

鹿児島工業高等専門学校 正員 ○村田秀一
九州大学 工学部 正員 山内豊隆

1. まえがき

著者等¹⁾は、各地の地山から採取した乱さないシラス供試体のせん断特性について報告した。前報¹⁾においては、場所によりその工学的性質は、強度あるいは密度においてかなり異なり、工学的な分類も異にするものであったが、そのせん断強度は同一の式で表わされることを示した。このような考え方においては、地山シラスは脆性材料であることとし、その解析には岩石力学的な手法を用いるべきであろうという提議を含んでいる。本報は同一の地山から採取した乱さないシラス供試体の含水比を変え、一連の三軸圧縮試験を行って、その含水比のせん断特性におよぼす影響を考察するものである。

2. 試験結果とその考察

地山シラスの強度定数 C 、 ϕ は含水比の影響を乱した場合は受け²⁾ない。 C においては、含水比の増加と共に減少する傾向はみられるが、 ϕ においては、ほとんど変化がない。この性質は、地山シラスの持つ固結力の影響が大きいことを示すもので、もともと地山シラスは岩的な要素を持っていると考えられる。図-1は、拘束圧 σ_3 を変えた時の含水比 w に対する軸差応力のピーク時 $(\sigma_1 - \sigma_3)_p$ をプロットしたものである。 w が約7%以下は、 $(\sigma_1 - \sigma_3)_p$ は w の増加と共に減少している。また、 $\sigma_3 = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ の拘束圧においては $(\sigma_1 - \sigma_3)_p$ の増大も著しい。 w が7%以下においては $(\sigma_1 - \sigma_3)_p$ は減少し、そのときのヒズミ ϵ_p は小さい傾向にある。このように岩的な性質を持つ地山シラスにおいても、 w が7%以下では、サクシオン等や粒子間内の問題で処理しなければ理解できない性質も持っている。表-1は、試験結果の一部をまとめたものである。 w が7%以上における、地山シラスのせん断強度¹⁾は次式で考えられる。 $T_{max} = T_{max0} + A \sigma_m^b$ (1)

ここで、 $T_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ 、 $\sigma_m = (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ 、 T_{max0} は $\sigma_m = 0$ における軸切力、 A 、 b は定数。ここで、 A 、 b 定数を求めるため、(1)式を次式に変形する。

$\log_{10} (T_{max} - T_{max0})/Sc = \log_{10} A + b \log (\sigma_m/Sc)$ (2)

ここに、 Sc は一軸圧縮強度である。

図-2は、 $(T_{max} - T_{max0})/Sc$ と σ_m/Sc の関係を各々の含水比において、両対数でプロットしたものである。この結果 $(T_{max} - T_{max0})/Sc$ と σ_m/Sc の関係は、含水比に関係なく、同

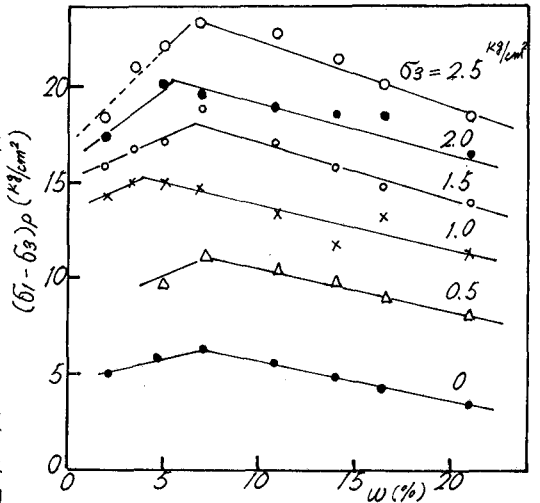


図-1 σ_3 に対する w と $(\sigma_1 - \sigma_3)_p$ の関係

表-1 試験結果

w (%)	21					14					7.2				
Sc (kg/cm^2)	3.41					4.52					5.98				
St (kg/cm^2)	0.16					0.22					0.26				
T_{max0} (kg/cm^2)	0.38					0.50					0.56				
σ_3 (kg/cm^2)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
σ_m (kg/cm^2)	4.56	6.62	8.48	10.14	11.62	5.35	6.24	9.30	11.22	13.09	5.73	8.28	10.95	11.47	14.06
σ_m/Sc	1.45	1.94	2.48	2.97	3.41	1.18	1.38	2.06	2.48	2.90	0.96	1.38	1.83	1.92	2.35
T_{max} (kg/cm^2)	4.06	5.62	6.98	8.15	9.12	4.85	5.74	7.80	9.22	10.59	5.22	7.28	9.48	9.47	11.54
$(T_{max} - T_{max0})/Sc$	1.16	1.47	1.94	2.26	2.52	0.96	1.16	1.62	1.93	2.23	0.77	1.13	1.50	1.50	1.85
T_{max}/Sc	1.28	1.59	2.15	2.38	2.64	1.07	1.27	1.73	2.03	2.34	0.87	1.22	1.58	1.58	1.93

一の直線で示される。従って、地山シラスのせん断強度は含水比が変化しても(1)式で示すことができる。(1)式のA, b定数は、図-2において、 $G_m/S_c=1$, $(\log_{10}(G_m/S_c)=0)$ のときの $(Z_{max}-Z_{max0})/S_c$ の値と、直線の勾配から求め、 $A=0.8$, $b=0.93$ を得る。また、 Z_{max0}/S_c の値は、各含水比のときの実験値として、0.1が求まるので、(2)式は次式で示される。 $Z_{max}/S_c = 0.1 + 0.8(G_m/S_c)^{0.93}$ ----- (3)

この関係は、図-3に示される。(3)式は、前報で述べた、各種の自然含水比状態の地山シラスの関係式と全く同一であり、地山シラスのせん断強度は、含水比、密度が異っても(3)式で示すことができる。

地山シラスのような弱強度の脆性材料²⁾においては、その破壊形態が、脆性から延性と移行する拘束圧(限界拘束圧)は、岩的等価比に比べてかなり小さい。図-4に、各含水比に対する限界拘束圧を示した。Wが約4%以下においては、 2.3 kg/cm^2 が限界拘束圧にある。図-1において、 $\sigma_3 = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ のプロットでWが6%において(破線)軸差応力の減少が著しく、その応力・ひずみ曲線をおいても定常せん断強度とピーク時の軸差応力の差は、かなり小さく、その破壊の形態が延性的であると判断される。つまり風結力のせん断強度に及ぼす割合が小さくなると考えられる。また、含水比が高くなると、図-4で示される限界拘束圧以上において同様の破壊形態が生じていると思われるが追実験で確認するつもりである。図-1で示す実験の領域は、拘束圧が限界拘束圧以下であるため、 $(\sigma_1 - \sigma_3)p \sim \sigma_3$ の関係は、比例的である。ここで、(3)式が適用できる範囲は、図-4の限界拘束圧以下において意味があるといえる以上は、かなり湿り状態で堆積している一次地山シラス(塑性シラス)から採取した供試体についての結果である。ゆえに状態の試験結果については当日発表する。また、本報は、自然含水比以下についての結果であるが、自然含水比状態から飽和状態における試験については、間隙水圧の影響も考慮して、今後行い、別の機会に報告する。

あとがき 資料整理で原口誠夫君の協力を得た。ここに深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 村田・山内: 地山シラスのせん断特性について, 第9回土質工学研究発表会, 昭49, 6
- 2) 村田・山内: 乱さなシラス供試体の強度特性について(第2報含水比の影響), 土木学会西部支部研究発表会, 昭47, 2
- 3) Stagg, Zienkiewicz "Rock Mechanics in Engineering" John Wiley & Sons, 1972
- 4) 村田・山内: 塑性材料の破壊形態に関する一考察, 第8回土質工学研究発表会, 昭48, 6

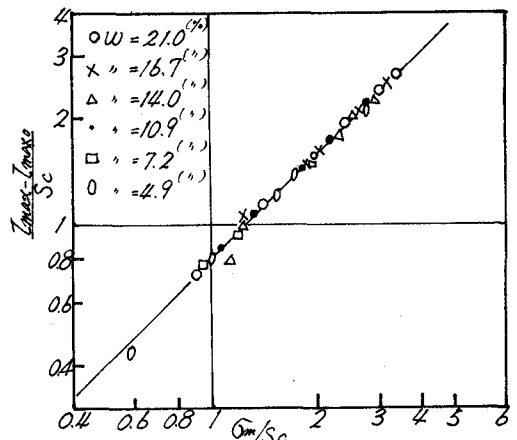


図-2 $(Z_{max}-Z_{max0})/S_c$ と G_m/S_c の関係

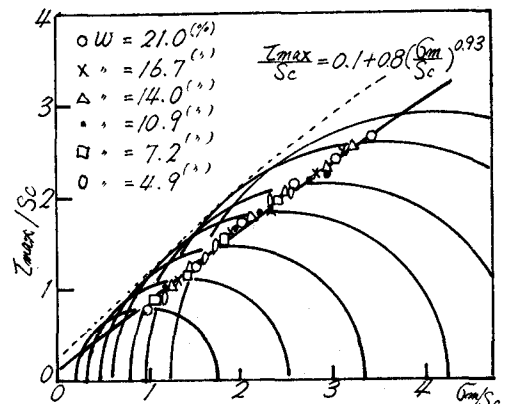


図-3 地山シラスのせん断強度

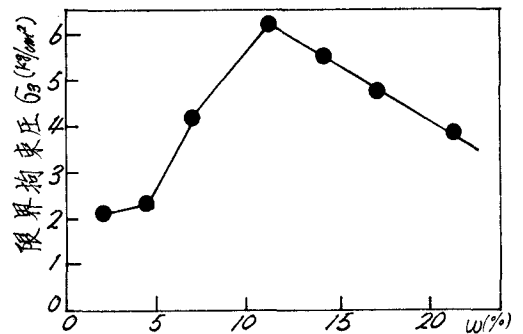


図-4 含水比と限界拘束圧の関係