

## 土 質 工 学 会 基 準

## 「硬さによる地山しらすの判別分類法」(JSF 規格:M 2-81)について

土質工学会調査部長 井 上 嘉 信

標記の土質工学会基準が、新しく制定されましたので御報告します。この基準は、昭和51年11月に発足しました「しらす基準化委員会」(委員長:山内豊聡)により原案が作成され、会員への原案提示(土と基礎, Vol.27, No.8)、会員からの意見提出、同原案に関するシンポジウム(「しらす基準化シンポジウム」, 昭和54年12月, 於:鹿児島市)での検討、情報委員会における審議(昭和55年12月)、理事会における審議(昭和56年2月)を経て、制定されたものであります。

「しらす基準化委員会」が、しらすの試験方法全般について問題点を究明する中で、しらすに関する各種災害を防

止するための調査・設計・施工の統一的な指針の作成が必要であるとし、このためにはしらすの判別分類の基準の作成が急務であるとの判断から、この基準の原案が作成されました。調査部としましても、今後におけるしらすの切土工設計・施工などで、この基準が効果的に活用されるように、同委員会によって作成された基準の解説も掲載しましたので、基準とあわせて御利用いただきたいと思います。

この機会に、ご多忙の中を数年にわたる調査・研究と基準化作業に労を惜しまれなかった、山内豊聡委員長はじめ委員の方々に厚くお礼を申し上げます。

## 土 質 工 学 会 基 準

## 「硬さによる地山しらすの判別分類法」について

しらす基準化委員会 委員長 山 内 豊 聡

本基準は、昭和54年「土と基礎」第27巻第8号に公表した「地山しらすの判別分類基準案」の検討などを目的として、同年12月に「地山しらすの判別分類およびこれに関連する問題」と題したシンポジウム(その概要は、「土と基礎」第28巻第6号に掲載)を鹿児島市内で開き、その結果および土質工学会情報委員会による意見を参考にして、名称をはじめ数箇所の語句の訂正を行い本基準を作成したものである。

既に上掲資料でも強調したように、しらすの試験法、調査法のうち、特に新しく地山しらすの判別分類法の基準化をとりあげたのは、それが防災上最も重要度が高く緊急を

要すると委員会で判断したからである。また、同分類法決定の経緯と方法は解説によって理解されるだろう。

この判別分類の結果を実際の切土工の設計施工に応用するための指針を解説のなかで掲載したが、全面的にこの指針を採用するには行政上まだ問題があるので、土質工学会しらす基準化委員会案としたが、この指針が地山しらす災害の防止軽減に寄与するであろうことを疑わない。

なお、本基準化委員会発足以来終始熱心に協力を惜しまれなかった全委員ならびに学会の関係各位に対し、深甚の謝意を表するものである。

## 土 質 工 学 会 基 準

## 硬さによる地山しらすの判別分類法 (JSF 規格:M 2-81)

## 1. 総 則

## 1.1 適用範囲

この基準は、南九州における乱さない状態の地山しらす

を硬さによって判別分類するためのものである。地山しらすは、溶結の程度や物理的・化学的性質によってその力学的性質が異なるが、それらを乱したものはいずれも類似した材料となる。なお、しらす地帯に見られる軽石層、火山

表—1 硬さによる地山しらすの判別分類

分類	しらす				溶結凝灰岩
	極軟質 しらす	軟質 しらす	中硬質 しらす	硬質 しらす	
指標硬度 (mm)	20以下	20~25	25~30	30~33	33以上

灰質有機質土、火山灰質粘性土などの判別分類は、観察によることとして、この基準から除外している。

## 1.2 定義

しらすとは、地質時代のうへからは第四紀の火山噴出物で、成因上は軽石流堆積物の非ないし弱溶結部およびその二次堆積物であり、淡褐色あるいは灰白色などを呈する。

## 2. 判別分類

硬さによる地山しらすの判別分類は、土壤硬度計による指標硬度を用いて、表—1によるものとする。

## 3. 土壤硬度計

### 3.1 土壤硬度計の構造（図—1 参照）

土壤硬度計は、円錐部、突き当てつま、ばね、遊動指標および指標硬度目盛から構成される。

### 3.2 円錐部

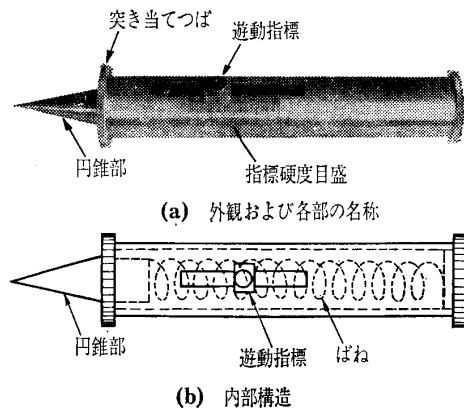
土中に圧入される部分で、下記の寸法を持つもの。

長さ	40 mm
底面直径	18 mm
頂角	12°40′

### 3.3 突き当てつま

円錐部を土中に圧入したとき測定面に接触する部分で、下記の寸法を持つねじ込み式の穴あき円板。

つまの直径	38 mm
つまの厚さ	4 mm
穴の直径	18 mm



図—1 土壤硬度計の構造

## 3.4 ばね

硬度計の内部に装着されたコイルばねで、円錐部に接続されて、円錐部を土中に圧入する際の抵抗に比例して伸縮し、8 kgf の荷重に対して正確に 40 mm 縮小するものでなければならない。

## 3.5 遊動指標

ばねの縮みにしたがって移動し、任意の点で停止して測定値を正確に指示するもの。

## 3.6 指標硬度目盛

ばねの縮長を読み取るためのもので、mm 単位で表示されている。

## 4. 指標硬度の決定法

### 4.1 測定面の整形

地山しらすを図—2のように切り込んで約 30 cm 平方の垂直面を作り、その面を平坦に整形して測定面とする。測定面が雨でぬれている場合には、切り込みは本来の含水状態を示すと判断されるところまで行う。

### 4.2 円錐部の圧入

1) 遊動指標を指標硬度目盛の 0 におき、円錐部を測定面に正しく直角に当てて、突き当てつまが完全に測定面に接触するまで、円錐部を徐々に圧入する。このとき、遊動指標部のスリットに土が入り込まぬよう、目盛部を側方あるいは下方に向けて操作する。

2) 円錐部を圧入する際、軽石に当たった場合には、その箇所を避けて前項の操作をし直す。

### 4.3 円錐部の抜き取り

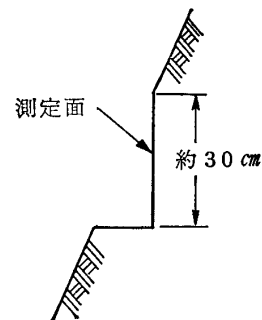
遊動指標が移動しないように、円錐部を静かに抜き取り、遊動指標の示す指標硬度目盛の値を読んで記録する。

### 4.4 再測定

円錐部に付着した土や遊動指標部のスリットに入り込んだ土をよく清掃したあと、遊動指標を指標硬度目盛の 0 に戻して、再び測定を行う。

### 4.5 指標硬度の決定

測定は 1 測定面について 5 回以上実施し、4.3 で記録された指標硬度のうちかけ離れた値を除く平均値をもって、その位置での指標硬度とする。



図—2 測定面の整形

## 硬さによる地山しらすの判別分類法の解説

### 1. ま え が き

南九州でしらすと呼ばれている地層には、軽石流堆積物、降下軽石堆積物、軽石流・降下軽石の二次堆積物および凝灰質砂・砂礫層がある。本基準では、典型的なしらすとして、最も広く分布している第四紀火山活動に由来する軽石流堆積物の非ないし弱溶結部およびその二次堆積物を取扱いの対象としている。

自然状態のいわゆる地山しらすの工学的性質は、溶結の程度やその他の物理的・化学的性質および堆積の位置によって異なる。したがって、しらす地帯における各種土工の設計施工においては、この工学的性質の相違を考慮する必要がある。その際、地質学的には非常に細かく分類されているしらすを工学的性質によって何種類かに単純に分類できないかということが、しらすを取り扱う技術者の切実な要求であった。このような要求が各方面で検討され、しらすの切土工設計のためのしらすの判別分類法が、建設省九州地方建設局等幾つかの機関で試案などとして示され、それぞれの機関において実用に供されていた。

土質工学会しらす基準化委員会では、昭和51年11月から昭和54年12月にかけて、工学的立場からのしらすの判別分類に関する既往の研究成果や各機関における判別分類法を検討し、更に現地調査を行い、統一的な分類法の確立をめざして、土質工学会基準案「地山しらすの判別分類基準」を作成した。この基準案を「土と基礎」、第27巻、第8号(昭和54年8月)に発表し会員からの意見聴取を行ったが、異議は何ら出されなかった。ついで、本基準案に対する意見を求めることを中心として、シンポジウムを昭和54年12月に鹿児島市において開催したところ、しらすの判別分類は工学的立場からだけでなく地質学的観点も考慮して行うべきであるとの批判があった。当基準化委員会ではこの批判を重要な注意喚起として受け止め、本基準の解説にもその結果を盛り込んでいる。

判別分類の基準を何に求めるか、また単一の性質による分類か、あるいは複数の性質の組合わせによる分類かなどは、非常に重要な課題である。地山しらすの工学的性質は「硬さ」によって異なることから、本基準では一定の調査方法で規定された「硬度」を判別分類の指標とすることとした。

このように規定された硬度は、しらすの物理的・化学的諸性質が相互に関連しあった結果として表されるものである。また、硬度の測定法としては、高度の技術を必要とせず、簡便でしかも客観的に行える方法が望ましい。現時点では、これらの条件を満足するものとして、従来、しらす

の現地調査において各方面で使用されてきた山中式土壤硬度計を採用することとなった。

本基準はしらす切土工の設計施工指針の決定に寄与することを目的として、工学的立場からしらすの判別分類を行うために制定されたものである。また、切土工の工法決定に当たっては、硬度のほかに地質、用地、環境、工事の種類等が重要な因子として考慮されるべきである。

#### 1.1 適用範囲

しらすと同一成因の火山性堆積層は各地でその存在が確認されているが、この基準は南九州に分布する地山しらすを工学的立場から判別分類することに適用するものである。なお、地山しらすとしての力学的性質が異なっても、乱したしらすは本質的に単なる砂質の土質材料となるので、この分類については日本統一土質分類によればよい。

#### 1.2 定義

地山しらすとは、原位置における乱さない状態のしらすを意味する。判別分類の対象とするしらすはまえがきで述べたような地層であり、軽石流堆積物の岩相は一般に風化部、非溶結部、弱溶結部、溶結部と漸移する。これらのうち溶結部は溶結凝灰岩と呼ばれ、しらすとは別種のものでして区別される。また、軽石流堆積物によるしらすは、一次しらすと呼ばれることもある。二次堆積層は二次しらすと呼ばれており、軽石流・降下軽石堆積層が流水の作用や気象作用によって浸食・運搬され再堆積したもので、一般に粒径が良くそろっており、一次しらすを覆って分布する。

### 2. 判 別 分 類

地山しらすの判別分類は、前述のようないきさつから土壌硬度計で測定した指標硬度によることとした。地山しらすを指標硬度で判別分類するには、分類の指標となる硬度の境界値、すなわち境界硬度を決定しておかねばならない。本基準では、その決定を主成分分析を主とする統計解析により次の手順で行った。

まず、現地における調査資料に基づいて主成分分析を行い、その結果から硬度の群別分類を行った。次に、各群に属する硬度の度数分布が正規分布となるか否かを  $\chi^2$  検定により調べたのち、F検定とt検定を行って群別分類の有意性を確かめた。最後に、群別分類された各群の指標硬度の(平均値±標準偏差)によって境界硬度を決定した。

解析の結果、地山しらすは指標硬度で20 mm以下、20～25 mm、25～30 mm、30～33 mm、33 mm以上の5群に分けられたので、それぞれに従来から使われてきた極軟質しらす、軟質しらす、中硬質しらす、硬質しらすおよび溶結凝灰岩の各名称を対応させることにより、表-1に示す

表-2 地山しらすの判別分類に基づく切土工の設計施工指針（土質工学会しらす基準化委員会案，1980年）

分 類	し ら す				そ の 他			
	極軟質しらす	軟 質 しらす	中硬質しらす 注1)		硬 質 しらす	溶結凝灰岩	軽 石 層	火山灰質有機質土および火山灰質粘性土
指 標 硬 度 (mm)	20以下	20~25	25 ~ 30		30~33	33以上	—	—
			植生工が容易	植生工が困難				
湧水がない場合	勾配(割)	1.0~1.5	0.8~1.2	0.8~1.0	0.5~0.8	0.5~0.8	0.5 以下	1.0~1.5
	のり面保護工	のりわく植生工，のりわく栗石張り，のりわくブロック空張り，コンクリート張り	のりわく植生工，植生穴工，植生マット，張 芝	のりわく植生工，植生穴工，植生マット，張 芝	しらす・セメントのモルタル吹付け	しらす・セメントのモルタル吹付け	無 処 理	のりわく栗石張り，のりわくブロック空張り，コンクリート張り
湧水がある場合	勾配(割)	1.0~1.5	1.0~1.2	1.0~1.2	1.0 程度	1.0 程度	0.5 以下	1.0~1.5
	のり面保護工	のりわく栗石張り，ブロック空張り，コンクリート張り	のりわく植生工，植生穴工，植生マット，張 芝	のりわく栗石張り，ブロック空張り，コンクリート張り	のりわく栗石張り，ブロック空張り，コンクリート張り	のりわく栗石張り，ブロック空張り，コンクリート張り	無 処 理	のりわく栗石張り，ブロック空張り，コンクリート張り
排水処理の必要 注2)		あ り	あ り	あ り	あ り	あ り	な し	あ り

注1) しらすは水に浸食されやすく，のり面の保護が極めて重要である。指標硬度が 27 mm 以下を植生工が容易，27 mm 以上を植生工が困難なものと判断し，中硬質しらすを対象としてこの判別よりのり面保護工を設計するものとする。

注2) のり高（垂直高）が 10 m を越える場合は，地質条件を考慮して約 7 m 高ごとに幅 1.5~2.0 m の小段を設ける。また，後背地からの表面水をのり面に流さないようにのり肩の排水溝を完備するとともに，のり面に対して浸食されないように十分な排水施設を設けるものとする。

地山しらすの判別分類表が得られた。

表-1 では硬度のみを測定して地山しらすを判別分類するが，観察を加味する場合には，風化しらす，普通しらす，硬しらすなどという用語が用いられることが多いため，これらの用語と表-1 の名称を対応させれば，風化しらすは軟質しらすに，普通しらすは中硬質しらすに，硬しらすは硬質しらすにほぼ対応する。また，硬度のみによっては軽石流堆積物とその二次堆積物の判別を行えないので，この判別には露頭やボーリングコアの観察を必要とする。

### 3. 土壌硬度計

採用している土壌硬度計は山中の考案になるもので，一般に山中式土壌硬度計と呼ばれている。これによれば，硬度は次の 2 方法で表示される。

a) 指標硬度：ある硬度に対応するコイルばねの縮長の最大値で，mm 単位で表示する。0~40 の間の数値で，硬いしらすほど大きい値を示す。b) 支持強度：円錐部のうち土中に圧入された部分の底面における単位面積当たりの抵抗値で，kgf/cm<sup>2</sup> 単位で表示する。0 ないし無限大の数値で，しらすが硬いほど大きい値を示す。

現在の市販の山中式土壌硬度計には，指標硬度目盛と支持強度目盛が付いているが，地山しらすの判別分類には指標硬度を用いることとした。

なお，3 および 4 に規定されているコイルばねは，8 kgf

の荷重に対して正確に 40 mm 縮小するように，適宜検定しなければならない。

### 4. 指標硬度の決定法

地山しらすは軽石礫や安山岩などの異質礫を含むため，測定面の整形が非常に困難であるが，時間をかけて入念に鋭利な刃物で平たんに整形することが必要である。測定面はほぼ鉛直とし，土壌硬度計は水平方向に保持してしらすの硬度を測定する。測定面の整形，軽石などの礫の存在，円錐部に付着した土などが測定誤差の原因となるので，注意しなければならない。

### 5. 判別分類の応用例

地山しらすの工学的判別分類の目的は，前述のように地山しらすの切土工の設計施工指針を得ることである。切土工は高速道路，国道，県道などの一般道路，鉄道，林道，農道，治山，砂防，宅地造成等の工事において直面する問題である。これらの工事に一律の基準を適用することは困難であり，保全対象，経済的效果，用地問題，景観等多くの因子が考慮される必要がある。また，道路工事，宅地造成等に伴う切土工と災害復旧工事，土地保全工事に伴う切土工とは，立場がやや異なるところがある。表-2 は高速道路，国道および主要地方道の切土工を対象として，その設計施工指針としてあげるものである。