

III-108 乱さないシラス供試体の引張り強さに関する含水比の影響について

鹿児島高専土木工学科 正員 ○ 村田秀一
九州大学 工学部 正員 山内豊聡

1. まえがき 著者等はさきに種々の密度の異なる乱さないシラス供試体を用いて、その引張り強さに着目して乱さないシラス供試体のぜい性破壊について報告した。また、乱さないシラス供試体のもつ引張り強さがその破壊機構に大きく寄与し、破壊規準として修正 Griffith の理論がかなり適用できることを明らかにしてきた。本文は、乱さないシラス供試体の破壊機構とくに問題になる引張り強さに対して間ゲキ水がどのように影響しているのか知るために、含水比の異なる供試体について試験した結果の概要を述べる。

2. 供試体および試験方法 試験に用いたシラスは鹿児島県国分市の崖から採取したもので、かなり密度の高いものである。粒度組成はレキ分24%、砂分59%、シルト分12%、粘土分4%である。比重は、 $\gamma_s=2.2$ 、自然含水比は約19%であった。供試体の作成は、シラス塊を実験室に運び、ストレートエッジ、トレマー等を用いけずりながら整形した。用いたシラスがかなり硬質なため、試験片の作成はかなり困難な作業ではあるが、乱さないシラス供試体の一つの傾向を求めるには適している。これらの供試体を用いて含水比を種々変え（水浸・湿潤土養生・気乾乾燥を用いる）一軸圧縮試験、圧裂引張り試験を行った。圧裂引張り試験より求められる引張り強さ係数は周知の次式で求めた。 $\sigma_t = 2P/\pi \cdot d \cdot l$ 、 $\sigma_c = P/A$ に、 P ：加えた全荷重、 d ：円板の直径、 l ：円板の厚みである。

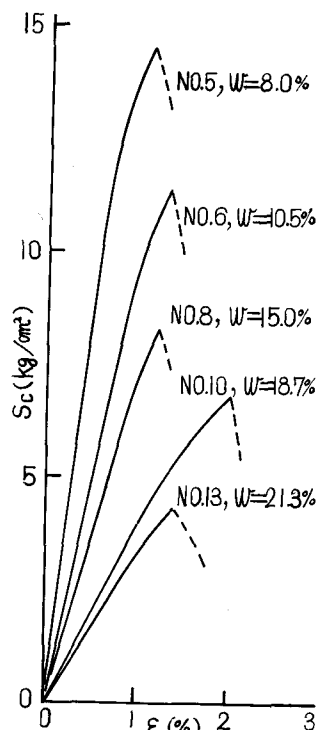


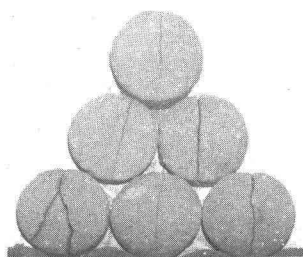
図1 一軸圧縮試験結果

表-1 一軸圧縮試験結果

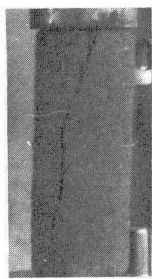
表-2 圧裂引張り試験結果

供試体 NO	含水比 W (%)	間ゲキ水 S _r (%)	乾燥密度 γ_d (g/cm³)	間ゲキ比 e	破壊時 ヒズミ ϵ_s (%)	圧縮強さ S _c (kg/cm²)	供試体 NO	含水比 W (%)	間ゲキ水 S _r (%)	乾燥密度 γ_d (g/cm³)	間ゲキ比 e	引張強さ σ_t (kg/cm²)
1	2.3	6.5	1.501	0.680	0.9	25.86	1	4.5	16.8	1.506	0.675	1.33
2	2.4	9.2	1.523	0.656	0.8	23.50	2	4.9	17.1	1.463	0.724	1.40
3	4.2	15.2	1.488	0.695	1.0	19.51	3	5.4	21.3	1.540	0.638	2.20
4	5.7	21.1	1.499	0.682	1.0	16.80	4	6.1	21.9	1.480	0.704	2.22
5	8.0	29.0	1.490	0.695	1.2	14.61	5	7.8	30.0	1.502	0.679	2.73
6	10.5	38.1	1.488	0.695	1.3	11.42	6	8.4	30.3	1.511	0.699	3.09
7	12.2	47.0	1.525	0.654	1.8	6.25	7	9.3	35.6	1.520	0.659	2.63
8	15.0	53.9	1.482	0.702	1.2	8.30	8	10.1	38.0	1.510	0.670	2.23
9	17.6	64.3	1.492	0.690	0.8	5.20	9	11.5	42.6	1.500	0.681	2.13
10	18.7	80.1	1.587	0.589	2.0	6.76	10	14.0	50.7	1.487	0.696	2.03
11	19.5	70.0	1.482	0.702	1.4	7.71	11	16.8	62.6	1.504	0.677	1.75
12	19.9	78.2	1.538	0.642	1.2	5.61	12	19.3	72.1	1.506	0.675	1.50
13	21.3	77.5	1.490	0.693	1.4	4.30	13	20.4	75.1	1.497	0.685	1.02
14	22.5	78.4	1.463	0.724	1.4	4.31	14	21.2	79.3	1.507	0.674	0.58
15	23.4	93.1	1.543	0.634	1.5	4.29	15	22.0	84.2	1.520	0.659	0.40
16	25.3	95.2	1.510	0.670	1.5	4.61	16	23.0	86.8	1.512	0.668	0.41

3. 試験結果・考察
一軸圧縮試験結果および圧裂試験結果を表-1、表-2に示す。図-2に含水比に対する S_c 、 σ_t の関係を図示した。図-1でみるように



(圧裂引張試験)



(一軸圧縮試験)

写真 破壊した供試体

一軸圧縮時の破壊はヒズミがほとんど進行せず ($\epsilon_f < 1.5\%$) に起っている。また、写真でみるように側方向への変位はほとんど認められずに

鉛直方向にクラックを生じて破壊する。この傾向は $W \div 25\%$ まで同じであった。実際に観察される破壊の様相もせいぜ性的である。破壊時のヒズミは含水比が高くなるにつれて若干増す傾向にある。一軸圧縮強さは含水比の減少と共に増加して $W \div 22\%$ ($S_r \div 5\%$) になると自然含水状態時 ($W \div 19\%$) の約5倍に

も達する。一般に、シラスは含水比が30%以上になるとせん断強さが急激に減少するといわれるが、本実験での一軸圧縮強さは $W = 20 \sim 25\%$ ではほぼ等しく約 4.3 kg/cm^2 であった。ただし、本実験で用いた供試体は $W \div 27\%$ で飽和状態である。圧裂引張り試験により乱さないシラス供試体の引張り強さを求める方法は、既報によると、 $l/d = 0.5$ の条件で一軸引張り強さとほぼ等しかったので、今回は $l = 2.5 \text{ cm}$, $d = 5.0 \text{ cm}$ の供試体を用いて測定した。この方法はゆるい状態の供試体に対しても行うことができ、土の引張り強さを見出す簡単な方法である。圧裂試験を行うと供試体は写真でみるようにすべて円形試験片の中心線上にキレツを生じて引張り破壊を起こす。また、キレツは常に中心から側方に向って波及していく。このことは、破壊は圧縮ではなく引張りにより起っていることを示している。圧裂引張り強さ係数も一軸圧縮強さと同様含水比の減少にもなって増大するが $W \div 8\%$ ($S_r \div 30\%$) をピークに逆に減少する傾向にある。つまり、 $W \div 8\%$ までの間ゲキ水は引張り強さを増大させる働きを有するが、8%以上の間ゲキ水は引張り強さを減少させる。また、自然含水比 ($W \div 19\%$) 以上の状態になるとその強さは急激に低下する。このことは、間ゲキ水の毛管作用によって粒子間の結合力が、乱さないシラス供試体の引張り強さに大きく関係していることを示すものであろう。しかし、 $W \div 8\%$ 以下になると毛管結合力の分布が不規則になり、引張り強さが減少するものと思われる。図-3に、飽和度に対するせい性度 (S_c/δ_t) の関係を示した。 $S_r \div 30 \sim 75\%$ の値は約4である。しかし、飽和度が30%以下あるいは75%以上になると急激に増加している。以上のように乱さないシラス供試体の引張り破壊を論じることにより、シラスの地山の崩落破壊が説明できるものと考ええる。

参考文献 1 村田・山内 乱さないシラスの脆性破壊の要因としての引張り強さについて、土木学会西部支部研究発表会論文集、S-452。
2 村田・山内 引張り強さを持つ乱さないシラス供試体のせい性破壊について、第3回岩の力学国内シンポジウム講演集、1970。

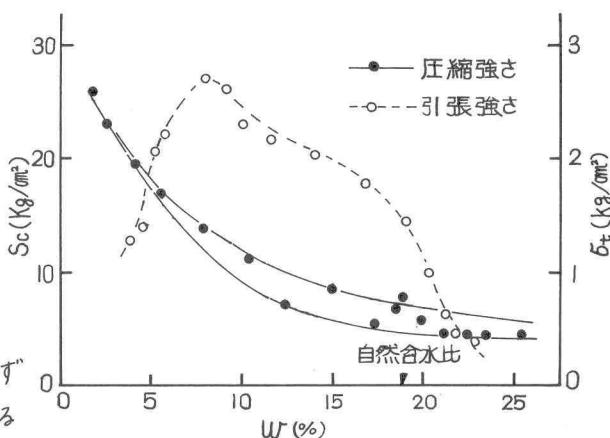


図-2 含水比に対する圧縮および圧裂引張強さ

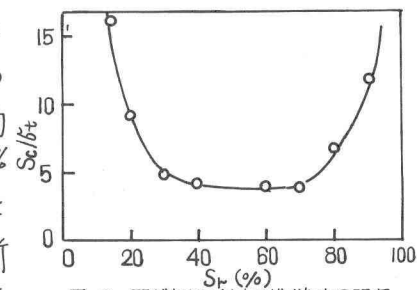


図-3 間ゲキ水に対するせい性度の関係