

本年々頭にお届けした新年号の特集の中でも、二、三の人がふれておられたが、これからの日本はやはり海の資源を開発してゆかねばならなくなるであろう。

四面を海に囲まれた日本は、宿命的ともいえるほど海とのつながりは深い。本座談会は、無限の資源を持つかのようにはてしなく広がる「海」について語っていただいたものである。昨年12月19日、東京日比谷陶々亭で開催した本座談会は、初めての試みとして司会を三名で行ないました。また、文末には春田氏のご助力により参考文献・「座談会メモ」を付記してみました。ご精読下さい。なお、当日ご出席を承りました各位、またご助力を承りました皆様に誌上より厚くお礼申し上げます。

【編集部】

■座談会出席者・(五十音順)■

安 芸 俊 一 氏 総理府資源調査会委員、ほか
岡 寿 磨 氏 「科学朝日」副編集長
清 山 信 二 氏 鹿島建設KK土木部営業部長
篠 原 登 美 雄 氏 運輸省港湾局建設課長
須 田 皖 次 氏 東海大学教授 海洋学部長
村 上 永 一 氏 建設省土木研究所長

司会・樋口芳朗会誌編集委員会副委員長／豊島 修編集委員／春田精二氏（運輸省港湾局建設課）



司 会 最初に、海へ伸びる建設工事ということで、波、潮汐、塩分、潮流、風といったようないろいろな自然の障害に対応して、一体どのくらいの水深

まで人間が手を入れて利用しようとしているのかというような点を中心にお話を伺いたいと思います。それでは最初に最近の工事¹⁾で科学技術庁から賞状を受けられた鹿島建設の清山さんから、お話を伺いたいと思います。

二度とやりたくない東海村発電所取水路工事

清 山 われわれがやりましたのは、原子力発電所の取水という問題ですが、原子力発電だけでなく、火力発電にいたしましても、いわゆる臨海工業にしましても、水をどこから求めるかというのが一番大きな問題なんです。特に最近のように、ユニットが非常に大きくなって、日本の河川ではとてもまかない切れない状況になりますれば、必然的にその水源は海に求められる。ところが、従来はその取水をいわゆる シェルタード エリアからというのが、一応土木における原則になっていたわけです。一方、今度の東海村の原子力発電所は、水を主体にしてのサイト エバリエーションではなく、いろいろほかの要素から決められたものであるために、建設の段階になって、水をどうやって取るかが非常に大きな問題になったわけです。あの付近に久慈川、那珂川という

のがありますが、これは開発水量が大体5トン程度しかない。これに対して所要水量は1秒間に約16トンで、これらの川から取ることはとてもできない。したがって、無限のソースである鹿島灘から取らねばならぬということになったわけです。これは原子力発電の特殊性から出てきたことです。しかし、将来のことを考えれば、原子力発電だけじゃなくて、大ユニットの火力発電所や一般の工業用水にしても、非常に大量の水が要求されるようになるので、今回の東海村はその一つのサンプルとしての意味があると思います。

司 会 発電と海の水とといいますと、潮流発電なんかがあるわけですが、あれは原子力発電なんかにくらべてまだまだ……。

清 山 いや、もちろんそういった方向にも進みつつあると思います。中部電力でしたか、その種のものを計画しているようですね²⁾。

司 会 取水口の工事で苦労された点といいますと、どんな点でしょうか。



清 山 簡単にいいますと、やはり海象と工事の施工との関連をどうもってゆか。非常に抽象的な表現ですが、そこが一番問題なんです。一番の苦労は、あのように漂砂の影響の大きいところで、海底を掘削して2.5mという大口径のパイプを埋めることでした。要するに「賽の河原」になるわけで、そこをどうやって掘るかということですね。くわしいことは土木学会誌に報告してありますが、掘った後へ直径2.5m、長さ500mのパイプ2本を最短時間で埋めた工事です。結局は62時間とちょっとで埋めたわけです。

司会 特に新機軸を出されて成功したということですね。

清山 そういうことですね。外国でもこういう例はありません。いろいろ調べたり、外国のエンジニアともディスカッションしたのですが、アメリカのカリフォルニア海岸でコンクリートパイプを使って火力発電の取水をやっているくらいでした。これも私の方とは全然違った方法です。

司会 先端の水深はどのくらいありましたか。

清山 8.9mです。

司会 そうすると、パイプはほとんど1本に伸ばしたまま引っ張られたわけですね。

清山 いや、そうではないのです。いわゆる背後地にドックをつくって、その中でパイプを全部製作するわけですが、ドックの長さは360mしかない。パイプは500m必要なわけです。8.9mという水深は、その深さなら漂砂の影響もそう大きくはないという調査結果から決めたのですが、500mの1本パイプにするために、水中でジョイントするというのをやったわけです。全然見えないままで、340mと160mのパイプを水中でジョイントするのに特殊な工法を使いました。しかしこんなことをいっては何んですが、二度とやりたくないですね(笑)。

司会 そうすると、神技でやられたわけですね。

清山 いまこんなことをいっちゃ企業者に叱られるでしょうが、私はこれをやるときに、ほんとうにできるかできないか、5分5分という気持ちでした。

司会 62時間静穏な時間が続いたということが成功をもたらした…………。

清山 それもそうなのですが、いろいろありましたね。この仕事のむずかしさというのは、ちょっといいあらわせません。

アメリカでも考えられている潮流発電

司会 日本の場合、海へ向かって伸びる努力をどこに一番注ぐべきかというような問題につきまして、安芸さんから一つ。



安芸 これは私どもの立場からは困った問題をともなっている。たとえば、循環水を海へ戻すと温度の違った水が入るわけで、そのために魚がいなくなるとか、魚の種類が変わってくるとか、原子炉の場合だと放射性物質がどうなっているかの調査も必要になる。われわれとしては、この問題についての配慮が今まで欠けていたところがある。大きな海流になるとかなり検

討されているが、マイクロな場合になるとまだまだわれわれの知らない部分が沢山ある。海水を利用した揚水発電なんかにしても、一体どこからその水を取るかということになると、やはり非常にマイクロな、われわれの周辺の知識を伸ばしてゆかない限り、デッドロックにぶつかるのじゃないかと思うのです。たとえば、火力発電なんかも、ここへつくってもらっては困るという所が出てきている。

司会 そうですね。原子力発電にしても、日本ほど放射能の許容量についてうるさい国はないそうですね。

安芸 原子力発電は、これから飛躍的に伸びると思うのですが、やはり人の少ない海岸地帯に置くということになると思うのです。その場合に、やはりほんとうにマイクロに見た海流などの問題が非常に必要になってくるんじゃないか。これと関連したことです。放射線のウェストをどこへ捨てるかという問題。昔は海洋に捨てていたのですが、国連の会合でも、いままで大きくつかまえていた海流について、もう少し深海までのものをこまかくつかまねばだめだという動きが出て、それがIGYのときに、海洋の調査へと発展したわけです。

司会 たしかにトンネルを掘るときでも、弾性波調査だけでは一体どこを掘ったら水が出るかさっぱりわからない。やはりボーリングが必要ということですね。

安芸 これからはやはりどうしたって下に伸びてゆかねばならないのですから、それを可能にするためにはどういう手段が必要かを整理してからなければならない。

司会 それではこのことにつきまして、須田さん何かご抱負でも…………。

須田 橋をかける場合、ピアをどこへ置くかということになると、非常に狭い範囲をくわしく調べる必要がある。ところが、そういうものは割合方法がない。それからピアをたてるときに、各層の振動、自由振動などを測定しないとけない。そうしないと、大地震がきてハーモニーを起すと、どんなに強くつくってもやられてしまう。それから潮流発電は、すでにフランスはフランス河口にできているし、アメリカはケネディ前大統領がカナダとの国境のハンデラーで潮流発電をやらせるといふ教書を出した。ああいう資源の多い国がそういうことを考えている。日本の政治家もこれからそういう方面に目を向けることは大切なことだと思いますね。

深くなればなるほど難かしくなる

司会 つぎに、村上さんから、日本と外国の技術などについてお話したいきたいと思います。

村上 技術の問題にはやれることもやれないこともいろいろありますが、海にかける吊橋の場合、やはり一番わからないところは水面の下で、深さが増すにつれて未知のファクターが多くなる。技術的には本州・四国などの橋もやれると思いますが、現在外国でやっている下部工事などを見るとそう簡単なものじゃない。やはり相当ふんどしを締めてゆかなければという感じはします。吊橋の傾向を見ても、日本はなるべくスパンを短くすることを考えているが、外国では一般に水をきらって、たとえばイギリスのセパンという橋などは、干満の差が 48 ft ほどあるので、干潮時には露出するような所へピアを持ってきている。われわれが初め図面を見たときは、ばかに浅いピアを置いたこと、また、さらに橋を長くしているように思ったのですが、やはり水中をきらって上部工で勝負したということのようです。そのために橋が 50 m くらい伸びてもかえってそのほうがいいとも考えられる。しかし、本州・四国になりますと、特に明石海峡では最低 50 m くらいの深さの所にピアがゆく。そのうえ 6.5 ノットくらいの潮流がある。日本は地質が複雑ですから、非常にこまかい芸当をしないと最適の場所にうまく下部工事をセットできない。外国のように相当フラットな海底ですと、同じ 50 m でもほうぼうからアンカーをとって潮流に抵抗できるが、近所が非常に複雑な地形で、そういうことがやりにくいんじゃないかということで、いまボーリングしているわけです。それも陸上とは違って目をつぶってするようなもので、日本のように地形の複雑な所はむだな所へボーリングしないよう余計な神経を使わなければならない。

そこで、われわれのほうからいえば、海を利用しているのではなくて、海は一つの障害物になっている。もっとも、最近では東京、大阪、名古屋のように湾の奥にある大都市で、将来に残された交通路として海を利用するという方向が出てきているので、この面では海はこれから大いに利用しなくちゃいかんと思います。

司会 どうもありがとうございます。この辺で岡さんから、土木以外の分野の方のごらんになる土木、海に伸びる土木、あるいはいままでの皆さんのお話についてのご感想がございましたら聞かせていただきたい

のですが。

岡 私、思うのですが、海底へ基礎をつくるのじゃなくて、やわらかいものの中へ浮かすようなものをつくれないのでしょうか。全くナンセンスな考えのようにも思えるのですが(笑)……。

司会 海底の調査をする場合、ボーリングでは海水がじゃまになるのですが、日本ではうまく考えて、電気で火花を飛ばして海の水というクッションを利用して弾性波を伝えて調査している。ちょうど浮かんでいる所にハッパをかけて波の反射を利用する。岡さんのお考えは確かに土木以外の的を射られた一つのおもしろい方向を示すものだと思います。それでは、最近、海に伸びる工事として、どのようなものが話題となったかを、篠原さんからもう少し具体的にお聞きしたいのですが……。

海は生きている



篠原 現在のところ、深い海を対象にした工事というのはないわけですが、しかし、特に深い海についての現象というのは割合に研究もされているのですが、いわゆる水際線を利用しようということになると、まだ日本では技術的に開発が進んでいない。先ほど安芸さんから、海というものはミクロの問題が大切じゃないかという趣旨のお話しがございましたが、その上に海はときに荒れ狂う。そのときにどう処置するか、そのときの方法がまるでないことを痛切に感じているわけなんです。たとえば、大阪湾にしても東京湾にしても、技術的にわれわれはその海をほとんど克服していない。海を相手に立派に成功した工事はありますが、しかし、自然というものは、まだまだわれわれの力で克服できないものであり、海というものに対しては、やはりあくまで科学的に真摯な態度で臨まないと、どこかで大きなミスをおそれるが十分ある。それから、海といっしょに地質の問題もあるわけで、海底土質として近海のものも相当調べてはおりますが、まだ沖積土層程度のものしか対



■日比谷陶々亭における座談会風景■

象としていないし、まだまだ日本の沿岸の海というのは的確に把握されていない。しかし、私どもとしては日本沿岸の海はもちろん大事だが、それとともにわれわれの土木技術というのはもう海外に伸びる時点にきていると考えているのです。そこで、これからの問題としては、海外、主として東南アジア関係、中近東というような所も大いに考えてやらなければならない。調べていかなければならないのじゃないかと考えているわけです。

つぎに私ども港湾関係の技術者として、海にどういった構造物をつくるかということなんですが、私どもとしては、いろいろな計画は確かに持っております。しかし、先ほども岡さんからちょっとお話しがありますが、いわゆるヘドロのようなところでも浮かすような施設、これは確かにそういうことも可能であると私どもは信じておりますけれど、そういうものと、いまつくり得る施設との経済的比較、それを考えますとまだまだ海に対する技術的な自信、これは海象および土質にも関係しますがそういうものに対する自信がないという点でどうしてもコスト高になってしまう。海の施設というのはアイデアだけは出やすいのです。

しかし、いざそれをつくってみるといふ段になりますと、きわめて臆病になってしまう。これはいけないことだと思いますけれども、いまの私どもの技術の能力では、いろいろのアイデアはつぶされてしまう。しかし、新しいアイデアを取り上げるとき態度さえ間違っていなければ、そしてある程度の経済投資というものも許され得るなら、そういった技術的な開発もやってゆきたいと考えているわけです。

司会 どうもありがとうございます。ほんとうにヘドロの上でなくて、砂の上につくったものでも新潟地震でペシャンコになった。そして、さんざん新聞でお叱りを受けたりしたくらいでして(笑)……。

やはり土木技術者はある程度コンサーベティブになるのは無理ないと思うのです。米ソの宇宙競争のように、政府がぼう大な研究費を注いで損得を無視してやるというようなものはいまの日本にはないように思いますが、もしたまにひっくり返ってもいいから影響のないところでやってみようということで、ぼう大な金をかける。それを国が援助するというようなものがあるとすれば、日本では土木事業だと思えるのですがいかがでしょうか。鹿島建設さんは受注額で日本一になられたが、海外輸出の比率はたった4%しかない。アメリカあたりですと、一番はエバスコですが、あそこでは海外の工事が40%も占めている。日本はどうして海外へ出られないのか。

いろいろ事情はあると思うのですが……。

情報網がしっかりしている海外の建設会社

清山 実は、東海村の工事をやるときにあるアメリカの会社の社長に会いに行った。すると会うなり、これくらいであの工事を俺にやらせろと、ポンと金額をぶっつけてきたわけです。どうしてそういう情報が流れたのか。これは後で調べてびっくりしたのですが非常に情報網が発達しているのです。全世界に情報網を張りめぐらせていて、いつどこでどういう工事があるかを知るために、日本のような所にまで手を打ってある。私のような一会社の社員が行っても、とたんにお前はこういう仕事できたんだろう、これだけの金でやらせろとぶっつけてくるわけです。こういった所にも相違がある。私どもは、何も外国に依存しなくても日本は日本独特の技術でやってゆけるのじゃないかという気持ちもありましたし、アメリカ、あるいは他の国の例を日本のあの場所にアプライすることは不可能だ。それなら日本独自のやり方でやらなくちゃいかんと考えたわけです。海外に出るためには、そういう考えをどんどん持ってゆく必要があると思うのです。

司会 たとえば、本州・四国に橋をかけるにしても、海中橋脚をつくるといふあれだけのむずかしい条件でかけようとする例は外国ではないでしょうね。



村上 ないですね。いまやっているポルトガルのターガスが、水深約29m、それから先28mはヘドロで、砂が22m、合計79m。これが一番深いものです。潮流も6.5ノットくらいあります。ただ、日本

の場合は地震などがあって、基礎が必要以上に大きくなるということなどから、本州・四国架橋ほどの規模になるものは他にはないと思います。ただ驚いたのは、ニューヨークに最近できたペラゾノナロウという橋は、16万トンの鋼材を使った吊橋ですけれど、アンカーは簡単なシャフトですね。それで平方メートル当り40トンくらいのところにアンカーフレームを置くわけです。岩盤は200ft下でなければならない。ですから、世界で最大の構造物と思われているものがそういう非常に簡単な地盤の上につくられている。もちろん工事中にどのくらい沈下するか、何年たてばどのくらい沈下するということは計算しているようです。ただ、40トンという数値を決めたのは、やはりコロンビア大学のフルーマイスターという老教授だということでした。イギリスでもセバンという橋が非常に新しい形のボックス型を使っている吊橋で、これもスクルトンという教授が40年くらいそればかりやって出した結果をそのまま信用してやった。お

前にまかしたという、その部分に対しては研究してちゃんとやれば何だかんだといわないで、そのまま採用している。こういうことも技術が伸びる一つの原因だという気がしますね。日本ではアイデアが出ても研究費は十分与えない。また出してもこれをすぐ採用しない。これはいけないんじゃないか。

司会 盛んにケチをつける(笑)。

篠原 私も先ほどからだいぶ臆病な慎重論を申しましたが、実際はそうではない。たとえば、伊勢湾の向かいの道路、それをショートカットするような橋梁の問題、東京湾の横断堤なども、予算的な問題は別としていま私どものほうで技術的な問題として検討しつつあります。それから、神戸から大阪に至る阪神防波堤など、これまでのスケールをはげめた大きな海岸工事、海中工事も企画はしております。海の工事はどうしても相当コスト高になるので、現在の段階ではなかなか目標投資のテンポの中に入りづらいのですが、近い将来には具体化されてゆくんじゃないかと思います。

司会 水深的には大体どのくらいまで施工可能ですか。

篠原 ものによって違いますが、たとえば防波堤では30~40m じゃないでしょうか。それ以上深くなりますと、耐震構造的な問題が相当シビアになってきます。いま、35m くらいのを大船渡と女川でつくっていますが、それについての耐震構造的な面は解決されておりません⁹⁾。

安芸 岡さんに伺いたいのですが、ベーリング海峡の締切り工事について、その後何かお聞きになりますか。

天の摂理に反するベーリング海締切り工事



岡 できたという話はないようですね。この前、気象庁の畠山さんと大谷さんに対談に出させていただいたことがあったのですが、お二人とも、ああいうことは「天の摂理に反することだ」けしからんという結論になりました(笑)。だからやめて欲しい……。

安芸 日本自身も気候が非常に変わるわけで、ああいう他国への影響の大きいことを相談もなしにやられてはたまらない。

司会 上流で工場汚水を流すのと同じようなことになる。影響を受けるのは下流ですからね。

岡 工場の汚水を海の沖のほうまで引っぱって行くことはできないのですか。

司会 そうですね。下水もですが、パイプか何か

で海へ簡単に出して沿岸へのはね返りが少ないということになれば、かなり着目されているのではないか。

清山 実はもうそれを田子ノ浦で計画しているのですよ。これには先ほどの深海の調査などが問題になるわけです。田子浦の海底は1/4~1/7 という急勾配で、大体500m 出ると水深は100m 以上になる。そこに海底キャニオンがあったりして、その流れが拡散に適していることがはっきり調査され得るならば、具体化してほしいと思います。

村上 しかし、海への放流もだんだん多くなってくると、内海では川と同じになりますね。昔は川だって少しぐらいは流してもきれいになると思っていた。

安芸 私どもは陸の水ばかりやっていたのですが、近ごろはどうしてもジャンクションの所に入ってきました。

発達してきた河口海洋学

須田 最近、河口海洋学というのが発達してきましたね。北海道大学では石狩川の河口をしきりに調べています。

司会 もう少し海のほうに広げると、例の臨海貯水池ということで、河口という形の海面利用の問題が出てくる⁹⁾。海水のままでは使えるものはいいのですが、そうでない場合は、もう少し淡水地域を広げることも土木屋としてはいかがでしょうか。

安芸 われわれの当面する課題の一つですね。

司会 深海作業用の機械とか、海底ボーリング用の機械とか、日本では特殊なもので世界に誇りうるものができているようですが、須田さん、いかがですか。

須田 世界に誇りうるかどうか、とにかく今度、大洋深海工業が船を利用して第1号のボーリング機械をつくりましたね。それから潜水艇は読売新聞社の「よみうり号」のほかに、川崎重工KKKが計画しているもの、去年、調査費だけとれたのですが、どうなりますか。これなど大陸棚の調査に非常に有用だと思います。

司会 調査は大事故だが、なかなか予算が出ない。民間会社で出せないようなばく大な金を国家的に出すとすれば、やはり土木事業は一番の対象になるべきだと思いますが……。

岡 確かにそうですね。住宅なんかも、砂地の上に建ててひっくり返ったりするのなら、いっそのこと海の底につくっておけば地震がきても大丈夫ではないだろうか(笑)。

須田 あと100年もすれば、そういう時代がきやしないかと思いますね。

司会 いま日本では過密集中に非難が集まってい

ますが、集中したことによって発展したという利点もある。東海道新幹線でも、あの金で全国に鉄道をつくってもちっとも価値がない。日本の一つの看板として集中的に出したから価値を発揮した。そういう意味で、海に伸びる土木工事の看板についてジャーナリスト的センスで岡さんから何か……。

早く実現したい東京湾横断計画

岡 さっき篠原さんのいわれた東京湾横断の計画、あれは早くやっていただきたいような気がします。予算の問題はあると思いますが、横断をやっても特に悪い影響はないでしょう。

篠原 そう思います。一気に締め切ってしまうわけではないのですから。それから、生産の場はどうしても海へ伸びてくる。住宅も海の近くがベターではあるが、そういう執着は捨てなければいけないのではないのでしょうか。海のほうへ工業施設なり工場なり、生産の施設を大いにつくっていくべきではないか。

司会 海岸の開発と土木技術の役割割りということ具体的にお気づきのことを何からでも聞かせていただきたいのですが。

人工の砂浜をつくる

安芸 くり返すようですが、われわれはもう少しこまかいところを知らなければいけないということですね。いま、海岸は生産の場だというお話が出ましたが、同時にレクリエーションの場としても考えてもらわなければならない。ヨーロッパでは人工の砂浜をつくらうとしている。砂の種類とか、流れに対してどうか、構造的に非常にむずかしいが、日本でも一つの課題として出てくると思います。これ一つにしても、海についてもう少しこまかい知識が必要になる。

篠原 そういうことも考えるべきですね。

司会 確かに日本の海岸や川は、守ることばかり一生けんめいにやってきた。

岡 どこへ行っても楽しむところがおよそなくなってきましたね。

司会 われわれのやっている浸食対策とは、だいぶ次元が違うかも知れませんがね。

安芸 いままでヘドロみたいになっていたところを、はだかで寝ころがれるような海岸にする。そういうことも課題になっているのが現実です。

清山 ということは、日本でははるかに遅れているということですか。

安芸 そういうこともあるかも知れませんがね。

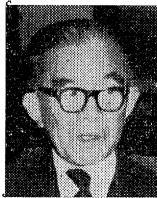
海への工事で当面する課題

司会 村上さんいかがですか。

村上 海は陸上にくらべて、データをとるようなことがむずかしい。そこで人工衛星などと同じように、計器だけで相当の調査ができるはずですが、もう少し遠隔操作的なデータのとり方や、オートマチックな処理の方向を進めないと、深い所ではロスばかり多くなる。新しい計器や調査方法の開発が必要だと思います。そして、このような仕事は科学技術庁あたりでやってもらいたい。

清山 官庁や起業の方々をお願いしたいことは、海の仕事をもっと理解していただきたいということです。海の仕事には非常に未知なものがある。陸の仕事と同じような観念でことを律せられたら進歩はない。その点で日本原子力発電株式会社は非常に進歩的だった。あらゆる実験をさせてもらった。

司会 須田さんから何か。



須田 篠原さんもいわれたように、日本近海の浅い所はほとんど調査できていない。これは沿岸海洋学的なものの課題ですが、土木界の方々のほうがわれわれよりずっと進んでいる。沿岸海洋学というのは、

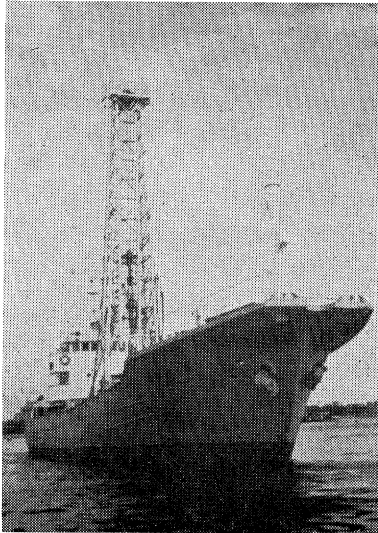
外国でもほとんど学問の形体をなしていない。つぎは大陸棚の問題です。開発の技術を持っていなければどうしようもない。これは土木学会でも一はだ腕いでもらいたい。

司会 最後に篠原さんから簡単に。

篠原 私どものほうは海洋までいきませんが、沿岸の海象に対して、いろいろ技術導入や技術開発をやっています。たとえば東京湾と鹿島灘の海岸では全然違う性格を示すケースがあって、結局土木関係でいう現位置調査によるしかない。単に事前調査でなく、工事イコール調査、調査イコール工事という態度でやらなければ海の工事はなかなかむずかしい。たとえば、東海村の場合も清山さんは遠慮してお話しになったが、あの海岸ならばどういうものでもつくり得るという自信を得られたのではないかと思います。海岸に対しては事前調査だけでなく、相当本腰を入れた調査をして、初めて技術的に自信のあるものをつくりうるということです。

司会 結局、うんと金をかけた、腰を入れた調査が絶対必要だということが結論となるように思います。それではこの辺で座談会を終らせていただきたいと思えます。どうも長い間ありがとうございました。

〔文責・編集部〕



1) 鹿島建設
KKが設計と施工を行なった東海村の原子力発電所取水路の建設工事で、その業績に対し、昨年土木関係としては初めての科学技術庁長官賞が授与された。工事の詳細については本誌 48 巻 1 号(38 年 1 月)の「外洋よりの直接取水のための大口径鋼管の海底埋設」を参照されたい。

2) 中部電力
KKが昭和 39 年度からの 10 年計画の一環として、三重県熊野市の新鹿地区に計画している海水揚水式発電所で、海岸から 4km 離れて、堤高 90m のダムを建設し、将来 100 万 kW とする計画である。総工費は 330 億円である。この方式では建設費が水力の 7~10 万円/kW、火力の 4 万円/kW にくらべて 3.3 万円/kW と安いことがその利点とされているが、塩分やプランクトンによるサビ、あるいは効率の悪化、海水の農作物への影響など、今後に残された問題点がある。この種の発電所は九州電力KKでも計画中である。

3) 本誌 48 ページ掲載の「海の建設工事」参照。

4) 本誌 15 ページ掲載の「大規模防波堤」参照。

このほかに東京湾口に明治 25 年から 30 年かかって軍事目的で設けられた第 3 海堡の撤去工事、瀬戸内海航路のしゅんせつ工事などが大規模工事として計画、または実施されている。

5) 大船渡防波堤の最大施工水深は 38m で、港湾工事としてはわが国最深の工事である。しゅんせつの場合には施工可能な水深として、一般の大型ポンプしゅんせつ船では 30m ぐらいが普通であるが、海底下の良質土砂を採取するためのエジェク

表-1

方 式	作 業 の 限 界
1. 直接潜水	25m で 0.5~1.5 分間
2. 潜水夫	50m で 15~20 分間, 75m で 5~10 分間。100m の記録もあるがごく短時間である。
3. 潜水函	20m ぐらいの浅海土木工事。
4. 潜水艇	母船吊下式で 200m ぐらい。4人乗りで 24 時間ぐらいの潜水可能なものもある。
5. 水中カメラ	実用的には 200m まで。
6. 水中 TV	ごく浅海に実用化された例はある。視野が限定され、工事現場付近では視距 10m 以内が限度といわれる。

ター式しゅんせつ船は 100m の水深でもしゅんせつ可能である。深海における工事の問題点は、このような作業船の制約とともに水中工事の監督が困難なことである。現在水中監督の限界は表-1 のとおりである。

6) 河川の未利用水、農工業用水の還元水を河口の貯水池に貯留する、いわゆる河口湖で、その利点は

- (1) 河川水を最大限に利用でき、大規模開発が可能。
- (2) 水利権との競合を避け得る。
- (3) 水源と需要地との距離が近い。
- (4) 用地買収、補償問題の解決が容易。
- (5) 工事費の節減が可能。

などであるが、海水の浸透防止、水温の上昇や生物の発生防止、水門・堤体の構造、汚濁水の処理などの問題点がある。わが国では福岡県曾根と、千葉県小櫃(こびつ)川河口(2500 万 m³)に計画されており、このほか福岡県刈田地区や多々良川河口でも調査が行なわれている。

7) 北大練習船「おしよろ号」を改造し、昭和 39 年 6 月に竣工した「第一深海号」(カット写真参照)で、総トン数 500t、鉤床、石油、天然ガスの調査用として水深 200m の海底で最大 1500m までのボーリングが可能であって、わが国では最大の規模である。

船体は作業時には 8 本のアンカーで固定され、ワイヤーラインコアリング工法によってコアを採取するようになっている。

なお、外国のボーリング船としては、1000~5000t 級のものがあがり、掘さく深度も 2000~6000m の能力を持ったものがある。

ボーリング船の最大の問題点は、船を定位置に留めること、船の動きを消去して掘さく装置を正常に保つことであって、このような研究についてはわが国はまだ立ち遅れているといえる。

トンネル工学シリーズ 2

最近のトンネル工学——工事の実例と話題——

内 容：■トンネル標準示方書制定について/加納俊二■青函トンネルについて/粕谷逸男■国鉄新丹那トンネルについて/足立貞彦■羽田海底トンネルについて/岡沢 裕・仲田忠夫■富士川用水導水トンネル工事について/遠藤虎松・高山一郎■AN—FO 爆薬とその発破法/下村弥太郎■

体 裁：B5判 8ポ横 2段組 図・写真多数 116 ページ

定 価：一般；500 円 会員；400 円 送料；50 円