<ノート>

先端閉塞式底泥採取装置の試作

A new core sampler design

楠田 哲也* 平田 登基男** 古賀 憲一*

Tetsuya KUSUDA Tokio HIRATA Kenichi KOGA

栗谷 陽一* 手島 義純** 萬 久光*

Youichi AWAYA Yoshizumi TESHIMA Hisamitsu YOROZU

島岡 隆行*

Takayuki SHIMAOKA

1. 緒言

海域、河川、湖沼での水質の保全を的確に行うためには、各種物質の輸送・変換過程を明らかにする必要があり、各方面で底質調査や水質調査が行われている。底質調査を行うに際してまず必要とされることは、試料の採取目的に応じた適切な底泥の採取である。現在までに種々の使用目的に応じた底泥採取装置が開発されているが、それらの大半は主として硬質土の採取などを対象としたものであり、自然界に存在している軟弱な底泥(含水比で400%以上程度)を不攪乱の状態で、かつ海上や湖上でも簡便に採取でき得る装置は少ないようである。

著者らは、緩詰めめの砂質土や高含水比の底泥の採取を目的とした採泥器(コアサンプラー)の開発を進め、試料の脱落防止にゴムスリーブを用いた「先端閉塞式」の装置を2組試作した。第1号器は主に砂質土、第2号器は高含水比の底泥及びその直上水の採水を対象としたものである。第1号器については、水深70mの海底からの採取に成功しており、調査結果についての詳細は既に報告している¹⁾。

本報告では、第2号器の装置概略、操作方法及び現地試験結果について述べる。

2. 採取装置

2.1 装置の概要

全体図及び各部の名称をFig.1に示す。本体は総重量15.5kgで2重管式構造である。外管本体①はステン

1	OUTER CYLINDER
2	INNER CYLINDER
3	HOOK SUSPENDER
4	COLLAR FOR HOOK
5	HOLE FOR CHAIN
6	SCREW
7	HOOK
8	WIRE
9	RING FOR FIXING SPRINGS
10	SPRING
11	KEY WAY
12	SCREW
13	COLLAR FOR HEAD PARTS
14	RUBBER SLEEVE
15	RING FOR RUBBER SLEEVE
16	HEAD
17	RING
18	TIP

Fig. 1 CORE SAMPLER.

* 九州大学工学部水工土木学教室 Department of Civil Engineering Hydraulics and Soil Mechanics

** 九州大学工学部土木学教室 〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1, Department of Civil Engineering Kyushu University, 36, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812 Japan

レス製パイプで内管②の保護及び種々の部品を取り付けるためのものである。内管②は透明のアクリル製パイプ（内径55mm，外径60mm，長さ1000mm）で乱されない試料がこの内部に採取され，採取後の状態（試料の長さ，色調など）が確認できる。内管②の先端部（落下時には下部に相当）にゴムスリーブ⑭及びリング⑮を備えており，本装置の特徴である先端閉塞機能はこのゴムスリーブ⑭の振りによって果される。以下に本装置の構造，機能について詳細に述べる。

2.2 先端閉塞機能

ゴムスリーブ⑭を用いた先端閉塞機能について述べる。動作機能を説明するにあたり，便宜上「軸方向」は採泥器の中心軸を指し，「周方向」は採泥器の周に沿う方向，「下方」は各図面の下方向（採取する時の底泥の進入部）を示し，「上方」は逆に図面の上方（採泥器の牽引部）を示すこととする。内管②の先端部にゴムスリーブ⑭（肉厚0.5mm，長さ120mm，径50mm）が装着されており，このゴムスリーブ⑭の他端には真鍮製のゴムスリーブ固定用リング⑮が装着されている。その状態を Fig. 2(a) に示す。ゴムスリーブ⑭と内管②，固定用リング⑮との固定はビニールテープで行った。先端部閉塞機能は，ゴムスリーブ⑭の振り，すなわちゴムスリーブ固定用リング⑮を周方向に回転させることによって果される。その状態を Fig. 2(c) に示す。このように，先端部閉塞機能は，原理的には Fig. 2(a) から Fig. 2(c) への動作によって果されるが，Fig. 2(a) の状態で採泥器を底泥中へ貫入させると固定用リング⑮，ゴムスリーブ⑭，内管②の各々の内径が異なるために貫入時の攪乱が生じる可能性がある。この攪乱を防止するために，ゴムスリーブ⑭及び固定用リング⑮が貫入時に底泥に直接接触しないようにそれらを内管②の外面に沿って頂部の方へ引き上げた状態にしている。その状態を Fig. 2(b) に示す。つまり，固定用

リング⑮を内管②に沿って一旦頂部の方へ押し上げた後（この時，ゴムスリーブ⑭はめくれ上る）内管②の下端が固定用リング⑮の先端と揃うまで引き下げるようにする。このようにして準備の完了した内管②を外管①に挿入し，ヘッド⑯をヘッド取り付け用カラー⑬に取り付けばヘッド⑯と内管②の内面は隙間もなく同一面を構成し貫入時の試料攪乱は防止される。以上のことから，本採泥器の閉塞動作は，ヘッド⑯すなわちゴムスリーブ固定用リング⑮をまず内管②に沿って下方へ移動させゴムスリーブ⑭を内管②から一旦引きずり出した後（Fig. 2(a) の状態），周方向に回転させ，ゴムスリーブ⑭を振ることによって果される（Fig. 2(c) の状態）。以下，これら一連の動作機構について各付属部の受け持つ役割をも関連させて詳述する。

2.3 ヘッド部及びスプリング部 (Head Part, Spring Part)

ヘッド部は，ヘッド取り付け用カラー⑬（真鍮製）及びステンレス製のヘッド⑯から成っている。外管本体①の先端部には周方向，軸方向（巾6mm，深さ2mm，長さ50mm）にキー溝が4本穿ってある。ヘッド取り付け用カラー⑬がこのキー溝①に沿って周方向に回転し，かつ軸方向に移動する。ヘッド取り付け用カラー⑬の内側及びヘッドの外側にネジを切っており，ヘッド⑯の装脱着が可能となっている。また，ゴムスリーブ固定用リング⑮もこのカラー⑬と取り外しが可能であり，ゴムスリーブ固定用リング⑮に設けた爪⑰をカラー⑬の溝に引っ掛けることにより固定することができる（Fig. 3 参照）。したがって，採泥前の準備段階から採泥を終了するまで，ヘッド⑯，カラー⑬，ゴムスリーブ固定用リング⑮は一体構造を成すことになる。先端部閉塞時の動作としてはまず，Fig. 2(b) に示すような準備段階から，ヘッド⑯，カラー⑬，ゴムスリーブ固定用リング⑮が一体となって外管①に設けた軸方向のキー溝①に沿って下方へ移動する（Fig. 2(a)）。ついで，周方向のキー溝に沿って回転し（Fig. 2(c)），ゴムスリーブ⑭が振れ閉塞が終了する。内管①は内管①のもう一方の端部（頂部）で外管本体①と押しネジ⑥により固定されている。

スプリング部は，2条巻きのスプリング⑩（径5mmのピアノ線）から成っており，前述したヘッド部の移動（軸方向，周方向）を行うための駆動部に相当する。スプリング⑩の2条巻きはスプリング⑩の振り力の片寄りを防止するためである。スプリング⑩の片端は外管本体①に，他端はヘッド取り付け用カラー⑬に固定されている。

2.4 頂部 (Tail Part)

外管①の頂部（上部）にフック取り付け用カラー④

Fig. 2 STATES OF RUBBER SLEEVE.
(a) OPEN (b) SET UP (c) CLOSE

Fig. 3 HEAD PART.

(ステンレス製)を設けている。フック⑦はスプリング⑩に働いている力を保持するためのものである。吊り金具③の先端部にこのフック⑦を引っ掛けてフック取り付け用カラー④に固定する。また、フック取り付け用カラー④には採泥終了後に採泥器を引き上げるのに必要なロープ及びロープと採泥器を連結するための鎖、鎖取り付け用穴⑤が設けてある。内管②を外管①に固定するための押しネジ⑥も設けている。

2.5 内管 (Inner Cylinder)

内管②の構成は、頂部に取り付けられている真鍮製のリング⑬、下部のゴムスリーブ⑭及びゴムスリーブ固定用リング⑮より成っている。真鍮製のリングは外管①の頂部保護用である。

3. 操作方法及び作業過程

操作方法は大きく分けて1)準備段階、2)採泥、3)採泥器の引き上げ、の3段階である。以下、これらの詳細について述べる。

1) 準備段階として、まず内管②のゴムスリーブ⑭及び固定用リング⑮を2.2で述べたような操作手順に従って、Fig. 2(b)の状態にセットする。採泥箇所が複数点以上ある場合は、予め所要数の内管②にゴムスリーブ⑭を装着しておけば準備の操作がかなり簡便化される。ついで、外管①本体の準備に移る。まずヘッド取り付け用カラー⑬(この時点ではヘッド⑯は未装着)を引っ掛けスパンで周方向に約270°回した後、外管①に設けた軸方向のキー溝⑪に沿って上部の方へ押し込む。押し込んだ状態のままヘッド取り付け用カラー⑬にワイヤー⑧で連結されたフック⑦をフック取り付け用カラー④に固定する。この段階で、吊り金具③はフック取り付け用カラー④に固定され、ワイヤー⑧にはバネ反力による張力が働いている。ついで、内管②を外管①に挿入し、外管本体①の押しネジ⑥で内管②を外管①に固定する。内管②を外管①に挿入する際には2.3で述べた方法によってゴムスリーブ固定用リング⑮をヘッド取り付け用カラー⑬に固定する。最後にヘッド⑯をヘッド取り付け用カラー⑬に取り付ける。以上で採泥器の準備段階が終了する。これら一連の作業に要する人員は1名である。

2) 採泥器の投下及び採泥は以下のように行う。準備段階の終了した採泥器にロープを連結する。連結部は吊り金具の頂部である(Fig. 4 参照)。船上もしくは橋上などからロープを繰り出しながら採泥器を投下する。底面付近で本体を自由落下させ自重によって底泥に貫入させる。水深が浅い場合(大略数 m 以下)は直ちに落下させる。水深が浅く潮流の速い所では、船を係留させた方が好ましい。貫入を確認した後、内径45 mm、長さ115 mm、重量約3 kgのメッセンジャーをロープを伝って落下させる。メッセンジャーが採泥器の頂部に達すると吊り金具③の開き角を小さくし、吊り金具③はフック取り付け用カラー④から離脱し、同時にヘッド部を固定していたフック⑦もフック取り付け用カラー④から離脱する。その瞬間、スプリング⑦の圧縮力と振り力によりヘッド部が押し出され回転する(2.2, 2.3参照)。その時点で、ゴムスリーブ⑭は閉塞し採泥が完了する。採泥後の採泥器の概略をFig. 4に示す。

採泥終了後、3)採泥器の引き上げを行う。引き上げは人力によって行い、作業人員は1名でも可能であるが、安全のため2名で行った方が良い。引き上げられる時、外管①と内管②と隙間の水は先端部の小孔より排出される。船上などに引き上げられた採泥器はFig. 5に示すように鉛直状態に保ったまま三脚のスタンドに固定され、以下に示す内管②の取り出し作業に移る。まず、スタンドに固定された採泥器のヘッド⑯を取り

Fig. 4 STATES OF CORE SAMPLER.
(a) SET UP (HEAD OPEN)
(b) HEAD CLOSE

外す。ヘッド⑬を取り外しても、ゴムスリーブ⑭は閉じたままであり、固定用リング⑮もヘッド取り付け用カラー⑬に固定された状態なので、試料は落下しない。つぎに、予め用意したゴム栓を固定用リング⑮に挿入しゴムスリーブ⑭を閉じたままの状態の内管②まで押し込む。ゴム栓が内管②にまで押し込まれ固定されたのを確認した後、採泥器上部の押しネジを緩め、内管②を外管①から取り外す。以上で底泥のコアサンプルが得られたことになり、以後前述のことを繰り返せば良い。

4. 試験結果及び考察

本採泥器で得られる試料が不攪乱の状態かどうかを確認するため、以下の室内試験を行った。含水比が既知の模擬試料（市販カオリン ASP-600、平均径0.6

Fig. 5 CORE SAMPLER AND TRIPOD. (HAKATA BAY)

Fig. 6 VERTICAL DISTRIBUTION OF WATER CONTENT. (CLAY SLUDGE) — CORE SAMPLER

μm)を用いた。模擬試料の含水比を3段階に分け、それらを層状にしてポリバケツに満たした後、採泥器を貫入させ、前述した方法で採泥した。その時の試験結果をFig. 6に示す。Fig. 6から、本採泥器による試料

Fig. 7 VERTICAL DISTRIBUTION OF WATER CONTENT AND IGNITION LOSS. (HAKATA BAY, MAY 12, 1983) ----- WATER CONTENT, — IGNITION LOSS

は不攪乱状態であることが確認される。Fig. 7,8 に周防灘及び博多湾での現地試験結果を示す。これらの図からも採泥状態は良好のようであり、実用的に使用でき得ることが認められる。

以上の成果を踏まえて、本採泥器の特徴を整理すると次のようである。

- (1) 不攪乱試料が得られる。
- (2) 試料の脱落がなく、高含水比の試料も採取できる。
- (3) 底泥直上水の採水も可能である。
- (4) 水深が深い所での採取が可能である。
- (5) 操作が簡単であり、作業人員も少なくすむ。

5. ま と め

本装置を用いて室内試験、現地試験を行い実用的に充分使用でき得ることが認められた。しかし、適用箇所によっては、底泥の含水比が本例で示したものよりさらに高い場合もあり得るので貫入深さを調整できる装置も必要となるであろう。その場合には、例えば落

Fig. 8 VERTICAL DISTRIBUTION OF WATER CONTENT AND IGNITION LOSS. (SUONADA, APRIL 13, 1983) ----- WATER CONTENT, — IGNITION LOSS

下距離を予め調整する、採泥器に貫入抵抗の大きい脚を設け貫入深さを調整するなどの改良が考えられる。また、内管からの試料の取り出しを容易にするなどの改良も考えられる。

本研究の一部は総合研究(A)(研究代表者：中西弘)一般研究(B), (C) (研究代表者：栗谷陽一、楠田哲也)の補助を受けて行ったものである。

謝 辞

本研究を遂行するに当り、種々の御協力を頂いた運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所及び同局博多港工事事務所の方々に深謝致します。

(原稿受理 昭和59年5月25日)

引 用 文 献

- 1) 平田登基男, 手島義純, 古賀憲一 (1983) 先端閉塞型簡易コアサンプラーの試作, 九州大学工学集報, 57, (2), 1~4.