

柱 状 図 は 訴 え る

4. 硬い地盤における柱状図

すが

はら

はやし
捷*

4.1 硬い地盤におけるボーリング調査の目的

一般的にいて硬い地盤におけるボーリング調査の目的や意義は軟らかい地盤におけるものと何ら異なるものではないが、対象とする岩石が硬く、深いところまで調査する必要があることから使用する機械が大型化し、高馬力のものとなっているだけでなく、取得すべき地質情報も異なる。

ボーリング調査の目的が“どこに、どんなものが、どういうふうに分布しているか”にあるが、“どんなものが”という調査対象が軟らかい地盤と硬い地盤では異なるのでその手法も異なる。軟らかい地盤では標準貫入試験や孔内載荷試験、粒度分析、圧密試験等が行われるのに対して、硬い岩盤では孔内載荷試験が一部で試みられる程度で他は全く行われることがない。これに対して、硬い岩盤のボーリングでは標準貫入試験や粒度分析に相当するような1試験法で全体の工学的性質が分かるという試験法がなく、岩石の種類、一軸圧縮強度、割れ目の頻度、その他多くの情報から地盤の工学的性質を、しかも“間接的”に推定するにすぎない。これらの特徴を反映して、軟らかい地盤の柱状図は比較的簡単なものが多いのに比べ、硬い地盤の柱状図は複雑でいろいろなデーターが多く、それらのデーターを総合的に検討して地盤の工学的な性質を推定することになる。

調査用のボーリングは原則としてコア（ボーリングで得られる岩石試料）を採取する。そして、採取したコアの岩種や硬さ、風化や変質の程度、掘進時の情報等から地質及び地質構造を推定し、地盤（岩盤）の工学的性質を想定したり、その空間的広がりを確認するものである。

岩盤中の割れ目（節理等）や断層、破碎帯、あるいは風化や変質を調べたり、採取したコアの物理的・力学的性質を調べることは一般によく行われているが、更にボーリング孔を利用して各種の物理検層や孔内試験を行うこともある。

ただ通常のボーリングでは定方位のコアの採取は困難で、地層や断層の走向・傾斜を求めることは不可能である。そのため特殊なサンプリング機器の開発や、凍結やケミカルグラウトによって岩盤を固結させてコアを採取する方法が試みられているが、あまり効果はあがっていない。それに代わるものとして近年、小型のテレビカメラをボーリング

孔内に挿入して孔壁を観察したり、地層や断層の走向・傾斜を測定することができるようになった。

4.2 柱状図に示される共通事項

ボーリング柱状図の様式や表示法は、調査機関や調査者、調査対象分野などによって若干異なるようであるが、概観すると頭記と技術的記録（掘削条件と地質情報）とに大別することができる。

4.2.1 頭 記

頭記は技術記録以外の情報をまとめて表示したものであり、柱状図の上部に付記される。主な項目と若干の説明を加える。

- ① 調査名；事業名又は契約上の名称が冠される。例えば図-4.1のように「黒部ダムサイト地質調査（その5）」とする。地区名や地点名が付記されることもある。調査名は柱状図の欄外に書くことが多い。
- ② ボーリング孔番号；ボーリングの数が少ない場合には通し番号が用いられる（Bo-1, Bo-2 等）。ダムやトンネルの場合には調査期間が長くなったり、年度を通して調査することが少なくないので、調査年度を付記して例えばB55-1 とか B55-2 等とする。特にダムの調査では、しばしば地形測量と同様に10～60m間隔のグリッドを組みボーリングの位置はグリッドの交点とし、グリッド名で表示する（X-1, Y-2 等）ことが多い。
- ③ 位置；例えば、左岸アバット。
- ④ 孔口標高又は地盤高、計画高
- ⑤ 方位、傾斜；鉛直（垂直と表示することもある）とか N25°W, 60°（伏角）
- ⑥ 掘進期間；実際に掘削を開始した時から掘削完了まで。調査期間や工期で表示することもある。
- ⑦ 総掘進長；全孔長又は深度ということもある。
- ⑧ 孔径；普通最終孔径で示すが、深さ別に孔径を表示することもある。
- ⑨ 平均コア採取率
- ⑩ 最終地下水位；孔口からの深さで地質情報にも記載する。
- ⑪ 使用機種；ボーリング機及びポンプの機種
- ⑫ 施工主又は発注者
- ⑬ 請負者

*建設省 土木研究所地質研究室 室長

講 座

黒部ダムサイト地質調査（その5）

番 号	B 5 5—5	掘 進 期 間	昭和55年 7 月 3 日 ~ 55年 8 月 10 日		
位 置	左 岸 中 腹	発 注 者	(株) 日 本 電 力	請 負 者	(株)立山コンサルタント
標 高	1 7 5 . 8 5 m	確 認 者	平 野 正 男	現 場 代 理 人	山 本 太 郎
方 位・傾 斜	N25°W, 60°	平均コア採取率	8 4 . 5 %	記 載 者	山 本 太 郎
総 掘 進 長	1 5 0 m	最終地下水位	- 2 5 . 5 m	コ ア 鑑 定 日	昭和55年8月11日
最 終 孔 径	6 6 mm	ボーリング機	OP-1	ボーリング機長	海 野 次 郎

図-4.1 ボーリング柱状図の頭記の例

- ⑭ 現場代理人
 ⑮ 記載者又は観察者（コア鑑定者）
 ⑯ 観察日又はコア鑑定日
 ⑰ 機械操作者又は機長
 ⑱ 確認者；施工主又は発注者側の担当者又は検査立会者

以上の項目が図-4.1のようにすべて記載することが望ましいが、実際には多くの項目が省略され必要最小限にとどめられることが多い。

4.2.2 掘削条件

ボーリングの掘進速度やコアの採取率はフォアマン又はオペレーターと呼ばれる機長の技術の巧拙によるところが非常に大きい。経験の豊かな機長は地質に応じて掘削条件を変え、最適条件で掘削する。したがって、掘削条件を検討することによって地質条件を推定することができるので、次の項目が記載される。

- ① 孔径；孔口と孔径を変えて深度ごとに表示する。孔径によってコアの採取率が異なり、普通調査用ボーリングでは56mm（トンネル）～66mm（ダム）が多用されている。
 ② ビットの種類；ビットの型，メタルとダイヤモンドの別，インプリとサーフェスの別などがある。硬岩を対象とした調査用ボーリングでは円型のダイヤモンドクラウンが使用される。
 ③ 送水圧 (kgf/cm²)
 ④ 送水量 (m³/min)
 ⑤ 排水量 (m³/min)；孔内での出入りを無視して孔口から戻ってくる量を測定する。
 ⑥ 漏水量 (m³/min)；送水量と排水量の差から求める。漏水がある場合には漏水地点や漏水量を注記する。
 ⑦ ビット圧 (kgf/cm²)；ロッドの重量も考慮する。
 ⑧ 掘進時間又は掘進速度；コアの引上げ1回ごとの実掘進で表す。
 ⑨ ケーシング；種類と口径
 ⑩ セメンテーション；有無

これらの掘削条件はボーリング調査における掘削作業の基礎的なデーターとして記録されるものであるが、これらの事項の中で特に注目されるものもある。例えば、漏水量

は割れ目の存在を示し、掘進速度は岩石の硬軟を示すとともに割れ目などの存在による掘削の難易をも示している。セメンテーションの有無はボーリング孔の孔壁，すなわち岩盤の安定性の目安だけでなく、各種の力学試験や透水試験，物理検層等を実施する場合にその影響を検討しておく必要がある（表-4.4）。

4.3 柱状図による地質情報の表示方法

ボーリングによって得られる地質情報は多種多様であり、これらの情報を柱状図として要領よくまとめて表示することは至難のわざである。ボーリングは長時間を要し、かつ高価なものであるからできるだけ多くの地質情報を、しかも分かりやすく表示する必要がある。

柱状図に表示される地質情報は、広くいろいろな調査に用いられる共通事項と、特殊な目的のために取得される特殊事項がある。

4.3.1 共通事項

トンネルやダム，地すべりなど一般的な地質調査を行う際に取得する地質情報で、地質，色調，岩質，風化・変質の程度，コアの長さ，コア採取率，RQD，地下水位，記

堆積岩	表 土	砂 岩, 硬 砂 岩
	崖 錐	泥 岩, シルト 岩
	火山砕層物 (火山灰, 火山岩屑)	頁 岩, 粘 板 岩
	凝 灰 岩	チャート
	凝灰角礫岩 (集塊岩)	礫 岩
	輝緑凝灰岩	石 灰 岩
	深成岩	
	半深成岩, 脈岩	
	火山岩	
	片 麻 岩	片 岩 類
火成岩	ホルンフェルス	千 板 岩
	珧 岩	蛇 紋 岩
変成岩		

図-4.2 柱状図に用いられる岩種記号の例

名 称	記 号	分 類 基 準
棒 状 コア		1片の長さが10m以上の円筒状コア
片 状 コア (菱形状コア)		1片の長さが5cm以上で、かつコアの外周の一部が認められるもの
角 礫 状 コア		コアの外周の一部も認められない礫状のもの
砂 礫 状 コア (スライム)		主として砂からなるもの、角礫状コアの混入もある。
粘土状コア		主として粘土状のもの(岩質、断層、風化変質、他)
無 採 取		コアの採取ができないもの(記事欄に理由を書く)

図—4.3 コア形状を表す名称及び記号の例

事(観察事項)等がある。

- ① 地質; 岩石名(岩種), 地層名, 表層堆積物については生成又は形態名(表土, 現河床砂礫, 火山灰, 崖錐等)。これらの地質情報は文字で表示するほか, 柱状図や記号で表示される。ボーリング柱状図という名称はこれから由来しているものと思われる。

柱状図に用いる岩種記号は慣用的で, 一般の地質図に用いるものに準ずるが, できるだけその岩種を連想できるものがよい(図—4.2)。更に線によってき裂の存在を表したり, 点によって風化や変質の度合いを示すこともある。

コアの形状を柱状図に併記することもある(図—4.

表—4.1 一軸圧縮強度による岩質区分例

(1) (Coates, 1964)	
(1) 弱い weak	700 kgf/cm ² 以下。特に350 kgf/cm ² 以下を非常に弱い very weak とすることができる
(2) 強い strong	700~1750 kgf/cm ²
(3) 非常に強い very strong	1750 kgf/cm ² 以上

(2) (デール (Deere)・ミラー (Miller), 1966)

表 現	一 軸 圧 縮 強 さ		記 号
	kgf/cm ²	PSI	
非常に強い very high strength	>2240	>3200	A
強 い high strength	1120~2240	1600~3200	B
普 通 medium strength	560~1120	8000~1600	C
弱 い low strength	280~560	4000~8000	D
非常に弱い very low strength	<280	<4000	E

(3) JIS A 5003-1963 (石材)

種 類	一軸圧縮強さ (kgf/cm ²)	参 考 値	
		吸 水 率(%)	見 掛 け 比 重
硬 石	>500	<5	約 2.7~2.5
準 硬 石	100~500	5~15	約 2.5~2.0
軟 石	<100	>15	<約2

表—4.2 ボーリングコアによる岩盤区分例

岩盤区分	細 区 分 の 組 合 わ せ
A	A I a, (A II a)
B	A II a, A I b, (A III a), (A II b) B I a, (B II a)
C	C H A II b, A III a, (A III b), B I b, B II a, (B III b), (B III a)
	C M A I c, A II c, A III b, (A III c), B III a, B III b, B III b, B I c, (C II b)
	C L A III c, B II c, B III c, (B I c), C II b, C III b
D	(B II c), (B III c), C II c, C III c
F	断層, 破碎帯の C III c を含む

<細区分>

- 岩石の硬さ $\begin{cases} A \cdots \cdots \cdots \text{堅硬} \sim \text{硬 (推定圧縮強度 } 500 \text{ kgf/cm}^2 \text{ 以上)} \\ B \cdots \cdots \cdots \text{やや堅硬 (} \quad \quad \quad \text{ } 500 \sim 200 \text{ kgf/cm}^2 \text{)} \\ C \cdots \cdots \cdots \text{軟 質 (} \quad \quad \quad \text{ } 200 \text{ kgf/cm}^2 \text{ 以下)} \end{cases}$
- 平均コア長 $\begin{cases} I \cdots \cdots \cdots 10 \text{ cm 以上} \\ II \cdots \cdots \cdots 10 \text{ cm} \sim 5 \text{ cm} \\ III \cdots \cdots \cdots 5 \text{ cm 以下} \end{cases}$
- 割れ目沿いの風化の程度 $\begin{cases} a \cdots \cdots \cdots \text{新 鮮} \\ b \cdots \cdots \cdots \text{やや風化変色している} \\ c \cdots \cdots \cdots \text{割れ目沿いに粘土を挟み風化変色している} \end{cases}$
- (岡本・安江 1966 を改変)

- 3)。形状の区分は, (a)棒状, (b)片状又は礫状, (c)粘土状, (d)スライム状, (e)無採取又は欠とするが, 柱状図の代わりに同じ用語で観察事項として記録することもある。

- ② 色調; 岩石の種類や風化・変質の程度などはコアの色調の微妙な差となって現れることが多い。ただし岩石やコアの表面について“くり粉”の色は含水状態によって変化するので, すべて湿潤状態での色調を記録する。一般的な用語としては, 黒褐, 灰, 灰白, 暗灰, 赤褐などがある。

- ③ 岩質; 岩質は岩石の硬軟を示すと同時にコアの形状や割れ目を考慮した岩盤分類(岩級区分)をも意味するようである。岩質表示の統一的な表示方法はまだ確立されていないようであるが, 例えば表—4.1 及び表—4.2 のような区分例がある。

- ④ 風化・変質; 地質や色調に表示されることもあるが, 観察事項として特記される。

- ⑤ 最大コア長; 各リフトごとに最大コア長(cm)で表示する。

- ⑥ 平均コア長; 各リフトごとに一

講 座

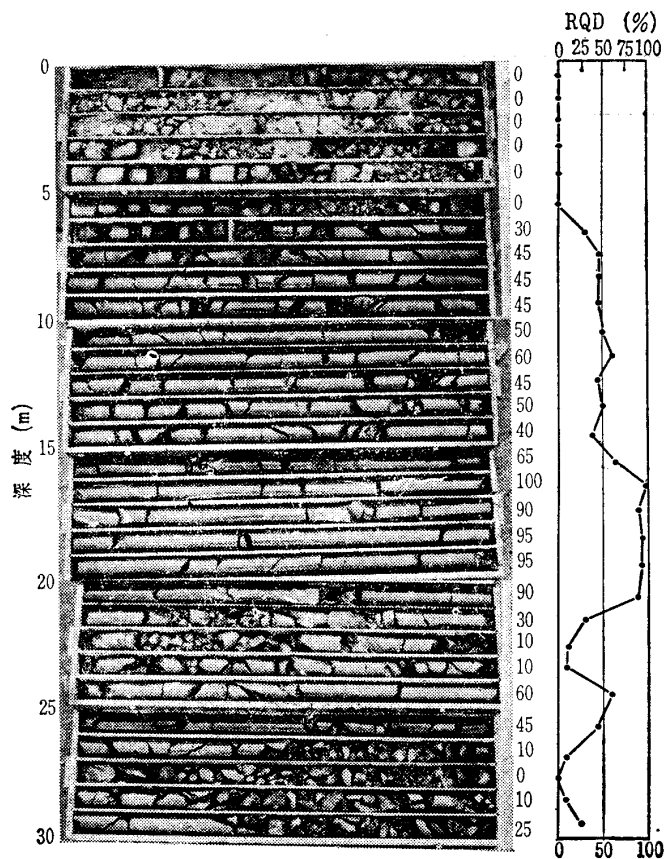


写真-4.1 ボーリングコア写真と RQD

一つの棒状コアの長さを測定し、それらの平均で表示する。

- ⑦ コア採取率；各リフトごとに得られたコアの総長をパーセントで表示する。コアの形状を問わず、片状コアや粘土等も含むがスライムは除く。
- ⑧ RQD；10 cm 以上のコアの累計長と 1 m 区間における棒状コアの総長の 100 分比を 1 m ごとに表したもので、岩盤分類法の一つである。ただし対象地質は硬岩（一軸圧縮強度が約 100 kgf/cm² 以上）で塊状岩盤に適する方法であるが、軟岩や極端な片状又は縞状岩石には適しないとされている（表-4.3）。
- ⑨ 地下水位；地下水位は地盤の全体的な透水性を示すので、ダムやトンネルの調査では重視される。地下

表-4.3 RQD による岩盤分類

(デールほか, 1967)

RQD (%)	岩 盤 の 良 好 度
0 ~ 25	非 常 に 悪 い (very poor)
25 ~ 50	悪 い (poor)
50 ~ 75	普 通 (fair)
75 ~ 90	良 い (good)
90 ~ 100	非 常 に 良 い (excellent)

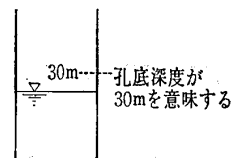


図-4.4 孔底深度が異なる場合の地下水位の表示

水位は深さによって変化することがあるので、掘削中にも測定することが望ましい。通常のボーリングでは掘削水の影響を避けるため、毎朝掘削作業開始前に測定する。なお頭記の地下水位は掘削完了後の最終地下水位とするが、この地下水位も降雨による変動や長期の季節変動があるものも多い。掘削深度によって地下水位が変化する場合には 図-4.4 のようにボーリング柱状図にそのときの孔底深度を表示するが、別記して孔底深度と地下水位との関係を詳細に検討することもある。

- ⑩ 記事観察事項；ボーリング柱状図に記号や模様で表示できない掘削状況やコアの状態などの情報を記載するものである。掘削の難易、ジャーミング、膨出し、排水の色、漏水や逸水の有無、岩石の組織、硬軟、固結度、風化・変質の程度、礫種、礫形、礫径、割れ目の状態（種類、傾斜角、きょう（夾）雑物）、異種岩石との境界の状態などをできるだけ要領よく明りように記載する。
- ⑪ コア写真；ボーリングコアは所定のコア箱に保管されるが、その管理が十分でなかったり、コアが変形・変質したりすることがあるので、柱状図の補足手段としてコアのカラー写真を撮っておく（写真-4.1）。またコア写真は再観察の代用として利用されることがある。コアは乾燥すると色調が変わるので、撮影にあたっては霧吹きして色調を一樣にするとともに、なるべく同一条件になるようまとめて撮影することが望ましい。

4.3.2 特記事項

ボーリング調査においても、調査目的に応じて掘削作業中及びボーリング孔を利用して各種の物理検層や力学試験、JFT（孔底圧測定）、ルジオンテストなどが行われる。これらの調査試験の結果は柱状図の右側の欄に記載される。

- ① 物理検層；ボーリング孔周辺の岩石又は岩盤の物理的な諸量を測定することによって地質を定量的に評価し、工学的性質を推定する調査手段である。主として土質地盤や軟岩地盤に使われているが、硬岩地盤にも使われるようになり成果をあげつつある。

土地質調査に用いられる物理検層としては表-4.4 のようなものがあるが、このうち硬岩地盤では速度検層及び電気検層がよく用いられている。

柱状図としては、岩盤の細かな変化が分かるように得られた生データーをそのまま表示することが多い。

- ② 力学試験；ボーリング孔内で行われる力学試験法と

表—4.4 土木地質調査に用いられる物理検層

検 層 名	原理・測定方法等の概要	測定する物理量	対応する地質の諸条件	備 考（適 用 性 等）
電 気 検 層 比 抵 抗 法	電極間の電位差から地層の比抵抗を調べるもの、電極の数や間隔でいろいろな方法があるが、2極法が最適である。ボーリング孔径が100mm以下なので電極間隔は125～1000mmのものを2～3段階で用いる。	比 抵 抗	岩相、成層状態、間隙率、透水性等	特に軟岩の構成物質をよく反映する。泥水管理をよくしなければならない。水中測定。連続測定が可能な装置が多く開発されているが、点測定の L-10 型大地比抵抗測定器もある。これは精度的に問題があるが小型軽量で耐震性に優れ、取扱いも容易である。
自 然 電 位 法	地上電極と孔中電極間の電位差を計測する。地質によって異なり、地層の境界で急に变化する。	自 然 電 位		
マイクロログ	原理は比抵抗法と同じだが電極間隔が2.5～5.0cm程度と非常に小さい。電極を直接孔壁に接触させて測定する。	比 抵 抗		地層の細かい対比に最適
速 度 検 層 速 度 検 層 (音 波 検 層)	1点で弾性波を発生し、1～2点でその到達時間を測定し、その間の速度を求めるものである。起振器と受振器を一つのボーンの中に組み込み連続的に測定する連続速度検層法と、地上又は孔底で起振して1～5m間隔に受振器を移動させて測定する不連続速度検層法とがある。後者は平均速度しか求められないので精度が低い。	弾性法（P波及びS波）の伝ば速度	岩相、硬さ、動弾性係数、間隙率、き裂係数等	硬軟両岩に使用できる。連続型は装置が少々大きい。S波法は出力アップが課題
反 射 検 層	孔壁に直角方向に弾性波を送り、クラックや地層面からの反射波を計測するもの。	重反射等の反射特性	硬さ、き裂	定量的に捉えることが難しい。
放 射 能 検 層 自然放射能検層	岩石や地層中の放射能物質の γ 線強度を測定するもの	γ 線 強 度	放射性物質を含む特殊な岩相、断層の存在	ケーシング中でも、また孔内水がなくても測定可能、キャリブレーションが必要。1分程度の点測定
γ 線密度検層	アイソトープによる γ 線を放射し、そのコンプトン散乱強度が密度に比例することを利用したもの	散乱 γ 線強度	密度、間隙率	同上 硬軟両岩に適す。泥水濃度や孔径に影響される。
中性子水分計	熱中性子を測定するものである。高速の中性子が遅い熱中性子化する割合は水素原子に比例する。水素原子の量は含水量に対応することを利用したもの。	水素原子により減速された熱中性子	含水量、間隙率	放射性物質の管理を必要とする。
キャリパーログ	孔壁にキャリパーをはわせて孔径を測定するもの。	孔 径	岩質、き裂	電気検層や放射能検層の解析の補助やバックデータとなる。 $\phi 50 \sim 400\text{mm}$
そ の 他 温 度 検 層	孔内水温を測定し、透水性を判断するもの	孔 内 水 温	透水層、透水性	点、連続測定可能
ボアホールカメラ	孔壁を写真撮影するもの		岩質、き裂	孔壁がよごれていたり、泥水があれば不能
ボアホールテレビ	孔壁を小型カメラで写し出すもの。地上から操作できる。			

しては、孔壁の変形性を調べる孔内載荷試験法がある。これは孔径86～100mm程度のボーリング孔に硬質ゴム製の円筒状ジャッキを挿入し、孔壁周辺の変形性を試験するものである。

③ JFT(孔底圧測定)；主としてトンネルの地質調査に使われるもので、一定深度(5～10m)ごとにあるいは地層や岩種が変わるごとに透水性や水頭圧を測定するものである。柱状図には測定区間に相当するところに解析値が表記される(図—4.5)。

④ ルジオンテスト；ダム基礎の透水性はルジオンテスト法で調査され、ルジオン値として表示される。また透水特性を表すものとして注入圧～注入量曲線($p \sim$

q 曲線)が示されることもある。軟岩地盤の場合には岩盤の耐水圧性を示す限界圧力が併記されることもある(図—4.7)。

4.4 調査目的別柱状図の例

ボーリング調査は調査目的に応じて調査項目が若干異なるのでそれに対応した調査手法があり、また柱状図がある。もちろん全体としてみれば共通した部分が多く、例えば、地質調査の初期の段階では地質構造の解析が主目的となるので、①岩石・地層の立体的な広がり(分布)や、②断層や岩石・地層の位置や境界を調べることになる。

調査が進み精査の段階に達すると、①地質構造の解析の

講 座

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	地質記号	地質名称	色調	観察事項	地山分類	掘進速度 (m/h)	掘進水量 (m³/h)	排水量 (m³/h)	JFT	ケーシング	コア採取率 (%)	検層	標尺 (m)
	564.3	2.5		堆積物		礫質崖で細粒分は少ない 2.5~3.8m間は風化して土状	D	0.8m/h							
	567.8	6.0		安山岩	暗灰色	境界部は著しく粗しょう 風化が進み礫状コアとなる	D C中 C下	2.5m/h							
				花崗岩	灰白色	褐色節理面を有する	C中	3.0m/h	0.1 kgf/cm²	3.2 × 10⁻³ cm/s					
				花崗岩	灰白色	新鮮	B	2.2m/h	0.15 kgf/cm²	7.5 × 10⁻⁵ cm/s					
	580.3	18.5		アブラハ	白色	節理に粘土を挟む 一部細片状	CT	3.0m/h	3.6 kgf/cm²	5.0 × 10⁻² cm/s					
	580.8	19.0		アブラハ	白色										
				石英はん岩	白色	新鮮	B	1.9m/h	2.3 kgf/cm²	3.2 × 10⁻⁶ cm/s					
	589.8	28.0		花崗岩	灰白色	新鮮			3.0 kgf/cm²	2.0 × 10⁻⁶ cm/s					
				花崗岩	灰白色	新鮮			8.7 × 10⁻⁷ cm/s						

図-4.5 トンネルの地質調査におけるボーリング柱状図の例

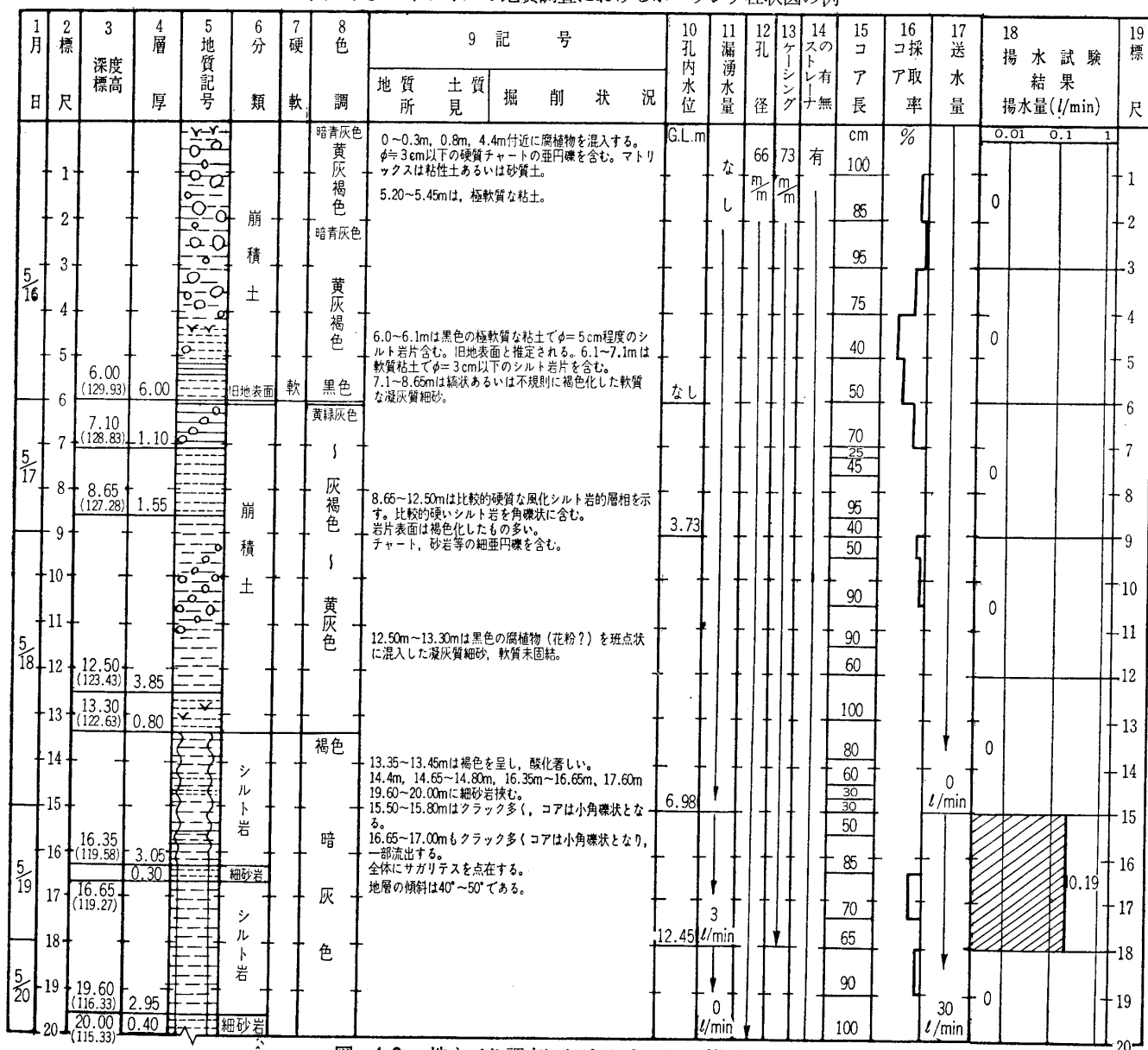


図-4.6 地すべり調査におけるボーリング柱状図の例

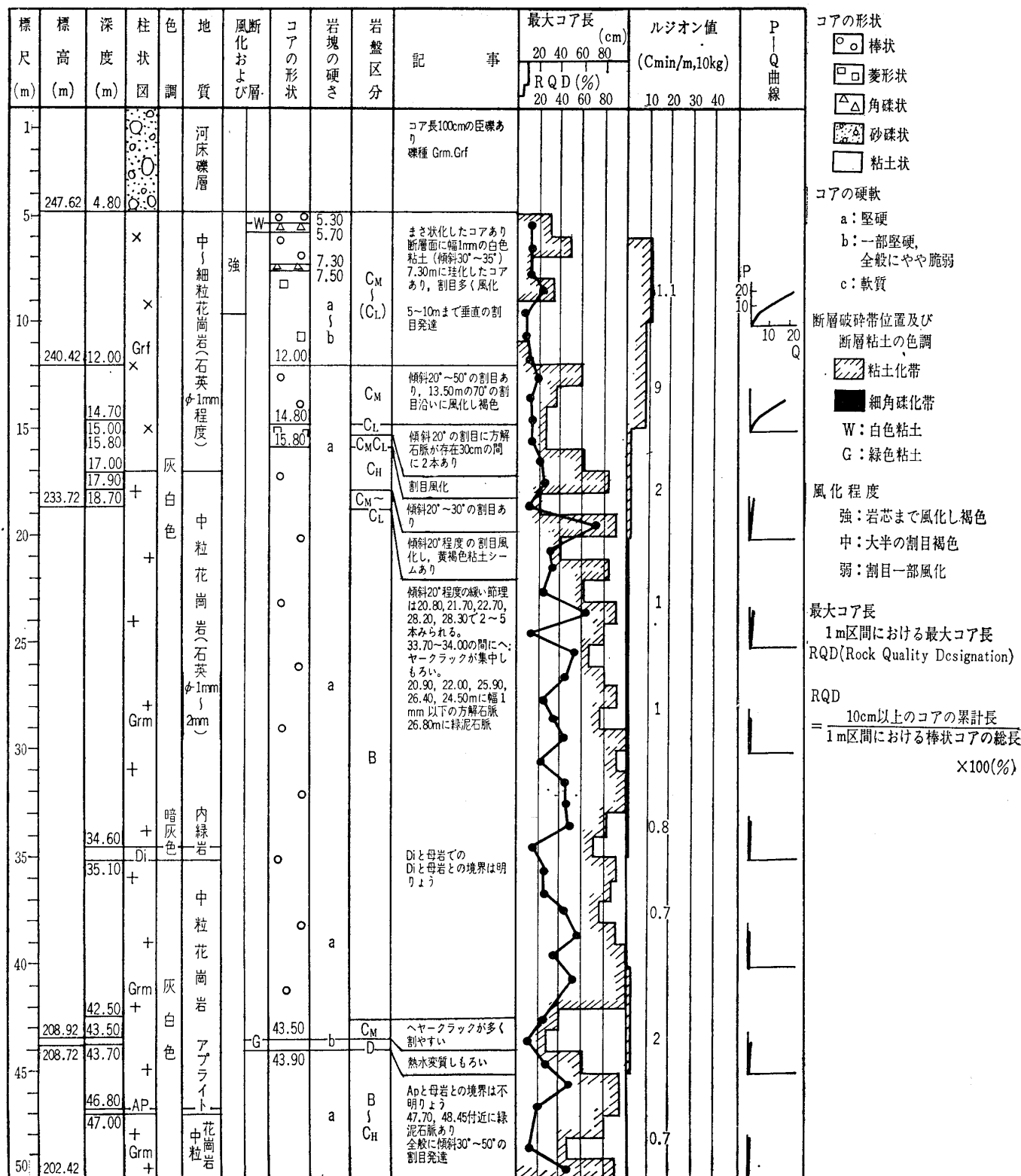


図-4.7 ダムの地質調査におけるボーリング柱状図の例

つめを行うと同時に、②岩質や割れ目、断層、シームなどの確認や評価、③透水性や地下水位の調査を行うことになる。

以下ボーリング柱状図に記載しなければならない主要な事項について略記する。

4.4.1 トンネル

トンネルは岩盤を掘削して空洞をつくるものであるが、空洞をつくれば周囲の岩石が空洞方向に変位しようとする。

トンネルは施工時の地山の安定性の確保と同時に長期的にライニングにかかる荷重を予測する必要がある。また主として施工上の必要から地山の透水性や突発的な出水の有無や湧水量を予測する必要がある。

トンネルを目的とした調査のボーリング柱状図には次の事項が表現されており、それによって上述の検討がなされる(図-4.5)。

講座

月	日	標高 m	深度 m	層厚 m	柱状図		コア		掘進状況		地下水		すべり面測定器		標準貫入試験					標尺				
					記号	分類	色	記事	硬さ	形状	長さ	コア判定区分	コア採取率	孔径	記事	地下水位	掘進中の地下水位	湧水量	N値 /cm					
																					10	20	30	40
12/10	1	0.30	0.30	表土	暗褐色	軟		0.30	100	85mm	2.80~6.00mmの間 れき著しく多い													
	2			黄褐色	径10~60mmの変質安山岩角、亜角礫を多量混入し、全般的に空隙が多く軟弱な土質を示す	軟																		
	3			黄褐色																				
	4			黄褐色																				
	5			黄褐色																				
	6			黄褐色																				
	7	7.20	6.90	黄褐色				6.60	96															
	8			黄褐色																				
	9			黄褐色	径10~70mmの変質安山岩、亜角礫を混入し、全般的に大変軟らかく粘性大	軟																		
	10			黄褐色																				
12/11	11			黄褐色							非常に軟らかく掘進容易													
	12			黄褐色																				
	13	12.60	5.40	黄褐色	全般的に変質著しく褐色と青灰色が互層状に存在し、一般に径50~100mmの塊状を主体としているが、ところどころに径10~30mmの破片及び塊りを挟む	軟		3.60	67															
	14			黄褐色																				
	15			黄褐色																				
	16			黄褐色																				
	17			黄褐色																				
	18			黄褐色																				
	19			黄褐色																				
	20			黄褐色																				
	21			黄褐色	12.60~16.00mは淡褐色で岩質やや良好、16.00~22.00mは褐色を呈し、径10~30mmの破片状部を径50~200mmの塊状部が互層を呈す	軟																		
	22			黄褐色	特に17.50~18.00m、18.00~18.80m、19.10~19.30m、20.00~22.20mの間は岩質不良にて径10~50mmの破片状を呈す																			
	23			黄褐色	22.00~25.00mの間は青灰色を呈し、岩質やや良好となるが、き裂著しく、径10~100mmの破片状及び塊状を呈す																			
	24			黄褐色																				
	25			黄褐色																				

図-4.8 急傾斜地崩壊調査におけるボーリング柱状図の例

- ① 岩質；硬軟（一軸圧縮強度，シヨア硬度，シュミットハンマー反発度），風化・変質
- ② 割れ目・断層・シーム；多少（密度），間隔
- ③ 地下水；透水係数，湧・漏水，地下水位
- ④ 地山区分；RQD，弾性波伝ば速度，コア採取率，掘進速度

2) ダム

ダムの地質調査には大別すると基礎（ダムサイト）の調査と原石山調査とがある。

ダムの基礎としてはその強度と透水性を検討しなければならない。強度を検討するために必要な項目としては次のものがある（図-4.7）。

- ① 岩質；硬軟（一軸圧縮強度），風化・変質
- ② 割れ目・断層・シーム；多少（密度），間隔，位置
- ③ 岩級区分；硬軟，RQD

基礎の透水性については次の項目をもとに検討する。

- ① 岩質；高透水性軟岩

- ② 割れ目・断層；多少（密度），位置

- ③ 地下水；透水性（ルジオン値），湧・漏水，地下水位及びその変動，限界圧力

ダムの原石山の調査では原石の性質と量（歩留り）が問題となる。これらの事項を検討するためには次の項目を知る必要がある。

- ① 岩質；硬軟（一軸圧縮強度），扁平性

- ② 割れ目；多少（密度），間隔
- 3) 地下空洞

地下発電所や大型の地下貯蔵所などは掘削断面が大きい大規模トンネルと考えることができる。したがって，地下空洞の調査用ボーリングもトンネルのそれと同じようなことがいえる。なお，地下空洞の場合には地盤の変形性や地中の初期応力も問題となる。

- ① 岩質；硬軟（一軸圧縮強度），異方性
- ② 割れ目・断層・シーム；多少（密度），間隔
- ③ 地下水；透水性，湧・漏水，地下水位

4) 地すべり及び急傾斜地崩壊

地すべりや急傾斜地崩壊は岩盤の

不連続面（弱線とか弱面）からすべるものと，岩の風化・変質により強度低下をおこしてすべるものとがある。特に地すべりの場合には後者の例が多く，ボーリング柱状図にも反映されている（図-4.6）。

- ① 岩質；硬軟（一軸圧縮強度），N値，風化・変質
- ② 割れ目・断層・シーム；多少（密度），間隔，方向性
- ③ 地下水；地下水位，湧・漏水，透水性

参考文献

- 1) 土質工学会 編：岩の工学的性質と設計・施工への応用，pp. 68~89, 338~360, 1977
- 2) (社)全国地質調査業協会連合会 編：建設技術者のためのボーリングポケットブック，p. 350, オーム社，1974
- 3) 建設省河川局 監修：建設省河川砂防技術基準(案)調査編，pp. 462~491, 508~511, 1976
- 4) 土木学会 編：ダムの地質調査，pp. 36~41, 42~56, 1977
- 5) 土木学会：トンネル標準示方書（山岳編）・同解説，pp. 11~15, 25~29, 1977
- 6) 中村二郎 編：砂防・地すべり防止急傾斜地崩壊防止施工法，土木施工法講座 11, pp. 282~287, 457~462, 山海堂，1978（原稿受理 1980. 4. 14）