

九州大学工学部 ○後藤重之輔

山口豊隆

鹿児島高等

村田秀一

1. 研究の目的

南九州のしらす地帯では、地山しらすの切土斜面設計をいかにすべきか、既に絶たない地山斜面災害を防止するうえで現実の緊急問題である。このため、土質工学会ではまず地山しらすの判別分類法を確立することが先決だとして、山中式土壌硬度計による地山しらすの判別分類基準¹⁾を発表した。これによれば、地山しらすは硬度により極軟質しらす、軟質しらす、中硬質しらす、硬質しらすおよび凝結凝灰岩の5種に分類される。このうち極軟質しらすよりなる地山斜面の安定性については、既に著者ら²⁾により主として斜面内に発生する引張り応力に着目して論じられているが、本報ではこれと同じ観点に立って地震時のしらす切土斜面の安定性を論ずるものである。解法には有限要素法と震度法を併用し、しらすの物性値とくに弾性定数については表-1に示す静的状態の値をそのまゝ用いた。水平震度はさびの地震(1966)のさいに推算された値 $k=0.3$ である。

2. 引張り応力領域とその大きさ

図-1は中硬質しらすについて、引張り応力領域と斜面傾斜角の関係を示すものである。引張り応力は地震時においても静的状態と同様に、 $\theta=45^\circ$ の緩傾斜では主じないことば大きな特徴としてあげられる。 $\theta=80^\circ$ および 90° の急傾斜になると、引張り応力はとくに地震力が斜面に入る方向に作用する場合、斜面全面のみならず斜面の奥深くにまで静的状態以上に広がることが認められる。

斜面ののり先部とりのり肩部における引張り応力の大きさと傾斜角の関係は、中硬質しらすの場合図-2のようになる。のり肩の引張り応力は傾斜角の増加に伴ってわずかに増加するが、

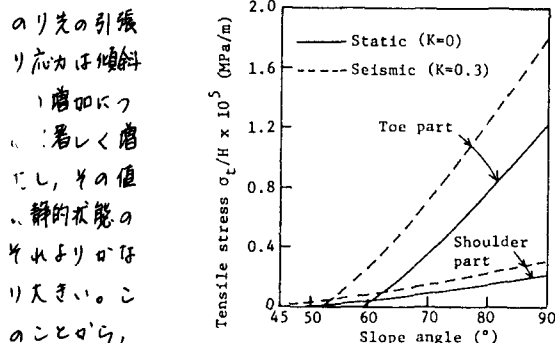


Figure 2 Relation between magnitude of tensile stress and slope angle in case of semi-hard Shirasu

TABLE 1 STRENGTH CONSTANTS USED FOR ANALYSES

Kinds of Shirasu	Soft Shirasu	Semi-hard Shirasu	Hard Shirasu
Tensile strength σ_t (kPa)	5	8	22
Apparent unit weight γ_t (kN/m ³)	12.7	13.7	15.0
Young's modulus E_e (MPa)	8	11	22
Poisson's ratio ν_e	0.41	0.38	0.33
Apparent cohesion c_f (kPa)	30	42	80
Angle of shear resistance ϕ_f (°)	38	41	45

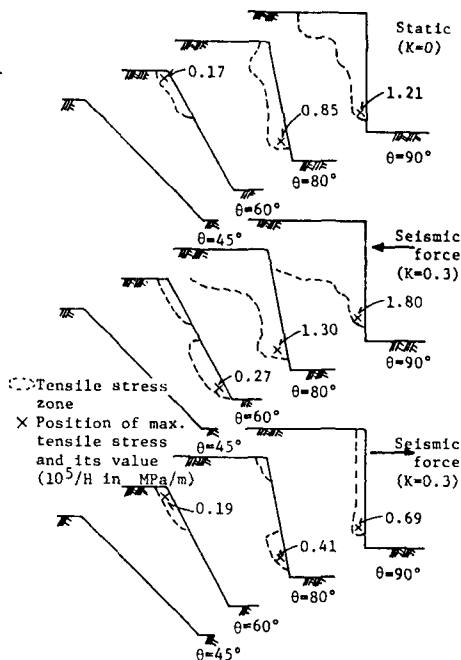


Figure 1 Relation between magnitude of tensile stress zone and slope angle in case of semi-hard Shirasu

り破壊は、礫砂では可能性がほとんどないが、急斜面では静的状態以上のり先部においてその危険性が大きいと推測される。

図-3に急斜面斜面におけるり先部の最大主応力および最小主応力としらすの持つ引張り強度との関係を示す。斜面にほぼ直向方向に作用する最小主応力(引張り応力)は引張り強度が小さい程大きく、最大主応力(圧縮応力)もかなり大きな値を示して斜面にほぼ平行な方向に働くので、急斜面の場合の引張り破壊はますます促進せられることとなる。

3. 臨界無きつ高さ

斜面内に発生する最大引張り応力がしらすの持つ引張り強度と等しくなる斜面の高さを臨界無きつ高さ H_{ct} と定義する。3種類のしらすについて、この臨界無きつ高さ H_{ct} と斜面傾斜角 θ の関係を示せば、図-4のようになる。 $\theta=80^\circ$ の場合、中硬質および軟質しらすにおいては、臨界無きつ高さは著しく低下する。 $\theta=60^\circ$ の場合、斜面底部において引張り破壊が予想されるが、硬質および中硬質しらすの臨界無きつ高さは50m以上となり、現実的には引張り破壊はないと考えられる。したがって、垂直に近い斜面でとくに引張り強度の小さいしらすに対しては、十分に引張り破壊に対する対策・工夫を払う必要がある。

斜面のある要素におい

ては、場合によって局所的なせん断破壊の起る

ことも予想されるので、各要素のせん断応力のMohr-Coulombの破壊包絡線に対する垂直方向への余裕度 S_c を調べる必要がある。斜面内に $S_c > 1$ なる要素が出現した斜面高さを、局所せん断破壊の起る斜面高さ H_{cs} と定義する。図-5は中硬質しらすの臨界高さ H_{ct} 、 H_{cs} と斜面傾斜角 θ の関係を示したものである。静的および地震時にわかかわらず、 $\theta > 75^\circ$ の急斜面においては $H_{ct} < H_{cs}$ 、 $\theta < 75^\circ$ であれば $H_{ct} > H_{cs}$ であることがわかる。この傾向は硬質および軟質しらすにおいても同様である。したがって、急斜面においては、斜面先端における局所引張り破壊が斜面の破壊に支配的な役割を果たすことが明らかである。なお、 $\theta=60^\circ$ の斜面においては、完全なせん断すべり破壊が生ずる以前に、引張り破壊がその安定性に重大な影響を及ぼしていることが推察できる。

- 1) 工務学会しらす標準化委員会, 「土基礎」, 27-8 (1979), 53/55.
- 2) 山内・後藤 村田, 「しらす標準化シンポジウム論文論文集」(1979), 33/36.

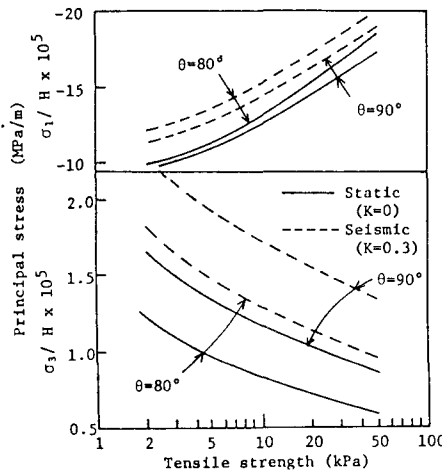


Figure 3 Relation between magnitudes of principal stresses at the toe part and tensile strength

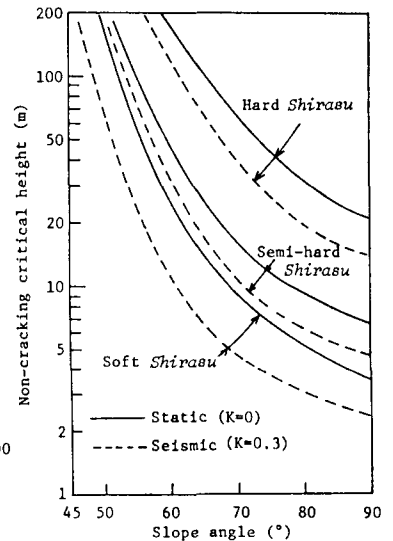


Figure 4 Relation between non-cracking critical height and slope angle

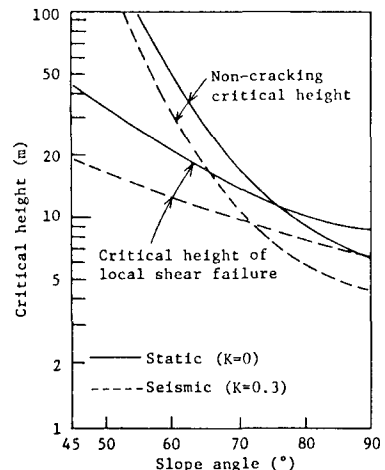


Figure 5 Relation between two kinds of critical heights and slope angle in case of semi-hard Shirasu