

2004.11.26

JGS基準 「岩盤の工学的分類方法」 の制定とその背景 (JISとISO)

- トンネル設計への適用を念頭に -

地盤工学会 基準部
岩盤分類基準化委員会
田中 莊一 (技術士事務所)

基調報告のアウトライン

- 岩盤分類(岩盤の工学的分類)の変遷
- 地質・岩盤に関する基準化・国際規格化の動き
- 地盤工学会制定基準の概要
- トンネル設計を念頭に置いた岩盤の工学的区分への適用に際して
- 岩盤の工学的区分の展開と今後の取り組み

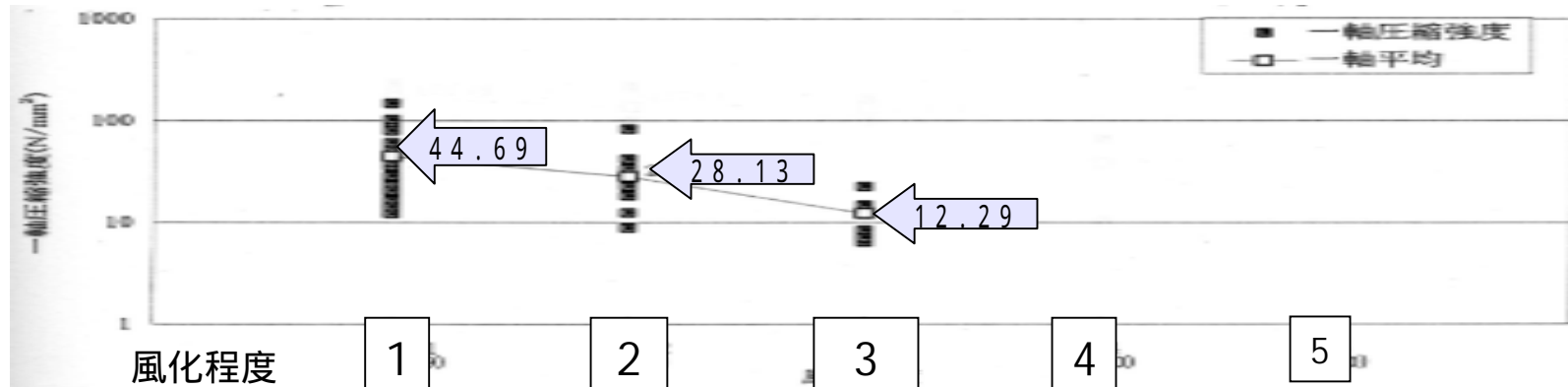


ハンマー打診と風化の程度

風化度	ハンマーによる打診
1	ハンマーの軽打で澄んだ金属音を発する。新鮮。
2	ハンマーの軽打で一部低い金属音。概ね新鮮である。部分的に褐色の風化が認められる。
3	ハンマーの軽打でやや濁った金属音。全体的やや風化変質。
4	ハンマーの軽打で容易に岩片状。岩芯まで風化変質。
5	強風化を受け、砂～粘土状。

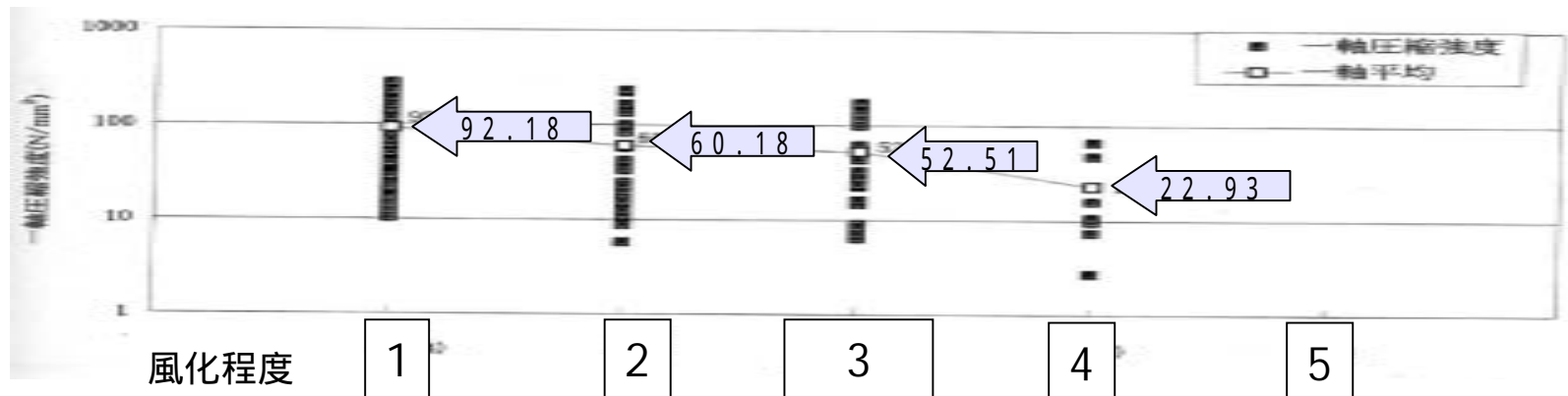
凝灰角礫岩

一軸圧縮強度 σ_c (MN/m^2)



頁岩・凝灰岩・安山岩・ドレライト・凝灰角礫岩 岩・火山礫凝灰岩

一軸圧縮強度 σ_c (MN/m^2)



一軸圧縮強さとハンマー打診

岩盤分類・地山分類の位置づけ

個々に解析を通して設計を行うことには馴染まない構造物に対し、岩盤分類の結果を設計に直接用いる流れ：トンネル・切取斜面

（岩盤構造）解析を通して設計が行われる流れ：大断面トンネル、ダム、地下空洞、原発基盤

- 岩盤分類と既存の岩盤試験結果のデータとの関連・検討の結果を利用して必要な岩盤物性を定めるケース
- 岩盤物性を評価するために原位置岩盤試験が実施され

るケース

一軸圧縮強さの野外判定法

ISO14689-1:2003(E)

用語	現地における判別	一軸圧縮強さ MN/m ²
極めて弱い ^a	親指の爪で貫入できる	1 以下
非常に弱い	地質ハンマーの強打で崩せる, ポケットナイフで削れる	1 ~ 5
弱い	地質ハンマーの強打でくぼみができる, ポケットナイフで削るのは容易でない	5 ~ 25
中程度の強さ	ポケットナイフでは削れない, 地質ハンマーの一回の強打で壊せる	25 ~ 50
強い	試料を採るには岩を地質ハンマーで一回以上叩かなければ割れない	50 ~ 100
非常に強い	試料を採るには岩を地質ハンマーで多数叩かなければ割れない	100 ~ 250
極めて強い	地質ハンマーではかけらしか採れない	250 以上

^a ある種の極めて弱い岩石は土として挙動するので, それらは ISO 14688-1 に基づいて土として記載しなければならない。

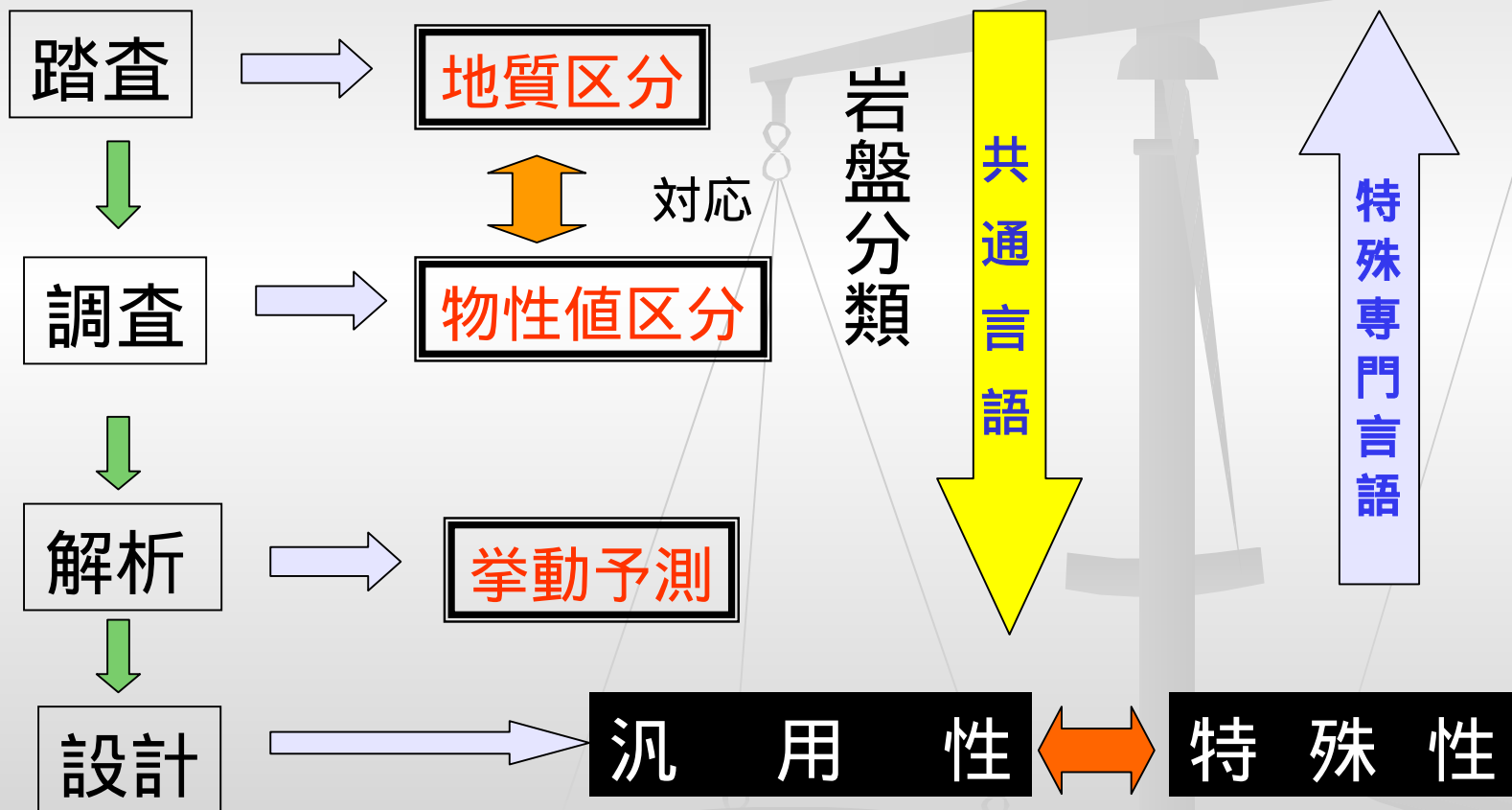
10MN/m²

各機関で用いられる岩盤分類と分類要素

対象	機関	分類名	分類要素													
			岩種	風化・変質の程度	破碎状況	層理・片理の状態	割れ目間隔	割れ目の状態	固結度	岩石強度	変形特性	ハンマー打撃	弾性波速度	地山強度比	コア採取率	
トンネル	国鉄（現JR） ¹⁹⁾	トンネルの地山分類	○									○	○			
	日本道路協会 ²⁰⁾	トンネルの岩盤分類	○	○		○	○	○			○	○		○		
	道路公団 ²¹⁾	同上	○	○		○	○				○	○		○		
	農水省 ²²⁾	トンネルタイプ判定基準	○		○		○			ポアソン比	○	○		○		
	水資源公団 ²³⁾	同上	○	○			○				○	○				
ダム基礎	電力中央研究所 ²⁴⁾	電研式岩盤分類		○							○					
	建設省 ²⁵⁾	土研式岩盤区分					○	○								
	水資源公団 ²⁶⁾	岩盤分類		○				○			○					
	電源開発(株) ²⁷⁾	同上		○				○			○					
切取斜面	国鉄（現JR） ²⁸⁾	土構造物の岩盤分類	○	○				○								
	建設省 ²⁹⁾	切土法面のための分類	○	○				○				○				
橋梁基礎	本四公団 ³⁰⁾	風化花崗岩の分類		○	○			○	○			○		○		
共通	地盤工学会 ³⁰⁾	岩の分類表						○	○			○				

(注) ◎：定量的表現 ○：定性的表現

岩盤分類(岩盤の工学的分類)の変遷



岩盤分類に関する国際的な動き

ISO14689 - 1 : 2003 岩の判別と記載

“Geotechnical engineering - Identification and classification of rock -Part 1 Identification and description”

概要: ボーリングコアなどの岩石試料や岩盤の露頭を対象に、鉱物組成、粒径、成因、不連続面、構造、風化などを用いて、地盤工学分野における岩の判別と記載に関わる分類要素について記述。岩盤分類のための基本要素を確定。

1996年以來、日本が主体的に修正案を提出するなど積極的に参画。日本の意見を軸にした規格(2003年成立) ISO-710 part-1 ~ 7(TC82で1974 ~ 84年)の取り扱いが問題わが国の対応: 岩盤分類へと展開する可能性が強いため地盤工学会で基準策定のための委員会を設立。次展開を準備中。

●地盤・基礎設計に関する国際統合化

✓地盤及び関連分野ISO / TC

		審議団体
TC 82	鉱山	(社)資源・素材学会
TC 182	地盤工学 Geotechnics (in civil engineering)	(社)地盤工学会
TC 190	地盤環境 Soil quality	(社)地盤工学会
TC 211	地理情報	(財)日本測量調査技術協会
TC 221	ジオシンセティックス Geosynthetics	(社)地盤工学会

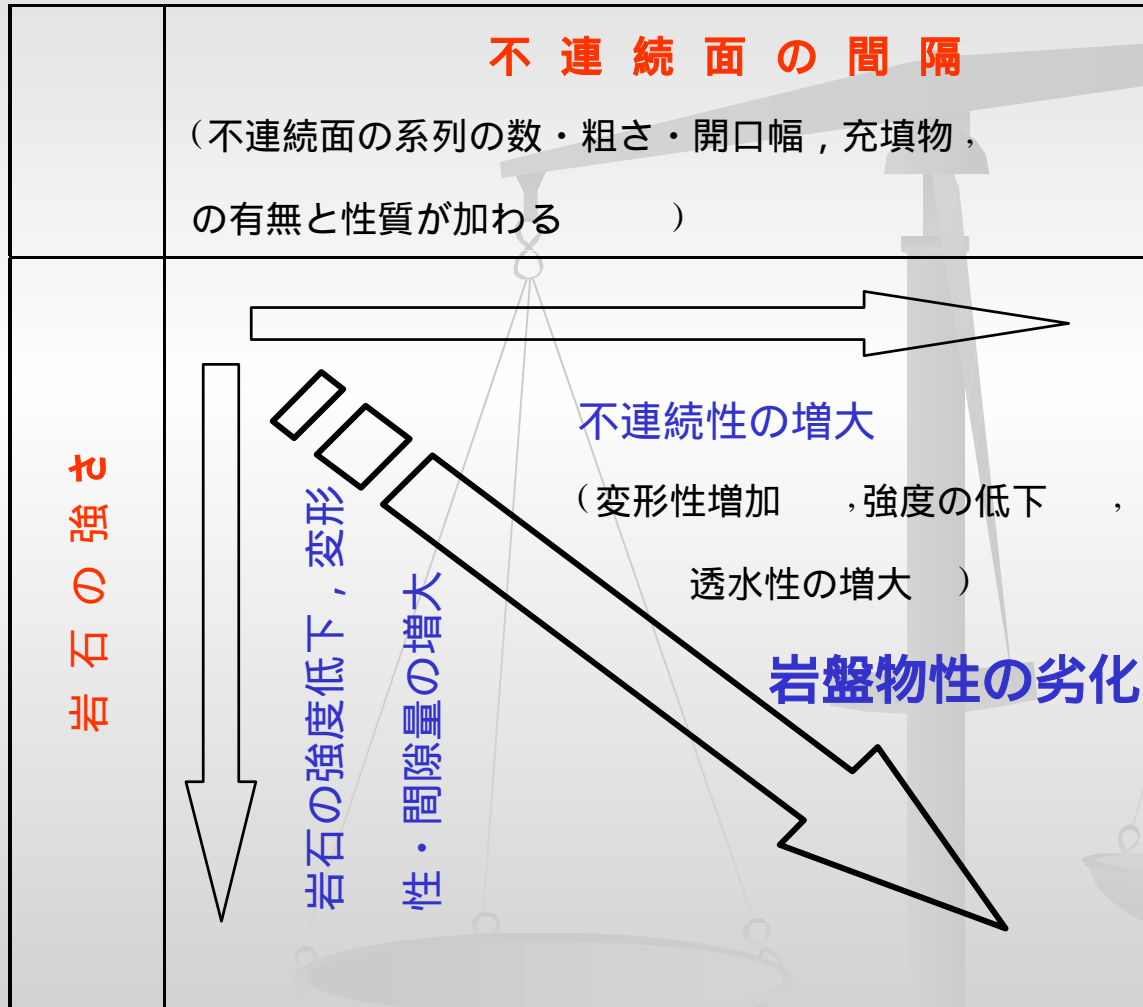
✓ISO / TCと並行審議されているCEN

CEN/TC 341	地盤調査・試験法 Geotechnical investigation and testing	(社)地盤工学会
------------	--	----------

✓地盤・基礎関係審議中のCEN

CEN/TC 250/SC 7	地盤・基礎設計 Geotechnical design	(社)地盤工学会
CEN/TC 288	施工標準 Execution of Geotechnical special works	

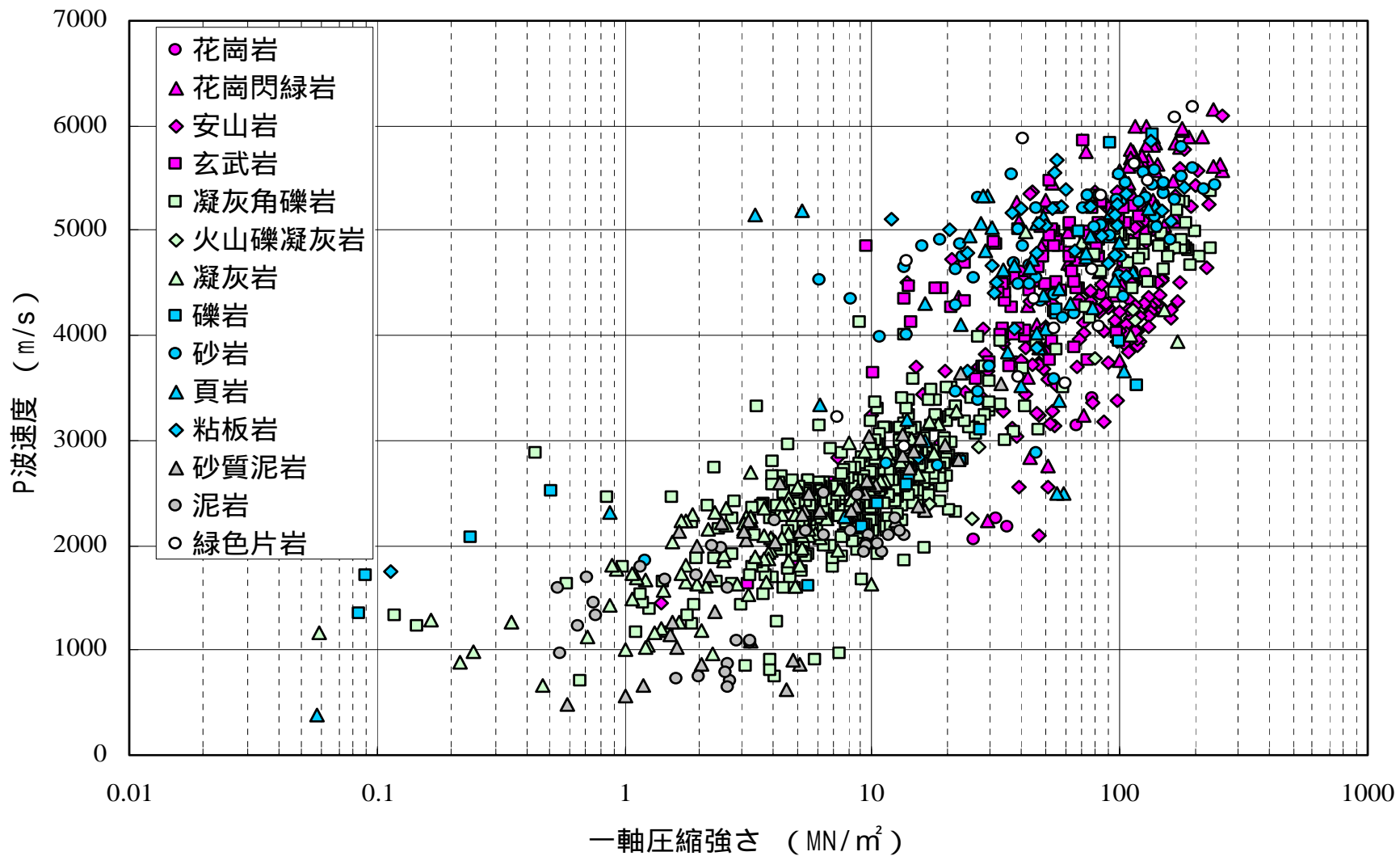
硬岩系岩盤の分類体系と岩盤物性



軟岩系岩盤の分類体系とスレーキング/スウェリング特性

一般的な傾向を概念的に表示(ほとんど無い、弱い、強い)

(mm)		卓越粒径			
		2 以上	~ 0.063	~ 0.002	0.002 以下
岩石の強さ	D 25 ~ 10	ほとんど無い			
	E 10 ~ 5			弱い	
	F 5 ~ 1				
	G 1以下			強い	



一軸圧縮強さとP波速度の関係

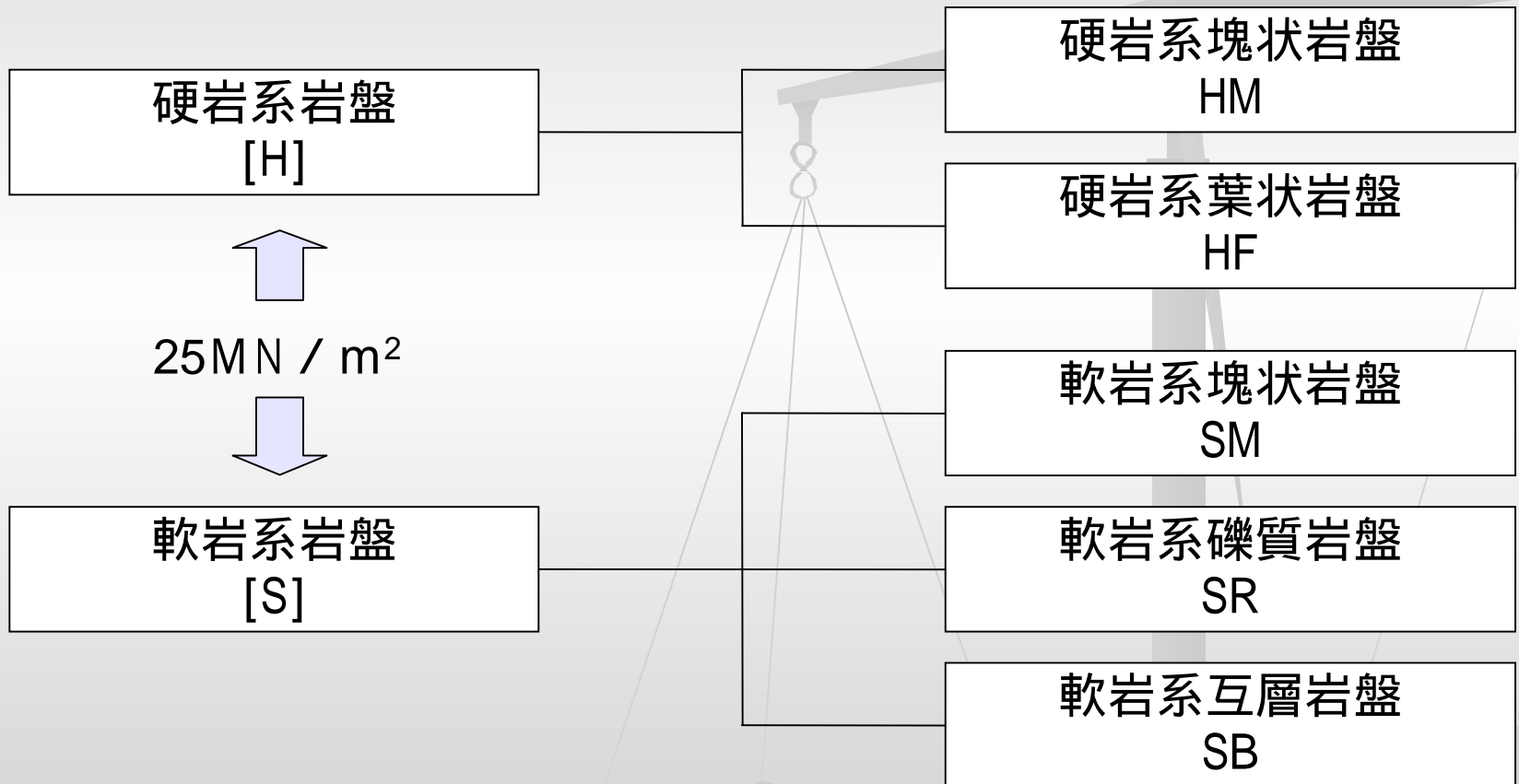
分類の基本と分類要素

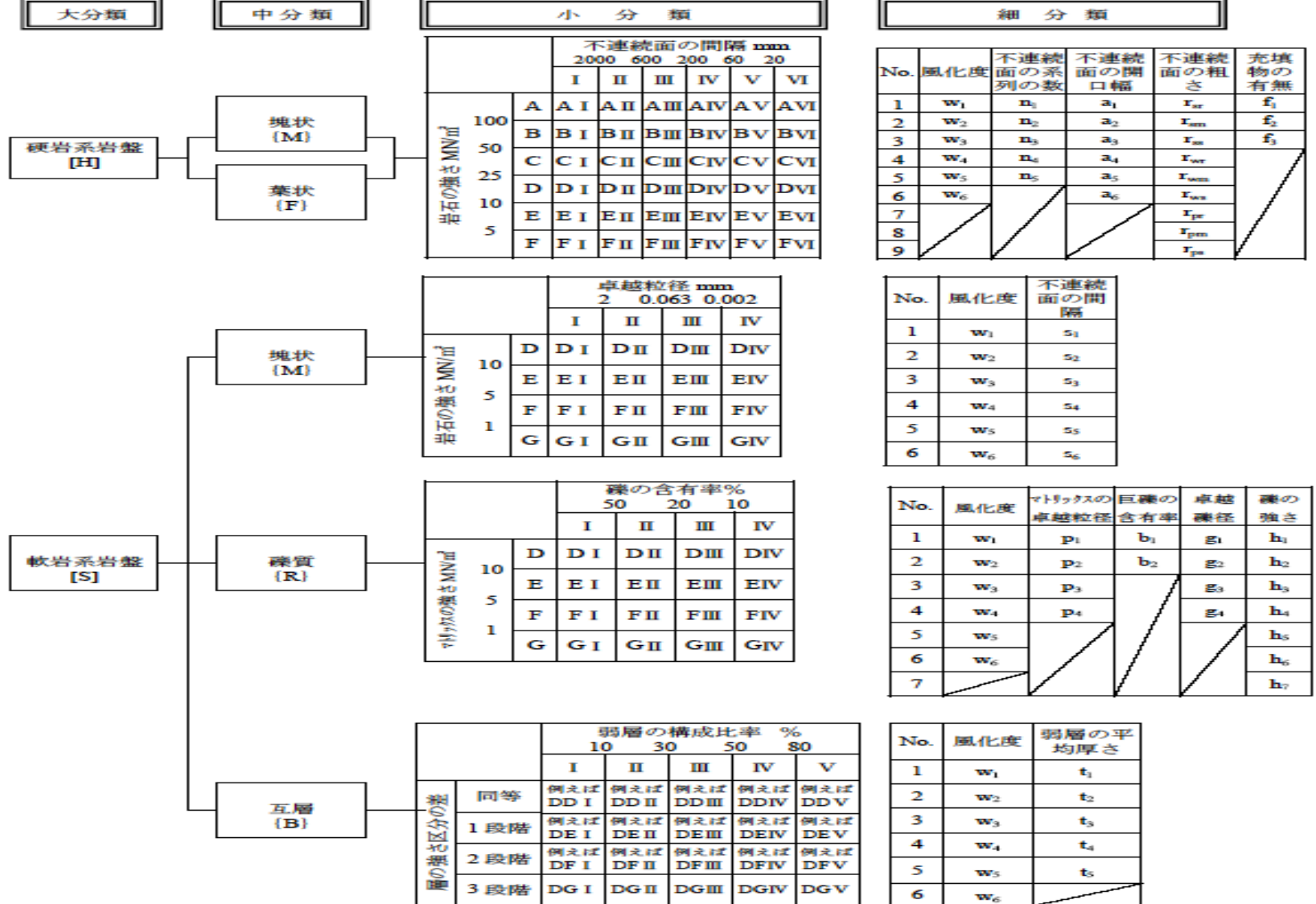
- 分類の基本：
 - 対象・・・**露頭** (原則：一辺数 m 以上、Bコアの分類に準用可能)
 - 目的・・・岩盤を**工学的**に分類。
 - 分類に用いる岩盤の特性・・・岩石及びその構成材料の**物理的性質**、岩盤の**不連続面**の特性、岩盤の**風化 / 変質状態**など
- 大分類：**岩石の強さ** (直接的・間接的一軸圧縮強さで表す)
- 中分類：**岩の構造 / 組織**
- 小分類：**二つの分類要素** (大まかな岩盤のイメージ表現)
- 細分類 (必要に応じ)：**不連続面の性状** (3次元分布は要素としない)、**卓越粒径**、**礫含有率**、**層厚**、**風化 / 変質**
- 分類要素の区分表示法：主に支配する2つの分類要素の**組み合わせ**による区分

岩盤の工学的分類の体系

大分類

中分類





岩盤の工学的分類体系

硬岩系岩盤の分類要素と区分

分類要素	区 分											
	岩石の強さ (MN/m ²)	A		B		C		D		E		F
	100 以上		100～50		50～25		25～10		10～5		5 以下	
不連続面の間隔 (mm)	I		II		III		IV		V		VI	
	2000 以上		2000～600		600～200		200～60		60～20		20 以下	
風化度	W ₁		W ₂		W ₃		W ₄		W ₅		W ₆	
	表-3											
不連続面の系列の数	n ₁		n ₂		n ₃		n ₄		n ₅			
	1 系列		2 系列		3 系列		4 系列以上		ランダム			
不連続面の開口幅 (mm)	a ₁		a ₂		a ₃		a ₄		a ₅		a ₆	
	0.1 以下		0.1～0.25		0.25～0.5		0.5～2.5		2.5～10		10 以上	
不連続面の粗さ	I _{gr}	I _{gm}	I _{gs}	I _{wr}	I _{wm}	I _{ws}	I _{pr}	I _{pm}	I _{ps}			
	図-3											
充填物の有無	f ₁				f ₂				f ₃			
	無し				部分的に充填				完全に充填			

軟岩系岩盤の分類要素と区分

分類要素	区 分								
岩石の強さ (MN/m ²)	D 25~10		E 10~5		F 5~1		G 1以下		
マトリックスの強さ (MN/m ²)	D 25~10		E 10~5		F 5~1		G 1以下		
層の強さ区分の差	DD/EE/FF/GG 同等		DE/EF/FG 1段階		DF/EG 2段階		DG 3段階		
卓越粒径 (mm)	I 2以上		II 2~0.063		III 0.063~0.002		IV 0.002以下		
礫の含有率 (%)	I 50以上		II 50~20		III 20~10		IV 10以下		
弱層の構成比率 (%)	I 10以下		II 10~30		III 30~50		IV 50~80		V 80以上
風化度	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	表-3		
不連続面の間隔 (mm)	s ₁ 2000以上	s ₂ 2000~600	s ₃ 600~200	s ₄ 200~60	s ₅ 60~20	s ₆ 20以下			
マトリックスの卓越粒径 (mm)	P ₁ 2以上		P ₂ 2~0.063		P ₃ 0.063~0.002		P ₄ 0.002以下		
巨礫の含有率 (%)	b ₁ 10以上				b ₂ 10未満				
卓越礫径 (mm)	g ₁ 630以上		g ₂ 630~200		g ₃ 200~63		g ₄ 63以下		
礫の強さ (MN/m ²)	h ₁ 100以上	h ₂ 100~50	h ₃ 50~25	h ₄ 25~10	h ₅ 10~5	h ₆ 5~1	h ₇ 1以下		
弱層の平均厚さ (mm)	t ₁ 600以上		t ₂ 600~200		t ₃ 200~60		t ₄ 60~20		t ₅ 20以下

工学的利用のための 「岩石名」判別の手引き (ISO14689-1)

成因に基づく分類		火成岩				堆積岩			変成岩	成因に基づく分類			
		火山砕屑岩	火成岩			碎屑性堆積岩		化学的/有機的堆積岩					
一般的構造		塊状				層状			葉状 ~ 塊状	一般的構造			
組成		50%以上が火成岩の粒子	石英, 長石類, 雲母類, 有色鉱物類	長石類, 有色鉱物類	有色鉱物類	岩石の粒子, 石英, 長石類および粘土鉱物	50%以上が炭酸塩鉱物	岩塩, 炭酸塩, シリカ鉱物, 炭質物	石英, 長石類, 雲母類, 有色鉱物	石英, 長石類, 雲母類, 有色鉱物類, 炭酸塩鉱物	組成		
			酸性	中性	塩基性						超塩基性		
卓越粒径 (mm)	63	非常に粗粒	丸みのある粒子: 集塊岩	ペグマタイト			礫	礫岩	石灰質礫岩	溶解性岩石類: 岩塩 アムドライト 石膏	破砕岩	非常に粗粒	卓越粒径 (mm)
		粗粒	角ばった粒子: 火山角礫岩	花崗岩	閃緑岩	斑れい岩							
	2	中粒	凝灰岩				粗粒玄武岩	砂	砂岩	砂質石灰岩	石灰質岩石類: 石灰岩 ドロマイト	角閃岩	
		0.063	細粒	凝灰岩	流紋岩	安山岩							
	0.002		非常に細粒	凝灰岩			泥岩	真岩: 剥離性の泥岩	シルト岩: 細粒分50% 粘土岩: 非常に細粒, 50%	泥灰岩	チョーク	マイロナイト	
		非常に細粒	凝灰岩	粘土質/細粒質	泥岩	真岩: 剥離性の泥岩							
ガラス質・アモルファス		火山ガラス								ガラス質・アモルファス			

補足説明; 火山砕屑岩は堆積岩に分類することが少なくない。

軟岩系礫質岩盤SRの例



(巨礫が比較的少ない切羽)



(直径1mを越える巨礫が多く見られる切羽)

オランダ坂トンネル(長崎)

礫とマトリックスの岩石物性

物性項目	礫	マトリックス	
	安山岩	凝灰岩 凝灰角礫岩	
一軸圧縮強度 q_c (MNm^{-2})	42.6~174.0(96.6)	0.4~9.2(4.5)	
圧裂限度 t (MNm^{-2})	3.6~14.2(9.8)	0.2~0.7(0.4)	
弾性係数 E ($\times 10^3 \text{MNm}^{-2}$)	19.8~57.7(30.9)	0.08~3.5(1.9)	
超音波速度	V_p (km/s)	3.6~5.5(4.6)	0.7~3.8(1.7)
	V_s (km/s)	1.8~2.7(2.3)	0.4~1.7(0.8)
粘着力 C (MNm^{-2})	-	0.04~0.24(0.1)	
内部摩擦角 $(^\circ)$	-	12-22(17.8)	

オランダ坂トンネル下り線07+60.0を例にした 軟岩系礫質岩の岩盤分類結果の報告事例

(1)分類名と分類記号		分類名：軟岩系礫質岩 分類記号：S R -G /W ₄ P ₂ b ₂ g ₃ h ₃
(2)分類要素の区分判定に用いた方法とその結果	小分類	マトリクスの強さ： ハンマー打診により判定，打撃で容易に貫入するので1MN/m ² 以下と判定 礫の含有率： 露頭での目視観察，写真により20～30%と判定
	細分類	風化度： 目視観察による判定，半固結で残積土状と判定 マトリクスの卓越粒径： 目視観察による判定，砂～シルトに相当 卓越礫径： 露頭での目視観察，写真により200～300mmと判定 礫の強さ： ハンマー打診により判定した。比較的高い反発音であるので50MN/m ² と判定。 なお，一部の露頭では一軸圧縮強さ試験を実施
(3)本基準と部分的に異なる方法を用いた場合は，その内容と方法		巨礫の含有率：(細分類) 巨礫の含有率は礫径200mm以上の含有率で定義されており，卓越礫径が200～300mmであるので，礫の含有率の半分の値とした。
(4)その他特記すべき事項		地質： 第四紀更新世，火山性礫岩，土石流堆積層礫混じり土砂，マトリクスは未固結～半固結 露頭条件： 人工露頭(トンネル切羽面)，機械掘削 添付資料： 切羽岩盤写真，切羽スケッチ図

トンネル設計を念頭に置いた岩盤の 工学的区分への適用に際して

■ 共通言語システムを基盤

- ・岩盤に関する情報の共有化
- ・岩盤情報のデータベース化と広範囲での利用

■ 構造物の設計を高度化・効率化のために特 殊専門用語の付加

- ・不連続面の三次元的評価法と設計(とくに構造物の方向性)との関係の検討
- ・不連続面に囲まれるブロックの形状と規模、浸透水の量、

面の風化の設計上の評価など

■ 国際標準化の動き (ISOやCENなど) を注視

地質および岩盤関係の

基準化・国際規格化の最近の動き(1)

■ 地盤工学会

- ・ 岩の試験方法検討委員会（1993～1994年度）

基準化項目と優先順位

- ・ 岩の試験・調査規格・基準検討委員会（1995年～現在）常設委員会：地盤工学会基準策定・JIS化原案策定

- JGS基準化：17項目の調査（7）、試験（10）基準 岩石

の一軸・三軸・引張り・超音波速度・膨潤性、岩盤

分類、内空変位、プレッシャーメーターなど

- 基準化審議中（岩盤内変位計測、ロックボルト引抜き、点載荷、

シュミットハンマー、初期地圧、不連続面の調査、

地質および岩盤関係の 基準化・国際規格化の最近の動き(2)

■ 産業技術総合研究所

- ・ JIS A 0204:2002 地質図 - 記号,色,模様,用語及び凡例表示
- ・ TR A 0018:2003 地質図 - ベクトル数値地質図の品質要求項
- ・ TS(審議中):地質図 - 記号,色,模様,用語及び地層・岩体区分を示すコード群
- ・ TR A 0013:2001 岩石コアのA E測定方法 - 地圧測定技術
- ・ TS A 0007:2004 湿潤環境における岩石破壊靱性試験方法

■ 工業標準調査会標準部会 土木専門委員会

- ・ JIS / TS / TRの審議
- ・ 国際戦略:国際標準化活動基盤強化アクションプラン(2004)

地質および岩盤関係の 基準化・国際規格化の最近の動き(3)

■ 国際標準化の流れ(地質・岩盤関係)

ISO 14689-1:2003(E) "Geotechnical investigation and testing – Identification and classification of rock-Part 1: Identification and description"

- 1996年: ISO-DIS14689審議に参加(地盤工学会ISO検討委員会 ISO対応岩のWG) ~ 2003年
- 2002年: ISO/WD TS 14689-2 Geotechnical investigation and testing - Identification and description of rock - Part 2: Electronic exchange of data on identification and description of rock (ISO検討委員会 WGが対応)
- British Standard/TC B/526:BS 530-1999 Code of practice for site investigations

地質および岩盤関係の 基準化・国際規格化の最近の動き(4)

- International Society of Rock Mechanics (ISRM)
 - ・ Commission of Testing methods : 約50の指針
 - 1978: Suggested Methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses
 - 2003: Suggested Methods for Rock Stress Estimation – Part 1: Strategy for Rock Stress Estimation ~ Part 4
- 国内の対応
 - ・ ISRMの活用 : Commission on Application of Geophysics to Rock Engineering)
 - 1988: Suggested Methods for Seismic Testing within and between Boreholes
 - 2004: Suggested Methods for Land Geophysics in Rock Engineering
 - 審議中: Suggested Methods for Geophysical Logging in Rock Engineering
 - 審議中: Suggested Method for in-situ stress evaluation from a rock core using the Acoustic Emission technique

新規制定地盤工学会基準・同解説
岩盤の工学的分類方法
JGS 3811-2004



わが国初の統一基準
岩盤技術者必携の書
豊富な事例紹介

内 容

◆岩盤の工学的分類方法 JGS 3811-2004

◆基準の解説

(総則、分類のための調査および試験、
岩盤の分類方法、報告事項)

◆基準の適用

◆基準の英訳

我が国で用いられている岩盤分類には目的、対象構造物、地質などにより様々な方法があるが、岩盤を取り扱う際の共通言語としての統一基準が求められている。また、国際的には、ISOなど地盤の試験・調査に関する国際規格化の動きが近年活発になっている。

このような背景のもとに我が国初の統一基準として作成された本基準は、カラー写真や各種相関図など豊富な事例を盛り込んでおり、岩盤技術者必携の書である。

A4版 70頁 (カラー頁含む)

発行年月 2004年7月

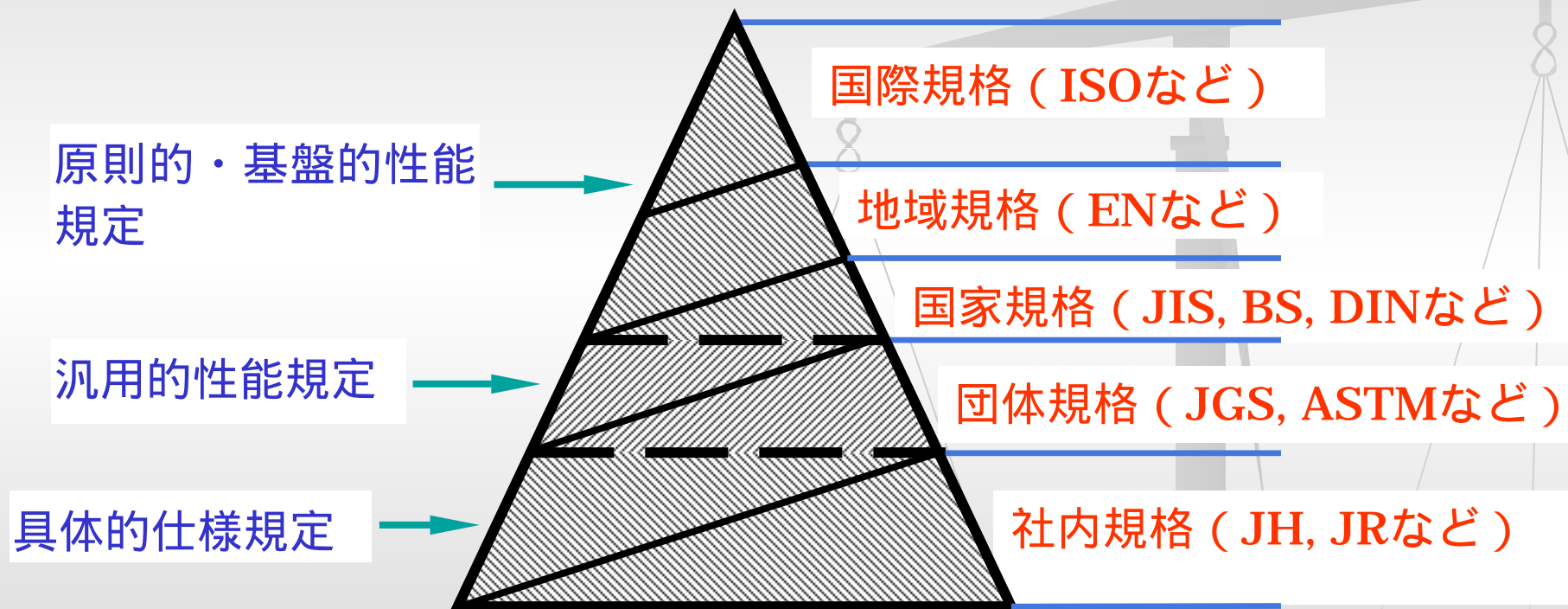
定 価 1500円

好評既刊：「岩の試験・調査方法の基準・解説書」平成14年度版
「地盤調査の方法と解説」2004年度版



ご静聴有難うございました

付属資料1： 規格体系のヒエラルキー



付属資料2：

ISOとCENによる地盤分野国際規格化の実情

CEN lead → ISOでCD or DISが並行投票にかけられる

- ・ 1国1票，欧州国のほとんどはPメンバー



例：TC182/SC3 (基礎・抗土圧構造物および土工)

このSC3は**休眠中**

実質 CEN/TC250(地盤・基礎設計)を優先，

- ・ ユーロコード(CEN/TC250で策定している建設設計標準)は，着々と作成されつつある。
- ・ 並行投票にかけられ，ISO/DISとして順次提案される可能性がある。

付属資料3： 地盤関連国際規格化活動の実情

ISO/TC182の活動内容

SC1: Classification and presentation \Rightarrow Geotechnical Investigation and Testing

SC2: Laboratory and field investigations and monitoring **解散**

SC3: Foundation, retaining structures and earthworks **休眠中**

SC4: Special geotechnical methods **休眠中**

活動の現状(SC1, SC3)

SC1 (Geotechnical investigation and testing)のみ活動中

- ✓ 土の分類規格案 \Rightarrow ほぼ終了
- ✓ 岩の分類要素規格案 \Rightarrow ほぼ終了 (岩盤分類への展開を念頭に地盤工学会で基準化を審議中)
- ✓ Geo-XML \Rightarrow 進行中 ('03/02検討開始承認)
 - ・土と岩のgraphical symbol
 - ・data exchange formatの作成

◆ SC3 休眠中 地盤調査法関連の規格案をCENリードで審議中

付属資料 4 : CEN/TC 341 (Geotechnical investigation and testing) において 5 つの規格案 (CD) を審議中

【ISO/TC182/SC1-----ウィーン協定 - CENリード WI 3 5】

- Drilling and sampling methods and groundwater measurements
- Field testing - Part 1: Cone and piezocone penetration tests
- Geotechnical engineering - Field testing - Part :2: Dynamic Probing
- Geotechnical engineering - Field testing - Part 3: Standard penetration Tes
- Testing of Geotechnical Structures

わが国の対応

CEN/TC341の会議に出席し意見交換

付属資料5：

地盤工学分野における国際規格化とわが国の現状

地盤調査・室内試験法や基礎設計法に関する国際規格化

→ ユーロコードの関係でここ**数年で急展開、活発化**



この流れに対する対応が遅れると、

地盤工学関連JISやJGS(地盤工学会基準) : **ISOとの整合性の要請**



不本意な形で改変を迫られることになりかねない。

Pメンバーとして積極的発言(ここ数年)

日本の地盤調査法・室内試験法や設計・施工法の**ISOを念頭に置いた基準**

化で対応



そのため、

国内の**意思統一**、**アジアの連携の必要性**

● 短期的な課題

- ・土の分類規格・・・米国や韓国などとの連携
- ・地盤改良，ジオシンセティックスなど日本発ISO案
- ・TC190関連規格の積極的な情報公開
- ・国際規格案に対する対応(投票，コメント案作成)
ISO検討委員会及び国内専門委員会委員の育成

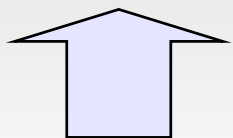
● 中・長期的な課題

- ・国際戦略上，ISOを念頭に置いた基準化が必要
- ・ISO規格案を発案するための国内各機関の基準統一
- ・関係各機関からの継続的な支援
- ・事務局員が技術的内容にも対応できること

土木分野ISOの国内対応組織

ISO活動を把握している
専務理事 or 事務局長が出席

土木学会ISO対応特別委員会



支援

- ・国土交通省
大臣官房技術調査課
港湾局環境・技術課
- ・農林水産省

地盤工学分野を代表できる
学協会は、地盤工学会のみ

- (社) 日本土木工業協会
- (社) 建設コンサルタンツ協会
- (財) 日本規格協会
- (社) 日本鉄鋼連盟
- (社) 日本粉体工業技術協会
- (社) 日本溶接協会
- (社) 日本コンクリート工学協会
- (社) セメント協会
- 建築・住宅国際機構 (建築学会)
- (社) 日本建設機械化協会
- (社) 日本鋼構造協会
- (社) 地盤工学会**
- TAG8等国内検討委員会
- (財) 日本測量調査技術協会