

港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 306 Sept. 1978

海底着座型長尺サンプル採取装置(MAS-76)の
開発について

松	本	一	明
堀	江	宏	保
小	川	富	美
小	林	茂	雄

運輸省港湾技術研究所

目 次

要 旨	3
1. ま え が き	3
2. 研究開発の経緯	3
3. 装置の概要	4
3.1 設 計 条 件	4
3.2 装 置 の 特 徴	5
3.3 装 置 の 構 成	6
3.4 装 置 の 仕 様	7
3.5 装置主要部の機能	7
4. 現地検証実験結果	22
5. ま と め	23
6. あ と が き	23
参 考 文 献	24

Development of Sabmarine Sampling System for Long Continuous Soil Sample (MAS-76)

Kazuaki MATSUMOTO*
Hiroyasu HORIE**
Fumiko OGAWA**
Shigeo KOBAYASHI***

Synopsis

In design and construction of off-shore structures on the deep sea, it is absolutely necessary to obtain accurate information on the engineering properties of subsoil. A new apparatus, Marine Auto Sampler-73 (MAS-73) was developed and already reported by the authors previously. MAS-73 performed quite well, however, observation of the continuous soil profile was impossible as is usually the case by the thin wall sampling.

Improvement of the MAS-73 is tried and MAS-76 is developed in the present project. Foil sampler is applied to the apparatus to take long continuous sample of 5.0 m in length. Compact and high water pressure proof hydraulic unit is developed to increase the working depth and to reduce the size and weight of the overall apparatus.

By the field experiment of MAS-76, even the extremely weak sub-surface deposit is successfully recovered and soil test results show the good quality of the recovered sample.

* Chief of Soil Investigation Laboratory, Soil Devision
** Member of Soil Investigation Laboratory, Soil Devision
*** Ex-Member of Soil Investigation Laboratory, Soil Devision

海底着座型長尺サンプル採取装置(MAS-76)の開発について

松本一明*
堀江宏保**
小川富美子**
小林茂雄***

要 旨

大水深海域における軟弱地盤上に海洋構造物などを安全、かつ経済的に建設するためには海底土質に関して地層的に連続した正確な情報を必要とするが、現状では、連続した正確な情報の得られる調査機は開発されていない。したがって本研究は、大水深において水深による悪影響のない海底着座型方式の長尺サンプル採取機を開発することが主目的であるが、この種の海底着座型装置をできるだけコンパクト化して利用しやすいようにするため、従来小型化の障害となっていた装置の駆動源である油圧ユニットを改良することも重要項目として研究を実施し、それぞれ成果を得た。すなわち、従来の調査法、および装置では、地層を連続的に乱さない状態で採取することは困難であったが、本装置ではそれが容易になった。また従来困難であった海底表層部の軟弱層いわゆるヘドロ層の強度特性、および圧密特性など土の力学特性の把握が可能になった。

一方、装置のコンパクト化については、この種の装置の駆動源として多く利用される油圧ユニットを一般的に用いられる圧力容器封入型から完全脱皮した油圧機器の水中露出方式を開発した。これによって油圧機器は、小型化され、また内外圧がバランスして水深に関係なくなり、相対的には大気圧中で使用しているのと同じ条件になる。また、水中露出型は、従来のものにくらべて機器の調整、およびメンテナンスがきわめて容易になり、時間のロスが少なく能率的になった。

これらの性能、および操作性については、海上における検証実験によって確認した。その結果、若干の改良点はみられたものの総合的には、ただちに現場での使用が可能であることが認められた。

1. まえがき

近年、海洋開発に関連して沖合いの大水深海域に構造物を建設する機会が多くなりつつある。大水深における海洋構造物を安全かつ経済的に建設するためには、海底地盤の土質に関する正確な情報を把握することが重要である。しかし現状では、大水深に対処できる土質調査法は十分ではなく多くの問題をかかえている。とくに大水深における海底土質を乱さない状態で連続的にサンプリングすることはむずかしく、これを安全、迅速かつ正確に行うことのできる海底着座型の土質試料サンプリング調査機が必要とされており、これの開発研究を行ったものである。

2. 研究開発の経緯

本研究は、昭和48年度に港湾技術研究所によって開発されたMAS-73 (Marine Auto Sampler-73)¹⁾ の開

発経緯を踏まえて、さらに発展進歩させるため、すなわちより大水深に容易に適用できること、地層を連続的にサンプリング調査できること、および装置を小型化することを主な研究課題として実施したものである。なお、サンプラーの開発にあたって基本的にはスウェーデンで開発された陸上用のフォイルサンプラーをベースにして海中用に適用するために本研究を実施した。

本研究は、昭和49年度から3か年にわたって実施したものである。初年度の昭和49年度は、装置の足廻り、すなわち各ユニットを配置する3点レグ付きの架台(ベース)、海底地盤高さの検知を行う先端抵抗測定式コーンペネトロメーター、および本装置の主目的である地層を乱さないで連続的に採取するための長尺試料採取用サンプラーの開発を行った。

次年度の昭和50年度は、装置のコンパクト化を目的とした水中露出型の油圧ユニット、サンプラーの把持と解

* 土質調査研究室長

** 土質調査研究室

*** 前土質調査研究室

除、送水機能を持つドリルヘッド、このドリルヘッドを昇降させるためのやぐら装置、および送水のための脈動の少ない水中ポンプをそれぞれ開発した。

最終年度の昭和51年度は、装置を船上から遠隔制御によって操縦するための船上部、および海中部の多重通信機能を含む制御システム、それらに必要な水中複合ケーブル（水中コネクターも含む）、およびウインチ装置を製作した。

また、最終年度は、3か年にわたってばらばらに製作してきた各部分を総組立、調整した上で、海上における現地検証実験を実施し、調査機の性能、操作法、および

採取試料の品質について検討した。

3. 装置の概要

3.1 設計条件

- | | |
|-------------------|-------|
| (1) 調査水深 | 70 m |
| (2) 潮流（最大） | 1 m/s |
| (3) 波高（最大） | 1.5 m |
| (4) 海底傾斜角 | 10°以内 |
| (5) 海底土質 | 軟弱粘性土 |
| (6) サンプルング対象土質 | 粘性土 |
| (7) サンプル採取長（連続最大） | 5 m |

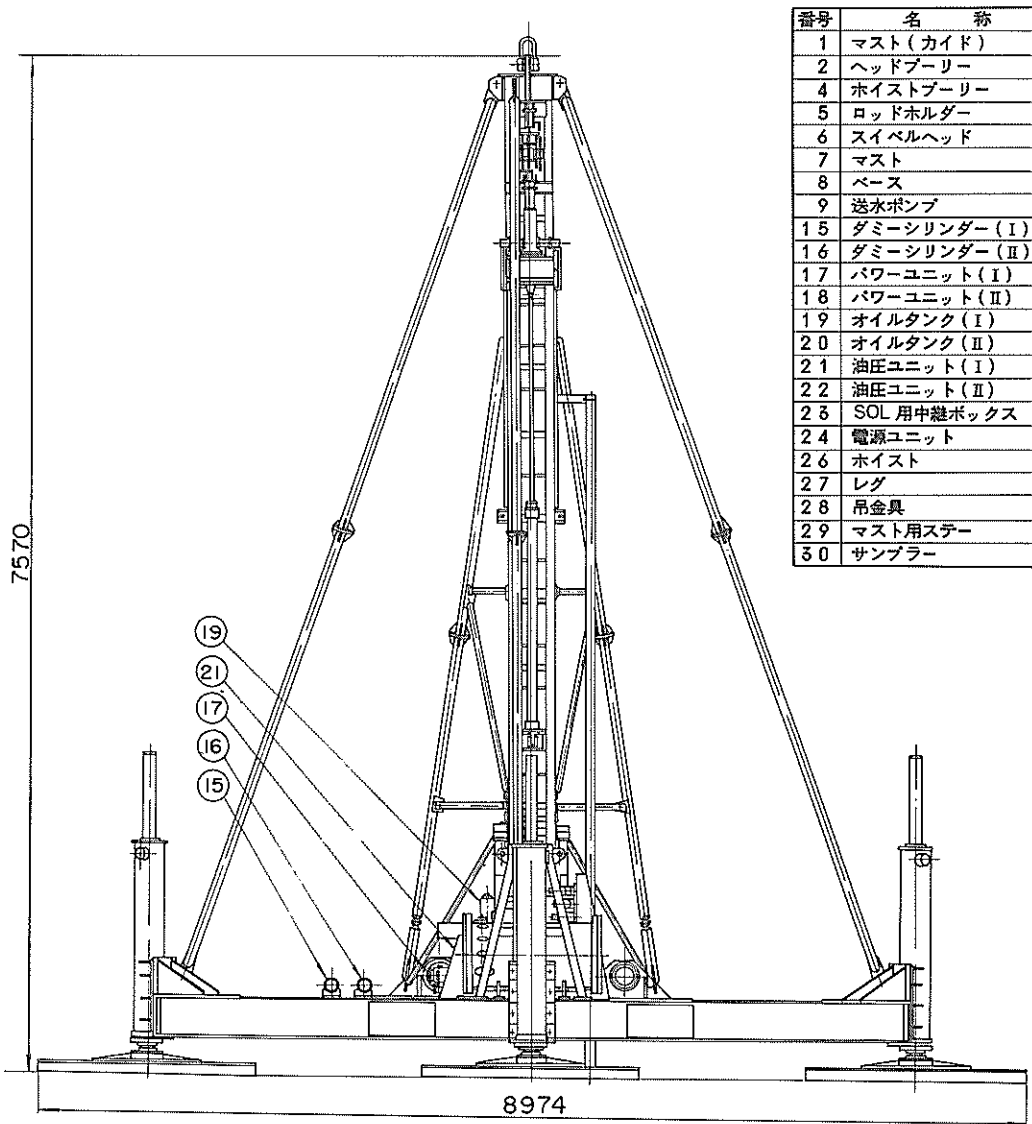


図-3.1 装置正面図

(8) 海底地盤高さの検出 ; コーンペネトrometerによる。

(2) 海中露出型の油圧ユニットにより圧力容器が不要になり、スペース的に有利になった。

(3) ピストン式サンプラーの採取精度の向上を目的として海底地盤高さの計測を行うための先端抵抗測定式コーンペネトrometerを組合せた。

(4) 油圧シリンダーにダミーシリンダー方式を開発採用することによってシリンダー長さを短縮することができ装置のコンパクト化が一步前進した。

3.2 装置の特徴

さきに、港湾技術研究所において開発された海底着座型不攪乱試料自動採取装置(MAS-73)と異なる主な特徴をあげると、次のとおりである。

(1) 海底面下5mまでの連続したサンプルが得られるようになった。

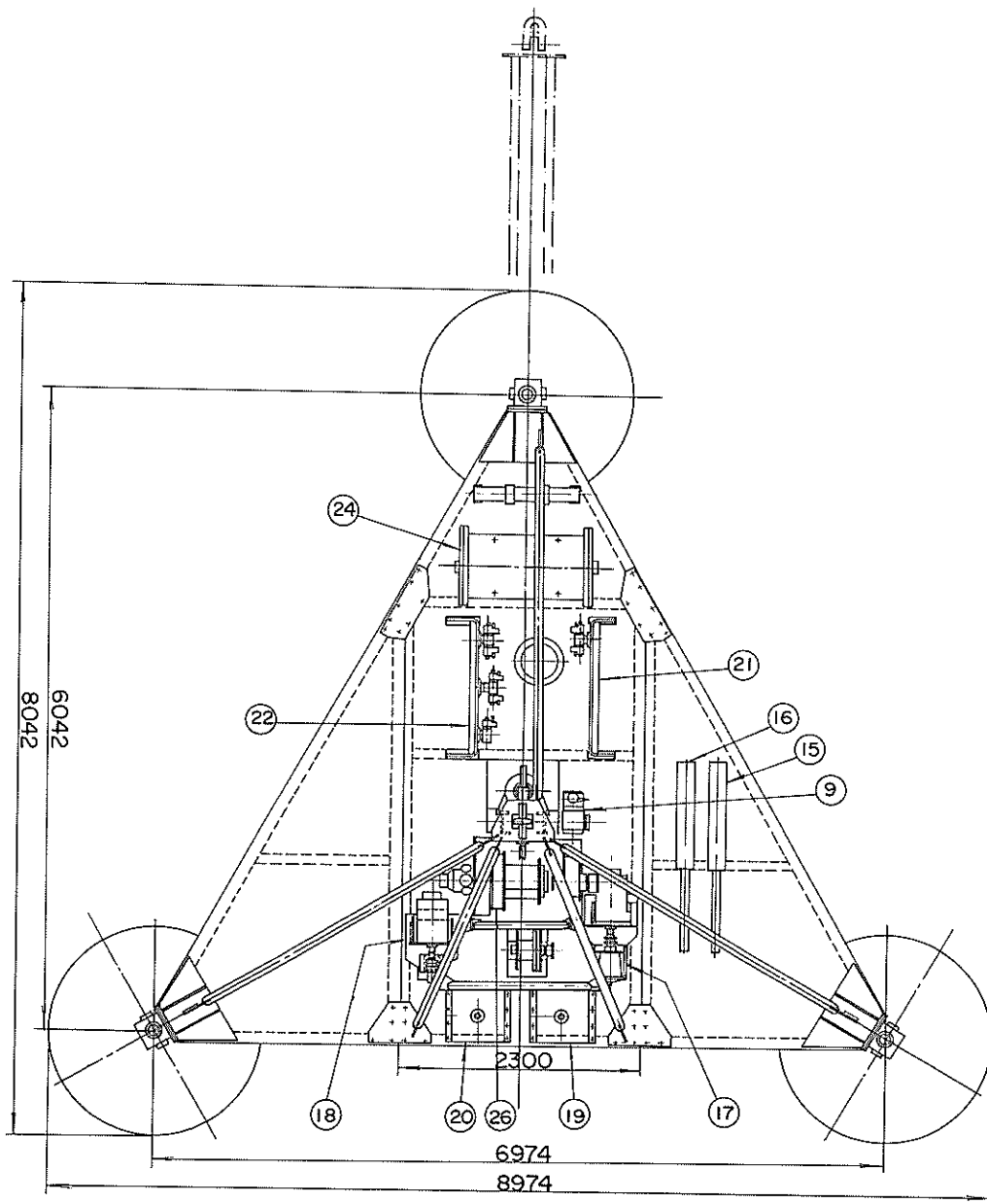


図-3.2 装置平面図

3.3 装置の構成

本装置は、海底に着座させ船上からの遠隔制御によって操作されるもので、海中部と船上部に大別される。すなわち海中部は、①サンプリングを行う装置本体、②海底地盤高の計測（装置の基準点からの距離測定）を行う先端抵抗測定式コーンペネトロメーター、③海中露出型油圧ユニット、④海中制御器（多重通信送受信器など

があり、船上部は、海中部を遠隔操縦によってコントロールする制御装置（多重通信送受信器を含む）などから構成されている。

海中部本体は、海底に着座されて船上から水中複合ケーブルを通して遠隔制御によって作動あるいは、種々の計測が行えるようになっている。なお、コーンペネトロメーターは、地盤高さ計測後一般的な貫入試験装置とし

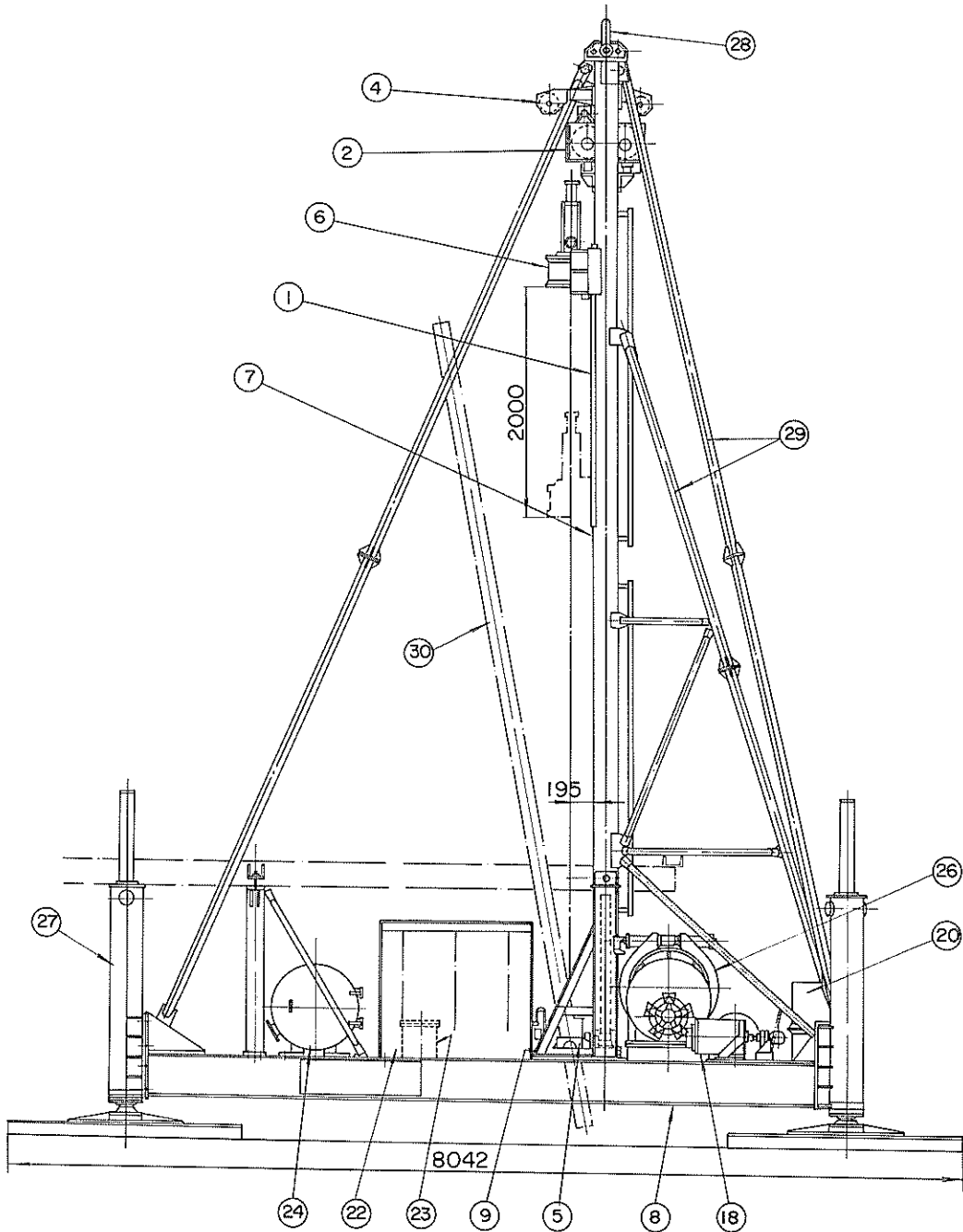


図-3.3 装置側面図

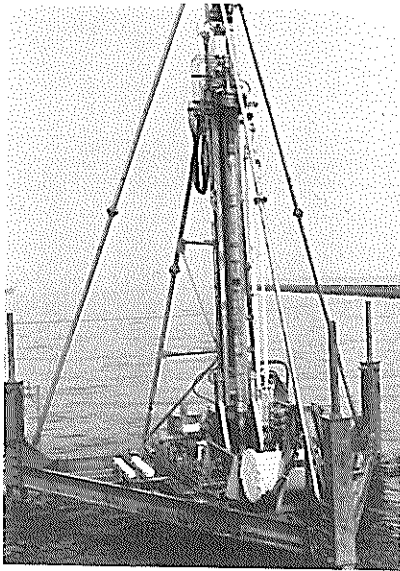


写真-3.1 装置全姿

て利用し、海底地盤面下約5 mまでの地盤強さ q_0 を自動的に計測できるようになっている。

装置全体の構成を図-3.1、3.2および3.3に示す。又装置の全姿を写真-3.1に示す。

3.4 装置の仕様

(1) 駆動方式

海中露出型外圧バランス方式による全油圧駆動。

(2) サンプリング形式

フォイルサンプラーの水中使用と水圧加力による連続押込み。

(3) サンプリング

- ① サンプル長さ；5 m
- ② サンプリング速度；0.5 m/min
1.0 m/min
1.5 m/min
2.0 m/min
2.5 m/min
- ③ サンプラーの押込力；3,600kgf（最大）
- ④ サンプラーの引抜力；2,000kgf（最大）
- ⑤ サンプラーの引抜速度；2 m/min（最大）

(4) コーンペネトロメーター

- ① 測定方式；差動トランスを利用した先端抵抗測定方式
- ② コーン断面積；30 cm²（61.82 mm ϕ ）
- ③ コーン角度；60°
- ④ 貫入ロッド径；50 mm

- ⑤ コーン貫入深さ；4,880 mm
- ⑥ コーン貫入速さ；10 mm/s
- ⑦ コーン貫量記録レンジ；0～10 cm
0～100 cm

(5) 遠隔制御方式

多くのデータ数を細いケーブルで処理するため多重通信システムを採用。

(6) 電源

220 V, 60 Hz

(7) 海中部本体の形状寸法および重量

- ① レグ間隔；一辺6 mの正三角形
- ② レグ底盤の直径；2 m
- ③ 装置の全高（レグ縮小時）；9.6 m
- ④ 重量；空中重量，約12.8 tf
水中重量，約11.2 tf

(8) 装置の運搬方式

トラックによる陸上輸送ができるよう、やぐらの傾倒および分割が可能。

3.5 装置主要部の機能

(1) ベース装置（写真-3.2参照）

ベースは、本装置を構成する各ユニットを配置、搭載するためのもので、正三角形の形状とし全ユニット重量および作業時、移動時の変荷重に対して十分耐えられる強度をもっている。なおベースはサンプラー貫入時の反力に対し十分安全な重量となっている。また、図-3.4に示すようにトラック輸送ができるように分割可能である。

(2) やぐら装置（写真-3.3参照）

やぐらは、スイベルヘッドの上昇、下降時のスライドをガイドし、サンプリングのさいのサンプラーの着地下降、サンプリング終了時の引抜のさいのウインチによる巻上げ力を支えるための枠組でフレーム支持用スタンドパイプスターによって補強安定されている。

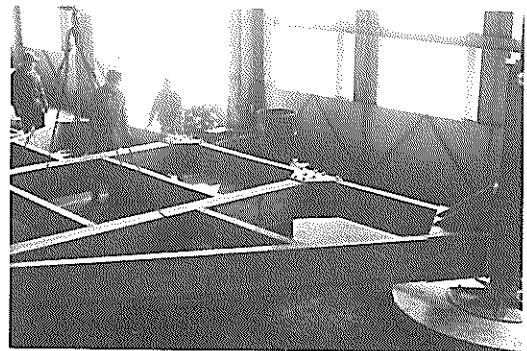


写真-3.2 ベース

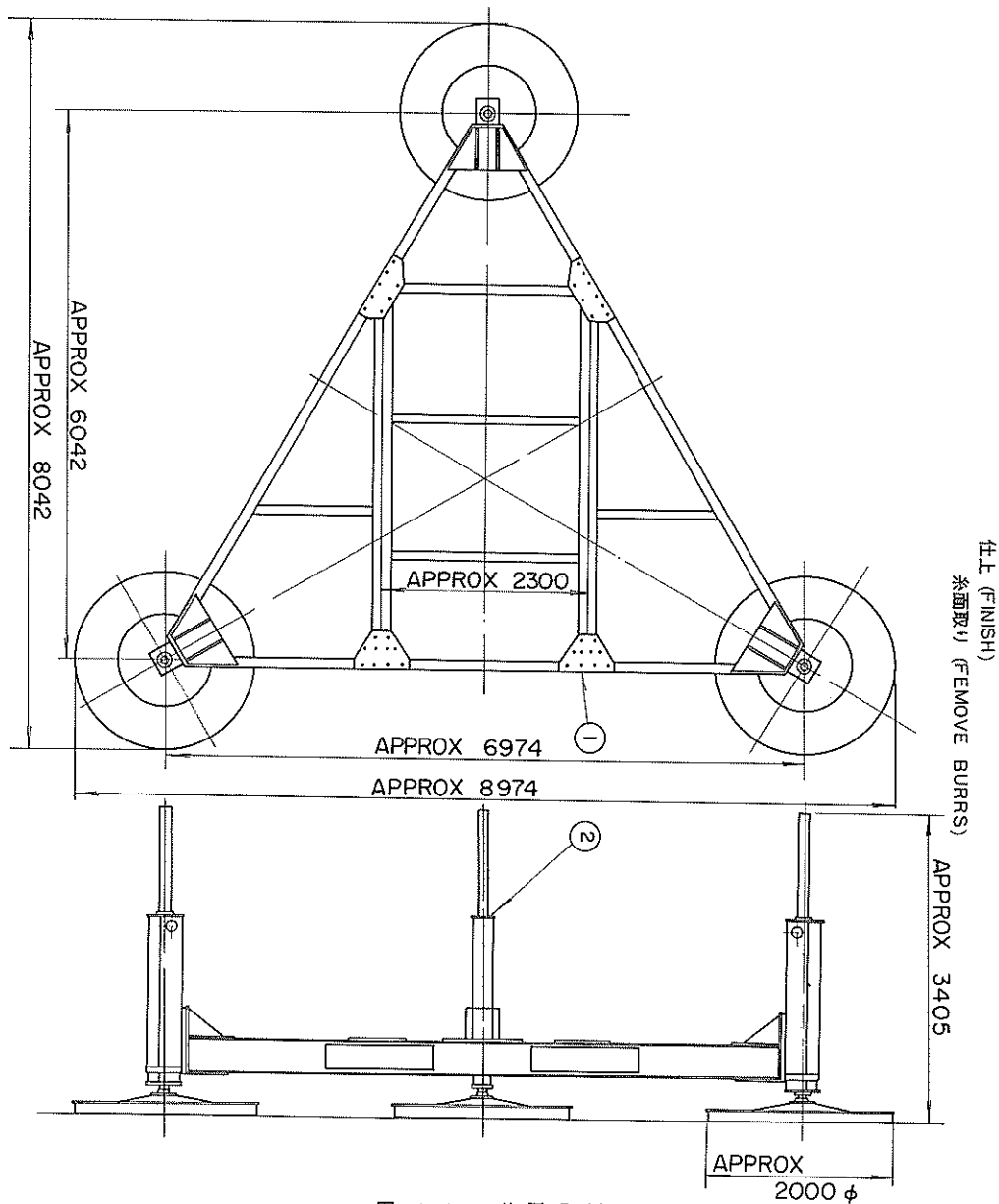


図-3.4 装置分割図

- (i) 総高；8.7 m
- (ii) 有効ストローク；2 m (スイベルヘッド)
- (iii) 耐荷重；6,000 kgf
- (3) レベリングレグ装置 (写真-3.4 参照)

レベリングレグは、海底地形の変化を修正して海中中部装置本体を水平に支持し、長尺のサンプリングを地盤中に対し垂直に行うためのもので10°以内のあらゆる方向の傾斜に対し調整が可能になっている。図-3.5に示すようにシリンダー部と円形シート部との接合部は球面ジョイント構造にしてある。また海中中部本体の引揚げ時に

は、底盤円形シートの海底面に対する吸着力を低減させるため、送水ポンプを切換えることによってジェット水が送れるようになっている。

- (4) スイベルヘッド装置 (写真-3.5 参照)

スイベルヘッドは、サンプリング作業時、サンプラーのセットされたガイドロッドを確実に把持して海底面下にちょうどタッチさせる機能を有し、かつサンプラーの押し込み力を与えるための送水が行えるようになっている。また、スイベルヘッドにはサンプラーとオーバーショットとの結合、解除を容易に行う機能など、つぎの各機能を



写真-3.3 リードやぐら

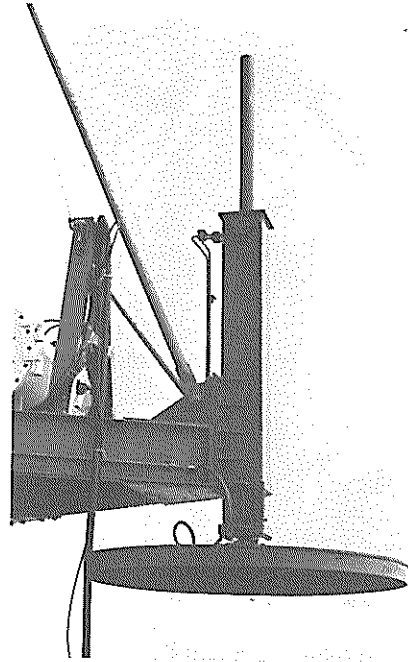
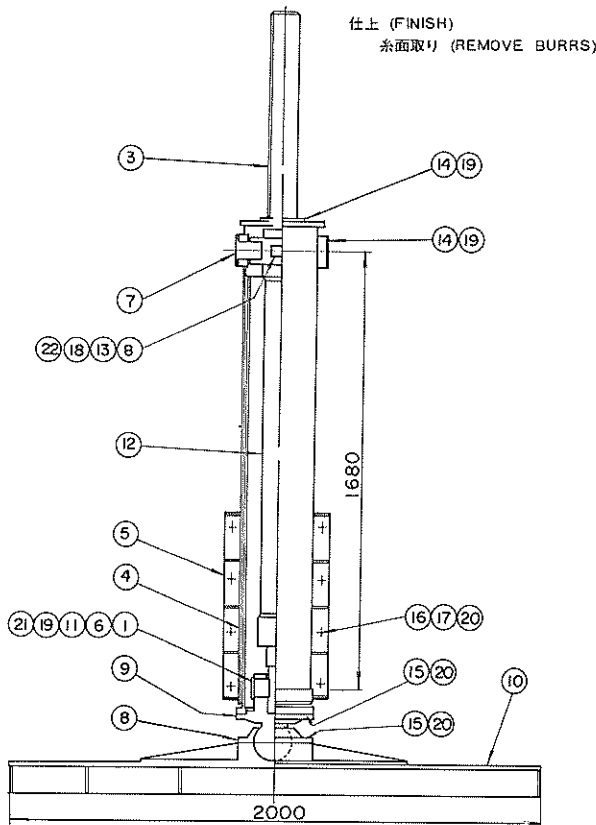


写真-3.4 レグ



番号	名 称	員 数	摘 要
22	Oリング	2	P 18
21	針 金	2	3φ×100 ℓ
20	ワッシャ (ロック)	32	M 20
19	ワッシャ (ロック)	16	M 12
18	ワッシャ (ロック)	8	M 8
17	ナット	8	H 20-1
16	ボルト	8	M 20×70
15	ボルト	24	M 20×55
14	ボルト	8	M 12×30
13	ボルト	8	M 8×40
12	シリンダ組立	1セット	
11	ワッシャ	2	
10	シート	1	
9	レ グ	1	
8	プレート	1	
7	ピ ン	2	
6	ピ ン	1	
5	ケース	1	
4	ケース	1	
3	ケース	1	
2	カバー	2	
1	ボルト	4	

図-3.5 レグの構造図

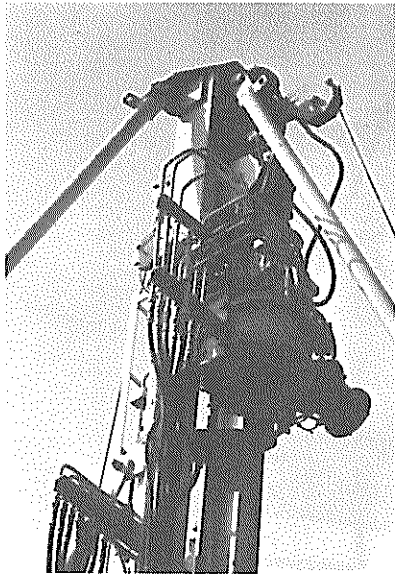


写真-3.5 スィベルヘッド

有している。構造を図-3.6に示す。

(i) チャック機構

ガイドロッド(145mmφ)をスィベルヘッドセンターに確実に把持するためのものである。

(ii) オーバーショット解放機構

ディテントシリンダーとも呼ばれ、サンプリング終了後サンプラーを回収するために必要なもの

である。

(iii) 作動検出機構

(i)および(ii)の作動状況を確認するためのもので、磁性式センサによって感知検出する機構になっている。

(5) 給進装置

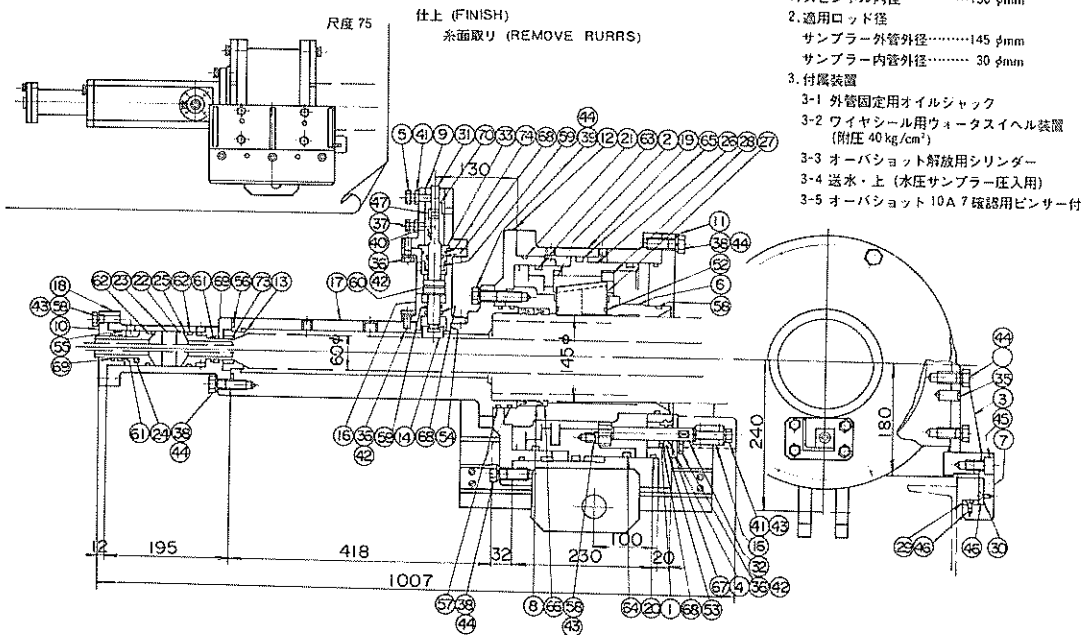
給進装置は、サンプラーの海底面着底を正確に行うためと、サンプリング後所定の位置まで上昇させるためのものである。これに使用されている油圧シリンダーの仕様は、つぎのとおりである(写真-3.6参照)。

- 油圧シリンダー内径 ; 70mm
- ピストンロッド径 ; 40mm
- 給進ストローク ; 2,000mm
- 給進荷重(最大) ; 2,000kgf
- 給進スピード(最大) ; 2,000mm/min

(6) ウインチ装置

ウインチ装置は、サンプラーのピストン固定およびサンプリング後のサンプラーのガイドロッド内への巻上げを行うオーバーショットの操作を行うためのものである。その駆動はオイルモーターによって行われ1巻き1mの長さで等分にワイヤーの巻込み、くり出しを行う機構になっており、巻込方向に弱い巻取力をかけワイヤーのたるみを防止するとともにドラムへの乱巻き防止用の押えローラが設けられている。

さらにドラム軸にはエンコーダーを取付け、巻込み、



- 仕様
1. スピンドル内径.....150 φmm
 2. 適用ロッド径
サンプラー外管外径.....145 φmm
サンプラー内管外径..... 30 φmm
 3. 付属装置
3-1 外管固定用オイルシヤック
3-2 ワイヤール用ウォータースイベル装置
(附圧 40 kg/cm²)
3-3 オーバショット解放用シリンダー
3-4 送水・上 (水圧サンプラー圧入用)
3-5 オーバショット 10A 7 確認用ピンサ付

図-3.6 スィベルヘッド構造図



写真-3.6 給進装置

繰出しのワイヤー長さを検出して船上の制御盤に表示されるようになっている。

またこのウインチ装置に使用されているワイヤーは、

外周にナイロン被覆を施してスィベルヘッドからの水密性を確保している(図-3.7および写真-3.7参照)。

ウインチの性能をつぎに示す。

巻上荷重(最大) ; 2,000 kgf

巻取速度(常用) ; 2,000 mm/min

巻取長さ ; 10 m

オイルモーター

形式 ; 星形ピストンモーター

(MR-150PX)

連続定格圧力 ; 120 kgf/cm²

最高セット圧力 ; 210 kgf/cm²

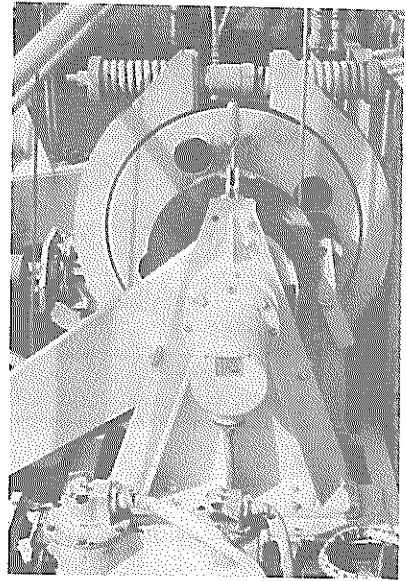


写真-3.7 ウインチ

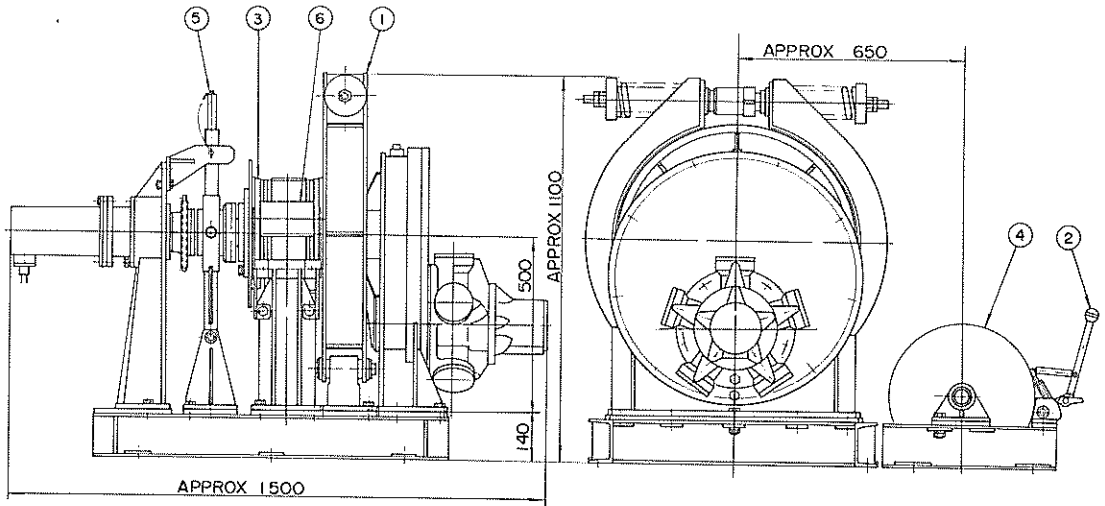


図-3.7 ウインチ構造図

回転数 ; 0 ~ 200 r.p.m.

流入量 ; 745 cc/rev.

(7) ロッドホルダー (写真-3.8 参照)

ロッドホルダーは、ガイドロッド (145mmφ) をスイベルヘッドに固定するまでの間把持するためのものである。このロッドホルダーは、長尺のガイドロッドをスイベルヘッドに対し容易にセットするため 10° の傾斜ができるようになっている (図-3.8 参照)。

なおサンプラーの内蔵されたガイドロッドの吊込みは、前述のやぐら装置の上部に設けられている横方向からの吊込みが可能で左右方向に首振りのできるプーリーと陸

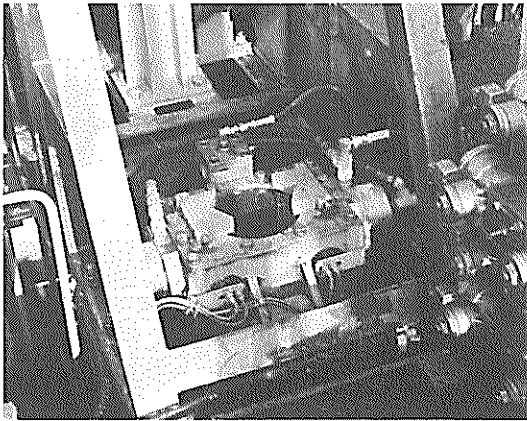


写真-3.8 ロッドホルダー

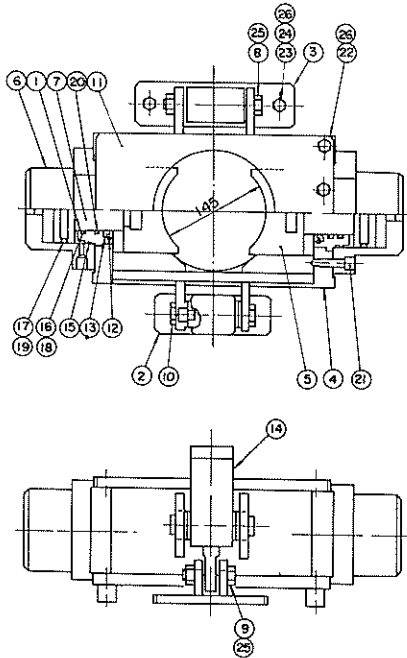


図-3.8 ロッドホルダー構造図

上部で手動操作のできるサブウインチとによって行うことが可能になっている。

(8) 送水ポンプ

送水ポンプは、フォイルサンプラーを水中において圧入するためのもので、脈動を最少限にするため 3 連式単動プランジャー形の水中仕様のものを使用している。このポンプは、送水経路切換バルブとの組合せによって、定められたプログラムにより送水される機構になっている (図-3.9 参照)。

性能をつぎに示す。

吐出量 ; 4.5 ~ 22.5 l/min

吐出圧力 (最大) ; 40 kgf/cm²

プランジャー径 ; 26 mm

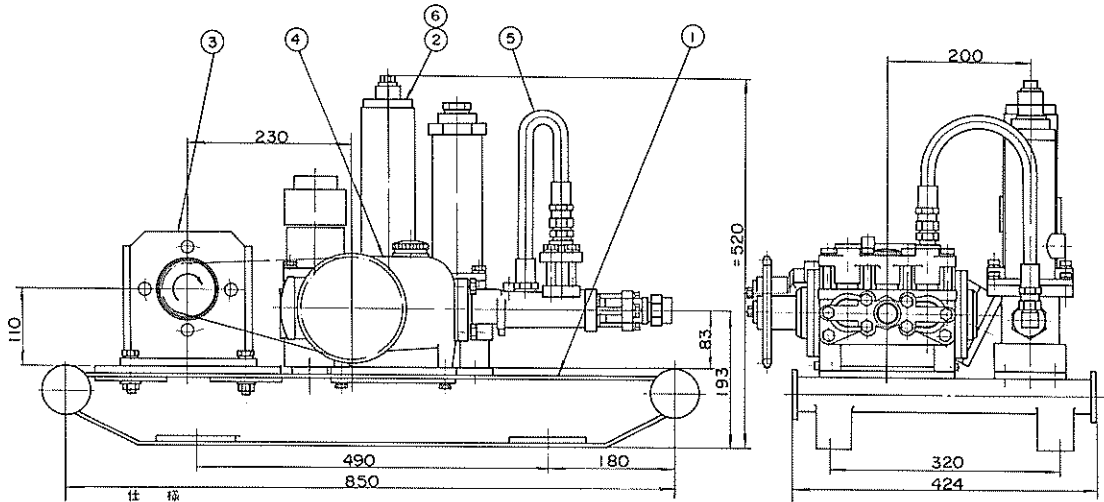
ストローク ; 28 mm

(9) ヘッドシーブ

ヘッドシーブは、前述のウインチ装置によって操作されるオーバーショットの動作に不可欠な機能を有している。すなわち、ワイヤー重量のみの場合、ワイヤーとオーバーショット重量の場合、およびオーバーショットにサンプラーが取り付けられた場合の 3 種類の状態を感知して、サンプラーのピストン固定および、サンプリング後のサンプラーの回収を正確に行う役目を果している。

なお、3 種類の重量変化を敏感に検知するためヘッドシーブにもオイルモーターを取付けてプーリーを回転させ、摩擦を軽減して正確を期している (図-3.10 参照)。

番号	品番	名称	数量	備考
26		ワッシャ (ロック)	4	M 16
25		ワッシャ (ロック)	12	M 12
24		ナット	4	M 16-1
23		ボルト	4	M 16×60 φ
22		ボルト	12	M 12×30 φ
21		大角穴付ボルト	12	M 12×40 φ
20		パッキン	2	阪上 SKY-60
19		バックアップリング	4	P 85 用
18		バックアップリング	2	P 60 用
17		Oリング	2	
16		Oリング	2	
15		Oリング	2	
14	30615-46200	シリンダ組立	1	セット
13		リング	2	
12		リング (スナップ)	2	
11		プレート	1	
10		ピン	1	
9		ピン	1	
8		ピン	1	
7		ピストン	2	
6		カバー	2	
5		ジョー	2	
4		フレーム	1	
3		ブラケット	1	
2		ブラケット	1	
1		ブッシュ	2	



- 仕様
1. 形式：3速電動プランシャ形
 2. 吐出量：4.5～22.5l/min
 3. 吐出力：40kg/cm²(max)
 4. 原動機：カヤハ製HST電動機
 5. 付属品：
 - 5.1 逆水切替バルブ
 - 5.2 電気式圧力検出器
 - 5.3 安全弁

図-3.9 送水ポンプ構造図

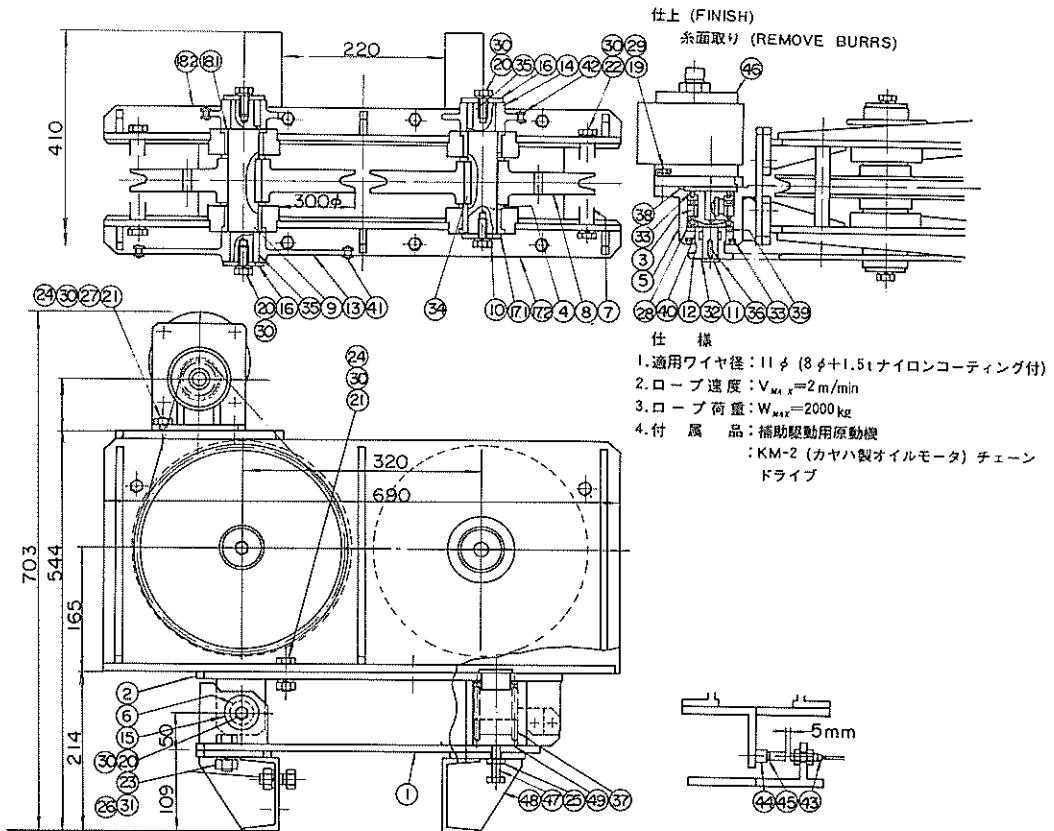


図-3.10 ヘッドプーリー構造図

④ サンプラー（写真-3.9(a)(b)(c)参照）

サンプラーは、スウェーデンのカルステニアス（Kallstenius）らによって考案されたフォイルサンプラーをベースにして、水中で有効に利用できるように改良したものである。

フォイルサンプラーは、図-3.11 に示すようにサンプラーチューブと連結するアウター部とピストンから成るインナー部の組合せからなっている。

アウター部は、直径67mmのカッティングエッジから

なり、くさび型のリングでエッジホルダーにはめてある。エッジホルダーはコニカルカバーに連結され、またコニカルカバーは、4個のネジでマガジンピースに固定されている。マガジンには16の凹部があり、フォイルロールが内蔵できるようになっている。フォイルは、幅12mmで、粘土採取に使用される厚さは普通0.08～0.1mmである。

一方、インナー部は、ジャーナル、エクステンションシリンダー、ピストンおよびピストンシャフトからなる。

ピストンシャフトは、中央部に流体を通すことのできる孔をもっている。また、このシャフトにはインナー部のシステムが、アウター部のシステムに対して下方に移動しないようにブレーキ装置が設けられている。ブレーキは、4個のくさびをシューで囲んだものからなり、



写真-3.9(a) サンプラーの組立

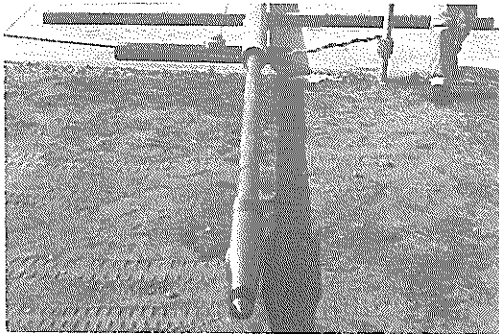


写真-3.9(b) サンプラーの水圧による押し出し状況

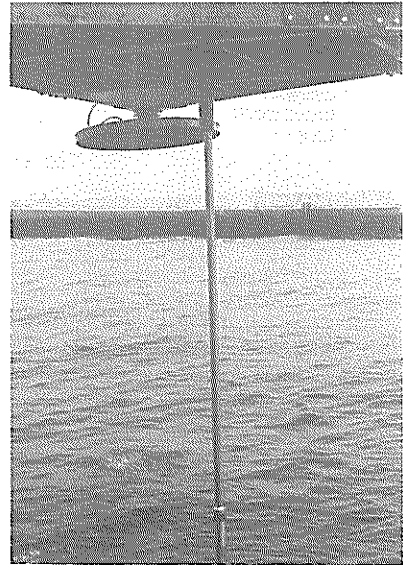


写真-3.9(c) 現地におけるサンプラーの作動状況

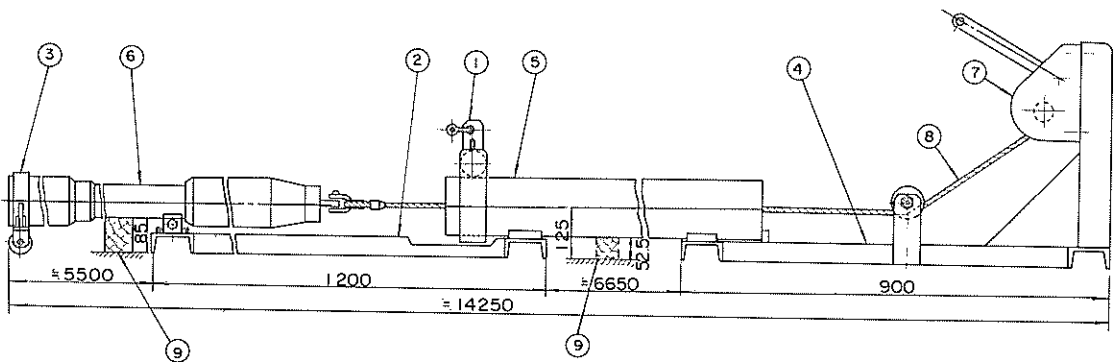


図-3.12 サンプラー組立装置

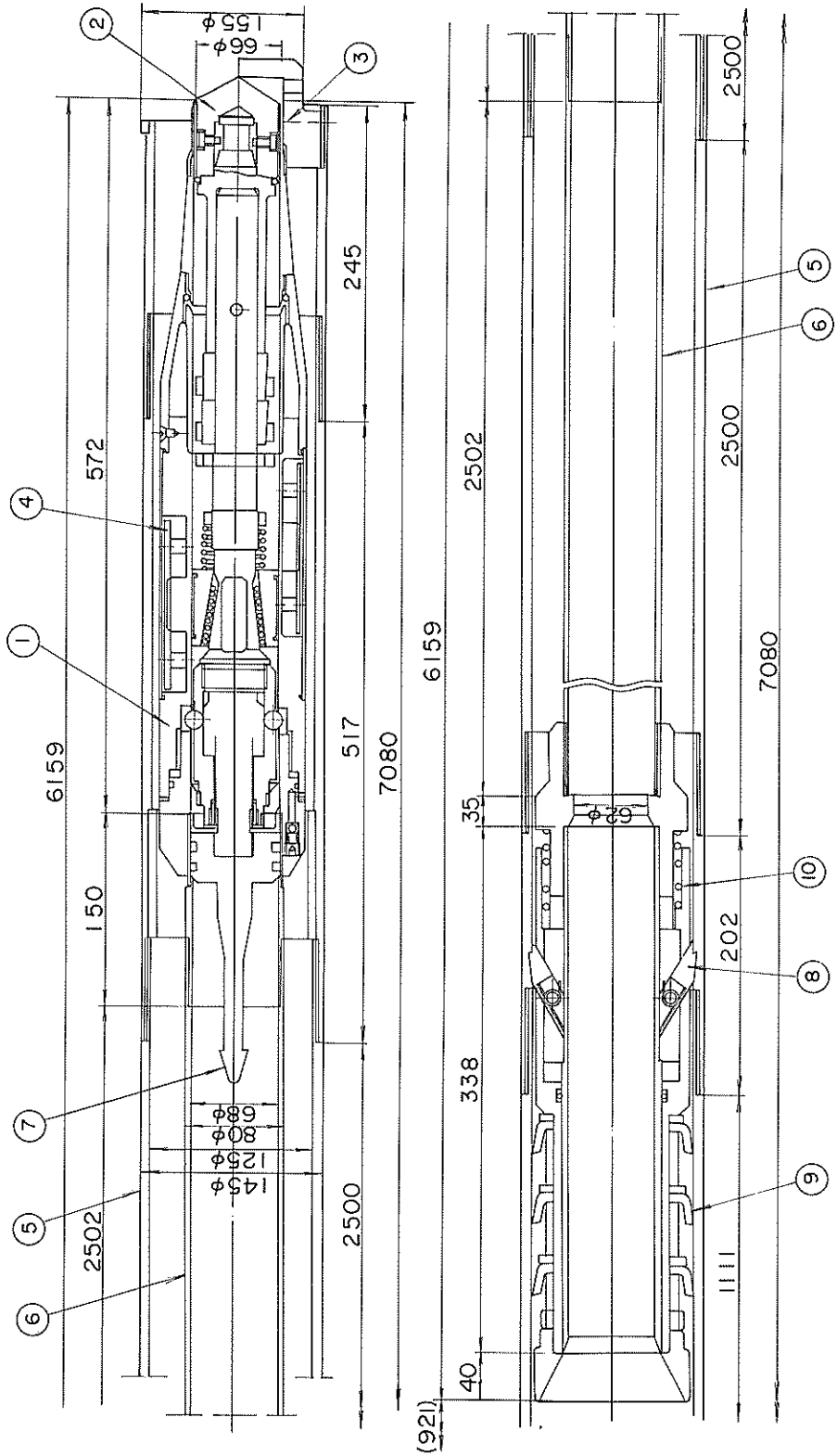


図-3.11 サンブLOWER構造図

ローラーの上ののっている。ブレーキスプリングでくさびを上方に押すとくさびは常にアウター部に密着するようになっている。したがって、サンプリングを開始するまでこのロックによって両システムはたがいに固定される仕組みになっている。

(1) サンプラー組立装置

本装置は、長尺かつ重い重量のフォイルサンプラーを組立てるためのものである(図-3.12参照)

この装置は、フォイルサンプラーを内蔵するガイドパイプを水平に保持するためのベース、サンプラーをガイ

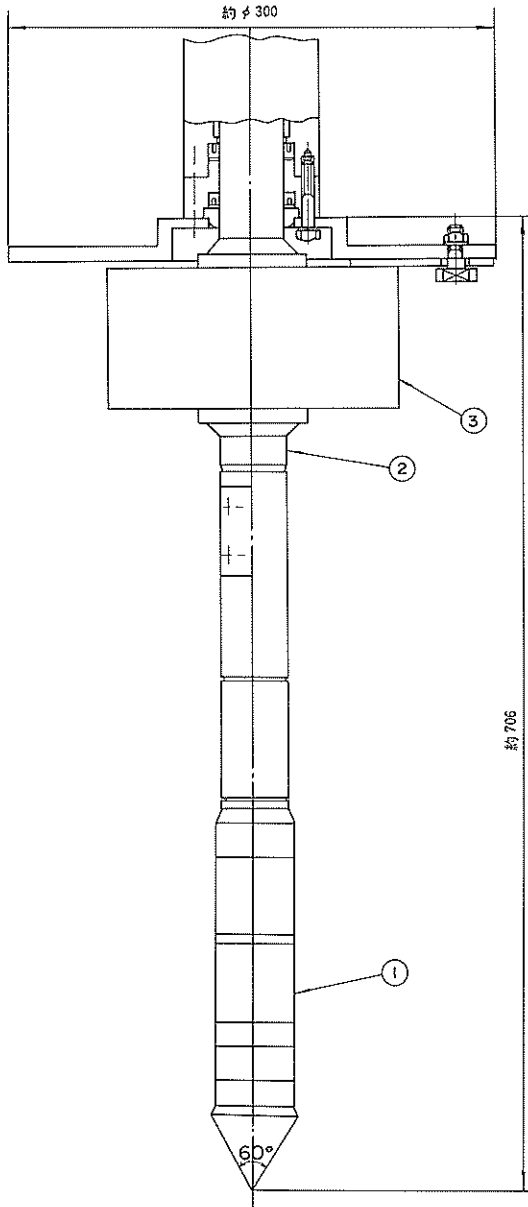


図-3.13 コーンペネトロメーター全姿図

ドパイプに引込むための手動ウインチ、およびサンプラーの引込みを容易にするためのローラーから構成されている。なお、ウインチ能力は500 kgfである。

(2) 先端抵抗測定式コーンペネトロメーター

本装置は、サンプラーのピストンを海底面にジャストタッチさせて、サンプリングを高精度に行うための地盤高さの計測を主目的にしているが、コーンの有効利用を考えて、地盤高の計測のみにとどめず海底面下5 mまでの地盤強さ q_c の測定にも活用できるようにしている。

コーンの機構は、図-3.13に示すようにコーンの先端部で抵抗を測定するいわゆる先端抵抗測定式で貫入ロッドの周面摩擦の影響のない方式である。したがって、信号用ケーブルはロッドの中空部を通して計測部に接続されている。

貫入量の計測は、回転量から求められる貫入量計で行われるようになっている。

貫入フィードシリンダーは、油量の体積変化のない両ロッド方式の必要があるが、両ロッドの場合ストロークの2倍の長さを必要とするのできわめて長尺となる。したがって、この長さを短縮するために同体積のダミーシリンダー(図-3.14および写真-3.10参照)を使うことによって半分のストロークですみ、機高を最少限にすることができる。ダミーシリンダーは写真-3.10で見るとシングルロッド構造であり、ピストン部には体積変化吸収誤差補正用のバルブが組込まれている。

コーン貫入シリンダーの仕様をつぎに示す。

伸縮ロッド径	； 50 mm
固定ロッド径	； 28 mm
チューブ内径	； 70 mm
伸び側受圧面積	； 約 32 cm ²
縮み側受圧面積	； 約 19 cm ²
リリース弁セット圧	； 約 17 kgf/cm ²
最大スラスト伸び	； 約 550 kgf

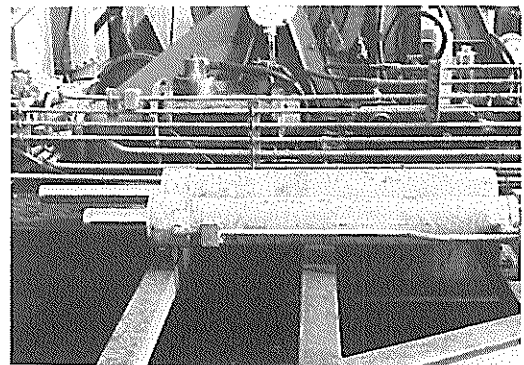


写真-3.10 ダミーシリンダー

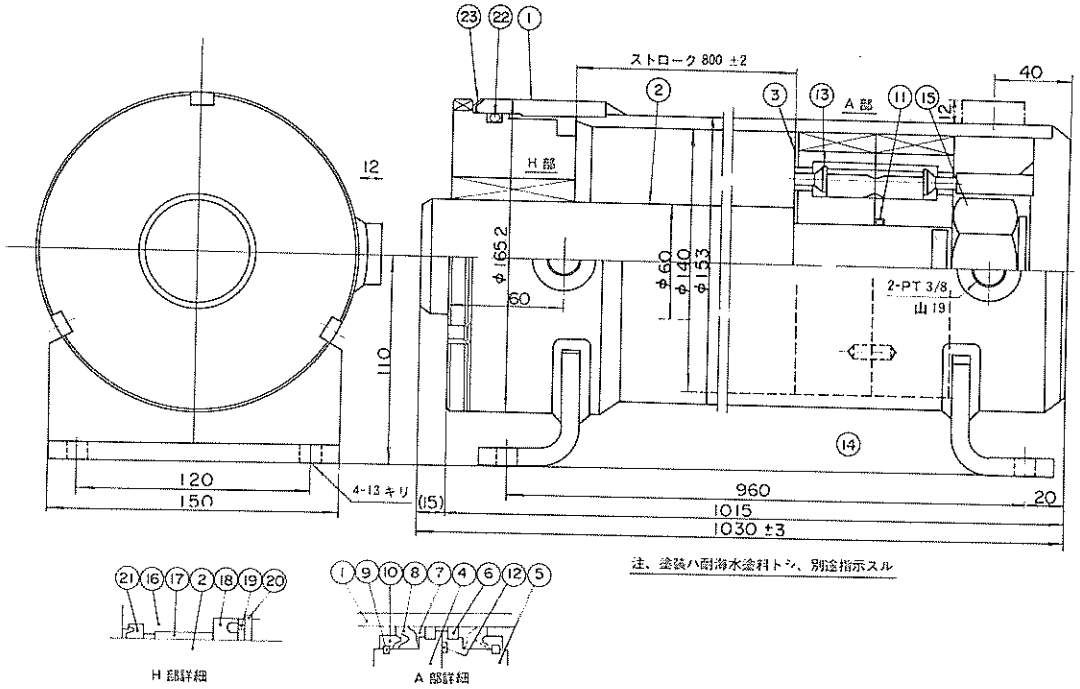


図-3.14 ダミーシリンダー構造図

最大スラスト縮み；約 323 kgf

ストローク ; 4,880 mm

⑬ パワーユニット

本装置の油圧発生源で、各油圧機器に圧力油を供給するものである。

従来の油圧ユニットは、海中仕様の場合、圧力容器に

格納されているのが普通であるが、本装置では水中露出型の油圧ユニットを開発した。このユニットは、写真-3.11 に示すようにソレノイドバルブなどを直接水中に露出したもので、図-3.15 に示すように水深の変化を外圧バランス用のベローズによって感知し、油圧機器の内圧としてバランスがとれるオイルタンクを備えている。これによって水深はいくらでも深くすることが可能になった。すなわち、水深が増した場合、通常の回路構成ではシリンダー等は、出力が減少してしまうが、このオイルタンクを備えることによって出力減少をほぼ零にすることができるようになった。

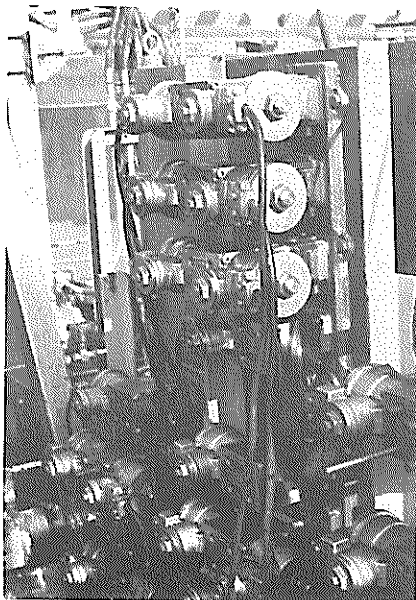


写真-3.11 水中露出型油圧ユニット

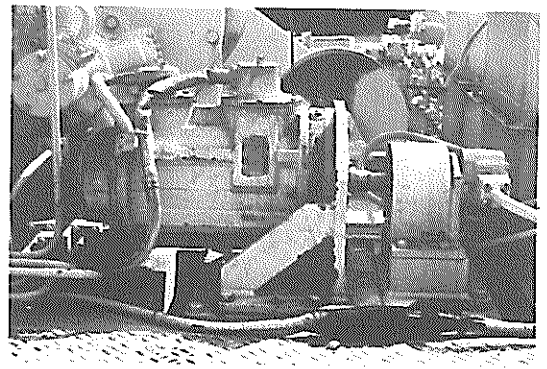


写真-3.12 水中モーター

本ユニットは、水中電動機（写真-3.12）によって油圧ポンプが駆動されている。水中電動機は、水中専用のもので外圧バランス機構を備えている。本機にはサー

マル接点が組込まれており、陸上テストが長時間にわたる場合の発熱による焼損を防ぐようになっている。つぎに、水中電動機および油圧ポンプの仕様を示す。

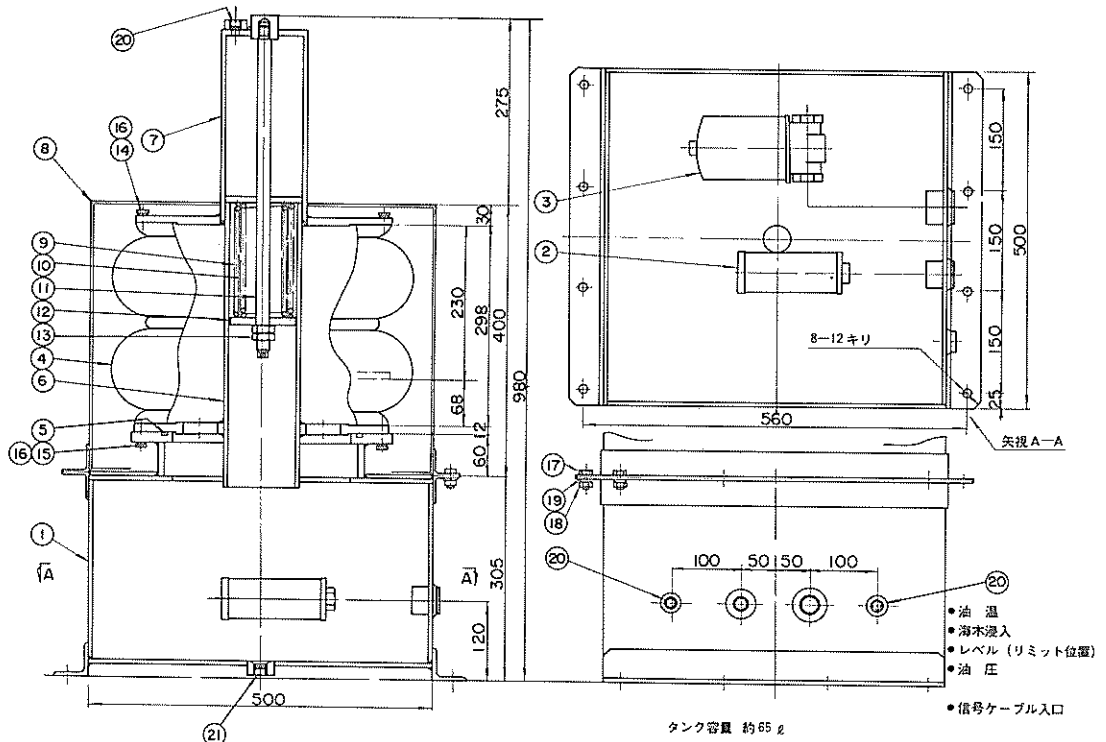


図-3.15 水圧バランス装置構造図

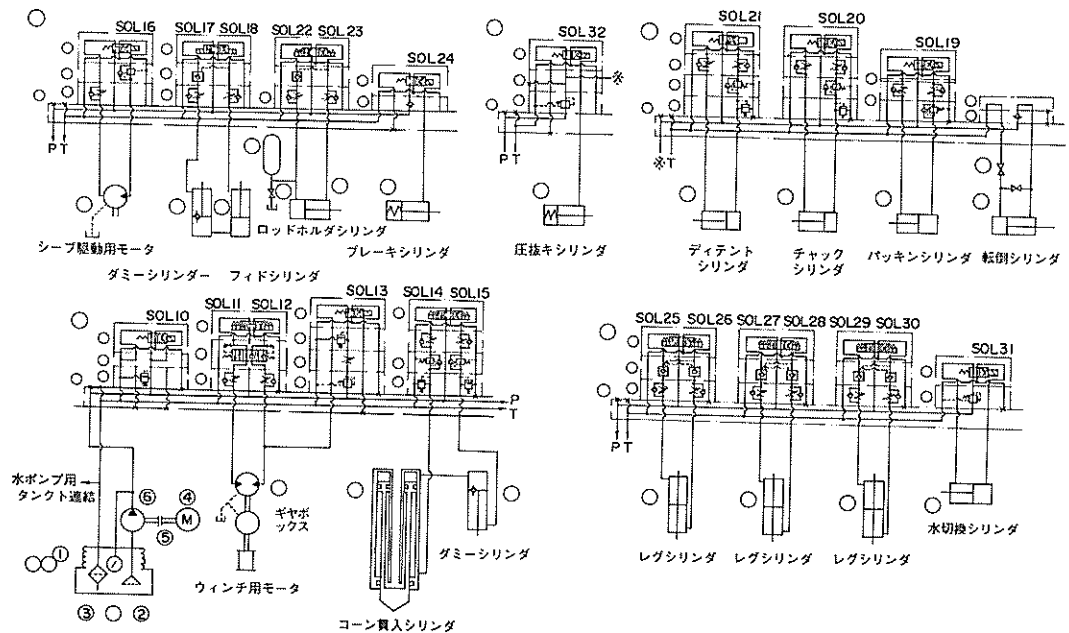


図-3.16 油圧ユニット回路図(I)

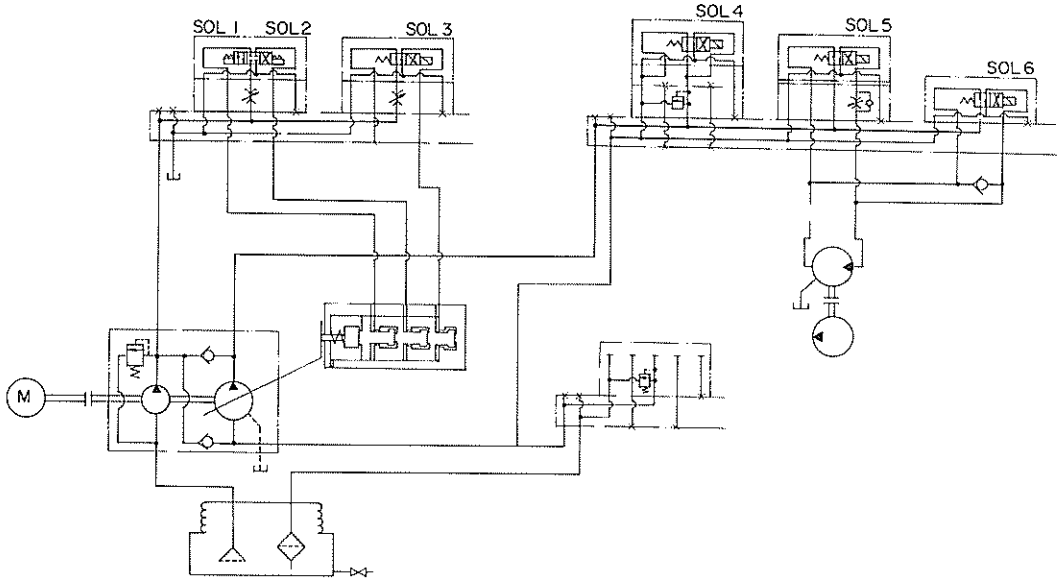


図-3.17 油圧ユニット回路図(II)

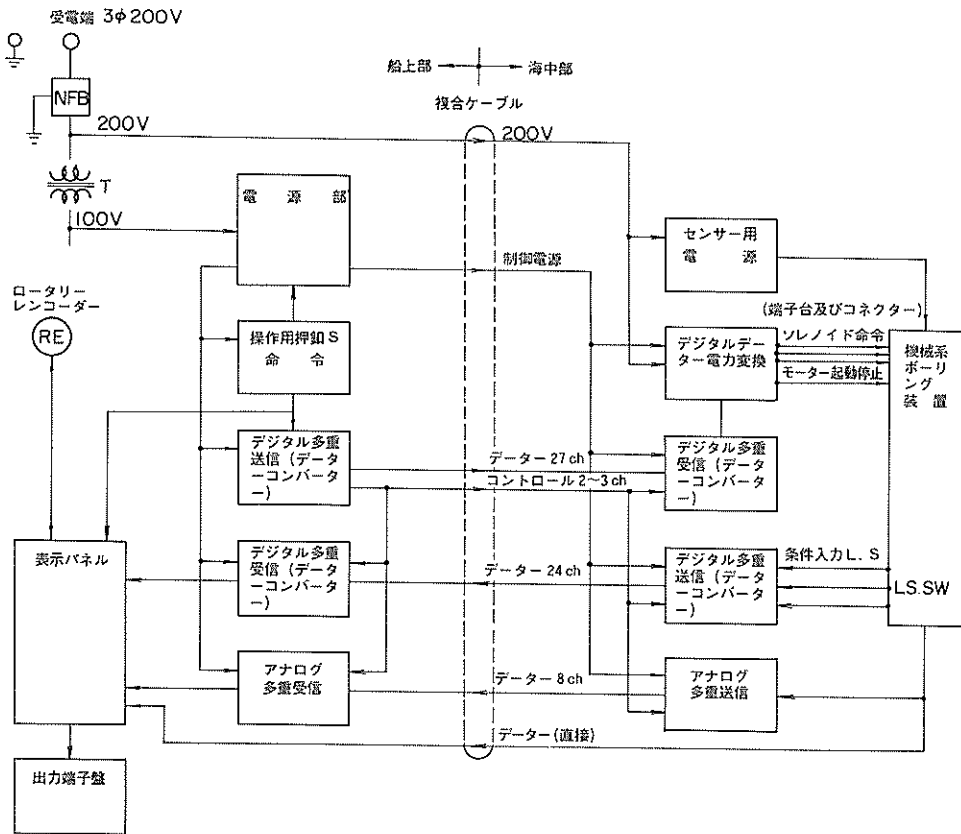


図-3.18 制御機構ブロック図

(i) パワーユニット(I) (図-3.16 参照)

(a) 水中電動機

型 式 ; YT-110
 出 力 ; 3.7 kW
 極 数 ; 4 P
 電 源 ; 3φ, 220V, 60Hz
 許容水深 ; 70m

(b) 油圧ポンプ

型 式 ; 1P 3,020C
 理論吐出量 ; 7 cm³/rev.
 使用圧力 ; 140 kgf/cm²
 最高回転数 ; 1,800 r.p.m.

(ii) パワーユニット(II) (図-3.17 参照)

(a) 水中電動機

型 式 ; YT-110
 出 力 ; 5.5 kW
 極 数 ; 6 P
 電 源 ; 3φ, 220V, 60Hz
 許容水深 ; 70m

(b) 油圧ポンプ

型 式 ; PAV-33K
 理論吐出量 ; 33 cm³/rev. (max)
 使用圧力 ; 140 kgf/cm²
 最高回転数 ; 1,000 r.p.m.

04 制御装置

制御装置は、サンプリング装置を運転操作するためのもので、つぎのものから構成されている。この構成を図-3.18のブロックチャートに、また運転操作のフローチャートを図-3.19に示す。

(i) 船上部 (写真-3.13 参照)

操縦制御盤 (図-3.20 参照)

(ii) 海中部 (写真-3.14 参照)

(a) 水中電源

(b) 海中制御部

(c) 傾斜計

(d) 各種検出器

- 近接スイッチ
- 油温異常検出器
- 海水浸入検知器
- 圧力検出器
- エンコーダー

(iii) 水中複合ケーブル

水中複合ケーブルは船上部と海中部の両者間を結び、電力、信号の送受信ラインである。構造は表-1および図-3.21に示す。

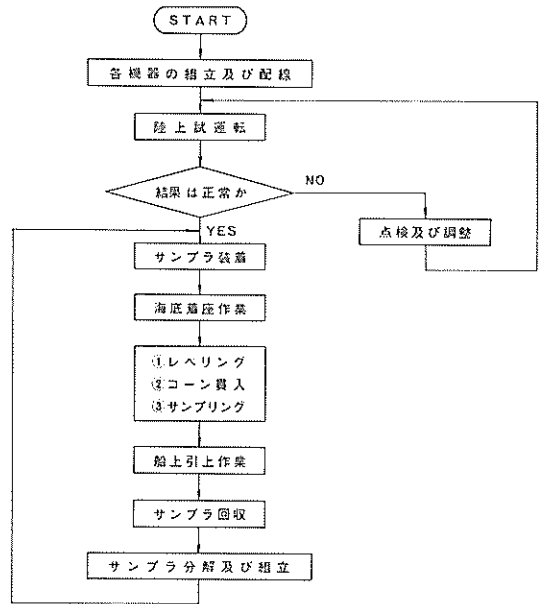


図-3.19 作業手順フローチャート

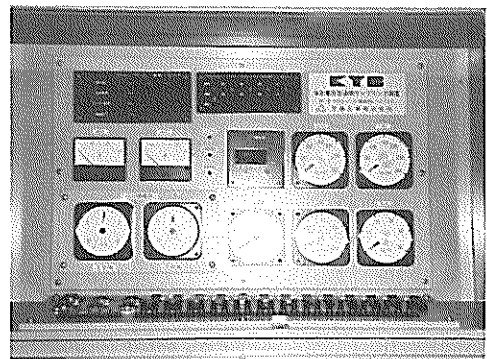


写真-3.13 船上制御パネル

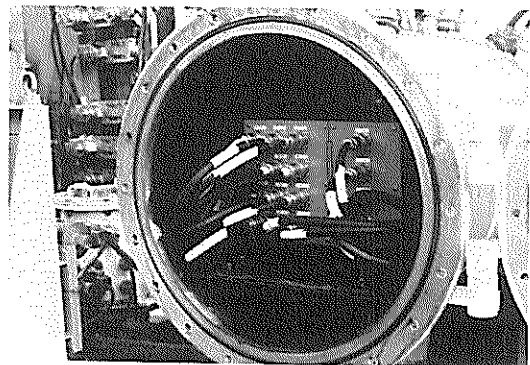
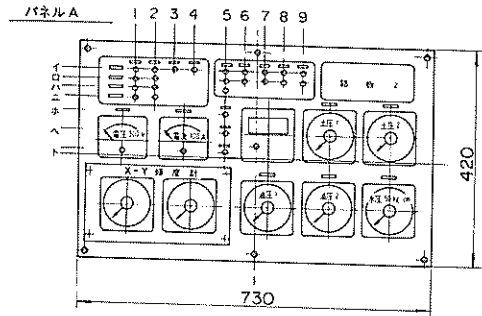


写真-3.14 海中部制御装置

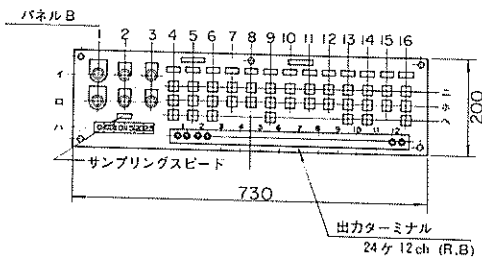


A 表示灯

1	イロハニ	リザーバー	1
2	◦	リザーバー	2
3	イ	制 御	
4	イ	エンコーダー	
□	1,2	過温異常	
ハ	1,2	モーター温度	
ニ	1,2	油面低下	
5	ヘ	制御電源	1
5	ト	◦ ◦	2
5	イ	オーバーショット	旋底
5	□	◦	巻降
5	ハ	◦	張力
6	イ	チャック	閉
6	□	◦	開
7	イ	デイトントシリンダー	開
7	□	◦	閉
8	イ	ロッドホルダー	閉
8	□	◦	開
9	イ	ストローク	P1
9	□	◦	P2
5	ホ	オーバーショット	取納

B 表 示

7		水路切換
8		サンブラ圧板
9		昇 降
10		スイベルバックシ
11		デイトントシリンダ
12		チャック
13		ロッドホルダ
14		オーバーショット
15		ウインチブレーキ
16		コーン買入



1	イ, □	RC 470 押釦スイッチ
2,3	イ, □	RC 471 ◦ ◦
	その他	東光FL シリウス 39ヶ

イ列	海水浸入
□	油温異常
ハ	モーター温度
ニ	油面低下

図-3.20 船上制御盤配置図

表-3.1 ケーブルの構造および特性

項 目	単 位	規 格 値			
線 心 名 数	-	テションメンバー	同 軸 線	動 力 線	シールド線
公 称 断 面 積	mm ²	1	10	3	6
構 成	本/mm	6/19/0.32 *tst	7/0.18 **A	14	2
外 径	mm	4.8	0.54	88/0.45 ***TA	37/0.26 TA
紙 テープ 巻 厚 さ	mm			4.9	1.8
絶 縁 体				0.05	0.05
E P ゴ ム 厚 さ	mm			1.2	0.8
ポ リ エ チ レ ン 厚 さ	mm		1.28		
ク ロ ロ プ レ ン ゴ ム 厚 さ	mm	8.0			
ナ イ ロ ン テ ー プ 巻 厚 さ	mm				0.05
布 テ ー プ 巻 厚 さ	mm	0.5		0.25	
シ ー ル ド 線 2 心 燃 外 径	mm				約 7.2
ポ リ エ ス テ ル テ ー プ 巻 厚 さ	mm				1.0
シ ー ル ド 編 紐 厚 さ	mm		0.35		0.3
ポ リ エ ス テ ル テ ー プ 巻 厚 さ	mm		0.1		0.1
ナ イ ロ ン テ ー プ 巻 厚 さ	mm		0.05		
同 軸 線 2 心 燃 合 外 径	mm		8.2		
各 線 心 仕 上 外 径	mm	約 21.8	約 8.2	約 7.9	約 8.2
集 合 外 径	mm		約	38.5	
布 テ ー プ 巻 厚 さ	mm			0.5	
ク ロ ロ プ レ ン ス 厚 さ	mm			4.8	
仕 上 外 径	mm		約	49.1	
概 算 重 量	kgf/km			3,200	
導 体 抵 抗 (20℃)	Ω/km		115 以下	1.43 以下	10.2 以下
絶 縁 抵 抗 (20℃)	MΩ/km		1,000 以上	400 以上	500 以上
試 験 電 圧	V/1分		1,000	3,000	3,000
静 電 容 量 (1kHz)	7F/km		67 ± 5		
特 性 イ ン ピ ー ダ ンス (10 MHz)	Ω		75 ± 5		
標 準 減 衰 量 (10 MHz)	dB/km		46		
ケ ー ブ ル 最 小 破 断 荷 重	kgf			1,000	

注. * tstは、スズメッキ硬鋼線を表す。
 ** Aは軟鋼線を表す。
 *** TAはスズメッキ軟鋼線を表す。

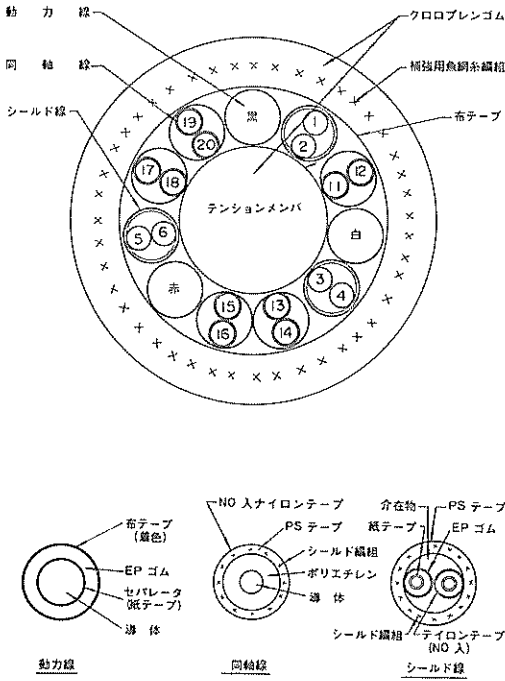


図-3.21 水中複合ケーブル断面図

(iv) 多重通信機

多重通信機は、船上部、海中部の両者間の多数のデータ処理を、大水深において取扱容易な細いケーブルで行うために必要なものである。

本装置では、ソレノイド操作命令等船上部から海中部への多重通信機、各種センサー信号等海中部から船上部への多重通信機、および計測データ等海中部から船上部への多重通信機の3台が備えられている。

4. 現地検証実験結果

本装置による現地検証実験は、横浜港大黒防波堤の内側水深-17mのところで行った(図-3.22参照)。

実験場所の土質は、含水比、 $w = 100\%$ 程度、液性限界、 $w_L = 105\%$ 程度、塑性限界、 $w_p = 35\%$ 前後のきわめて軟弱な地盤である。とくに表層2m程度は、普通のサンプリングいわゆるシンウォールサンプリングが困難な俗称ヘドロと呼ばれる土質である。

本装置の接地圧は、レグ底盤の面積から 0.1 kgf/cm^2 程度になるよう設計してあるので、このヘドロ層へのめり込みは、潜水夫による調査結果から10~20cm位と報告されている。

本装置によるサンプリングは、3本実施した。そのうち2本(F-1, F-2)は、従来から一般的に使用され

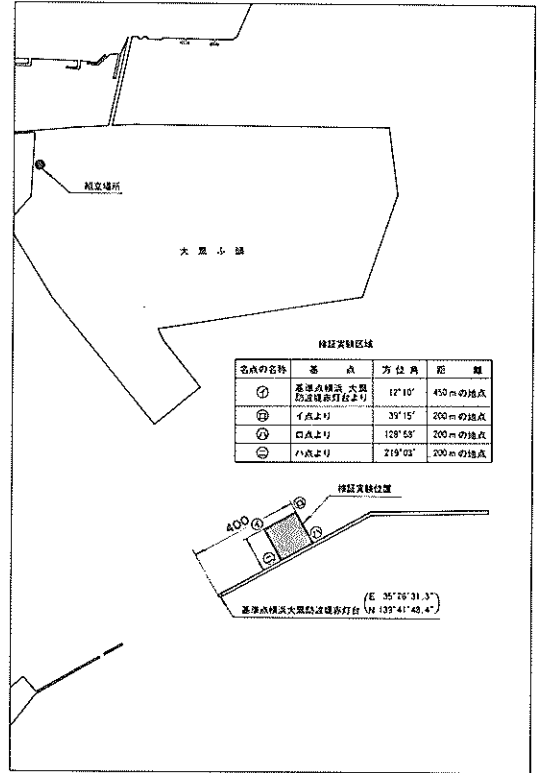


図-3.22 現地検証実験位置図

Port of YOKOHAMA

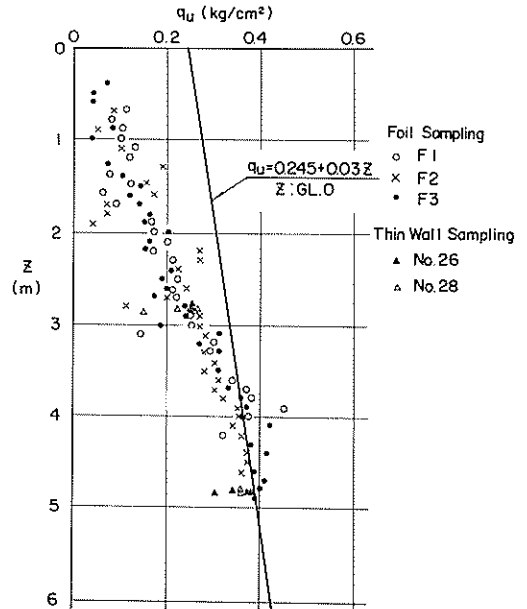


図-3.23 一軸圧縮強さ q_u の深さ

ているスチール製のフォイルテープを使用した。あとの1本(F-3)は、初めての試みとして海水中での使用を

考慮して錆ないステンレススチール製のフォイルテープを使用した。本装置による結果は、大黒防波堤の建設のために実施された調査結果と対比された。その結果を図-3.23, 3.24および図-3.25に示す。

図-3.23は、F-1, F-2およびF-3それぞれの q_u の深さ分布である。防波堤建設時の設計値を実線で示した。本装置によるサンプリングにおいては、普通は軟弱すぎて採取が困難な部分もよく採取されているの

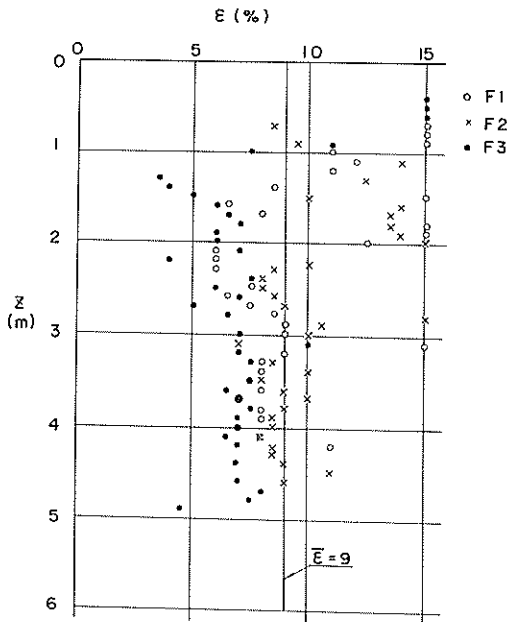


図-3.24 軸ひずみ ϵ の深さ分布

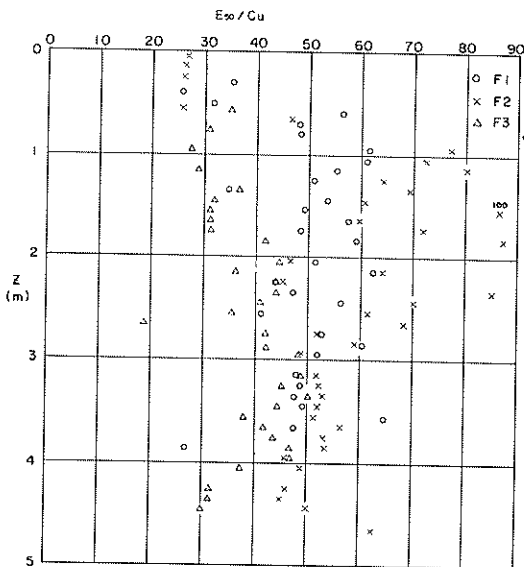


図-3.25 変形係数 E_{50} の深さ分布

で、従来の方法による結果と直接的な対比はできないが4 m以深については、設計値とよい一致をみている。これは、海底着座型の装置によれば水深の影響を受けないのでフォイルサンプリングもシンウォールサンプリングと同等もしくはそれ以上の精度のサンプリングが可能である。図-3.24は q_u 値に対応する軸ひずみ ϵ である。従来の方法による調査結果の平均値を実線で示す。本装置による結果は、2 mまでの表層部いわゆるヘドロ層は、ばらつきも大きく従来の方法による平均値を上廻るものもあるが直接的な対比ではない。それ以深は、ほとんど平均値以下に分布しており、良いサンプリング結果を裏付けている。また図-3.25は、採取されたサンプルの質評価を行う場合の一つの指標としてよく知られている E_{50}/C_u の深さ分布である。この値も前2者と同様、平均値を上廻っておりよい結果が得られている。

5. まとめ

本装置による結果からつぎのことがいえる。すなわち今回の結果の全般的傾向から、従来の方法では採取できなかった部分のサンプリングが可能になり、また従来の方法による結果よりも概してよい結果が得られている。これは、港湾地域のように水深のあるところでは、表層部のヘドロ層の乱さない試料の採取はかなり困難であることを裏付けるものでもある。

本装置による結果は、海底部表層5 mまでのきわめて部分的なものであり、また試験結果の1:1の対比ではないので明確に結論づけることはできないが、つぎのようにまとめることができる。

- ① 海底表層部の超軟弱土(ヘドロを含む)の採取が比較的容易になった。
- ② 大水深下における長尺サンプル(5 m程度の連続サンプル)が確実かつ容易に採取できるようになった。

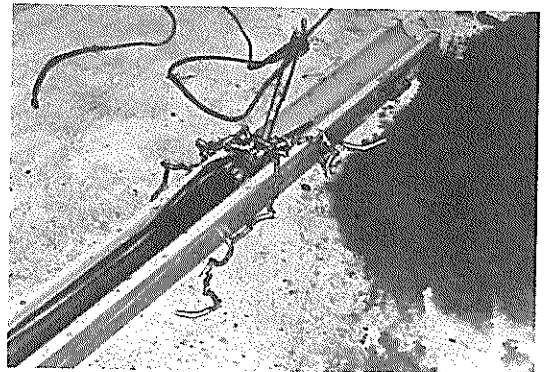


写真-3.15 ステンレススチールテープの状態

③ 大水深に対応できる内圧バランス方式の水中露出型油圧ユニットの開発によって、この種の海底着座型のサンプリング装置の小型化が可能になる。

④ 海中仕様に適したステンレススチール製のフィルターテープの使用を試みたが、ステンレス製はテープの剛性が高くサンプラーからの引出しのさいテープのばね力によって試料を傷つけることが多く、肉厚など今後の解決すべき問題点として残された（写真－3.15参照）。

6. あとがき

本研究は、科学技術庁の特別研究促進調整費による海底軟弱地盤の調査技術に関する総合研究の一環として実施したものである。したがって、科学技術庁研究調整局海洋開発課の関係各位の御助力により、また現地検証実験にさいしては、第二港湾建設局、加藤次長を始め、京浜港工事事務所、浦江所長、大田次長、その他工事事務所関係各位に多大の御協力を賜った。ここに深甚なる謝意を表する次第である。

（1978年6月30日受付）

参考文献

- 1) 松本一明ほか、大水深におけるボーリングおよびサンプリングの現状（第2報） 港湾技研資料No. 295, 1968, 3 pp. 1~57

港 灣 技 研 資 料 No.306

1978. 9

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発 行 所 運輸省港湾技術研究所
 横須賀市長瀬3丁目1番1号

印 刷 所 株式会社 東京プリント

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.