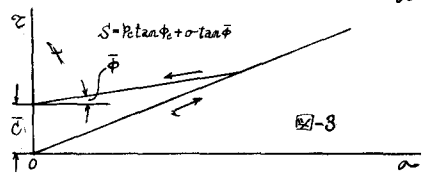
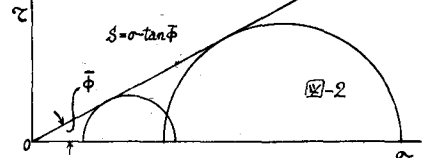
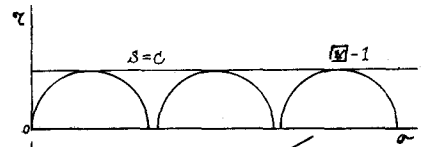
Hvorslev の説は飽和粘土の強度が

$$S = \bar{c} + \bar{\sigma} \tan \bar{\phi} \quad \text{ここに } \bar{c} \dots \text{眞の粘着力, } \bar{\phi} \dots \text{眞の摩擦角, } \bar{\sigma} \dots \text{有効直圧力} \quad (1)$$

で表わされるとし、 $\bar{c}$  は与えられた粘土においては含水量によって定まるものと考えるのである。実際には圧縮試験を行つてみると、破壊面が主応力面と  $45^\circ$  の角をなさず、このような  $\bar{\phi}$  の存在が認められる。この説はモールの破壊理論に立脚する限りにおいて最終的な到達点であると思われ、Skempton, Gibson, Bjerrum らによつて研究が進められた。しかしまだ実用的に用いられるに到っていない。筆者は支那力の問題についてこの応用を試みたが、その際にこの説の本質的な欠陥に気がついたので以下にこれを述べる。

### 2. Hvorslev の説の批判

Hvorslev は  $\bar{c}$ ,  $\bar{\phi}$  は含水量のみの関数 ( $\bar{\phi}$  は実験からの結論として含水量によらず一定) であるとした。しかしほとんど粘土の力学的性質はその含水量のみでなく、その骨組構造の性質にも関係するべきである(例之ポリモールド効果など)。所が Hvorslev の考えは ① 先行圧縮を受けた試料を用いる方法。にしても、Bjerrum の考えた ② 初期含水量比を変えたこねかえし粘土を用いる方法。にしても、又後にのべる筆者の方法 ④、⑤ にして



も、夫々特有の方式で骨組構造に変化を与えることによって、同じ含水量を異った有効応力に対応せしめようとするものであるから、このような色々な実験によって求めた  $\bar{c}$ ,  $\bar{\phi}$  が含水量のみの関数としてすべて一致するということは先験的に期待することができない。従って求めた  $\bar{\phi}$  が傾り面の角度から見出した  $\bar{\phi}$  (方法③: これは正しく“真の摩擦角”である) と一致しない限り、これを真の摩擦角と認めるわけにはいかない。(尤も有効応力の値を構造の度合を表す尺度として、含水量とあわせて粘土の“状態”を規定する量と考えることができればよい。というのは Hvorslev の説に本質論的な裏付けができたということである。しかし筆者の次に述べる実験はこの真に否定的であった。)

### 3. 真の摩擦角を求める新しい方法と Hvorslev の説の反証

さて本質論的にこのようなアイマイな段階にあるとすれば、実用的な見地からしても、実際の破壊時、或いは破壊直前における真の粘着力と真の摩擦力が、(a), (b), 更に (c) から得られる値とすら一致するかどうか分らないということになる。ここにおいて、(d) 実際の破壊状態をそのまま供試体に再現して  $\bar{c}$ ,  $\bar{\phi}$  を求める方法、が考えられる。つまりふつうの破壊試験において強度がピークを越して低下してくると共に間隙水圧が増してくるという関係から求めればよいのである。これは最も簡単で、単一試料、完全に同一の含水量、実際と相似な破壊状態という他のりかた方法も及ばぬ優れた方法であるが、筆者の行った三軸実験ではモールの包絡線が常に上に凸な曲線となり、 $\bar{c}$ ,  $\bar{\phi}$  を求めることができなかった。これは試験方法の制約もあるが、本質的なものをも示していると考えられる。

次に才2案として、(e) 繰返し圧縮から求める方法、を行ったが、これも例えれば図-5のように原真に近づく包絡線がひどく曲つてくる(但しふつう以上の鋭角比のもの)。また直線部から求めた  $\bar{\phi}$  も実験の方法によって同一試料で  $18^\circ$  から  $26.5^\circ$  まで変つたりする。

以上のアイマイな実験結果は実験方法の悪いためではなく、

i) 実際の粘土の破壊が同じようなアイマイさを持つことを示すものである。

ii) またたとえ他の方法による値がすべて一致したとしても  $\bar{c}$  が含水比のみの関数である、ということの誤りを証明するには充分である。従って (c) 以外のすべての方法によつて求められた  $\bar{c}$ ,  $\bar{\phi}$  は何ら一般性を持たない。

以上を要するに粘土の強度理論は根本的に考え直すべき段階にあると思われる。モール-クーロンの破壊規準は粘土に対しては実用上の武器なるに止まり、強度論の本質的な面にはまた異った武器が必要なのではないか。

この研究には文部省科学試験研究費の援助を受けたことを附記する。

