

# 駿河湾海洋深層水の取水管の敷設

Construction of Deep Seawater Intake Pipe in Suruga Bay

大川 五郎<sup>1</sup>・青木 一永<sup>1</sup>・望月 秀雄<sup>1</sup>・堀 哲郎<sup>2</sup>・久富 浩介<sup>2</sup>・中野 秀雄<sup>3</sup>  
Goro OOKAWA, Kazunaga AOKI, Hideo MOCHIZUKI,  
Tetsuro HORI, Kousuke HISATOMI and Hideo NAKANO

## Abstract

In Suruga Bay, there exists deep sea water more than a depth of 2,500 m, and a water mass having different multi-layer intake water (five levels of 4 types) is observed. The total design of the deep seawater intake pipe and its laying procedure are described. There are two intake pipes; one for the Kuroshio origin deep seawater from a depth of 380 m, and the other for the subarctic origin from 680 m. The depth of 687 m and the extension length of 7,273 m for the subarctic origin water, are the deepest and the longest records in our country.

**Key Words:** Deep seawater, Reel-barge construction method, High-density polyethylene pipe armored with steel wire, water mass of different multi-layer.

## 概 要

駿河湾は、水深2,500m越える深海部を有し、水質の異なる多層の水塊（4タイプ5層）からなる海洋構造を持っている。本工事は焼津港地先から黒潮系と亜寒帯系の2種類の海洋深層水及び表層水を各々2,000t/日取水する取水管の敷設を行うもので、複数種類の海洋深層水を取水する施設は全国で初めてであり、また、深度687m及び管長7,273mも国内で最深かつ最長となっている。それぞれの海水の特色や異なった生物の生態を同一地点で研究可能となっている。水深600m以深で、平面的に折れ点のある施工は我が国で初めてであったが、制御に必要な要素を把握し十分な事前検討を実施し、無事線形制御に成功した。ここでは、深層水取水管の構造形式及びその敷設方法について述べる。

## 1. はじめに

駿河湾は、水深2,500m越える深海部を有する日本最深の湾で、起源や水質の異なる多層の水塊（4タイプ5層）からなる海洋構造を持っている。  
(中村 1982)

本工事は焼津港地先から黒潮系と亜寒帯系の2種類の海洋深層水及び表層水を各々2,000t/日取水する取水管の敷設を行うもので、複数種類の海洋深層水を取水する施設は全国で初めてであり、また、深度687m及び管長7,273mも国内で最深かつ最

長となっている。水質からみると黒潮系は貧栄養、亜寒帯系は富栄養と言われておりそれぞの海水の特色や異なった生物の生態を同一地点で研究可能となっている。

研究テーマとして大型藻類の培養、食品への利用、抗炎症的効果などで、特に水産利用の面では駿河湾の深海に生息するタカアシガニの生態究明・資源保護やウナギの稚苗生産、シラス・サクラエビの加工・鮮度保持など地域特性を前提とした研究成果に期待がもたれている。

ここでは、深層水取水管の構造形式及びその敷設

<sup>1</sup>静岡県農林水産部水産振興室（〒420-8601 静岡市追手町9番6号）

<sup>2</sup>清水建設株式会社エンジニアリング事業本部環境エンジニアリング部（〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2-3 シーバンスS館）

<sup>3</sup>株式会社橋本組（〒425-0027 静岡県焼津市栄町5-9-3）

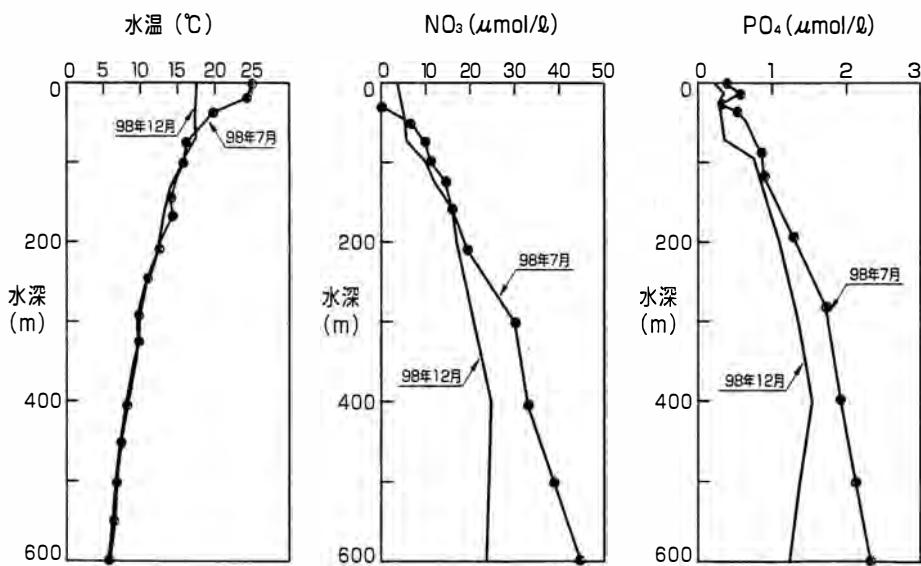


図-1 駿河湾の水質特性（1998年7月・12月）

方法について述べる。

## 2. 施工概要

### 2.1 事業概要

静岡県は「駿河湾深層水総合利用推進事業」を起こして平成9年度より深層水の利活用について研究・検討を行ってきており、その成果と駿河湾の地形的特長を活かし、焼津地先において2種類の海洋深層水を陸上取水する深層水取水施設及び深層水水産利用施設の整備を推進するとともに、海洋科学技術センターなどの多方面との共同研究を含む総合的な深層水利活用研究、民間の商品開発・技術開発の支援など、多分野における海洋深層水の総合事業を推進しており、供用開始を平成13年度から予定している。

駿河湾の深層水の特性は図-1（青木 1997）に示すように、水温は100m以深では7月と12月ではほとんど差がなく、水深400mでは8°C、測定した最大水深の600mでは5°Cであった。測定した  $\text{NO}_3\text{-N}$  と  $\text{PO}_4\text{-P}$  の2種類の栄養塩類では12月よりも7月の方が深層水中の濃度が高い。水深400mでの  $\text{NO}_3\text{-N}$  と  $\text{PO}_4\text{-P}$  は7月と12月でそれぞれ  $32 \mu\text{mol/l}$  と  $1.9 \mu\text{mol/l}$ ,  $24 \mu\text{mol/l}$  と  $1.6 \mu\text{mol/l}$  であった。

### 2.2 深層水取水管構造諸元

深層水取水管には、海象条件、海底地形および施

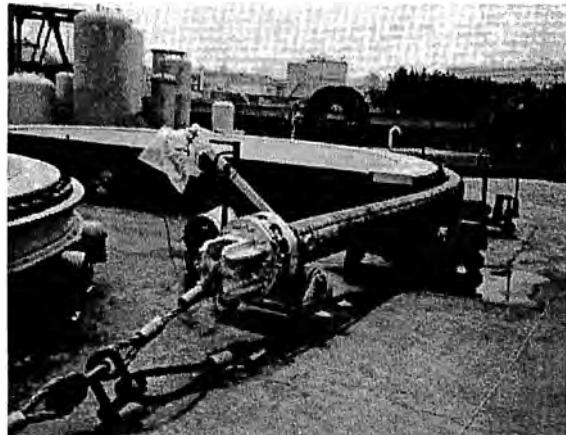


図-2 管敷設施工性（曲げ）試験

工時の荷重条件等の影響を考慮し、所要性能（水質保持性能・着底管路の安定性・取水量保持性能・敷設施工性等）試験を行い、その結果、鉄線鎧装硬質ポリエチレン管を採用した。（石井 2000）

図-2は管敷設施工性試験の一つ、曲げ性能試験である。今回用いた管の構造諸元、取水管仕様を図-3及び表-1に示す。また深層水・表層水取水施設全体平面配置図を図-4に示す。

### 2.3 トレンチ床堀と床均し工

床堀と床均し工として、図-4に示すように取水ピットから水深52m（総延長  $L = 1,059 \text{ m}$ ）まで深さ平均（ $H =$ ）2~3mで床堀幅（ $B =$ ）3.6~6.0m、総掘削量（ $V =$ ） $3,400 \text{ m}^3$ のトレンチ掘削を行った。掘削は図-5aに示した要領で実施し、その作業の様子が図-6aである。さらに、取水管に気泡

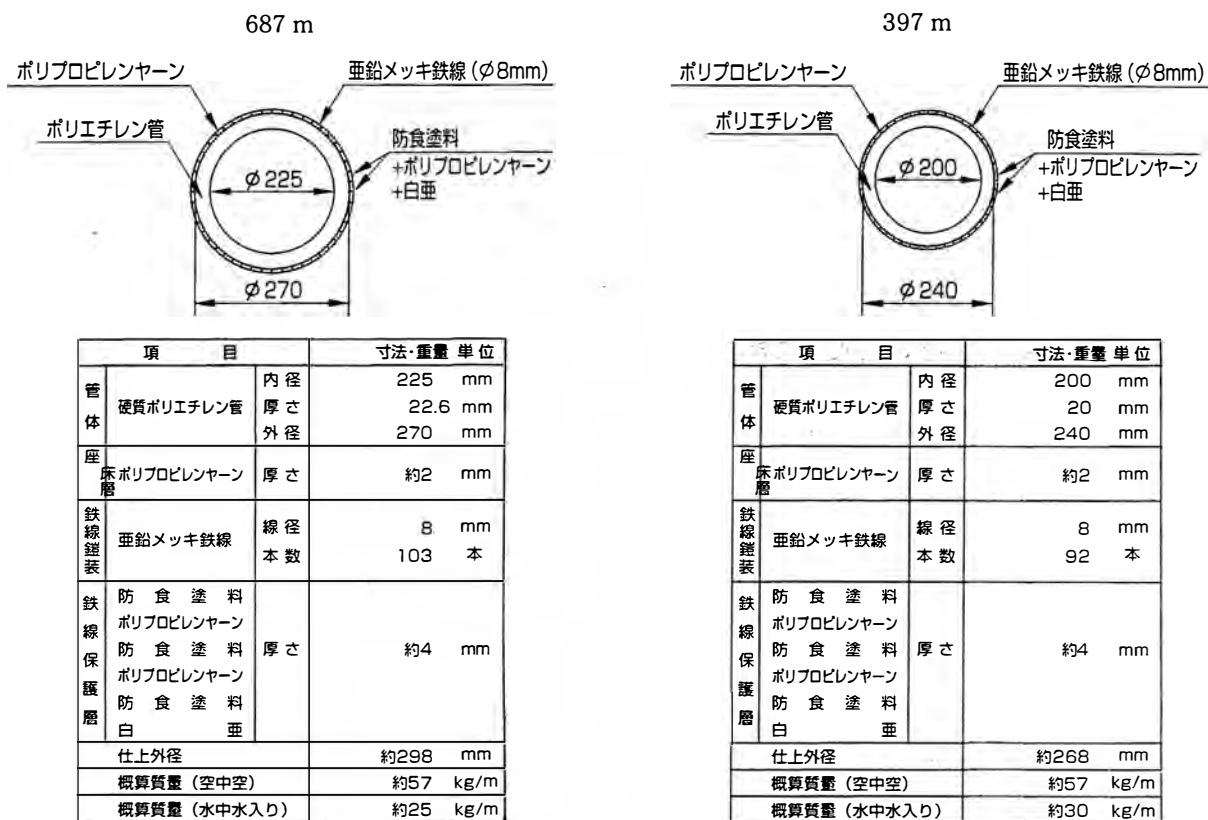


図-3 深層水取水管 (687 m, 397 m) の構造諸元

表-1 深層水取水管の仕様

	管径 (内径)	管延長 (L)	取水口目標設置深度 (水温)	管材質
687 m	270 mm (225 mm)	7.273 m	-680 m (5°C)	鉄線錠装 硬質ポリエチレン管
397 m	240 mm (200mm)	3.323 m	-380 m (8°C)	鉄線錠装 硬質ポリエチレン管

溜まりが発生しないように、床均し機を用いて海底面を片勾配かつ掘削面の均し精度を±10 cmで仕上げた。トレーナー床均し工の作業要領が図-5bで、作業に用いた均し治具をクレーンで吊り上げているのが図-6bである。このトレーナーには、深層水取水管2本及び表層水取水管1本の計3本を図-5cのように等間隔で配置することとした。管敷設後の防護は、台風・潮流等の影響を考慮して水深30 mまでは、現地発生土で埋め戻し防護を行い、それ以深については、影響が少ないため管を自然着底させた。

## 2.4 深層水取水管の敷設

深層水取水管の敷設は、極力短工期で仕上げるために、深層水取水管（水深687 mと397 m用各1

本ずつ）を千葉県市原市の古河電工（株）千葉工場で各々1本もの（L = 7,273 m, 3,323 m）を製作し、この取水管を岸壁から1万トンの敷設台船の直径20 mのターンテーブルに巻き込み、千葉から焼津漁港に移送した。敷設方法としては、敷設ライン上に事前に14本のアンカーを設置し、アンカー法によるリールバージ工法で敷設を行った。

今回これまでに無い敷設仕様として、水深600 m以深で平面的な折れ点が入ることであった。（図-4参照）このレイアウトに対して、海底土摩擦力、取水管の剛性、敷設管張力等のパラメーターを用い事前に線形管理システムを使い制御方法を検討し、無事所定の線形を得ることが出来た。

図-7に敷設手順を示すが、第一日目は敷設台船「天山」[91.5 m (L) × 30.2 m (B) × 6.1 m (H)]を

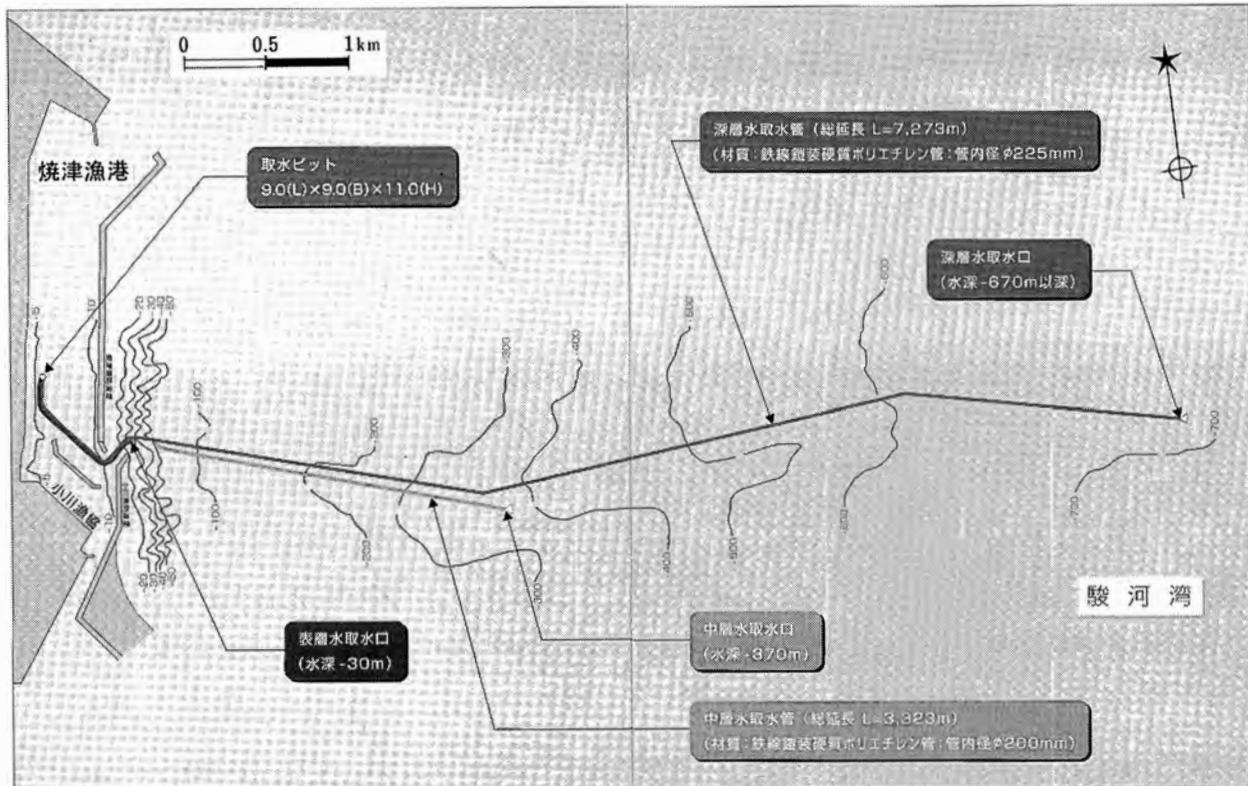


図-4 深層水と表層水の取水管全体平面配置図

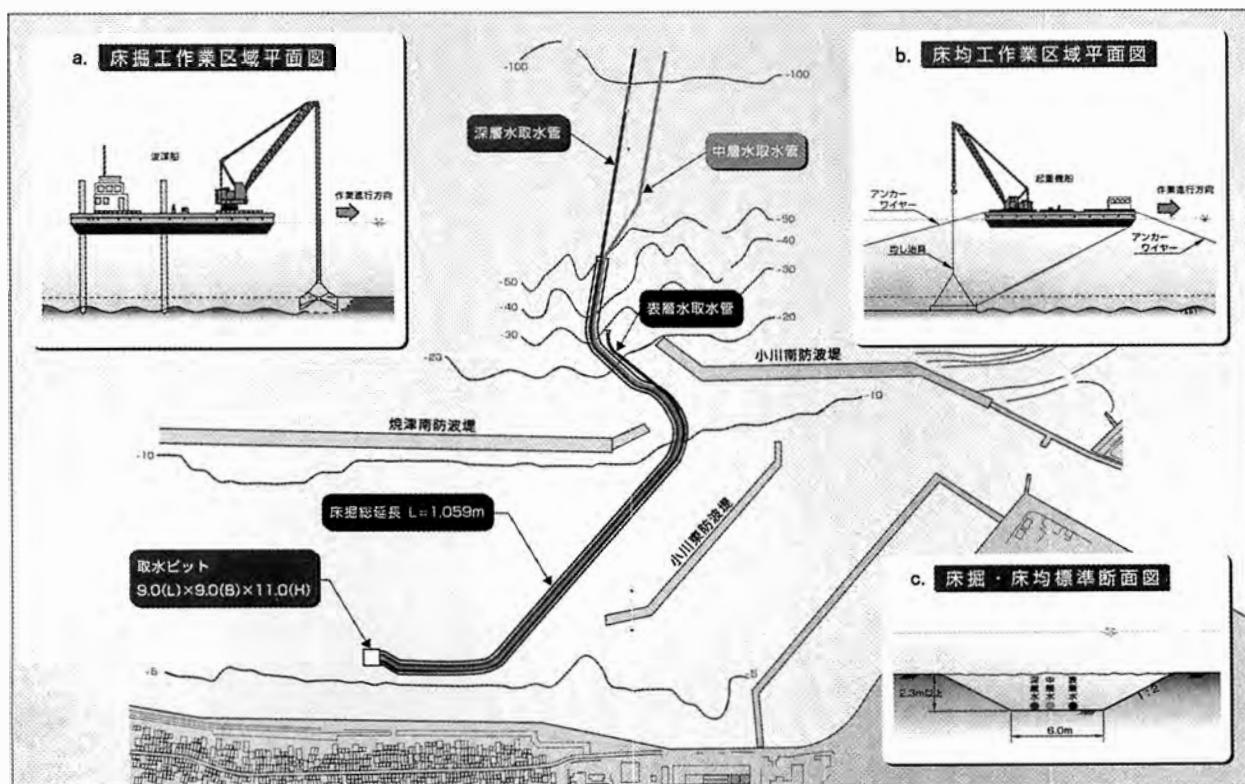


図-5 床堀・床均しのイメージ図

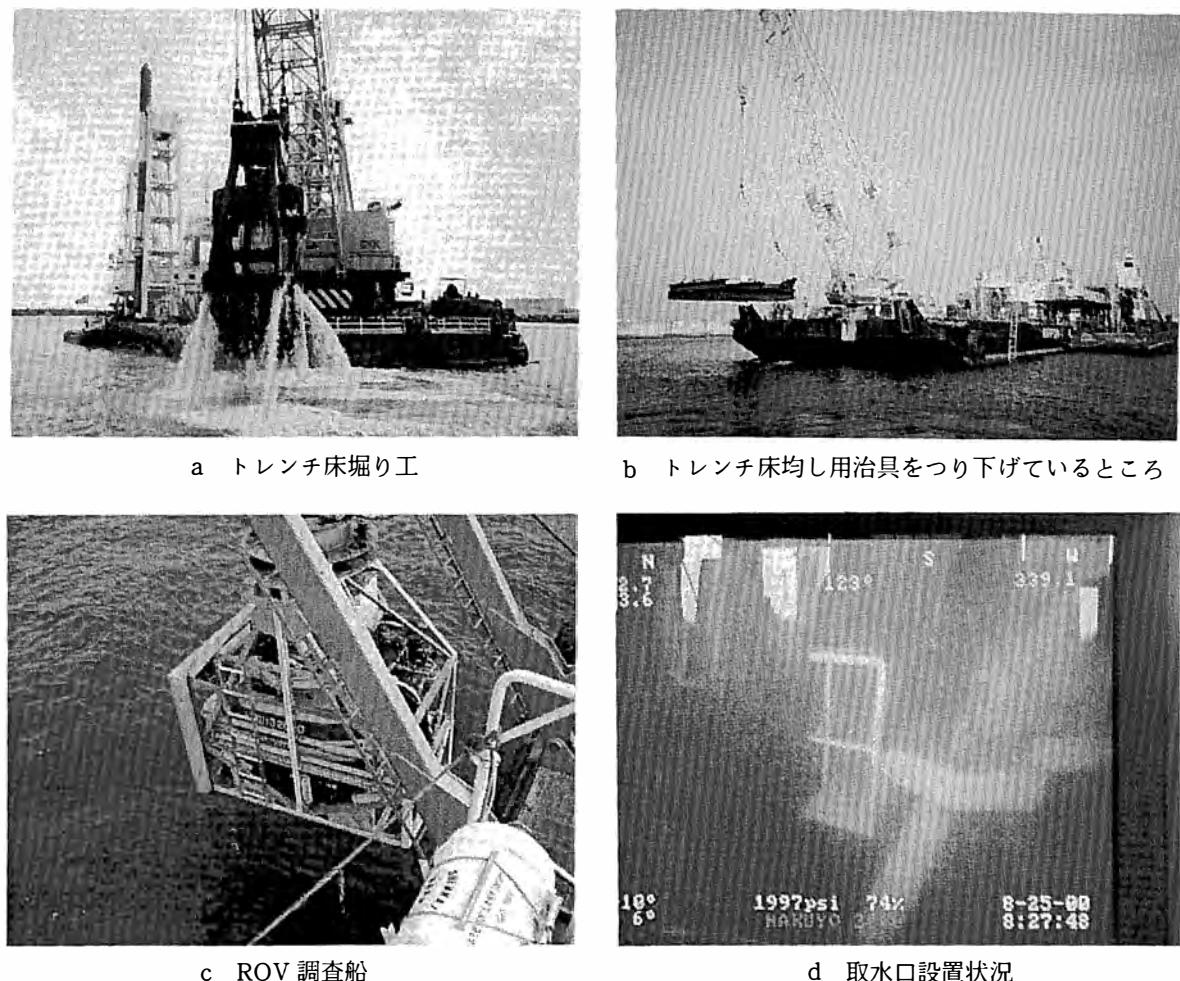


図-6 管の敷設作業の様子

小川漁港港口付近に係留し、管にチューブブイを取り付けつつ海上に送り出しながら管陸揚げを行い管先端を取水ピットに取り付け・接続作業を行う。管端接続後は、ブイを陸側より順次切り離しながら、管をトレーナー内の所定の位置に敷設しながら水深50mのトレーナー終了部までの凡そ1,000mの敷設を終了した。図-8が陸揚げの様子をとったものである。

第二日目は台船の操船ワイヤーを船尾ウィンチで巻き取りながら、テンショナーを用いて順次沖合に向けて管を送り出し（各々2,500m）を行い、所定の折れ点に係留した。第三日目も同様な送り出しを行った。なお、台船の移動は事前に所定の敷設ライン上に設置した操船ワイヤーをウィンチで巻き取ることで行った。

最終日である第四日目には、取水口沈設計画位置である沖合い7,000m、水深680m付近に敷設台船を係留し取水口をワイヤーにより海底に沈設した。取水口先端が所定の位置及び計画水深680m以深

（計測値：687m、397m）まで到達したことをトランスポンダー及び水深計で確認し、最後に自動切り離し装置を作動させ作業を終了させた。687m深層水取水管は7月11日から4日間、397m深層水取水管は7月29日から2日間、計6日間の短工期で敷設を完了した。敷設中は、台風の影響により一度陸揚げを行った後、管の巻き戻しも行ったが、風速15m/s、波高2m程度のうねりがある悪天候にもかかわらず、2本とも所定の位置に問題なく設置敷設できた。また、敷設作業終了後、ROV (Remote Operated Vehicle) を使用して取水口及び取水管の敷設状況をチェックし（図-6c）、計画通り設置していることを確認した（図-6d）。

表層水と2本の深層水取水管の配置の様子を示したのが図-9のイメージパースである。

## 2.5 表層水取水管敷設

表層水取水管は、三井金属エンジニアリング(株)大

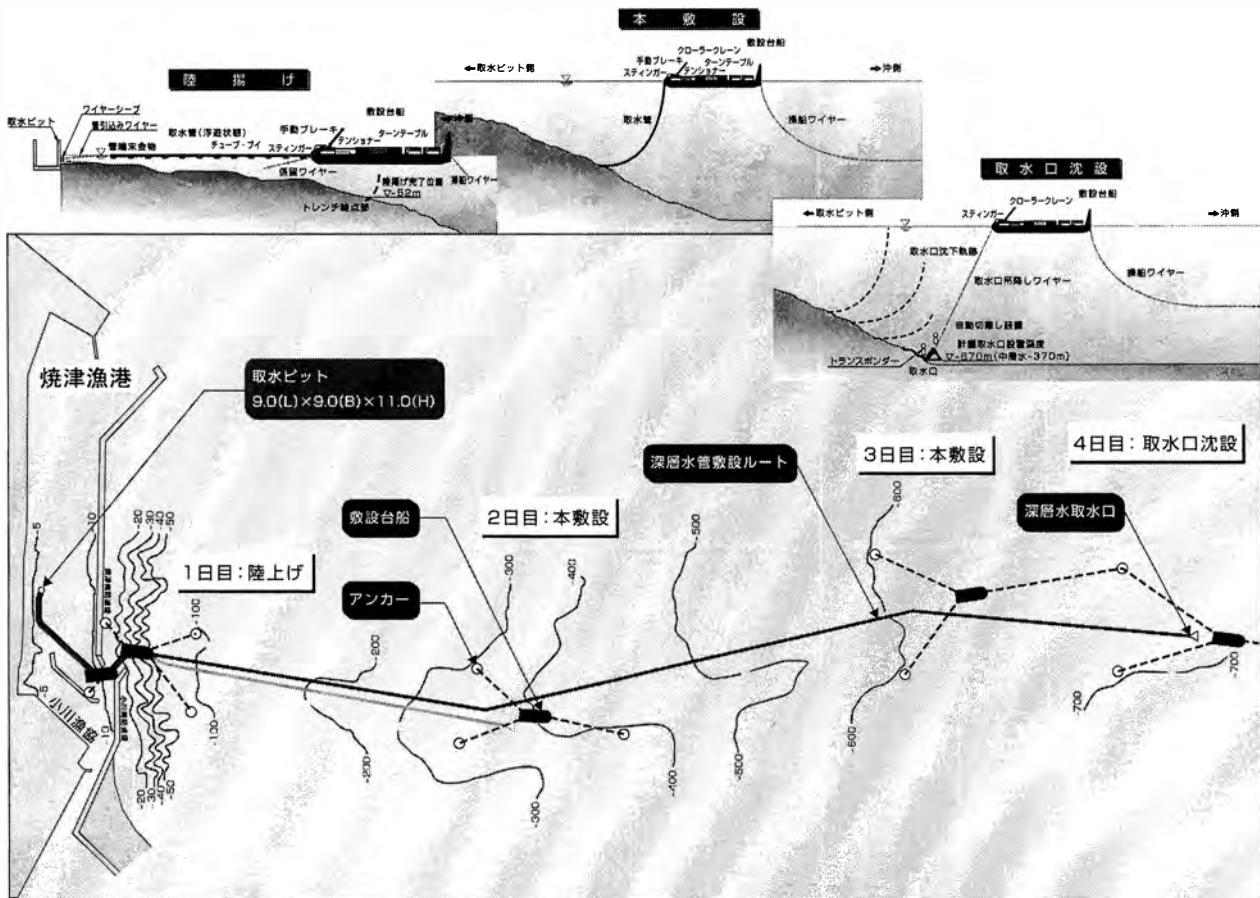


図-7 深層水取水管の敷設要領



図-8 深層水取水管の陸揚げの様子



図-9 駿河湾深層水取水管のイメージパース

分工場で 10 m 単管に製作した硬質ポリエチレン管をトラックで搬入した。次に、現地の岸壁ヤードでバット融着機を用いて単管 5 本と両端にツバ付き短管（フランジ）2 本を融着し 50 m 長管とした。この 50 m 長管を岸壁ヤードから吊り降ろし、管の浮力をを利用して浮かしながら作業船で現地に曳航し、管内の空気と海水を置換しながら管沈設を行った。最後にダイバー作業で 50 m 長管毎にフランジ接合を行い管を一体化した。フランジ部は十分な気密性を持たせるため、更に、2 つ割保護カバーで防護した。

### 3. おわりに

海洋深層水の研究は、1976 年より海洋科学技術センターの研究から始まり、産官学の研究体制のもと、実証研究等の成果を踏まえて、高知県、富山県、沖縄県さらに静岡県へと深層水の技術が移転された。

静岡県でも、平成 9 年度から「駿河湾深層水総合利用事業」としてスタートし、技術の革新により

深層水取水管の水深 680 m および管延長 7300 m は国内最深かつ最長となった。今後も、産官学協力のもとに基盤的研究を進めながら、各々の自治体の地域特性を活かした深層水施設の整備および深層水ビジネスの展開が図られることを期待している。

なお、今回の取水管の敷設は基本的には沖縄県久米島で 1999 年に実施されたアンカー法によるリールバージ工法（当真 2000）で、これに一部改良を加えたものである。

### 参考文献

- 1) 青木一永（1997, 1998）駿河湾深層水利用可能性調査報告
- 2) 石井健一・八木橋清智・山口卓見・高松 研（2000）海深研 Vol. 1 71-77
- 3) 当真 武・津波古喜正・藤井 真・清水勝公・堀 哲郎（2000）海深研 Vol. 1 79-84
- 4) 中村保昭（1982）静岡水試研報（17特別号）I-153

(2001. 4. 3 受付, 2001. 6. 10 受理)