

しらすの風化による劣化とその評価

九州大学 工学部 学○堀尾大輔 正 落合英俊
正 林 重徳 正 塚本良道

1. はじめに

しらす地帯では、豪雨の度に斜面の侵食や崩壊が繰返し発生し、多くの災害を被ってきた。しらす斜面の崩壊は、同一斜面においても数十年毎に繰返し発生する周期性が指摘されているが、そのメカニズムはまだ解明されていない。固結力を持ったしらす地山が風化し劣化する要因の1つとして、表層部の近傍において繰返される乾燥・湿潤の影響が考えられる。一方、地山しらす中には、かなりの軽石質礫が含まれており、多くの供試体の採取と精度の高い試験を困難なものにしている。そこで、本研究は、固結した地山しらすの乾・湿による劣化の影響を調べる基礎実験として、少量のセメントを用いてしらすに固結力を持たせ、それらの供試体の乾燥・水浸による強度の変化を調べたものである。

2. 試料及び実験方法

試料は、鹿児島県国分市で採取したしらすを空気乾燥させた後篩い、2.0mm以下の粒子($\rho_s = 2.505 \text{ kgf/cm}^3$)を用いた。この気乾しらすに対して、表-1の質量比で普通ポルトランドセメントと水を加え十分に混合した後、直径5cmのモールド内に、3層各50回モールドを木槌で打撃して締固め、供試体を作製した。その後2日間放置しモールドから取り外し、25℃の恒温室内において、含水比約20%に調整されたしらすを入れた容器の中で、約36日間養生したものを供試体として用いた。

実験は定圧一面せん断試験機に、直径5cm、高さ2cmに成形された供試体をセットし、垂直応力を0.2, 0.4, 0.8 kgf/cm²の3段階で作用させ、せん断速度を0.25mm/minで行った。水浸-せん断試験は、圧縮過程の後、供試体下部より供試体が完全に水没するまで水を入れた後せん断し、乾燥・水浸-せん断試験は、供試体を養生後1日間50~60℃の炉で乾燥させた後常温まで冷し、水浸-せん断試験を行った。

3. 試験結果及び考察

図-1は、自然含水比状態の $\sigma_N = 0.2 \text{ kgf/cm}^2$ における、各混合比のせん断試験結果を示している。セメント混合による固結力の発現が、ピーク強度によく表れており、固結力が失われた残留状態における強度には、セメント混合量の違いによる差異は見られない。

次に、自然含水比、水浸、乾燥後水浸の条件下について、セメン

表-1 セメント混合比

	しらす (%)	水 (%)	セメント (%)
1	100	32.5	0.2
2	100	32.5	0.6
3	100	32.5	1.0

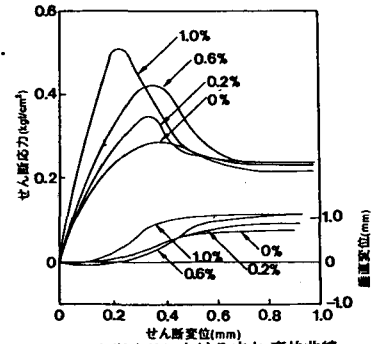


図-1 各混合比における応力-変位曲線

表-2 各試験条件による強度定数

混合比	0.2		0.6		1.0	
	C (kgf/cm ²)	ϕ (°)	C (kgf/cm ²)	ϕ (°)	C (kgf/cm ²)	ϕ (°)
自然含水比	0.140	44.57	0.215	44.71	0.315	45.57
水浸	0.055	44.86	0.080	46.53	0.145	46.80
乾燥水浸	0.050	44.27			0.100	45.14
残留	0.044	41.64	0.043	41.64	0.043	41.64

ト混合比を変化させた一面せん断試験の結果を、図-2. ~ 4. に示す。また、表-2は、各セメント混合比とそれぞれの試験状態におけるせん断強度定数を、とりまとめたものである。

まず、残留状態について見ると、水浸、乾燥・水浸の試験条件に係わらず、ほぼ等しいせん断定数 (c_r, ϕ_r) を持つ。自然含水比状態におけるせん断強度 τ_n は、図-2に示すように、セメント混合量の増加に伴い増加し、それぞれほぼ平行な破壊線となる。

さらに、図-3, -4によると、せん断強度は水浸時のせん断強度 τ_s 、乾燥・水浸のせん断強度 τ_{ds} へと減少し、残留強度 τ_r に近づいている。特に、表-2と併せて見ると、自然含水状態の c に対して、水浸あるいは乾燥・水浸の条件の下で、 c の値が低下していることが良く分かる。この原因の1つには、しらすの固結を促していたサクションが、水浸により低下したためであると考えられる¹⁾が、最大の原因は、水浸、乾燥・水浸という条件の変化によって、セメントを用いて与えていたしらす中の固結力が失われるためであると思われる。すなわち、水浸、乾燥・水浸による固結力の低下が、強度の低下(劣化)となって現れていると言えよう。

また、セメント含有比が大きい場合、すなわち固結の程度が大きい場合は、乾燥・水浸の場合の方が水浸のみの場合に比べて粘着力は大きく低下しており、固結力は含水状態の変化の繰り返し、または変化の大きさに伴い次第に破壊されていくものと考えられる。

このような c の低下に対して、せん断抵抗角は水浸させた状態においては若干増加しているようにもみられるが、乾燥・水浸状態の結果を考えると、ほとんど変化しないと見ることができよう。粘着成分がひずみの小さな段階で発揮されるのに対して、摩擦成分はかなりひずみが進んだ段階で発現すると言われていることとも、符号するものと考ええる。

4. まとめ

セメント混合による疑似固結しらすに対する一面せん断試験結果より、水浸、乾燥・水浸により粒子間の固結力が破壊・喪失されるのに伴い、しらすのせん断強度も低下すること、また、この強度低下は、水浸だけの場合よりも乾燥・水浸の場合の方がより顕著であることが明らかになった。

【参考文献】

- 1) 梅村他: 締固めたしらすの水浸に伴うせん断変形特性の変化について: 第27回土質工学会全国大会講演概要集。

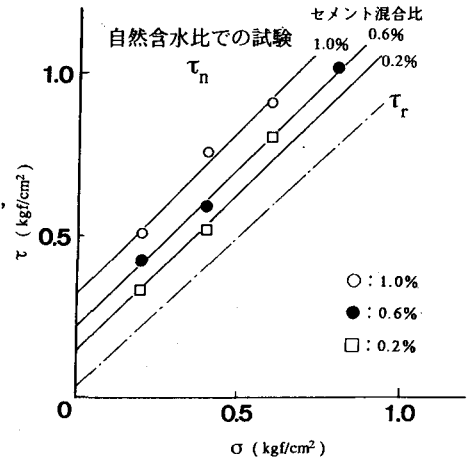


図2 自然含水比におけるせん断抵抗 τ_n

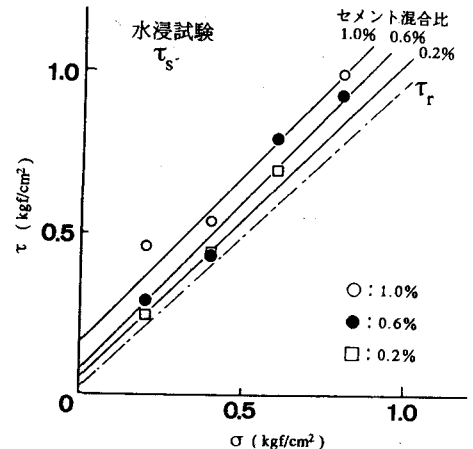


図3 水浸時におけるせん断抵抗 τ_s

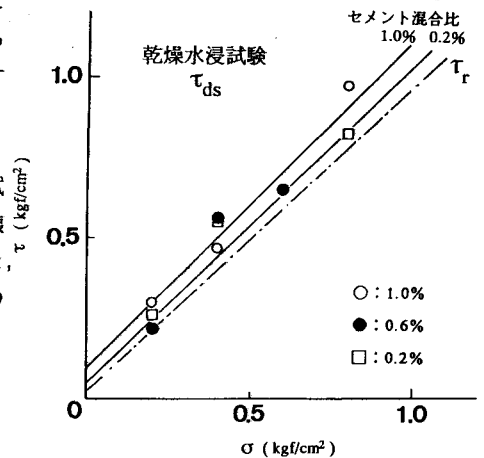


図4 乾燥後水浸時におけるせん断抵抗 τ_{ds}