

(2) 堆積軟岩のコア取扱上の問題点

基礎地盤コンサルタンツ(株)

同

同

福沢 久

西垣 好彦

高橋 幸蔵

1. はじめに

新第三紀層は、丘陵地を構成する主要層として、各地に分布しているが、石化の程度の低い堆積岩が多く、堆積軟岩の代表的な地質である。一般に岩盤ボーリングのコアは、土質試料に比べて乱暴に扱われているが、堆積軟岩のコアは、乾燥・吸水などによる状態変化を受け易いために、粘土試料よりも丁寧な取扱いが必要である。岩質評価においても、コアの外見に欺かれることが少なくない。本文では、これまでの地質調査例をもとに、堆積軟岩のサンプリングおよびコア取扱い方法について整理してみた。

2. サンプリング

岩盤の調査ボーリングでは、弱層の存在が問題となるため、連続的にコアを採取して、コア採取率100%を維持するのが課題である。堆積軟岩の場合は、人為的な乱れの少ないコア試料を連続的に採取し、自然状態に近い試料を対象として、高度の岩石試験を行う事例が増えている。図-1は、堆積軟岩のコア採取から室内試験に至る作業の流れを示している。岩石試験結果を有意義なものとするには、コア採取から試料の選定まで留意すべきことが多い。

表-1に、軟岩コア採取に用いられるコアチューブの特徴を示す。最近では、コア詰まりが発生しにくく、掘削後

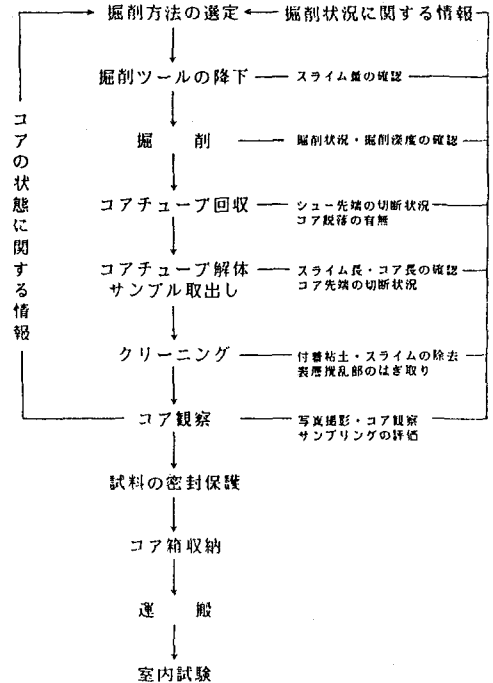


図-1 コア採取から岩石試験までの作業の流れ

表-1 軟岩コア採取用のコアチューブ

形式	名称	コア収納部	掘削方式	循環水	循環水による洗い出し		コア取り出し時の保護物	適用
					先端部	収納部内		
単管式	シングルコアチューブ	外管・鉄パイプ	ビット切り出し	無水・泥水 清水	著しい	著しい	無保護	土砂 ～ 硬岩
二重管式	非バック ング型	ダブルコアチューブ	内管・鉄パイプ	ビット切り出し	泥水・清水	多い	少し	無保護
		軟岩用ダブルコア チューブ	内管・鉄パイプ	内管刃先貫入先行 追いつき切り方式	泥水	なし	なし	無保護
	バック キング型	コアバックチューブ S型(軟岩用)	ポリエチレン チューブ	内管刃先貫入先行 追いつき切り方式	泥水	なし	なし	無保護
		コアバックチューブ SM型(中硬岩用)	ポリエチレン チューブ	ビット切り出し	泥水	多い	なし	ポリエチレン チューブ
		コアバックチューブ R型(中硬岩用)	ポリエチレン チューブ	ビット切り出し	清水	多い	なし	ポリエチレン チューブ
三重管式	トリプルチューブ サンブラー	塩化ビニール パイプ	内管刃先貫入先行 追いつき切り方式	泥水	なし	なし	塩化ビニール パイプ	風化土 ～ 軟質軟岩

(註) コアバックチューブは商品名であり、同様の形式のコアチューブが数社から販売されている。

のコア試料の取扱いも簡単なバックリング型のコアチューブが、軟岩・硬岩を通じて一般的に使用されている。圧縮強度が10～30kgf/cm²程度の軟岩の場合、ポリエチレンチューブに収納された棒状コアは、取扱中に折損事故が生じやすく、このタイプのコアチューブの弱点となっている。一方、トリプルチューブサンプラーは、採取されたコアを即時に観察することはできないが、試料保護の点でバックリング型コアチューブよりも優れている。コア採取率およびコア外周の切り出し状態は、掘削に使用したビットにも影響される。軟岩掘削で一般に使用されるメタルクラウンの場合、チップが大きいために荒削りとなって、コア肌を傷めやすい。堆積軟岩のボーリングでは、コアチューブ・ビット・掘削条件の選択が、コアの品質保持と掘進能率の維持に重要である。図-2は、一連の地層におけるコアチューブの使用実績をまとめたものである。この事例では、軟質層にトリプルチューブサンプラー、硬質層にコアバックチューブ（SM型）と使い分けている。この地層におけるビット荷重の採用実績は、図-3に示すように、両者に大きな差がない。なお、コアバックチューブでは、ビット荷重の全てがメタルクラウンに加わるが、トリプルチューブサンプラーでは、ビット荷重はメタルクラウンとシューの両方に分割される。

小林・杉本ら(1983)は、モルタルや砂岩 ($q_u \approx 230 \text{ kgf/cm}^2$) の拘束圧下ボーリングにおけるコア・ディスキングを報告しているが、軟質砂岩 ($q_u \approx 10 \text{ kgf/cm}^2$) でも過大な給圧下で掘削したり、コアチューブの機構上、先端部のコアに応力集中・応力解放が発生した場合に、コア・ディスキングが生じる例がみられた。コア・ディスキングは、トリプルチューブサンプラーでもコアバックチューブでも発生した。トリプルチューブサンプラーの場合、コア・ディスキングは、シュー先端部のスリヘリによることが明かとなっている。発生原因を模式化して図-4に示す。

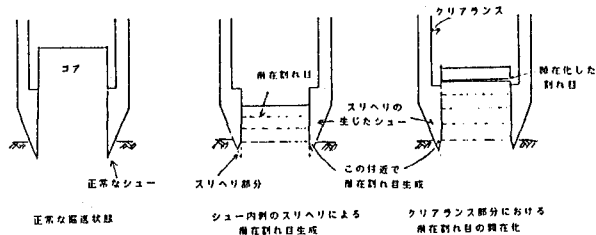
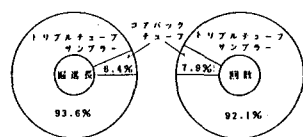
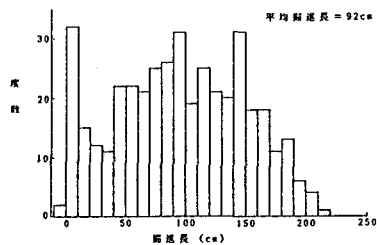


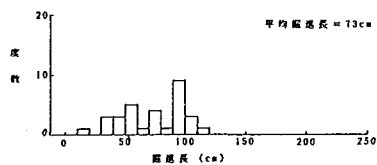
図-4 トリプルチューブサンプラーのシューによるコアディスキング発生概念図



(a) 使用実績

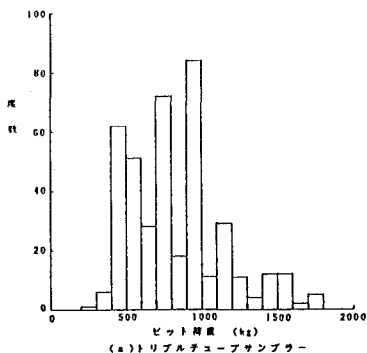


(b) トリプルチューブサンプラー

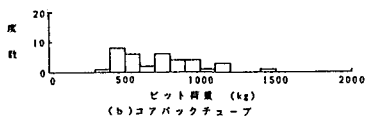


(c) コアバックチューブ

図-2 コアチューブ別掘進実績



(a) トリプルチューブサンプラー



(b) コアバックチューブ

図-3 ビット荷重の採用実績

3. コア観察

堆積軟岩のコア観察事項は本質的には硬岩の場合と同じである。硬岩の場合、RQDが岩盤の良好度の目安として、計数・利用されている。堆積軟岩の場合、サンプリング条件とその後の取扱い方によって、岩石自体の組織・硬さ・コアの形状・割れ目などが変化するため、RQDは岩盤性状を示す上で無意味な指標と

なりやすい。

コア硬さの評価では、ISRM指針の区分基準を参考に作成した表-2により軟質部の細区分を試みている。この基準による硬さ区分の実施例を図-5に示す。堆積軟岩の硬さのバラツキの程度がよく表れている。

コア形状は、表-3のように区分して、岩質評価と試験試料の選定資料として利用している。軟岩コアは、掘削時に乱れを受けやすいので、コアの外観を表-4により区分して表示している。図-6および7は、この区分基準を用いて、同一地層の掘削経験の増加にともなう採取コアの品質の推移の表したものである。

最後に、硬さをより正確にかつ連続情報として表現すること、およびサンプリングによる乱れの評価が、軟岩のコア観察の今後の課題と思われる。

表-3 コア形状の区分基準

記号	区分	表 現
A	柱状	長さ10cm以上の円柱状コア (圧縮試験用供試体でできる長さのコア)
B	片状	長さ10cm未満の円柱状コア 長さ5cm以上の非円柱状コアで、原形復旧の容易なもの
C	塊状	長さ5cm以下の小岩片に分離したものの 採取後バラバラになり、原形復旧は困難である
D	土砂状	軟質で土砂状(砂状・粘土状)のものの 見えない状態では柱状を呈するも、指で砕けて粉状となる
N	無採取	コア損失・コア脱落などのため、コア採取不能の部分 地質的・人為的に形成された空洞部分

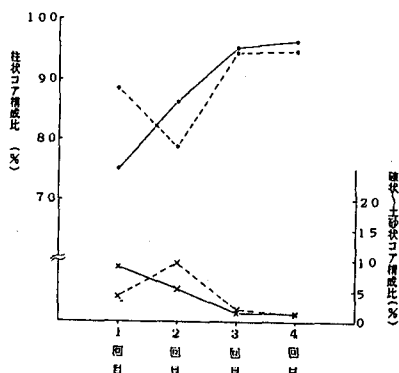


図-6 コア形状の構成比(掘削回数による変化)

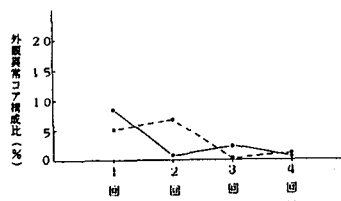


図-7 円柱状コアにおける外観異常コアの構成比(掘削回数による変化)

表-2 コア観察による硬さ区分基準(堆積軟岩)

区分	表 示	現場判定指標	quの目安
S1	非常に軟らかい	指でこぶしが容易に押し込める	0.25 以下
S2	軟らかい	親指を容易に押し込める	0.25~0.5
S3	しっかりした	親指を押し込むのにやや苦勞する	0.5~1.0
S4	硬い	親指の押し込み困難、親指で容易に凹まらう	1.0~2.5
S5	比較的硬い	親指の爪で容易に凹まらう	2.5~5.0
S6	非常に硬い	親指の爪を入れるのは困難	5.0~10.0
R1	弱い	爪で傷つく、ナイフで割れる	10~30
R2	やや弱い	爪で少し傷つく、ナイフでなんとか割れる、 ヘラで割る→微金属音、ハンマーで凹み	30~50
R3	中位	爪で傷つかない、ナイフで割るのは困難、 ヘラで割る→微金属音、ハンマーの先で凹み	50~100
R4	やや強い	ナイフではほとんど傷つかない、ヘラでかなり 浅い金属音、ハンマーの先で浅い凹み	100~250
R5	強い	ハンマーで軽い金属音、 ハンマー強打で砕ける	250~500
R6	非常に強い	ハンマー強打で浅い金属音、 ハンマー強打(一撃以上)で壊せる	500~1000
R7	極度に強い	ハンマー強打で浅い金属音、 ハンマー強打で反発、壊すのにかなり苦勞する	1000 以上

(kgf/cm²)

表-4 円柱状コアの外観の評価基準

区分	評 価	評 価 基 準
I	正 常	理想的な円柱状で、コア表面が滑らかなもの
II	ほぼ正常	ほぼ完全な円柱状で、表面の一部に、弱い肌荒れやリング状の腐蝕様(凹凸)のみられるもの
III	やや異常	コアの表面全体に荒れが目立つもの a. 弱い肌荒れ (粗粒岩 - 粒子の剥離) (細粒岩 - 表面のササクレ) b. リング状の浅い腐蝕様(凹凸) c. 不規則な形状 — やや歪んだ円柱状、縦溝
IV	異 常	理想的な円柱状コアから著しくかけはなれたもの a. 著しい肌荒れ b. リング状腐蝕様の発達 c. 著しい不規則形状 d. 著しい機械的な攪乱(粘土化、土砂状化、焼き付き)

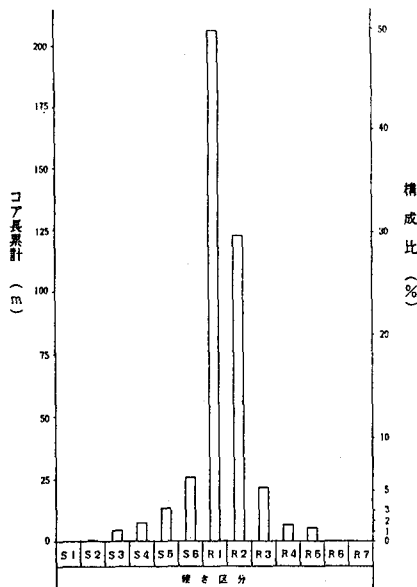
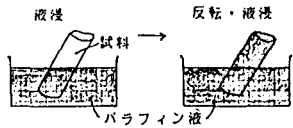
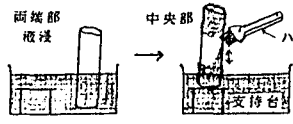
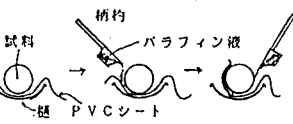
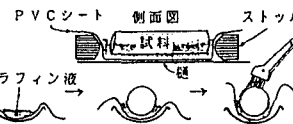
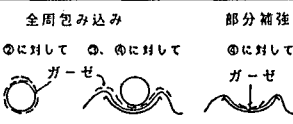


図-5 堆積軟岩の硬さ区分ヒストグラム

4. コアの保護

軟岩は通常、乾燥や吸水による状態変化を受けやすいので、コアチューブから試料を取り出した瞬間から試験が終了するまでの長期にわたって、試料状態の保全について細心の注意が必要である。とくに、泥質岩の場合は写真撮影から密封までの間の短時間の曝気によりヘアカラックを生じる可能性が大きいので注意が必要である。コア試料の密封はパラフィンシールが主体である。棒状コアのパラフィンシールは、種々の方法で行われている。主要な方法を表-5に示す。筆者らは、長柱状コアの完全シール法として、④の「改良流し込み法」を開発し実施している。この方法は、素人にも簡単・確実・迅速にできるように考案した方法である。パラフィンシールされた試料は、衝撃や振動・温度変化・試料の移動などによるシールの損傷を防ぐために、クッション材や断熱材等を備えたコア箱に収納し、温度変化が少なく浸水や落下物などの恐れのない所で保管することを原則としている。

表-5 円柱状コアのパラフィンシール方法

名 称	概 念 図	説 明	長 所 ・ 短 所
① 直接液浸法		手に持ったまま片側をパラフィン液に浸す。一度、柄から出し、パラフィンをつけた方を持ち、反対側をパラフィン液に浸す。	長所：特別な装置を必要としない。 完全なシールを簡便に行える。 短所：長い試料・壊れやすい試料に適用できない。 試料を液の中に落ししやすい。
② ハケ塗り法		試料の両端は①の方法でシールする。中央部部分は、試料を柄の中に立てハケを用いてパラフィンを塗る。(ハケの代わりに柄杓でパラフィン液をかけてもよい。)	長所：特別な装置を必要としない。 長い試料でも可能。 短所：塗りムラがでやすい。 パラフィンが飛散して周囲が汚れやすい。
③ 流し込み法		柄の上にPVCシート(幅4D)を敷き、その上に試料を置く。柄杓でパラフィンを流し込み、試料の下部をシールする。次に試料をPVCシートと共に3分の1づつ回転させながら、パラフィンを注入して、全周のシールが終ると、PVCシートの余りの部分で試料を包み込む。	長所：長いもののシールが簡単にできる。 PVCシートにより補強される。 短所：作業スペースが広くなる。 試料を回転する時にパラフィンが割れやすい。 時々、パラフィンシールに穴が生じることがある。
④ 改良流し込み法		柄の上にPVCシートを敷き、その上にパラフィン液を流し込む。パラフィンが少し固まかけた頃合を見計らって試料をいれ、試料の上面に柄杓でパラフィンをかけ、ハケで塗り全周をシールし、PVCシートで包む。	長所：長尺の試料でも完全なシールが簡単にできる。 短所：③と同じ作業スペースが必要。 最初に入れたパラフィンが固まりすぎると試料との密着性が悪くなる。
⑤ パラフィンシール補強法		試料の全周またはその一部にガーゼをあて、ガーゼごとパラフィンシールする。 ①～④の各方法に併用する。	長所：パラフィンシールの傷やヒビ割れ割れを防げる。 短所：パラフィンシールを不用意に剥すと、試料に無理な力を加えて、ヒビ割れを生じることがある。

(注) PVCは、ポリ塩化ビニル樹脂の略

参考文献

- 1) 中村小四郎：試錐〔Ⅲ〕—地質とその調査法・掘さく法—，試錐研究会刊，1969
- 2) 全国地質調査業協会連合会編：建設技術者のための新編ボーリングポケットブック，オーム社刊，1983
- 3) ISRM Commission on Standadization of Laboratory and Field tests : " Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses " , Int. J. Rock Mech. Min. Sci.& Geomech. Abstr., Vol.15, pp319-368, 1978
- 4) 土木学会：原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針, p193, 1983
- 5) 阪口 理・西垣好彦：硬質粘土および軟岩のサンプリングの現況、
土質工学会 昭和60年度サンプリングシンポジウム pp.19～28
- 6) 小林良二・杉本文男：コア・ディスクングに関する実験的研究、日本鉱業会誌99-1143, 1983-5

(2) Some Problems on Drill Core Procedure
of Sedimentary Soft Rock

Hisashi FUKUZAWA
Yoshihiko NISHIGAKI
Kozo TAKAHASHI

Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd.

Abstract

Tripple tubed core barrel and core-packing type core barrel are often used to drill soft rocks. Both core barrels usually yield good core recoveries. The former is suitable for very soft and weak rocks, and the other is suitable for rather more hard rocks. In order to get good drill cores of sedimentary soft rock, core barrel using to drill should be chosen according to the hardness of the rock.

The results of core descriptin for sedimentary soft rocks show that those core barrels are very useful for correct estimate of rock conditions, but skills of drilling teams influence drill core conditions, especially in very soft rock.

A new method to preserve a long core of sedimentary soft rock to prevent drying has developped for Tertiary soft rocks of the Kobe groop. Using this method, long drill cores up to 80cm length will be easily and thoroughly sealed with paraffin.