

## まさ土の引張試験について

関西大学工学部 正 員 西田一彦  
 関西大学工学部 正 員 青山千彰  
 神戸大学大学院 学生員 〇川井隆司

### 1. はじめに

まさ土の引張強度は、フィルダムや斜面安定解析において重要な要素の1つであるにもかかわらず、試験が難しいため、その値や特性は十分解明されていない。土を対象とした引張試験には、主に圧裂引張試験が行なわれ、他に曲げ試験、特殊構造をした一軸引張試験が見られる。しかし、載荷方法、整形などの違いにより引張変位が測定できないなど数多くの問題点を抱えている。今回報告する引張試験は供試体の両端面に金属板を接着し、一軸引張試験を行なうもので、簡単に引張変位を測定できる点が大きな特徴となっている。

### 2. 試料および実験方法

試料は六甲型花崗岩の風化残積土で、空気乾燥後 $420\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものを用いた。その基本的性質は比重2.65、液性限界27.9(%)、塑性限界20.4(%)である。締固めには $0.57(\text{kg})$ のランマーで、落下高さ30(cm)、一層、突固め回数100回と300回の2種類で行なった。ここで、一層に限定したのは高さ2(cm)、直径8(cm)の供試体を作製する際、供試体内に層ができることにより引張強度の極端な低下を防ぐためである。モールドは、高さの異なる3分割リングを積み上げたものと、各リングをさらに拘束するためのリングから成り立っている。各リングの高さが異なっているため、それらの組合せによってモールドの高さを自由に調節でき、正確な端面整形を行なうことができる構造になっている。

引張試験は、図-1の模式図に示すように、供試体の両端に金属円板を接着させ、接着剤硬化1時間後に応力制御で行なうものである。変位測定には精度 $1/1000(\text{mm})$ のダイヤルゲージを用いた。また、現場での測定ができるように図-2に示す穴あき底板と取り換えられる構造になっている。使用法は斜面などに金属円板を直接接着させた後、その周辺をわずかに掘り下げて引張試験を行なうもので、ここでは、はぎ取り引張試験と呼んでいる。接着剤は市販のエポキシ系接着剤で、短時間に硬化し、所定の強度が得られるものを選んだ。図-1にエポキシ系接着剤の引張試験結果を示す。試験はASTM D-1002-64に準拠した。供試体の最大引張強度を $0.3(\text{MPa})$ と考えているため、この領域内で全くひずまない接着剤が必要とされる。したがって、図より十分使用可能なことが理解できる。また、この接着剤は粘性が高く、接着時に試料内部にしみ込む可能性は少ない。

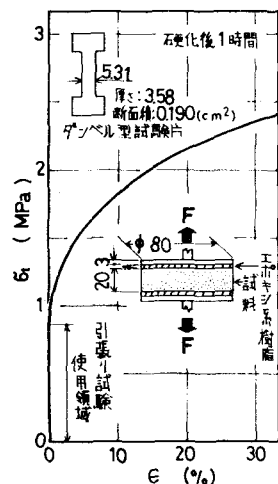


図-1 接着剤の引張試験結果

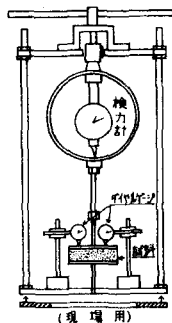


図-2 引張試験機

KAZUHIKO NISHIDA, CHIAKI AOYAMA, TAKASHI KAWAI

### 3. 結果および考察

突固め回数100回と300回の締固め曲線を図-4(a)に示す。各試料について引張試験を行なった結果、応力ひずみ曲線は図3に示すように、ピーク寸前で破断する独特な曲線を描く。これは、他にLeonards<sup>1)</sup>、あるいはAjax<sup>2)</sup>の曲げ引張試験より得た曲線と一致する。次に、引張強度( $S_t$ )と締固め含水比との関係を図-4(b)に示す。引張強度は締固め曲線同様、最適含水比よりやや乾燥側でピーク値を示す。このような傾向はNarain<sup>3)</sup>も報告しており、締固め土の強度(圧縮強度、CBRなど)が最適含水比よりやや乾燥側でピーク値を示す一般的傾向との関連性について興味を持たれる。また、突固め回数の違いによる強度差は乾燥側で300回側が上回るが、湿潤側ではぬが等しいにそがかわらず逆転しており、引張強度にもしわゆる過転圧現象が生じていることがわかる。破壊ひずみ( $\epsilon_f$ )と締固め含水比との関係は図-4(c)に見られるように、 $S_t$ 曲線同様乾燥側にピーク値が片寄った曲線が得られる。そして、突固め回数が増し高密度側に移行すると、 $\epsilon_f$ は全体的に低下する傾向が見られる。まき土の $\epsilon_f$ の0.1~0.5(%)はTschebotarioff<sup>4)</sup>が行なった実験でカオリナイトに相当する値を示しているが、試験方法の違いもあり簡単に比較することはできない。

前述の応力ひずみ曲線を両対数グラフで描くと、相関係数0.9以上となり非常に良い直線性を示す。したがって、引張応力とひずみとの関係は  $\sigma_t = a\epsilon^b$  (ただし $a$ 、 $b$ は実験定数)で表わされるべき関数である。しかし、定数 $a$ 、 $b$ と密度、含水比あるいは突固め回数、粒度などとの相関性はつかめなかった。

最後に図-5は現場ではぎ取り引張試験を行なったものである。応力変位曲線は、変位が小さい時点ではかなりばらつく傾向にあり、破壊断面形状も種々の形が見られる。現場での実験は足場が悪く、供試体と試験機との中心線があわせにくい欠点があるため、供試体の偏心による引張強度への影響が大きい。しかし、不かく乱のまき土試料採取が難しく、かつ整形時の影響等を考えると、この方法は有用な手法であり、今後、偏心などの問題を解決する必要がある。

参考文献

- 1) Leonards, G. A., Narain, J., "Flexibility of Clay and Cracking of Earth Dams," SM 2, ASCE, 1963, pp. 47-98.
- 2) Ajax, A., Parry, R. H. G., "Bending Test for Compacted Clays," GT 9, ASCE, 1976, pp. 929-943.
- 3) Narain, J., Rawat, R. C., "Tensile Strength of Compacted Soils," SM 6, ASCE, 1970, pp. 2185-2190.
- 4) Tschebotarioff, G. R., "The Tensile Strength of Disturbed and Recompacted Soils," Proc. 3rd Int. Conf. SMFE, Vol. 1, 1953, pp. 207-210.

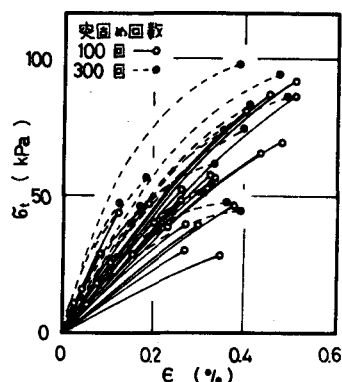


図-3 引張応力-引張ひずみ曲線

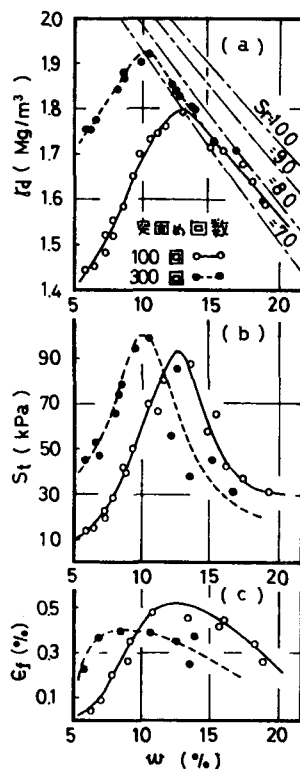


図-4 締固め土の $S_t$ と $\epsilon_f$

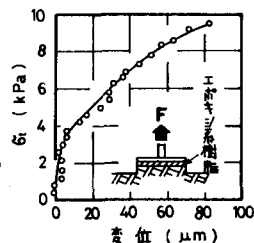


図-5 はぎ取り引張試験