

堆積粘土の引張り強度

長野高専 正員 ○ 柴原 信雄

◇ 学生 福 沢 達 也

◇ 学生 富 山 直 彦

1. ま え が き

従来土の引張り強度の測定結果がいくつか報告されているが、その大部分は締固めた土を対象としたものである。乱さない土の引張り強度については Colins¹⁾の一軸引張り試験結果等ごくわずかを見るにすぎない。しかし斜面崩壊のきっかけを作る引張り亀裂の解明等に、乱さない土の引張り強度の測定は重要と考える。ここでは一堆積粘土層より乱さない土を採取し、土の引張りせん断試験^{2),3)}、割裂試験(スプリット・テスト)を行い、他の強度試験との関連を求めたので報告する。

2 試料および実験方法

試料として上水内郡牟礼村高坂の飯綱ロームを用いた。その諸性質を表-1に示す。採取地奥における堆積面はほぼ水平である。

引張りせん断試験は図-1の寸法で水平に板状に切出し、T方向に引張り応力をかけた状態で1分間保った後1mm/sの定速でせん断変位を与え、これに対するせん断応力、垂直変位をX-Yレコーダーで記録した。またT方向に引張り応力を、15秒ごとにほぼ1.0 kPaの割合で段階的に増加させ、破断時の応力をもって引張り強度 σ_t とした。

割裂試験はCBR用リングカッター(径150mm、高さ50mm)により切出し、図-2のP方向に1mm/sの変位速度で圧縮し、割裂強度 S_t を次式により求めた。

$$S_t = \frac{2000P}{\pi DH} \quad (\text{kPa})$$

P: 最大圧縮荷重 (N)
D: 供試体直径 (mm)
H: 供試体高さ (mm)

なお供試体は図-2(1),(2)に示すように水平および鉛直に切出し、それぞれ鉛直面、水平面における引張り強度を求め異方性を検討した。また同じ箇所から採取した試料について鉛直、水平方向の一軸圧縮試験および水平面の一面せん断試験を行った。

3 実験結果および考察

3-1 引張りせん断試験における応力と変位の関係

図-3(a)に示すように引張り応力がかなり小さい値で

表-1 堆積土(飯綱ローム)の諸性質

土の物理的性質		堆積状態(平均値)	
最大粒径	105mm	含水比	64%
L.L	93	湿潤密度	1.27 t/m ³
P.I	37	乾燥密度	0.77 t/m ³
日本統一土質分類	VH ₂	間げき比	2.27
比重	2.517	飽和度	71.0%

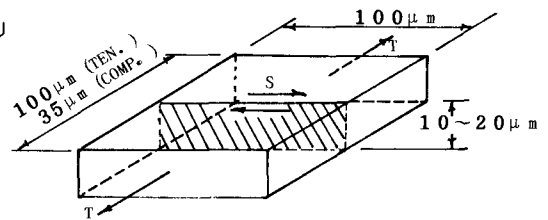
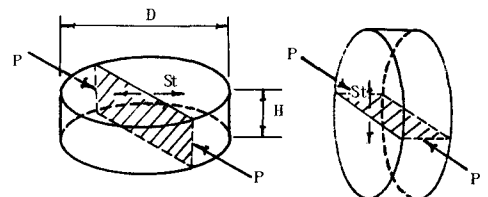


図-1 引張りせん断試験



(1) 鉛直面引張り (2) 水平面引張り

図-2 割裂試験

あっても、せん断変位がほとんど生じない間に破断する。

これをへき開破壊と称している³⁾⁴⁾がその破断状況を図-4に示す。なお垂直応力が圧縮応力の場合、すなわち通常の一面せん断試験においては垂直応力がかなり小さい値であっても図-3(b)のようにせん断破壊を生ずる。

このように引張りせん断時と圧縮せん断(一面せん断)時で破壊形態が異なる原因として次のことが考えられる。すなわち、ゆるく堆積した火山灰質粘性土が長時間(数千年)地中に保たれる間に生じたセメンテーションにより粒子同志が結合したため引張りせん断時には脆性を示す。しかし間げき比が大きく、その固結の度合が小さいため、圧縮せん断時には容易に崩れて収縮

し、通常のせん断破壊を生ずるのであろう。このことは図-3のせん断変位・垂直変位図(b)からも察知できる。

3-2 破壊包絡線

引張りせん断試験、割裂試験(14ヶの平均)一面せん断試験および一軸圧縮試験(8ヶの平均)によって得られた破壊包絡線を図-5に示す。内部まざつ角が 35° と大きいのは、乱さない状態での間げき比が大きくまた飽和度が低いため垂直応力の増大にともなう圧縮が著しいためと考えられる。なお引張り強度 σ_t は割裂強度 S_t とほぼ一致しているがこのような脆性を示す土に限って割裂強度は真に近い値を示すものと考えられる。

3-3 強度異方性

表-2 に一軸圧縮強度 q_u 、割裂強度 S_t および q_u/S_t

の値を示す。 q_u/S_t は鉛直面でより大きい値を示す。これは堆積環境により水平面が最も剝離

表-2 強度異方性

種別	q_u (kPa)		S_t (kPa)		q_u/S_t
	測定数	平均値	測定数	平均値	
鉛直	4	155.2	4	14.1	11.0
水平	4	129.4	10	15.7	8.2

しやすいためと考えられる。

3-4 一軸圧縮強度・引張り強度比

q_u/σ_t は8~11である。Fang⁵⁾は最適含水比で締固めた土の q_u/S_t 値とその土の塑性指数との関係性を求めている(図-6)が、乱さない飯綱ローム層では図中に併記した通り幾分高い値を示している。

参考文献: 1) Colin R Thorne et al. "Recording Unconfined Tension Tester",

ASCE, Vol. 106, No. GT11, 1980, pp. 1269~1273. 2) 柴原信雄, "土の引張りせん断特性", 昭和57年度土木学会中部支部発表会, pp. 316~317. 3) 柴原信雄, "土の引張りせん断特性", 長野高専紀要, No. 14, 1983, pp. 69~77. 4) 赤井浩一, "土質力学特論", 森北出版, p. 61. 5) H.Y. Fang "Discuss. to 'Split tensile strength ~'", Soils & Foundations, Vol. 14, No. 3, 1974, pp. 81~82.

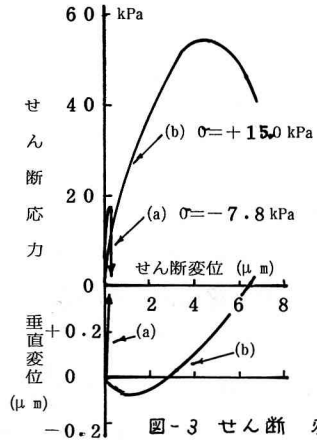


図-3 せん断変位に対するせん断応力・垂直変位

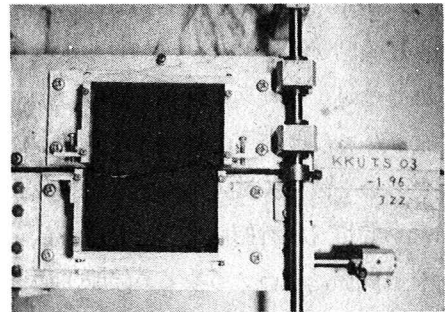


図-4 引張りせん断・破断状況の一例

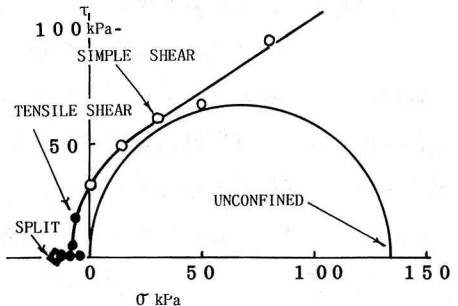


図-5 破壊包絡線

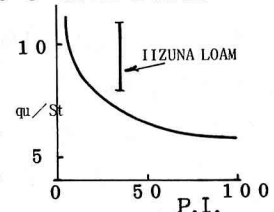


図-6 $q_u/S_t \sim P.I.$ の関係