平成３年５月20日発行　ＩＳＳＮ　0289-9116

日韓トンネル研究

JOURNAL OF THE NIKKAN TUNNEL STUDY GROUP NO.11–1991

特集　英仏トンネルの歴史的意義

No. 11

1–
0311
–00

国際ハイウェイプロジェクト・日韓トンネル研究会

日韓トンネル研究

第11号－1991.5

目　次

■巻　頭　言　国際ハイウェイ建設の促進に期待…… 1
谷藤正三

■メッセージ　真の愛と統一世界…… 2
文　鮮明

■特　　集　英仏トンネルの歴史的意義…… 6
竹林春夫・小坂　明・中村明芳

ドーバー海峡トンネルの概要…… 14
コリン・カークランド

■調査と研究

①東北アジア諸国の長期的な発展可能性（後編）…… 18
河野博忠

②日韓トンネル計画沈埋トンネル概略施工検討概要報告…… 26
第3部会委員会

③日韓トンネル施工のための注入工法に関する研究（その3）…… 42
九州支部第3部会

④水域の自浄作用－名護屋浦付着微生物の有機物の取込分解活性…… 50
近藤満雄

⑤東中国海の沿岸水域の汚染（韓国西海岸側）…… 64
朴　清吉

■海外リポート

①韓日海底トンネルの掘削進む…… 70
韓国世界日報『世界と私』、申東浩

■活動報告

①第14回理事会開催（その他）…… 82

国際ハイウェイ建設の促進に期待

国際ハイウェイ建設事業団
中国ハイウェイ調査特別委員会委員長　谷藤　正三氏*

世界の情勢はイデオロギー闘争の時代も終わり、ヨーロッパ統合の前進を先頭に国境なき新しい幸福な社会の建設に向かって世界の人々が力を合わせていくであろうと期待しておったにもかかわらず、中近東においては温和を旨とする羊が迷える羊となり、豊かで言語、慣習を同じくする隣人同士の国でありながら、話せばわかるべきことがかえって禍いして紛争となり、世界中の国々を巻き込んで今や民族闘争と宗教闘争とに転化されてしまった。世界の人々の平和への指向とは裏腹に畏れ多くも神の名において共に祈りながらも平和への話し合いもできなかったことは誠に悲しむべきことである。

われわれの住む東南アジアにも類似した事象は至るところに潜在しており一触即発の態勢にあるともいえよう。しかもアジア諸国においては政治・経済・文化・社会など環境条件に非常に格差があるだけに、一旦問題が発生すれば、平和かつ冷静な判断を期待することは極めて困難になるだろうと思われる。だからと言って手を拱いて傍観することは、われわれ日韓両国民には許されるべきことではない。

グローバルな地球社会において、21世紀における幸福な隣人社会関係を築き上げるためには、各国民が正確な世界情報を確保できて、それが正しい論理哲学の下に判断できるようなシステムを少しでも早く構成してやることが必要であると思われる。それには近代科学の先端をいく衛星通信システム網も極めて有効な方法であるが、アジアの全国民に徹底させるにはまだ経済的に無理があろう。現時点においては情報伝播・経済誘発・人的流動等が面的に拡播することができ、経済統合指向にも沿うものとしては、ＥＣが現実に示してくれたように高速自動車道網の完成であろう。

文鮮明師が唱導する国際ハイウェイの建設はこの意味において重要な意義をもつものである。しかも本事業の要をなすものは“日韓トンネル”の完成であることは当然といえよう。現在の進捗状況で進めば、21世紀初頭には世紀の大事業となることであろう。

幸いにも日本の大プロジェクトである青函トンネルは既に完成し、本四架橋・東京湾横断橋も21世紀初頭にはあらまし完了期にあるので、これらの巨大プロジェクトの熟練技術者を全面的に投入できる時期になっているはずである。東京・伊勢・大阪・豊後水道等の湾口連絡事業は余力をもって十分できることであろうから、アジアの経済統合のためには日韓トンネルは最重要事業となることは当然と思われる。

その間われわれの委員会は、北京・丹東から事業を進め、北京－天津・旅大－瀋陽の二高速自動車道と共に、環渤海湾経済圏・環日本海経済圏の熟成進捗度に合わせながら、北京からは南下して東南アジアへ、シルクロードを逆流してヨーロッパへ、瀋陽から北上して沿海州へと国境を越え、民族を超えて世界経済の統合に向かって人類の幸福を追求していくつもりでおります。日韓トンネル研究会が益々の研讃を積まれ、日韓両国から積極的な協力も得られて躍進発展せられる日の一日も早くなりますように心から祈っておる次第です。

＊元北海道開発庁事務次官、　国土政策研究会会長

メッセージ

真の愛と統一世界

True Love and the Unified World

国際文化財団創設者　文鮮明師

人間は神の愛のパートナー

人類歴史において、人生観、宇宙観、神観など、すべての問題の解決は、真なる男性と真なる女性、そして神が、真なる愛を中心として絶対的に一つになるところにあります。これが絶対価値の根源地です。

この文総裁を中心とした統一教会の教えは救世の真理、すなわち人類が永遠に必要とする「真の愛」に基づいた生命のみ言葉です。文総裁はこの真の愛を探し求めるために、この70年間を苦労してきました。

世界を救うために来られる再臨主も、この真の愛をもってしか、ただの一人をも永遠に屈服させることはできません。また審判の大王であり、天地を思いどおりに主導する神様であっても、真の愛なしには天地統一は不可能なのです。それは神様ご自身が、真の愛を最高の絶対中心として立てられたからです。

例えば、母親が子供のために苦労して、その手が蛙のように曲がってしまったとします。するとどんな親不孝者であっても、そんな母親の犠牲的姿を見れば悔い改めざるを得ないでしょう。また遠く離れた子供の不幸を母親が感知して、夜中に飛び起きるという話しを聞くでしょう。それは、愛の力以外の何ものでもありません。

さらに動物であっても同様です。鳥は自分の体の毛が全部抜けるまで、何十日も外に出ないで卵を抱いて雛を孵します。たとえ毒蛇が襲ってきても、噛まれて死ぬその瞬間まで雛を保護しながら戦うので、最後にはその毒蛇を撃退してしまうのです。

愛はそのような偉大な、そして計りしれない力をもっています。真の愛の前にはいかなる困難も問題になりません。生命を投げ出しても貫くことのできる力が与えられるのです。

神は愛の相対を通して喜びを得るためにこの世界を創造されました。彫刻家が一つの傑作をつくるためにどれほどの力を注ぐことでしょうか。昼夜をおかず、若さを消耗し、全力を投入しながらつくるのです。そのような心は、一体どこからやってきたのでしょうか。それは喜びを味わうために愛の対象を創造なさった根本である神様から来たものにほかなりません。

そのような神の愛の最高のパートナーとしてつくられたのが人間です。そしてすべての万物は中心たる人間を模してつくられ、その人間と和合し、吸収されることができるように創造されました。ですから「万物の中で人間が最高」というの

は本来正しい言葉です。

被造世界を探ってみると、植物世界、動物世界、人間世界まで、みんな雄雌制度となっています。鉱物世界においてもレベルは低いけれども、主体対象の授受作用を通して、愛の創造理想のモデルに反応し、その核に通じることができるようにつくられているのです。

この作用がなければ、神様でさえも相対できないので、命令することができません。その反対に相対的要因さえあれば、そこに起こる授受作用を神様であっても止めることはできません。このようにして神様の心情は、堕落しなかった人間の心情、すべての万物、鉱物世界にまでも通じるようになっているのです。

人間がそのような深い神秘境に入ると、森羅万象がみんな友達となります。岩とも直接通じることができるようになります。その喜悦に満ちた愛の境地は、すべての万物、そして神様までも喜んで和動する世界です。ですから堕落によって人間がそういう境地に入れなかったことは、非常な悲劇であるといえます。

“為に生きる”人に天運が従う

神様の真の愛は、投入し、また投入してあげても忘れてしまう愛です。「してあげた」という記憶が残っている限り、愛は無限に巡ることができません。愛が無限に運動するためには、「与えた」という記憶に止どまってはならないのです。与えて与えて与え続けてもなお記憶に残らないから、永遠に回転することができるのです。

皆さんにも愛する息子、娘がいるでしょう。子供のために服を買ってあげた時、大喜びする子供の姿を見て満足するよりも、皆さんはもっといいものを買ってあげればよかったと思うのではありませんか。それがまさに親の心です。“してあげてももっとしてあげたい”、その深い境地を通して、皆さんは天の心情へと連結されるのです。

このように、真の愛は“為にする”ところにおいて、百パーセント、千パーセント与えて真空状態となります。ここから自動的に循環運動が始まるのです。絶対に“為にしよう”とするところには、無限の力が連結されるのです。

神様ご自身も、愛の相対を創造なさる時は、ご自身が“為にする”立場に立たれて、ご自身が所有しているすべてを投入されました。そしてこの無限な価値をもつ愛を、父の立場で与えて忘れてしまい、その愛を受けた息子、娘たちがたとえ背いたとしても、また与えて下さったから、その限りない神様の愛のゆえに、今日皆さんはこの場に来て座っているのです。

そういう天の秘密を知った文総裁は、五色人種を、自分を生んだ父母よりも兄弟よりも、もっと愛するという心で生きてみたら、今日、統一教会は世界最高の位置にたっていました。それは天運が保護して下さったからです。真の愛が宿るところには、天運がつき従うのです。そして神様の愛が永生するのです。全体のために戦う人が罰を受ける立場に立つ時は、全体が総動員してその人を助けてあげるようになるのです。

例えば、娘が嫁に行く場合は、愛されるために行くのではありません。その義父母や義弟妹を愛するために、そしてその一族、氏族を愛するために、さらにその属する国を愛するために行くならば、その女性は10年もたたずにその家門の母の位置、王宮の祖母の位置、嫁以上の位置を占めることができます。このように、皆さんが為に生きる生活を続ければ、歴代の先祖たちの基準を越えた神の息子、娘といえる巨人を生むことができるでしょう。

愛にはその属性として、相続権、同居権、同参権があります。例えば夫が大統領である時、その愛する妻は小学校も出ていないような人であっても、無条件に大統領夫人となります。愛する夫婦の間では夫のものは妻のものとなり、昼夜いつでも一緒に過ごせるし、どこにでもともに参加することができるのです。

この偉大な三大属性によって、神の絶対的愛、不変的真の愛と一致した立場に立てば、神様がおられるところに自分が加勢することができ、いつ

（「真の愛と統一世界」と題したメッセージに聞き入る聴衆、韓国・ソウル、1990年5月14日）

でも同居することができる権限をもつようになるのです。

真なる統一世界の主人公に

こうして神様の本質的愛、“千年万年を為にしても、もっと為にする”という愛を、自分の心と体に百パーセント吸収することができた時、心には神様の愛の根っ子が生じます。そして神様が感じたすべてのものが通じるようになり、体は自動的にそれに共鳴するようになるのです。

ですから、皆さんには心と体の統一世界を整えるために、神の本質的真の愛を回復しなければならないという課題が残っていることを知らなければなりません。こういう真なる愛に共鳴する論理を中心として見る時、私たち人間がそこに一体化していけば、神様の愛が自分の愛であり、神様の生命が自分の生命であり、神様の血筋が自分の血筋であり、神の所有である被造世界が自分の被造世界だといえる、世界を抱く父母の心をもって、天国に入籍するようになっているのです。

神様とどこで出会うかが問題です。神の愛と真の父母の生命が、神の血統と真の父母の血統が結合するところは、垂直と水平を連結する九十角度しかありません。この点が真の愛を成立させる公式の一点です。

神は縦的な真の愛の父母であられ、アダム、エバは横的な真の愛を中心とした父母です。この二つの父母の愛、生命、血統を受け継いで生まれた自分の心は縦的な自分となり、体は横的な自分となり、この縦的な「私」と横的な「私」が一体となる時、人間は永遠な神の「真の愛のパートナー」となるのです。

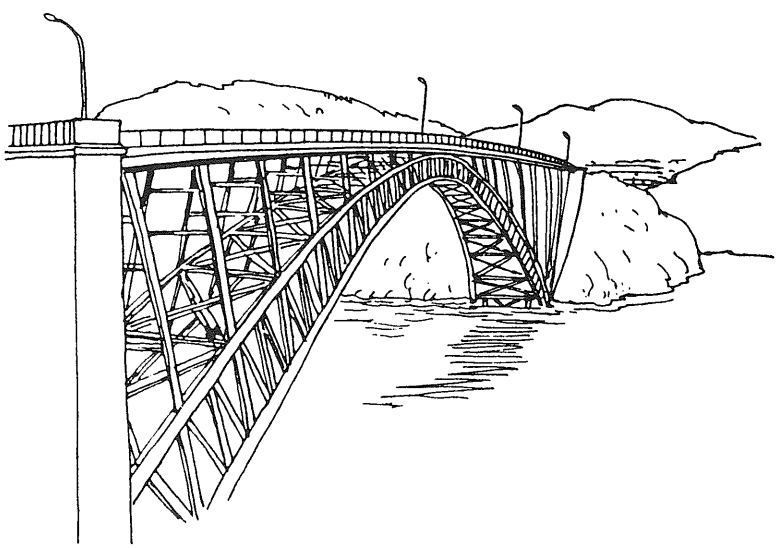
皆さんが神の愛、神の生命、神の血統、真の父母の愛、真の父母の生命、真の父母の血統を受け継いだ息子、娘になったら、皆さんは心と体が闘わない統一世界の住民となることができます。それを忘れてしまったから、言語の混乱が始まって、世の中のこの忌まわしい破局が始まったのです。ですからその根っ子である悪魔を処断しなければならないのです。

そのために文総裁が今日、全世界の人々に願う

ことは何でしょうか。それは“為にし、また為にしなさい”ということです。理想的な愛の対象を探し求めることに失敗し、正義の血統の根を下ろすことができなかったこの世の中に、皆さんが新しい生命の種をもって浸透しなければならないと教えているのです。そして、“父母の心情で僕の体をもち、汗は地のために、涙は人類のために、血は天のために”流しながら、天地創造の大主人であるわが神の恨みを晴らしてあげるべき歴史的な十字架を背負っていることを忘れてはなりません。

“為にして、また為にして”投入すれば、その群れは子々孫々まで伸びていくことでしょう。そして歓喜の歓声とともに、その村々に旗が十旗、百旗とはためくようになる時、その世界は宗教も国境も必要としない世界となるでしょう。皆さんは一人だけではありません。皆さんの一家と一族が合同してこの驚くべき道に向けて前進していくのです。真なる統一と一つの世界の主人公になりましょう。

（1990年5月14日、韓国・ソウル大会）



特　集

英仏トンネルの歴史的意義

(現地リポート、ロンドン・パリ)

Historical Signification of the Eurotunnel (Report from London, Paris)

英国時間の1990年12月1日午前11時（フランス時間同日正午）すぎ、大ブリテン島と欧州大陸は最後の氷河期が終わって以来、8000年ぶりに陸続きとなった。英仏（ドーバー）海峡トンネル工事の3つのトンネルのうち、作業用のサービストンネルが貫通したからだ。この模様は英仏のテレビで現場から生中継され、両国国民がこの歴史的瞬間を見守った。

この日、英仏両側から手持ち削岩機で最後の厚さ約15センチのチョーク質の壁に穴があけられ、両国作業員が握手、国旗を交換した。穴はさらに人が通れるまで掘り広げられ、約10分後に最初の仏作業員が英側に渡り、英作業員と肩を組んで記念撮影。両国関係者はシャンパンで貫通を祝った後、仏代表は英側の、英代表は仏側のターミナルにそれぞれ向かった。

また翌日の英各紙は「英国はもはや島ではない」（サンデータイムズ）、「ヨーロッパがわれわれとつながった」（サンデー・テレグラフ）など、写真や図解入で大きく報じ、トンネル貫通の歴史的な意義を強調した。

《概　要》

英仏海峡トンネルはドーバー海峡の海底下を通り、英イングランド南東部フォークストンとフランス北西部カレーを結ぶもの。全長は50キロと青函トンネル（53.85キロ）よりわずかに短いが、海底部分は約38キロ（青函トンネルは23.3キロ）と世界一の長さを誇る。また、建設事業はすべて民間資金で賄われる。

昨年貫通した直径4.8メートルのサービストンネルは工事完成後は、保守点検・緊急避難・換気用に利用される。その南北両側を走る鉄道用の2本のトンネル（直径7.6メートル）も今年夏ごろには貫通の見通し。15メートル間隔で並ぶ3本のトンネルは緊急避難用の連絡通路でおよそ375メートルごとに相互に結ばれている。

鉄道用トンネル内は乗用車・バス用とトラック用の二種類のシャトルが運行し、車と人を同時に運ぶほか、ロンドンとパリ、ブリュッセルを結ぶ旅客および貨物列車が走る。直通列車はロンドンーパリ間を3時間、ロンドンーブリュッセル間を3時間10分で結ぶ予定。ちなみに英国から大陸に向かう列車は北トンネルを、大陸から英国に向かう列車は南トンネルを走る。

正式開業は93年6月の予定で、英国と欧州大陸を結ぶ「固定された連絡路」が初めて完成することになり、もはやフェリーや飛行機のように天候によって運航が左右されることはなくなる。事業

主体ユーロトンネルでは、同年の利用客を2900万人、貨物を1600万トンと見積もっている。

《歴　史》

英国と欧州大陸を「固定された連絡路」で結ぼうという構想は200年も前からあった。連絡路は海底トンネルのほか、海底に大きな鉄管を敷設する案や、人口島を造り、その間を橋で結ぶなどの構想も提案された。こうした構想に対して、スエズ運河やアルプスを貫くトンネルなど大型プロジェクトの好きなフランス側が常に積極的だったのに対して、英国側は概して懐疑的かつ消極的だった。

海底トンネル建設へ初めて本格的提案を行ったのはフランス人技術者アルベール・マチュー。彼は英仏間にアミアン条約が結ばれ、束の間の平和が訪れた1802年にナポレオン1世に直接計画を提示した。ナポレオンはこの計画を了承したが、1年も経たないうちに両国は再び戦争を開始し、計画は水泡に帰した。

ナポレオンは英国侵略を企図したが、1805年のトラファルガー沖の海戦でフランス・スペイン連合艦隊がネルソン提督率いる英艦隊に敗れ、侵略は防がれた。しかし、フランスからの侵略の脅威という記憶は、「固定された連絡路」の提案があるたびに英国民の心に蘇るようになった。

その後、1870年の普仏戦争でフランスがプロシャに敗れ、フランスの脅威が弱まった後、英国でも海底トンネル建設への機運が高まった。時のビクトリア女王は船酔がひどく、計画に大賛成だったという。72年から計画が具体化、英仏両側からトンネルの試掘も始まった。

ところが81年になってビクトリア女王が突然変心、王立アカデミー会長ら知識階級が先頭になってトンネル建設反対を唱え始めた。そして最終的には「トンネル建設は侵略者に道をあけることになる」との軍の反対に遭い、英政府は計画中止を決定せざるを得なかった。7つの海を支配した大英帝国の海軍も海があれば力を発揮するが、英国が欧州大陸と陸続きになってしまったら、国を守ることができないというわけだ。

英国ではそれ以来、何度となく海底トンネル建設案が出されたが、そのたびに軍の反対にあってつぶされた。1913年になって英議会は再びトンネル建設計画の検討を決定。当時のアスキス内閣の海軍大臣チャーチルは、「安全確保に必要なのは海軍が大砲で破壊できることだ」との意見を具申した。この問題はトンネルの出入り口を沖合400メートルの人口島につくり、島と陸との間は橋でつなぐという方法で解消された。

当時はナチス・ドイツの脅威が高まってきており、英国侵略が懸念される一方、トンネルを通じて軍隊を大陸に送れるという効用も指摘された。にもかかわらず、結局はこの時も軍の反対で計画は流れてしまった。しかし、皮肉にも第二次世界大戦でドーバー海峡を航行する多くの連合国側商船がドイツ軍のUボートに撃沈されたことは、海底トンネルの有用性を証明することになった。

戦後、とくに英国が欧州経済共同体（EEC）に加盟した73年以降は、海底トンネル建設を求める声が一層高まり、74年には英国海峡トンネル会社が掘削を開始した。だが、翌年には英仏両側からともに1.6キロ以上掘り進んだところで、資金難のため早くも計画は中止となった。

こうした紆余曲折を経るうちに、79年にサッチャー保守党政権が誕生。英国経済の再生を目指すサッチャー政権は80年3月に海底トンネル建設案を公募。84年11月にはミッテラン仏大統領との間で原則合意に達し、86年1月に最終決定がなされた。工事は87年12月に開始され、昨年12月にはサービストンネルが貫通するに至った。

（東京・竹林春夫）

《資金計画》

「ドーバーの白亜の断崖」という言葉があるように、英仏海峡トンネルが通るドーバー海峡の海底には、いわゆる「チョーク」と呼ばれる軟らかな石灰岩の層が横たわっている。掘削に先立ち、地

質学者、鉱山技術者らのグループが1年間にわたり地質調査を実施、最も防水のよい経路を決定した。10気圧まで耐えられる日本製掘削機を駆使、トンネル掘削は90年の平均月進900メートルのペースで進んでいる。90年12月にはサービストンネルが開通し、現在は2本の鉄道用トンネルの掘削が今年夏の開通を目指して続行中だ。

トンネル工事の快調さに比べ、資金面では英仏海峡トンネルはこれまで何度か壁に突き当たってきた。事業主体のユーロトンネル社が責務不履行で訴えられたこともあれば、昨年夏には約200億フランの資金補充計画を、融資銀行団の半数近くが拒否するという事態が発生。サッチャー英首相（当時）が海部首相に書簡を送り、日英蔵相会談で海峡トンネルへの邦銀の追加融資を要請するといった一幕もあった。

英仏海峡トンネルの建設は民間事業として行われているのが特徴で、このため建設資金はユーロトンネル社の自己資金および国際協調融資団を構成する銀行からの融資で賄われる。ユーロトンネルは1986年2月12日に英仏政府間で調印されたカンタベリー条約と、同年3月に結ばれた事業認可契約により設立された英仏コンソーシアムで、ロンドン、パリの証券取引所に上場されている。

同社は海峡トンネル建設に伴う資金調達だけでなく、2042年までトンネルの運用、経営に責任を持つ。コンソーシアムを構成する企業としては、英側ユーロトンネルPLC、仏側ユーロトンネルSAの各持ち株会社のほか、それらの子会社で事業認可を受けている英側チャンネル・トンネル・グループ、仏側フランス・マンシュなどがある。

本格工事が始まる前の87年11月の試算では、トンネル工事費は271億フランとはじき出された。内訳はトンネル掘削132億9000万フラン、ターミナル等の固定施設113億6000万フラン、車両等の供給契約24億5000万フラン。これにインフレに備えての準備金、資金調達コスト、ユーロトンネル社運営費を加え、93年の開業までに約480億フランかかるというのが当初の見積もりである。

だが、この見積もりは建設資材の高騰や安全対策の強化などで大幅な修正を余儀なくされる。まず翌88年10月、ユーロトンネルの発注でトンネル建設を請け負うトランス・マンシュ・リンク（TML）が、工事費用を約300億フランに上方修正、93年までの総費用は523億フランにアップした。TMLはそれぞれ英国、フランスを代表する大手建設会社10社が参加するコンソーシアムで、英国側がバルフォア・ビーティー、コスティン、タルマック、ティラー・ウッドロー、ウィンピー、仏側がブイグ、デュメグ、SAE、SGE、スピー・バティニョールの各社からなる。また実際に工事に当たっている下請け企業は100以上、従業員は12、000人に上る。

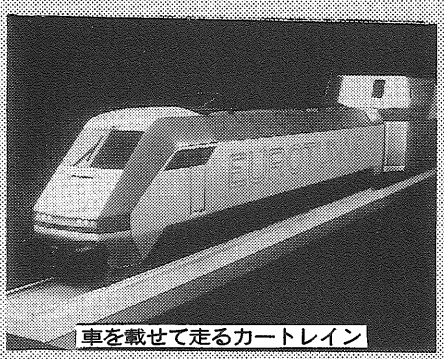
89年に入るとTMLはさらに工事費用の上昇を通告。一方、ユーロトンネルとTMLの意見の食い違いも大きくなり、同年夏から秋にかけて両者が別々の見積もりをはじき出すに至った。ユーロトンネルはトンネル工事費400億フラン、プロジェクト総額700億フラン、これに対してTMLは工事費427億フラン、総額740億－750億フランに上るとの予測を出したが、いずれにせよユーロトンネル社の資金力600億フランを上回ることは確実になり、追加資金の調達が必至となった。

ユーロトンネル社は87年11月の増資により100億フランの自己資金を得るとともに、国際協調融資団210行から500億フランの融資を取り付けている。このうち100億フランは欧州共同体（EC）の融資機関である欧州投資銀行（EIB）によるものだ。また、邦銀は東京、三和、日本興業、長期信用を幹事行に39行が参加している。なお、この時、ユーロトンネル株は一株35フランで放出され、パリ市場では同年12月10日の初取引で27フランの値を付けた。

ところで、総工費が当初予定をはるかに上回ることが明らかになった89年夏以降、さまざまなトラブルが続発した。9月にはブソワール（トンネル掘削面を支える鉄筋コンクリートのせり石、トンネル全体で70万個以上）の製造工場で待遇改善を要求するストライキが発生、掘削作業がストッ

最先端の掘削現場

工事現場のコントロールセンター

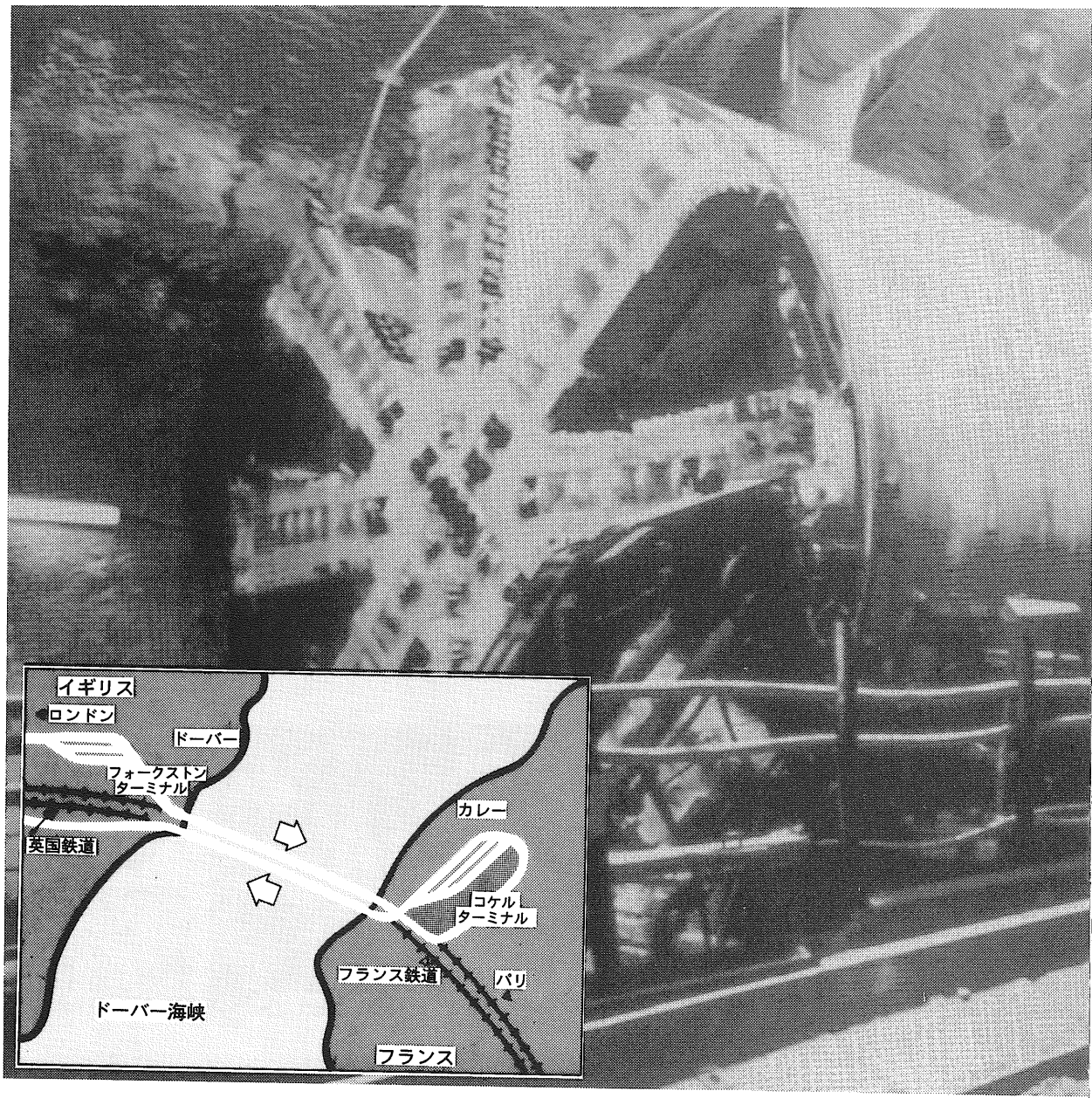

車を載せて走るカートレイン

EURO TUNNEL

特集 ユーロトンネル

活気づくトンネル工事現場

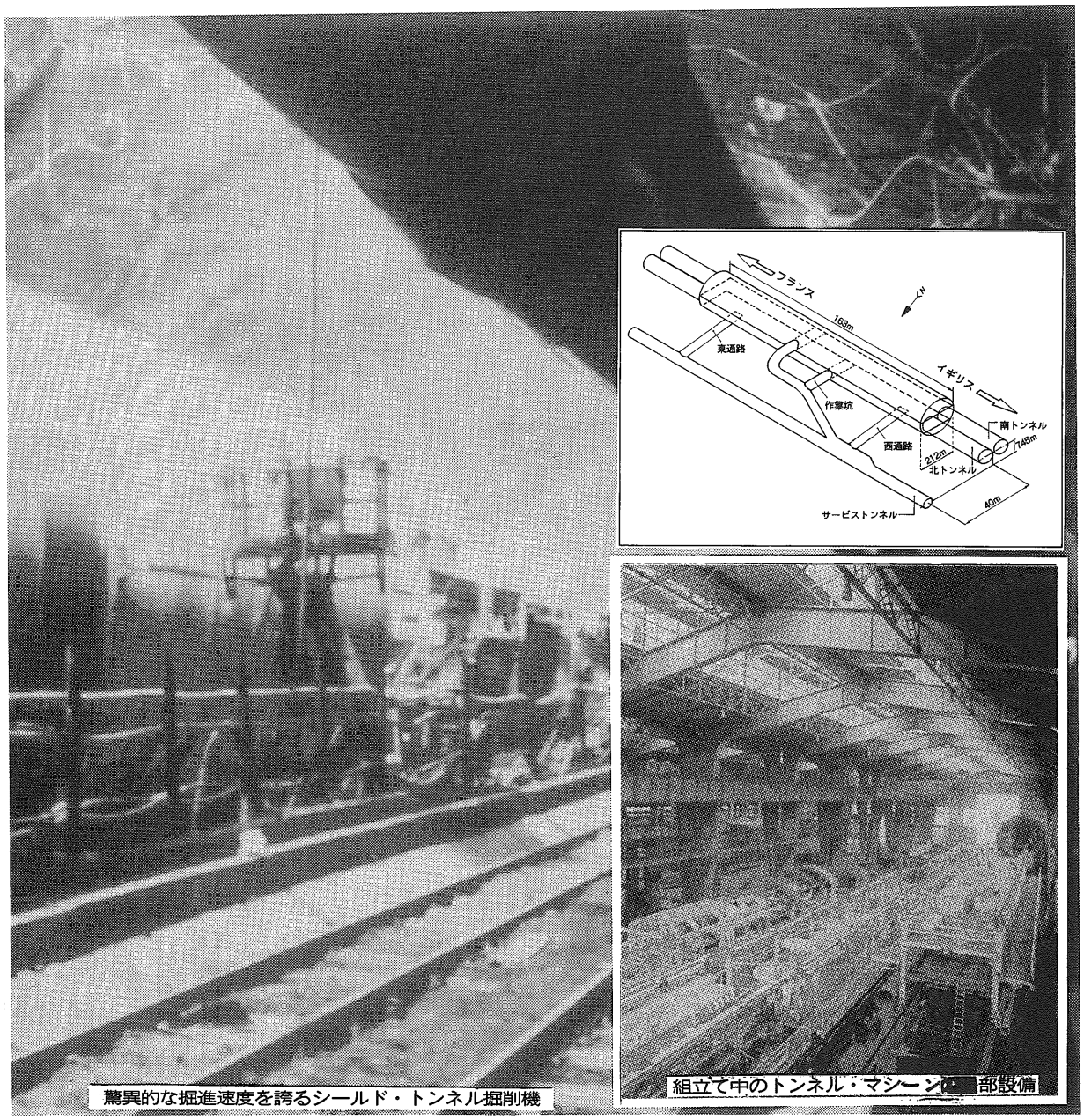
覆工が完了したトンネル構内



プしたり、11月にはユーロトンネル株をめぐるインサイダー取引疑惑が発覚し、仏証券取引委員会（COB）が調査に乗り出すといった具合だ。

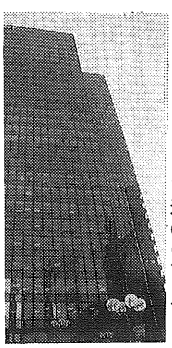
パリ証券取引所では、「総費用が1000億フランに達する」「仏建設業界ナンバーワンのブイグが手を引く」などの噂が飛び交い、6月末に126.90フラン（パリ）の最高値をつけたユーロトンネル株も40フラン台まで暴落の憂き目にあっている。明けて90年1月には、工事代金支払い方法に関する意見の対立などから、TMLがユーロトンネルを二度にわたって仏ナンテール商事裁判所に訴えるという事態に発展した。

90年4月23日、ユーロトンネルのアラステア・モートン英側代表とアンドレ・ベナール仏側代表は、トンネル建設工事費の「最終予想額」をロンドンとパリで同時発表。これによればトンネル工事費は424億5000万フランと当初予想を56％強も上回り、ユーロトンネル運営費71億8000万フ



驚異的な掘進速度を誇るシールド・トンネル掘削機

組立て中のトンネル・マシーン[illegible]部設備



ユーロトンネル社のあるビル

パリにあるユーロトンネルの本社

トンネルの実物大模型

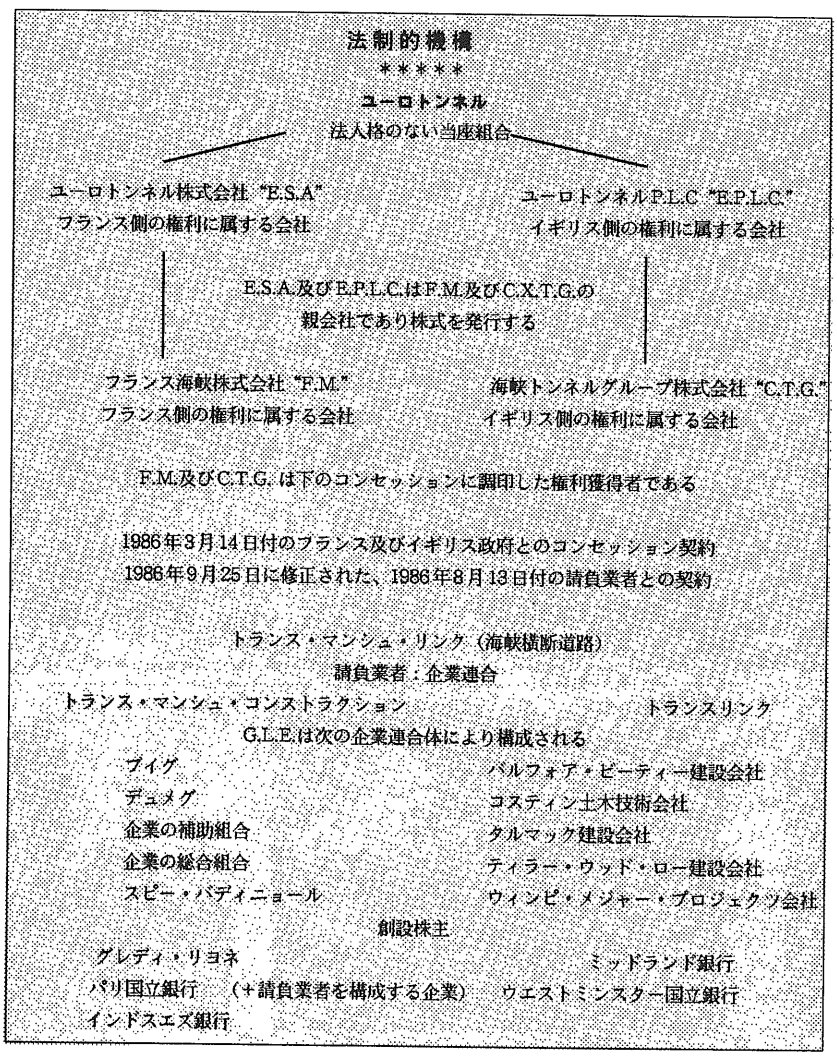
ラン、準備金32億9000万フラン、資金調達コスト168億フランを合わせて93年の開業までに必要な資金は766億フランとなった。

ユーロトンネル社は並行してTML、関連銀行と追加資金捻出策を話し合い、追加融資で約200億フラン、株主割当増資で約50億フランを補充する方針を固めた。しかし、87年の融資と異なりユーロトンネル社の度重なる工事費見直しに不信感を強めた銀行団側との交渉は難航。8月に入り、融資銀行団210行のうち追加融資に応じたのは91行、110億フランにとどまっていることが判明するなど、事態はまたも深刻化した。

追加融資のうち23％相当を要請された邦銀の中には消極的なところも多く、このためサッチャー首相（当時）が海部首相に融資促進を要請する書簡を送り、9月の橋本蔵相とメージャー蔵相（当時）の会談でもこの問題が取り上げられた。

そのかいあってか、10月に入ると英銀筋から追加融資確保の情報が流れる。10月25日、ユーロトンネル社は融資銀行団との間で180億フランの追加融資を定めた修正融資協定を取りまとめ、これとは別にEIBからも30億フラン融資の同意を得ることに成功した。修正融資協定によれば、ユーロトンネル社は680億フランに上る融資を1996年6月まで利用できる。また返済は1996年から2010年までの4半期ごとに行われる。続いてユーロトンネル社は11月初め、56億6000万フランの株主割当増資を決定、12月14日に増資に成功したと発表した。また、91年2月にはEC委員会がユーロトンネル社へ20億フランの融資を表明、これにはEC蔵相理事会の承認が必要だが、ユーロトンネルは早速歓迎の意を表している。

ここで、海底トンネルの将来予測に目を転じてみよう。コンサルタント企業SETECエコノミー、及びWSAによる試算では、使用開始の93年に通年換算で2900万人の旅客、1600万トンの貨物がトンネルを利用すると予想しているが、これが西暦2003年には4460万人、2680万トンに、さらに2013年には5390万人、3800万トンに伸びると見込まれる。これはドーバー海峡を往来する旅客の約32％、貨物の約18％がトンネルを経由すると



想定した上での数字だ。

トンネルの主な事業収入は、鉄道用トンネルを運行するシャトル列車の運賃と直通列車を走らせる英国鉄（ブリティッシュ・レイル）、仏国鉄（SNCF）からの使用料だが、通年使用が開始される94年には64億7800万フラン、2003年には88億8100万フラン、2013年には107億2500万フランの収入を見込んでいる。

一方、ユーロトンネル首脳の将来計画では、海峡トンネルのもたらす波及効果（国境消失感、他の海峡交通との競争など）を計算に入れ、コンサルタント企業の予測よりはるかに強気の数字をはじき出している。

それによれば、事業収入は94年76億4000万フラン、2003年158億2400万フラン、2013年310億9000万フランと伸び、ユーロトンネル社の最終運用権利年度である西暦2041年には1430億6600万フランに達する。また、営業経費、設備償却、借入金の利払いを差し引いた営業収益は97年から黒字に転換し、税引き後利益25億8700万フラン、2003年には同43億9700万フラン、2013年に同110億2900万フラン、そして2041年には594億3300万フランの利益を計上するとしている。

一時、経営危機がとりざたされたユーロトンネル社も追加資金の確保、サービストンネルの貫通を機に再び生気を取り戻したようだ。ECではすでに統一市場を越えて経済・通貨統合、欧州統合の動きが活発化している。こうした機運の高まりとともに、英仏海峡トンネルは欧州統合のシンボルとしての重みも加えつつある。

（パリ・小坂　明）

《むすび》

トンネルの一部が貫通した今、掘削に関する技術的問題は克服され、英仏海峡トンネルの完成はもはや時間の問題となっている。しかし、トンネルに対する評価は英仏両国民の間に依然微妙な隔たりがある。

フランス国民は英国が海底トンネル建設に賛同したとき、「英国はもはや大英帝国以来の孤高を保つことをやめ、欧州の一部になることを選択した」と感じた。これに対して英国民、特にサッチャー首相（当時）はあくまでトンネルの経済的効用に注目していた。92年末までに欧州共同体（EC）域内の人、もの、資本の動きを自由化する市場統合が実現する。トンネルは島国という英国のハンディキャップをカバーするものとして価値がある。だが、市場統合は自由貿易体制の実現であり、権力の一極集中を意味する経済統合や政治統合とは全く別の次元の問題というのがサッチャー女史の考えだ。

英国とフランスは有史以来のライバル。人口もほぼ同じ、歴史的業績も同程度と考えられる。近世に至るまでは文化の大半はフランスから、もしくはフランスを通じて英国に渡ってきたことを英国人は認めたがらない。英国人のフランス人に対する感情は、親しみを感じるとともに敵意をもち、恐れを抱くとともに攻撃的になるといった具合に複雑で矛盾している。英本島を征服した最後の民族がフランス語を話すノルマン人だったことも英国民の深層心理に深く刻まれているのだろう。

英国の大衆紙が海底トンネルを通って「狂犬病にかかったフランスのキツネが英国に入っている」と報じたのも、一部国民の感情を代弁しているといえる。トンネルの入り口となる“英国の庭”ケント州の住民の間からは、高速鉄道建設などによる環境破壊に対する不安の声が上がっているのも事実だ。

にもかかわらず、サービストンネル貫通の直前に、10年以上にわたって英国に君臨した“鉄の女”サッチャー首相が辞任に追い込まれた原因の一つは、同首相の欧州統合に対する冷淡な政策への保守党内部からの反発だった。海底トンネルの完成は英仏両国民の交流を一層拡大させ、歴史的な感情のしこりを解消するのに役立つだろう。時代の流れは欧州統合にあり、物理的に英国と欧州大陸を結ぶ英仏海峡トンネルが欧州統一の象徴であることは間違いない。　（ロンドン・中村明芳）

特　集

ドーバー海峡トンネルの概要

A view of the Channel Tunnel

ユーロトンネル社　技術理事
コリン・カークランド*

英国とフランスを隔てて広がる荒海は、英国では「イギリス海峡」、フランスでは「ラ・マンシュ」として知られているが、北西ヨーロッパの歴史において重要な役割を果してきた。過去200年の間に2度、敵の侵入に対してイギリスの最後の防衛の砦となったし、またその存在は、独立した島の民としての自らの英国観の発展にも貢献してきた。

しかしながら、防衛の砦は、同時に長年にわたって隣国との交通・通信回路にとっても障害になり、それでフランスと英国の間に永久的な連絡路を構築しようという提案は、過去幾度もなされてきた。海峡は最小幅38ｋｍで、フランスのカレーと英国のドーバーとを隔てており、その場所は1974年、1982年にトンネル掘削が試みられたところである。

先のこれらの試みはともに政治的、経済的理由で中止されたが、1980年代の初めになって再度この問題を見つめようという風向きになった。

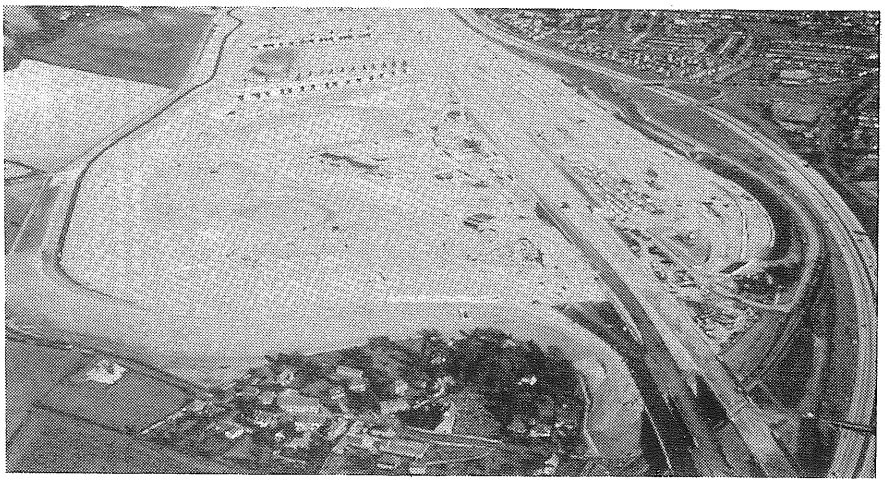
1985年、英仏両政府によって、横断計画はあくまでも民間による資本調達でなされなければならないという合意がなされ、海峡横断計画の資金調達、建設及び運用に関し入札が行なわれた。入札により、チャネル・トンネル・グループとフランス・マンシュのアングロ・フランス連合体が勝ち、ユーロトンネル社として、トンネルの建設と1987年から55年間にわたる運用の権利を得ることとなった。

計画に必要な資金総額は87億1200万ポンドに上り、そのうち16億9000万ポンドは株式の形式で調達され、残りは主に国際銀行融資団によるクレジット設備として調達される。

ユーロトンネル社による提案では、鉄道列車用のトンネルによる横断を考えている。全長51ｋｍのトンネル３本が平行して走るが、径7.6ｍの本坑２本の間に径4.8ｍのサービストンネルを配置している。坑口両側にはターミナルを建設し、ユーロトンネル・シャトル列車に乗る乗用車、トラック、バスを取り扱う。シャトル列車に加えて、トンネル容量の半分は国有鉄道機関にリースされ、従来の貨物・旅客輸送に用いられる。

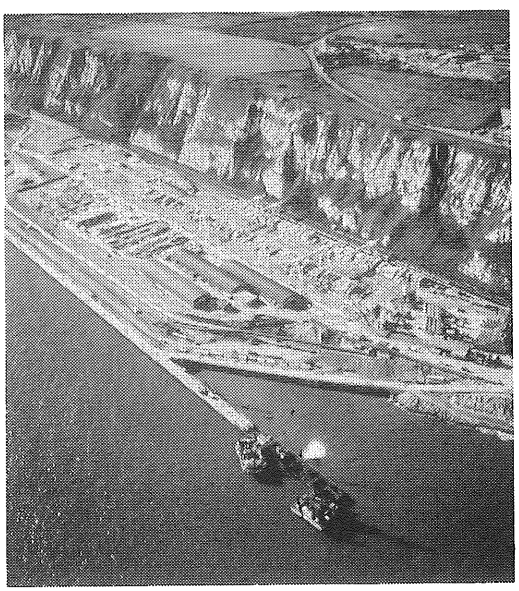
同計画の建設は、トンネルの建設、ターミナルの建設、電気・機械設備の導入と設置、及びユーロトンネル鉄道車両の製造の４つにわけられる。

＊国際トンネル協会会長



フランス側の掘削現場があるカレー

建設作業は、1987年のドーバーとカレー近郊の両現場でのトンネル掘削で始まった。ドーバーでは、海岸淵の現場から長さ8.1ｋｍの３本のトンネルがフォークストンの英国側ターミナルに向って陸上部トンネルとして延び、カレーの近くのサンガッテでは、径50m、深さ65mの立坑からコーケルスに向って、陸上部トンネルが3ｋｍ掘削された。これらの両工事現場から各３本の海底トンネルが掘削されており、海底下深くで結合することになる。延べ150ｋｍのトンネル工事の大部分は、70%の炭酸カルシウムと30%の粘土からなるチョークマールと呼ばれる柔らかい岩の中での掘削である。英国側において、このトンネル工事に対して理想的な機材としてトンネルボーリングマシン及びプレキャストコンクリートライニングが採用され、それによって毎週コンスタントに300m以上掘進できる高い進捗率を可能にした。フランス側では、含水性のチョークを通過する区間があるが、そこでは、より複雑な工事用に設計された日本製の機械が、しばしば高水圧下で稼動している。



イギリス側の掘削現場があるドーバー

どの場合でも岩の安定性や条件を確認するためサービストンネルが大きな本坑に先行して掘削されているが、1990年12月1日、両サービストンネルが結合した。そのできごとは、英国をして触れない島の終わりを告げるものとなり、ヨーロッパ統合へ近づく過程における重要なステップになった。工事は1991年夏までの本坑貫通を目指して進んでおり、完成すれば、それは本プロジェクトの実現に向ってのもうひとつの重要な一里塚になるであろう。

坑口では、ターミナルの建設工事が順調に進んでいる。フランス側ターミナルは面積700ヘクタールで、英国側ターミナルは環境的制約のため140ヘクタールである。各ターミナルの主要構造物は、乗車用桟橋２基、降車用桟橋２基、そしてシャトル・プラットフォームである。乗車用桟橋２基により、乗用車はプラットフォームへ入り、そこの２個所の乗車口から、800m長のシャトル列車に乗り込む。海底を通って到着した後、乗用車は降車用桟橋を通って、素早く国道に出る。英

国側ターミナルの特徴としては、鉄道・道路交通システム運用管理のための中央管理棟があり、一方フランス側ターミナルは鉄道車両のサービスのための大きな維持管理棟がある。

トンネルおよびターミナルでの土木工事が一段階一段階進むにつれ、作業は機械・電気技術者に引き継がれ、鉄道運用に向けて、完成した機器類の搬入が始る。導入されるべき主要システムとして、鉄道線路、電力供給、信号・通信、消防本管と湧水の排水設備等がある。高速列車の通過によって生じるエネルギーはトンネル内に熱を生ずる原因となると考えられるので、本坑内には、珍しい設備としてトンネル内の温度を一定のレベルに保つための冷却水を送る径300mmと400mmの冷却管が設けられる。

ターミナルとトンネル内の線路が敷設されれば、ユーロトンネル・シャトル列車車両の試運転として使用できるようになる。各シャトル列車はシャトル貨車24両、乗車用貨車２両、降車用貨車２両、機関車２両よりなる。機関車は38両が発注されたが、7600馬力で世界で最も強力な部類であり、各機関車が一シャトル列車を牽引する能力を持っている。シャトル貨車は３つのタイプに分かれ、バスやキャラバン用の一階建て貨車、乗用車用の二階建て貨車、そして大形貨物自動車のために一部閉じられたシャトル貨車からなる。200以上の独立したシャトル貨車がいま製造中である。ユーロトンネル・シャトル列車に加えて、英国鉄道やフランス国鉄、ベルギー鉄道会社が特別仕様の車両に相当の投資を行っており、それらはヨーロッパ本土と英国各都市間を直通運転でサービスすることになろう。

このようにして、今年初めの時点でかなりの作業は終了したが、まだなすべきことも多い。トンネル工事が完成に近づくとともに、1991年には機械・電気設備も大半が設置されることになろう。またシステムの調整も始まり、トンネル内に最初の試験区間も完成するであろう。1992年には固定設備の導入が完了するが、諸機器類が運用に至るには約１年を要するであろう。さらに1993年の最初の６カ月間は試験が行われ、国際鉄道システムとしての有効性と安全性が調べられる。その後、６月15日のユーロトンネル開業へと進むであろう。

90年12月のサービストンネル貫通は、欧州統合へ向けての重要で象徴的なできごとであったが、1993年の鉄道開通により、象徴が現実のものになるであろう。

ドーバー海峡トンネル建設計画年表

１７５１年　フランスの地質学者ニコラ・デマレがドーバー海峡連絡計画のコンクールに論文「イギリス、フランス直結研究」を提出した。
１７５３年　ニコラ・デマレがルイ15世に横断トンネル計画を進言。
１８０２年　フランスの鉱山技師アルバート・マチューが舗道・照明・換気ポンプを備えた馬車用の海底道路トンネル計画をナポレオン１世に提出。
１８５５年　ナポレオン３世、鉄の箱を溶接して沈める方式を採用、イギリスのビクトリア女王も関心を示し具体的に協議が開始される。
１８５６年　ナポレオン３世、ドーバー海峡連絡計画の調査委員会を設置。
１８６９年　イギリス、フランス両国間に海峡トンネル委員会が発足。
１８７２年　イギリスに海峡トンネル会社が発足。
１８７５年　フランス北部鉄道とロスチャイルドなどの財閥の共同出資によるフランス海底トンネル協会と、イギリスの海峡トンネル会社が発足。
１８８２年　コロネル・ボーモンのロータリー式ＴＢＭによる工事着工、イギリス、フランスともにトンネルを約２ｋｍ掘削。
１８８３年　上記工事、イギリス軍部の反対により中止。
１９０６年　フランス北部鉄道のザルチョー技師が、地中100mに直径5.5mのトンネルを２本掘削する案を発表。
１９１４年　イギリス国防会議は、「海底トンネルは、何ら、軍事的効果があってはならない」と宣言。
１９２０年　イギリス首相ロイド・ジョージ、トンネル計画に反対を声明。
１９３９年　第二次世界大戦が勃発し、イギリス軍はドイツ軍によるトンネル掘削に進行を探知できるよう、1883年に掘削した試掘トンネル内に精密な探知装置を設備。
１９５５年　イギリス政府は戦前のトンネル建設反対の立場を撤回。
１９７３年　イギリス、フランス政府間の同意で、トンネル工事再開。
１９７５年　物騰による経済危機のため、イギリスのウィルソン政権が計画中止を声明。
１９８１年　サッチャー首相とミッテラン大統領はトンネル建設の共同研究を再開することを合意。
１９８２年　両国政府が両国銀行団にＦ/Ｓ（企業化調査）を依頼。
１９８５年４月　両国政府はプロジェクトの基本方針を発表。
１９８５年10月　両国政府は公募で募った４つの案を審査。
１９８６年　イギリス、フランス両政府事業主体として、ＣＴＧ/ＦＭグループを選定。
１９８７年　両国政府建設協定調印。
１９８８年12月　掘削開始
１９９０年12月　サービストンネル貫通
１９９１年７月　掘削完了（予定）
１９９３年５月　開業（予定）

調査と研究①

東北アジア諸国の長期的発展可能性（後　編）

Long range Growth Potentiality of North－East Asian Countries

河野博忠*

近代日本の実業倫理：　江戸幕府末期から明治時代、大正時代にかけて形成された近代日本の「実業倫理」の思想をあとづけておこう。まず、中国では清王朝の時代（1644-1911)には宋代、明代における宋学（明代の陽明学も含めて）がしりぞけられ、かわって漢学が重んぜられるようになった。この漢代とそれに続く唐代では「漢唐注疏の学」といわれるように儒者はもっぱら経典の注釈のみに専念するという風潮の時代である。このような時代に復古するということはすなわち清代においては「儒教の経典を整理し、ついには孔子の真面目に接しよう」という考証学が全盛となったのである。

これに対して日本では、宋学に批判的な陽明学の流れをくむ「日本における陽明学」、「古学派」、「石門心学」等の諸派によって孔子の時代の儒学そのままではなく何らかの形で古代の儒学に修正を加え時代の要請に適合せしめているのである。すなわち、北宋理学、およびこれの集大成としての理気二元論の朱子学の観念的論理主義に対して、理論よりも実践を重んずるとか、社会の制度という実定法的概念を重んずるとか、あるいは商業の必要を強調してその営利を肯定するとかの方向に修正発展せしめて、国家と支配階層のための殖産興業思想と勤労者階層のための禁欲的勤労思想とがすっかり用意されていたわけである。

この点が同じ東洋で、同じ儒教の全国土的風土の中で近代化に直面した日本と中国の発展を結果的に全く異ならしめたといっても過言ではなかろう。つまり、中国の儒教本来への復古主義よりも、日本の修正主義の方がその近代化への寄与が大きかったといえるのである。すなわち、儒教倫理そのものが現代において効率を発揮するわけではなく、それの修正された教義、理論にしてはじめて社会への貢献度が高くなるということである。それではこのような儒教倫理の修正理論の典型として渋沢栄一の「論語算盤説」とか「義理両全」の思想にふれてみよう。

渋沢栄一の「義」「理」両立性の理論：　ここで「義」とは「正義」すなわち「論語」；「理」とは「理財」「利益」すなわち「算盤」のことである。「論語と算盤とは著しく対照的で異なっているが、しかし算盤は論語によってなり、論語は現実の富を算盤によって形成することができる。それ故、両者は非常にかけ離れているようで近い存在なのである」。「富の源泉は何か。もし仁、徳および真実に基づく富で

＊筑波大学教授

ないならば、それは結局長続きしない。それ故、われわれが論語と算盤とを両立させることは現今における主要な義務である」（［20］第一章、［22］p.7）。

このように渋沢栄一の基本的な思想は論語と算盤、すなわち経済と道徳の両立性の達成ということに簡潔に示されている。

また、「実業家にとって道徳は不必要という説も正しくなく；仁と富とが若干の儒学者にとって両立しなかったと同様に封建時代には武士道と商の道が両立しなかったと見るのも誤謬であった」（［20］、［22］p.9）。

すなわち、渋沢は石門心学と同様に彼の論語解釈によって致富の道を道徳的に肯定し、「きわめて現世的に合理化された儒教倫理によって、資本制市場における商業と生産のモラルを樹立した。しかし、渋沢の‘義’は西欧的市民道徳というよりは、窮極的に国家に統合される共同体道徳であった」（［19］p.402）のである。

これが近代日本の実業倫理の共通の特質となっており、それには明治天皇の教育勅語の影響があるようである。教育勅語は一見非常に国粋主義的ではあるが、以外にも儒教の影響を受けているのである。

明の太祖、洪武帝が1397年に儒教倫理に基づき民衆教化のために「六論」という六箇条の教育勅語を公布した。それは「父母に孝順なれ、長上を尊敬せよ、郷里に和睦せよ、子孫を教訓せよ、おのおの生理に安んぜよ、非為をなすなかれ」というものであり；これが清代にも継承され、琉球を経て江戸時代の日本に伝わり明治の教育勅語にも影響をあたえたといわれている。（［23］p.413）。

明治天皇の1890年（明治23年）の教育勅語は16の徳を述べており、それは全体として忠義と愛国心の考え方によって再解釈された儒教倫理の勧告であると見ることができ、明治時代以降の日本人はこの教育勅語と学校での道徳教育によって大いに影響された。かくして、富国強兵および文明開化の国民的スローガンと一体化して、明治時代に広く行き渡っていた儒教倫理は人々に秩序、訓令に対する服従の精神と帰属集団への忠誠心とをもたらし、これは天皇制の国民感情と結びついて、国家と国家主義的勢力の安定をもたらしたのである。（［22］p.11-12）。

このように明王朝の洪武帝の意図は日本の天皇制においてはじめて実りを得たのである。このように日本において儒教倫理は一旦天皇制、教育勅語という増幅器に媒介され、濾過されることによって現代的な集団、共同体の倫理として再生されることができたのである。いわば、近代日本の実業の倫理は帰属組織への忠誠に高い価値をおく集団主義的なそれであり、現代のビジネス社会の一大脊柱となっているのである。

従って、このような集団主義的実業倫理は日本民族の共通の拠り所であり、それの依って立つきわめて強固な岩盤なのである。

他方、現在問題になっている経済摩擦に関連しての“日本異質論”の根源的な病原体（欧米からみての）であるともいえよう。欧米からいわれている日本の‘異質’な点はことごとく直接的に間接的にこの日本人がモディファイして自家薬籠中のものとしている集団主義的実業倫理に関係しているといえないこともなかろう。

3．‘市場経済化’政策の基礎理論としての古典派経済学

1）‘市場経済化’の効能

総論で述べたように、戦時でもないこの平和な時代に市民の日常生活において「とにかく買うものがない。肉も衣料も石鹸も…」とか、また全農地の1、2%の自留地からジャガイモの総生産の61%、野菜の29%、肉・牛乳の29%、卵の34% もの成果が上がっているとか、また日本においても国鉄を分割民営化した途端にさしもの巨額の赤字体質が改善されてしまったとか、など事例を挙げれば切りがないくらいであるが、とにかくなぜこのようなことが起こるのか。

それは、人々に経済的自由を与え、利己心に基づいて各人の能力一ぱいに働かせその成果利得を

当該個人に帰属せしめるという驚くほど単純なシステムにするだけで以上のような成果が得られるのである。

為政者、一般市民をふくめてこの「経済的自由」、「利己心に基づく経済行動」、「分権的市場機構」、などといった基本的に重要な経済政策の本質、枠組、についてやはり無知であったとしかいいようがない。これまで、自由＝我が儘、計画＝効率編成という先入観が強くゆきわたってしまっていた。また、“経済”が“政治”から分離されないまま政策が遂行されてきたともいえよう。

ここでは、この単純な経済政策の基礎的定石を再認識すべく古典派経済学の教義にあたってみることにしよう。これは政策当局者にもわれわれ一般市民にも有益なことであろう。

2) 資本主義的精神

資本主義的な精神（spirit of capitalism）を端的に表現すれば、「利潤の追求と資本の蓄積を目ざして（営利主義）、自由競争の原理に従い（個人主義）、科学的な経営方針と生産技術を用いる（合理主義）ことを特徴としてる」（［40］p.585）。

禁欲的プロテスタンティズムの倫理： Max Weber(1864.4.21-1920）によれば、金銭に対する単なる貪欲や貨殖主義的欲望はいたるところにあり古代においてももちろん存在した。しかし、「合法的利潤を職業（使命Beruf）として組織的・合理的に追求する心情」という意味での「近代資本主義の精神」は近代西ヨーロッパと北米にのみ見い出される。これは貨幣の獲得それ自体を「最高善」として、いっさいの享楽を退けて追求するのであるから人間性の自然の傾向からいえば「不自然な方向の志向」であり、快楽主義や幸福主義の立場からは形成されない。したがって、近代資本主義の精神が成立するためには、なんらかの「社会心理的動機」が働いて人間の生活活動を不自然な方向に向かわせるものと規定せざるを得ない（［41］p.593)。

ウェーバーはこの動機をProtestantism、とりわけカルヴィニズム(Calvinismus）の倫理に見い出している。これの中心的教義は「予定説」であり、「各個人の運命は永遠の昔おこなわれた計ることのできない神の決断によって決定されている」というものである。しかしこのような冷厳な予定説のもとでは、「信者は自己の運命に対するやみがたい焦燥感に追いこまれる」ので、「救われるか」あるいは「滅びるか」のどちらにしても、「神の栄光をあらわにする道は世俗的職業の合理的遂行にあるのであって、その合理化のもたらす経済的成果が多ければ多いほど、神の恩寵はみずからの上にあるものとみなすことができる」という救いの確信を得る方法を創出したのである。

ウェーバーによれば、このようにしてカルヴィニズムの予定説は「生活の禁欲的合理化を促し、消費と享楽を戒め、近代的人間の貨幣価値追究を倫理化するようになり；そこに禁欲的節約によって形成された貨幣価値を不断に生産資本化することにより、資本の無限な増殖過程を結果したところの、動的な、生成してやまない近代資本主義の精神」([41] p.593)を形成せしめたのである。

ウェーバーのこの画期的な「資本主義精神」観の構想を生む一源泉として、彼の伯父やいとこの産業資本家の工場に働く労働者のうち、「新しい産業規律に最もよく習熟する者はピエティズムPietismus（＝敬虔主義＜17世紀末ドイツのルター派教会に起こった運動で、その正統主義に対して信仰の内面化と魂の敬虔を力説するゆき方＞）の宗教教育を受けた少女たちである」という事実を知らされていたことがあげられている（[42] p.495）。洋の東西を問わずこれは示唆に富む事実といえよう。

次に、ウェーバーをして資本主義の精神の真の体現者（古典的といいうるまでに純粋に）と言わしめた、ベンジャミン・フランクリン（Benjamin Franklin(1706-90)）の所説にしばし傾聴しよう。フランクリンには『自叙伝』(Autobiography、1818)、『貧しいリチャードの

暦』（Poor Richard's Almanac、1732-57）等があり、後にこれらが『富に至る道』（The Way to Wealth、1757）にまとめられている。この中で「眠っている狐には鳥は一羽も掴まらぬ」、「働き者の家には飢が覗き込むことはあっても、あえて入り込むことは決してない」、「勤勉は幸運の母」、「勤勉の者には、神、何物をも惜しみ給わず」など日本の石門心学の説話と紛うがごとき、多くの立言があり（[8] pp.78-79）、ここにわれわれは彼が「倫理の最高善」として説き「いっさいの天然の享楽を厳格に退けて貨幣をますます多く利得しようとする努力」の鮮かな具体例が見い出されるのである（[41] p.595）。

3)アダム・スミスの利己心に基づく自然的自由：　予定調和説

アダム・スミス（1723年6月(5日洗礼)-1790）は「自然的自由の体系（system of natural liberty）」を信奉し、「経済領域における個人の利己心が本質的な社会的機能をもつことに全幅の信頼をおき；人間の本性を「利己的な本源的衝動」に求めるが、しかしこの「自己の境遇を改善せんとする各人の耐えざる自然的努力」としての利己的本能は決して社会破壊的な動因ではなく、かえって「自由、平等および正義の寛大な原則に従い」、経済社会全体を一つの秩序として形成してゆく社会構成的な動因として理解している」（[43] p.609）。

このような立論の根底には「同感、共感（sympathy）」概念がある。これは、市民社会における見知らぬ人同士の間で互いにその感情的態度を修正し合い、人間のこの「共感」の相互作用によって道徳的一致と法的秩序とがおのずから生み出されるだろうというものである（[44] pp.450-451、[45] p.326）。

つまり、スミスの利己心はこの人々の具現する共感に助けられて「単なる放縦な利己心ではなく正義の法を侵害しない、いわば啓蒙化された利己心 enlightened self-interestである」。

このような考え方を推し進めると、この各人の利己的利益の追求が「自然に、否むしろ必然的に」かれ自身を導いてその社会全体の利益を実現せしめるという「予定調和説(predestination)」となるのである（[43] p.610）。

つまり、スミスにおいては「道徳的感情」の社会的役割は、個々人の自発的な行動がそれに従うことによって社会の共通の福祉に最大限に寄与するように導かれるという点にあった。スミスはこれを「見えざる手に導かれて(led by an invisible hand)」と表現したのである（[45] p.326）。スミスをはぐくんだスコットランド啓蒙思想の環境においてはこのようにして他の国に比べて「市民社会の自律性」を承認する傾向が強かったのである([44] p.451)。

スミスのような性善説的な「共感」の思想とは異なり人間的本性を裏側からみたのが B。de MandevilleのThe Fable of the Bees :or、Private Vices、Public Benefits(1714-29)（『蜂の寓話』、新紀元社、1950）である。ここでのサブタイトル：「私悪は公益」の示すように、マンデヴィルは「人間の本性は愛他心ではなく利己心であり、虚栄や奢侈であるが、古いキリスト教倫理観にとらわれてこれを決して反道徳的であり、原罪とみてはならない。むしろこうした欲求や悪徳が現実の人間の中に宿っていることを素直に認めて、これが一国の社会の富を増大させる原動力である点をこそむしろ評価すべきである」という一大風刺を述べたのである。

具体的に引用すると、「多産の蜂の巣では人口は稠密、／だが、人口の稠密はかえって繁栄のもと、／いく百万が一生懸命おたがいの／欲と見栄とを満たし合うからだ。／このように部分はすべて悪徳に満ち、／しかも全部がそろえば、一つの天国」と。さらにまた「悪の根という貪欲こそは、／かの呪われた邪曲有害の悪徳、／これが貴い罪悪である濫費に仕え、／奢侈は百万の貧者に仕事をあたえ…／羨望さえも、そして虚栄心もまた、／みな産業の奉仕者である」と（[46]、pp.298-9)。

このようなマンデヴィルの「悪徳をともなう利

己心の発動（ただし、まったく無制限なのではなく、正義の剣によって制御される）が経済的繁栄の原動力である」という風刺は、伝統的な道徳と新しい社会との間のギャップに気づかぬ商人層への批判として出されたものであるが、ここにも自己の利益の追求が全体の調和を保証するというスミスの「見えざる手」の原型が見いだされるのである（[44] p.450）。

4) 経済的自由主義：ベンタムの功利主義：最大多数の最大幸福理念

ベンタム（Jeremy Benthan 1748-1832）は自然法、社会契約、自然権思想を形而上学的なものとしてしりぞけたが、最も徹底した経済的自由主義者（economic liberalism ）であった。経済的自由（economic liberty）の思想においてスミスを凌いでいたといえよう。ベンタムは自由な経済こそ最も生産的であるとして、自然権、禁欲的倫理説や同情の理論に代わって「功利性の原則（principle of utility）」を提唱する。彼は快楽と苦痛という計量可能な、客観的な原理によって、道徳的行為一般に純粋に科学的な基礎が与えられ、個人の行為のみならず、行政、司法、立法などの国家活動全般にわたる道徳科学（社会科学）が可能になるとともに改革の主張に科学的基礎が与えられると考えた（[45] p.327）。

つまり、ベンタムは快楽と苦痛との双方から計量された「幸福」という単純明快な基準を適用しようというのである。これに依拠すれば、「最大多数の最大幸福（the greatest happiness of the greatest number ）」がとらえられ、これを政府の達成すべき理念、任務（経済目的）としたのである。ここで、社会の幸福の最大化は個々人の幸福の最大化によって達成される。従って政府が個人の経済活動に干渉するということは個人の幸福ひいては社会の幸福を阻害することになるので、経済目的のための政府干渉は「無益かつ有害（needless and pernicious ）」ということになる。このように経済的自由主義にあっては経済の自立と自由の確信に基づいて国家活動の最小限を要求し、経済の理想を自由経済に、そして国家の理想を法律国家ないし夜警国家に求めたのである。

このような「功利」を中心概念とするベンタムの功利主義（utilitalianism）という指導的政治思想によって19世紀前半の自由主義的改革がなされていったのである。

マーシャルの経済騎士道： マーシャル（Alfred Marshall、1842-1924）は経済的自由の成果が蓄積されて、富の分配の不平等の問題がクローズ・アップされてくると、経済騎士道economic chivalry の概念によって対処を試みた。これはある意味で渋沢栄一の武士道的実業倫理と類似するのでごく簡単にふれておく。

「経済的自由が経済活動を自己目的として追求すると、結局各人は富の獲得を目ざして競争することになり、そこに富の分配の不平等が形成される。この不平等を政治的権力に訴え、経済的自由を抑圧することにより、是正しようとする集産主義に反対して、マーシャルは問題の解決を経済意識（economic mentality）の純化のうちに求めた。富そのものではなく、事業の優越をひたすら求める態度を経済騎士道と呼び、経済活動に対する教養高き評価社会の形成を背景として経済騎士道を発揚することのうちに富の分配の是正の道を求めたのである（[40] p.586）。

5) アダム・スミスの分業論

アダム・スミスは独立小生産者を社会の主要構成部分と考えていた。しかし、社会的分業（職業分業）と技術的分業（作業場内分業）とを混同していたし、賃金と利潤の区別も明確ではなかった。それでも、労働者、資本家、地主の３段階の区分がはっきりすることによって資本主義経済の分析が可能となっている（[44] p.451）。

富の増殖のためには分業の発達と資本の蓄積が必要であるが、スミスにおいては勤勉ではなくして、節倹が資本増加の直接の原因であるとしている。節倹が節約し、貯蓄することがなければ決し

て資本が大きくなることはない。資本は生産の結果から出てくる。しかし単純な生産結果の増大と資本形成とのあいだに節約という要素を入れて、ここから資本蓄積の本質を追求したところにスミスの要点がある。今日においても資本の理論において貯蓄が常に供給の源泉として顧みられている（[47] p. 44 ）。スミスは労働の生産力を向上させる最大原因を分業に求めたことはよく知られている。技術的分業の説明として、留針製造業での分業を取り上げる。彼は分業が労働の生産力を増大する原因として、1)各特定労働者の器用さの増大；2)一種の仕事から他種の仕事に移る際に通常失われる時間の節約、および3)労働を簡易にし省略し、そしてひとりで多数の人の仕事をすることができるようにする多くの機械の発明の３者に帰している。また、分業がおこなわれる範囲を制限する事情を、市場の広さおよび資本の大きさに求めたが、前者は交通機関の発達に依存し、後者は資本蓄積の多少に依存するとしている。

このような技術的分野の他に、専業分業、生産分業、職業分業にもふれられている。分業は小製造業において最も発達しているようにもみられるが、大製造業においてはよりいっそう広い範囲にわたって分業がなされているとの指摘もある。（[48] pp. 177-178)。

いずれにしてもこの分業によって生産効率が飛躍的に上昇し、大幅なコスト・ダウンが達成されて拡大再生産の原動力となるのである。その資本主義的生産の原型がこのスミスの例示の中に見い出されるのである。

6)　リカードの比較生産費説

これは２国間に２財のそれぞれ同一な財が生産されており、どちらかの国がどの財をとっても絶対劣位にあったとしてもそれぞれの国の比較優位な財を選んで生産に特化し、それを輸出し、他の財を輸入するという国際貿易をした方が、それぞれの国内で２財を自給自足するよりも双方の国にとって便益が増大するという外国貿易理論である。

このモデルでは双方の国とも労働だけが唯一の生産要素で国際間の移動は不可能で、かつ両国間でのそれぞれの財生産における必要労働量における差異は気候・風土といった短期的には不変な特殊要素の賦存状況の国際的相違によるものとされる。リカードの古典的な例を示すと次のようになろう（表－１）。

	イギリス A		ポルトガル B	
	服地 a	ブドウ酒 b	服地 a	ブドウ酒 b
労働力	100	120	90	80

表－１　比較生産費説の例示

この例から明白なように、Ｂ国はａ、ｂどちらの財についても絶対的優位に立っており、その優位の程度はｂの方が優れている。他方、Ａ国はａ、ｂどちらの財も絶対的劣位であるが、ａの方が劣位さが比較的に小さい。ここで、Ａ国はａ財に、Ｂ国はｂ財の生産に特化して国際分業をおこない、それらを相互に交換する方が貿易をしないで鎖国、自給自足するよりも有利となる。これはＡ国において、100人の労働を投下して生産されるａ財を輸出して、自国において生産するならば120人の労働を必要とするｂ財をＢ国から輸入できるし；Ｂ国は80人の労働を投下して生産されるｂ商品を輸出して、自国において生産するならば90人の労働を必要とするａ財を輸入できるからである。

この比較生産費説（theory of comparative costs ）によって国際分業と外国貿易がおこなわれる根拠、基本原理が明確にされたのである（[49] p. 458）。

しかし、この理論では生産要素が労働だけという単純な仮定の非現実性、および両財の交換比率（交易条件）は比較生産費の枠内で決定されるであろうが、それが何によってどこに決定されるか

は不変生産費を前提とするこの比較生産費では確定的な解答を与えることができない、などの問題点がある。

後者について、最終的な交換比率は両国の駆け引きによって決まるというのがミル（John Stuart Mill、1806-73）の国際価値論（theory of international value）であり、それをより具体化したものが相互需要の法則（law of reciprocal demand）である（[50] p.346、[51] p.676]）。

これ以降の国際経済学、国際貿易論はこのミルの国際価値論の精緻化を１つの主軸として発展してゆくのであるが、これからの展望は本稿の趣意とかけはなれるので今回はひとまずここで筆をおく。

参考文献

[1] 山田雄三、“経済計画”、[30]Ⅱ、pp. 266-270。

[2] 宇野清一、“孔子”、[32] 10、pp. 246-247。

[3] 奈良本辰也、“儒学”、[32]14、pp. 363-364。

[4] 奈良本辰也、“朱子学”、[32]14、pp. 393-394。

[5] 三石善吉、“孟子”、[33]8、p. 236。

[6] 山田慶児、“中国の社会思想”、[31]Ⅲ、pp. 391-399。

[7] 有田和夫、“大学”、[33]5、p. 490。

[8] 大石泰彦、“勤倹貯蓄の精神構造”、「生活経済学会会報」、第１巻、生活経済学会、1986. 3、pp. 74-88。

[9] 大石泰彦、“都市住民の経済倫理の光と陰－日本の場合－～日本都市住民の経済倫理観分析～”、「都市セマウル運動 研究論文集」第３輯・1981（セマウル運動研究会編）、pp. 185-195。

[10] Yasuhiko Oishi、“Culture and Region: Prolegomena、” PAPERS of the RSA (Reginal Science Association)、Vol. 56. 1985、-The Eighth Pacific R. S. Conference、Tokyo、1983-、pp. 1-3.

[11] “自立経済圏をめざすソ連・極東地区～気分は反中央～”、「日本経済新聞」、H2. 5. 6.（日）、(11)。

[12] 福井康順・長瀬誠、“儒教”、[32]14、pp. 368-371。

[13] 鎌田重雄、“朱子学”、[33]4、p. 561。

[14] 三石善吉、“陸象山”、[33]8、p. 412。

[15] 有田和夫、“王陽明”、[33]2、p. 113。

[16] 円治健蔵、“陽明学”、[33]8、p. 360。

[17] 村上直、“古学派”、[33]4、p. 63。

[18] 佐々木望・三石善吉、“心学”、[33]5、p. 122。

[19] 長幸男、“日本の経済思想”、[31]、pp. 399-411。

[20] 渋沢栄一、『論語算盤説』、古書刊行協会、昭和２年（1927）

[21] 渋沢栄一、『論語講義』乾・坤、二松学舎出版会、大正14年（1925）10月23日、巻１～10。

[22] Tetuo Ogawa、“Confuncion Ethic and Japanese Modernization-A Case Study of Shibusawa Eiichi-、” Studies in Regional Science、Vol. 20、No. 2、The Japan Section of the RSAI、forthcoming、pp. 1-17。

[23] 宇野省三、“六論”、「338、p. 413。

[30] 中山伊知朗編、「経済学大辞典」（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）、東洋経済、昭和30年12月25日。

[31] 熊谷尚夫・篠原三代平編、「経済学大辞典（第２版）」（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）、東洋経済、昭和55年9 月30日。

[32] 「世界大百科辞典」（1、 35）、平凡社、1972. 4. 25。

[33] 「原色現代新百科辞典」（1、 8 ）、学研、1968. 2. 1。

[34] 「現代用語の基礎知識 '87」、自由国民

社、昭和 62 年 1月 1日。

[40] 馬場啓之介、“経済意識”、[30]Ⅲ、pp. 583-590。

[41] 武藤光朗、“経済倫理”、[30]Ⅲ、pp. 590-599。

[42] 安藤英治、“マックス・ウェーバー”、[31]Ⅲ、pp. 489-502。

[43] 板垣与一、“経済と国家”、[30]Ⅲ、pp. 607-614。

[44] 水田洋、“アダム・スミス”、[31]Ⅲ、pp. 446-454。

[45] 大野忠男、“自由主義”、[31]Ⅲ、pp. 323-331。

[46] 平井俊彦、“啓蒙思想”、[31]Ⅲ、pp. 292-304。

[47] 中山伊知郎、“国民所得”、[30]Ⅰ、pp. 35-45。

[48] 堀経夫、“古典学派”、[30]Ⅲ、pp. 168-187。

[49] 溝川喜一・山下博、“リカード以後の古典派経済学”、[31]Ⅲ、pp. 455-470。

[50] 相原光、“国際分業”、[30]Ⅱ、pp. 345-353。

[51] 喜多村浩・土屋六郎、"貿易利益"、[30]Ⅰ、pp. 673-681。

ー研究会会員募集ー

本会は国際ハイウェイ構想の一環である日韓トンネル計画の調査・研究を内外の専門家の協力を得て、情報・資料の収集、講演会、シンポジウムの開催、さらには国際交流や刊行書として『日韓トンネル研究』(年2回)、『本郷路』(月刊紙)の発行を通して、会員の皆様との連帯を深めています。

本会を具体的に推進するために幅広く会員の募集を致しておりますので、何卒宜しく御加入下さいますようお願い申し上げます。

【会 費】正 会 員 年額5、000円
賛助会員 年額
個人一口 10、000円
法人一口 50、000円
(一口以上)

国際ハイウェイプロジェクト
日韓トンネル研究会
〒150 東京都渋谷区宇田川町37－13
スリーエスビル 1F
TEL 03 (3481) 6977
FAX 03 (3481) 6295

調査と研究②

日韓トンネル計画沈埋トンネル概略施工検討概要報告

Report on Schematic Study of the Japan－Korea Tunnel on the Basis of Immersed Tube Tunnelling Method

第３部会委員会

1. 概　要

日韓トンネルは、いまだかってない大水深下で世界最長のトンネルとして計画されており、この施工法については、これまでいくつかの提案があり概略検討がなされてきた。

今回、沈埋トンネル工法による概略施工法の検討を行う。

検討する日韓トンネルの概要は以下に示す通りとする。

①沈埋トンネル区間

壱岐～対馬　　L＝49.0km

対馬～巨済島　　L＝64.4km

の海峡部を沈埋トンネルの概略施工検討区間とする。

②最大水深

沈埋トンネルを設置する最大水深は、150mとする。

③トンネル断面

道路・鉄道併用の場合

（道路２車線＋鉄道単線）×２本

鉄道複線の場合

（鉄道複線）×１本

とする。

④換気トンネル

道路・鉄道併用の場合

換気トンネルを別途に設置する。

換気トンネル内径：約11m

鉄道複線の場合

換気トンネルを設置しない。

⑤避難・連絡通路

人専用　　2kmにつき１か所

人・車共用　　10kmにつき１か所

設けることにする。

⑥換気立坑

内径約11mの換気立坑を18km毎に１か所設けることとする。

⑦トンネルの勾配

標準勾配　　1／1000

最急勾配　　1／200

2. トンネルの内空断面

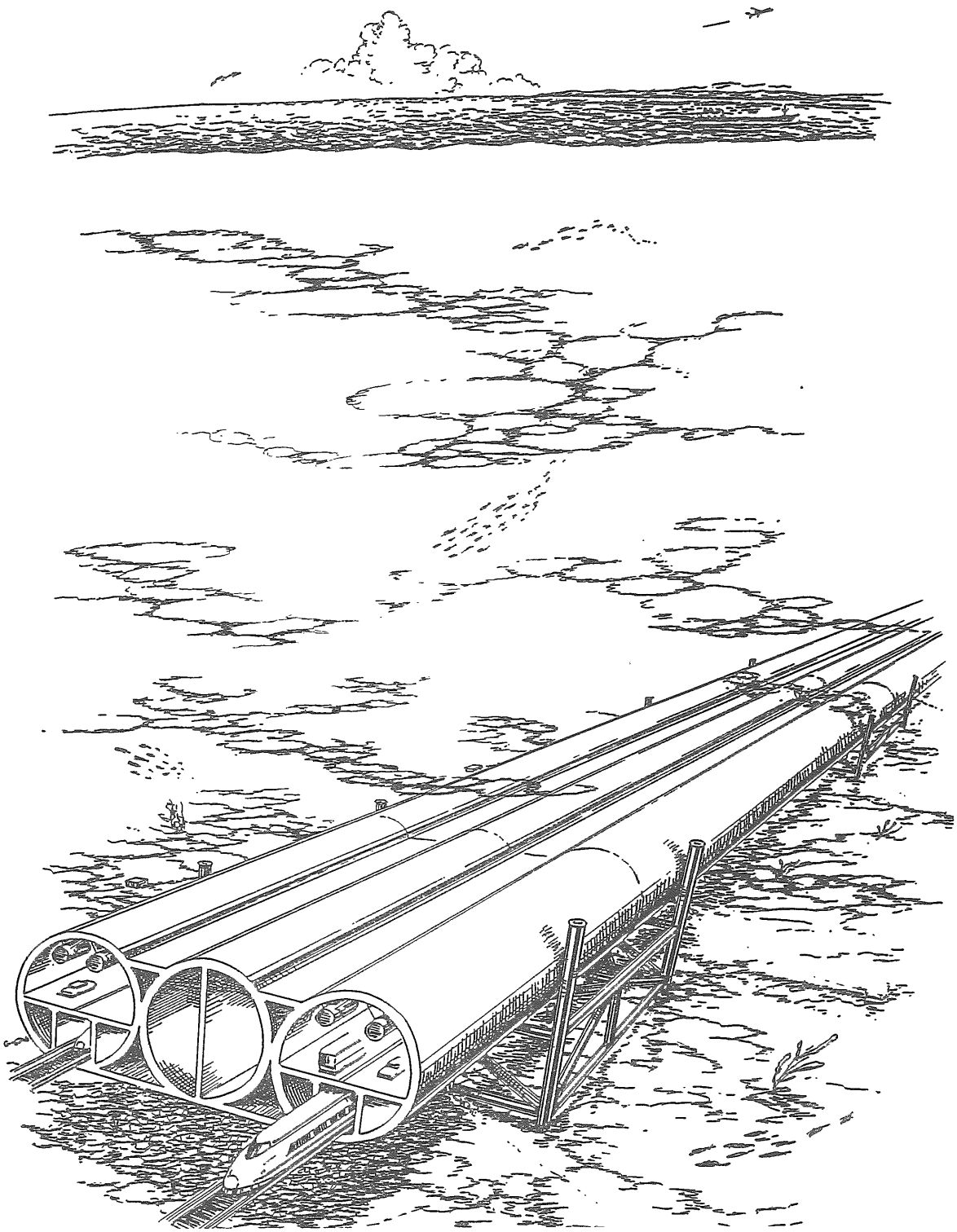
2.1 道路・鉄道併用の場合の標準断面

本坑：内径11.4mの円形断面を2断面設定する。

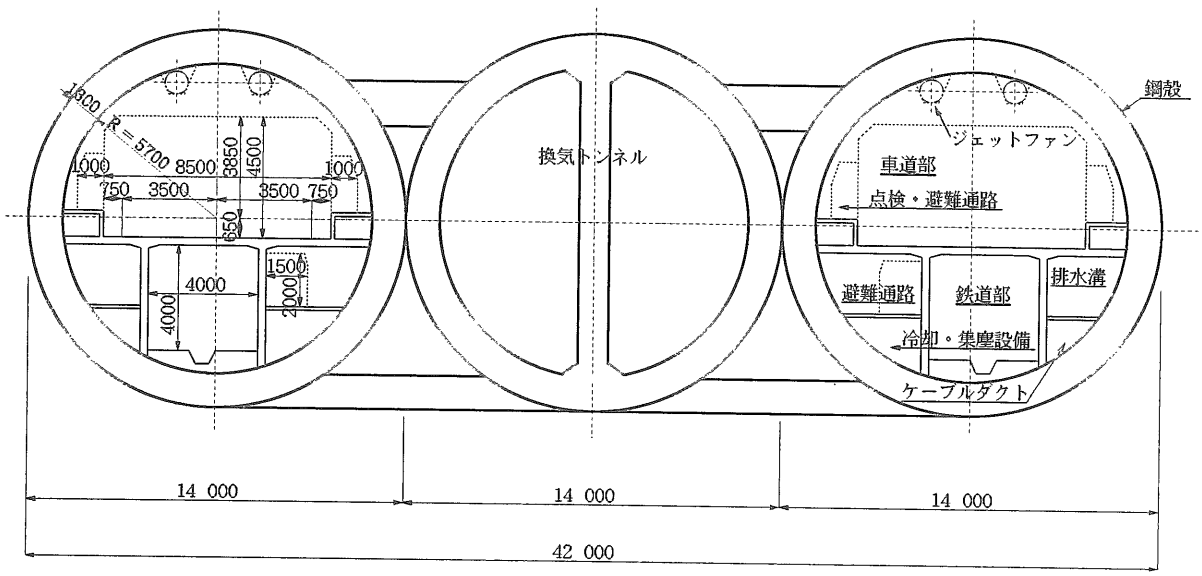
１断面当りの構成

・道路２車線

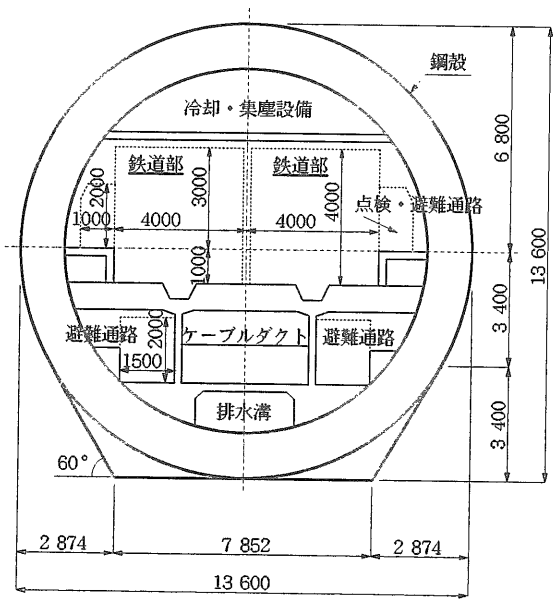
・鉄道単線



図－１ 沈埋トンネル完成予想図



図－２ トンネル標準断面（道路・鉄道併用の場合）



図－３ トンネル標準断面（鉄道複線の場合）

・点検、避難通路
・避難坑
・冷却、集塵設備室
・排水溝
・ケーブルダクト

換気トンネル：内径11.4mの円形断面を１断面設定する。

図－２に道路･鉄道併用の場合のトンネル標準断面を示す。

2.2 鉄道複線の場合の標準断面

本坑：内径11.4mの円形断面を１断面設定する。

１断面当りの構成

・鉄道複線
・点検、避難通路
・避難坑
・冷却、集塵設備室
・排水溝
・ケーブルダクト

図－３に鉄道複線の場合のトンネル標準断面を示す。

3. 断面の概略設計

3.1 横断面の設計

標準断面の設計は常時完成時の沈埋トンネルに働く荷重として水圧及び躯体重量を考え概略検討を行い、許容応力を満たす各部材の主鉄筋量を求めた。

①部材に発生する最大断面力

部　材	軸　力	せん断力	曲げモーメント
外周リング部材	972.4 t	68.3 t	175.9 tm
内周リング部材	1260.8 t	18.5 t	448.8 tm
底版スラブ部材	184.1 t	421.2 t	458.9 tm

②主鉄筋量

リング部材　As＝608c㎡（Ac＝13,000c㎡）

スラブ部材　As＝246c㎡（Ac＝15,000c㎡）

3.2 軸方向断面の設計

条件を仮定し建設省の新耐震設計法（案）昭和52年3月に示されている地中構造物の耐震設計法に従い、地盤の変位を考慮した静的計算法に基ずき地震時の概略検討を行い、許容応力を満たす各部材の主鉄筋量を求めた。

①部材に発生する最大断面力

方向成分	軸　力	せん断	曲げモーメント
水平面内断面力	2,144 t	612 t	11,684 tm
鉛直面内断面力	1,608 t	2,442 t	46,630 tm

②主鉄筋量

円筒形断面 As＝3,470c㎡（Ac=518,700c㎡）

4. 函体の安定性

建造ドックおよび海上ヤードで製作、諸設備が搭載された沈埋函体は現地まで曳航し、沈設される。ここでは、この過程における自重と沈埋函体に働く浮力のバランスを道路、鉄道併用の場合の断面で検討する。

4.1 検討条件

海水の単位体積重量	γw =1.03 t/㎥
鋼殻の単位面積当りの重量	Ws=0.2 t/㎡
鉄筋コンクリートの単位体積重量	γRC=2.45 t/㎥
無筋コンクリートの単位体積重量	γC =2.35 t/㎥
函体の重量／函体に働く浮力…曳航時	0.99 以下
函体の重量／函体に働く浮力…沈設時	1.025以上
函体の重量／函体に働く浮力…完成時	1.10 以上

4.2 函体の諸元

検討に使用する道路、鉄道併用の場合の函体の諸元は表－1に示す通りとする。

表－1 函体の諸元

項　目	容積等	重　量
函体の排水量	516.4 ㎥/m	531.9 t/m
函体コンクリート（RC）	199.8 ㎥/m	489.5 t/m
床版等コンクリート（RC）	15.0 ㎥/m	36.8 t/m
バラストコンクリート（上部）	4.1 ㎥/m	9.6 t/m
バラストコンクリート（下部）	17.8 ㎥/m	41.8 t/m
鋼　殻	99.1 ㎡/m	19.8 t/m
バルクヘッド等		0.3 t/m

4.3 曳航時の検討

曳航時の函体の重量は函体コンクリート、鋼殻及びバルクヘッド等で

函体の重量＝509.6 t／m

である。

一方、函体の容積＝516.4 ㎥／mであるので、海水の比重を　γw＝1.015～1.03とすると、函体に働く浮力は

浮　力＝524.1～531.9 t／m

となるので、曳航時の函体の比重は

函体の重量／浮力＝0.97～0.96 ＜ 0.99

となり、函体の重量は浮力に対して3～4％の余裕があり曳航することが可能である。

4.4 沈設時の検討

沈設時の函体の重量は

函体の重量＝545.6 t／m

である。

沈設時に函体に働く浮力は531.9t／mであるので、

函体の重量／浮力＝1.026 ＞ 1.025

となり、沈設時に函体を安定させることが出来る。

4.5 完成時の安定性

完成時の函体の重量は

函体の重量＝597.5 t／m

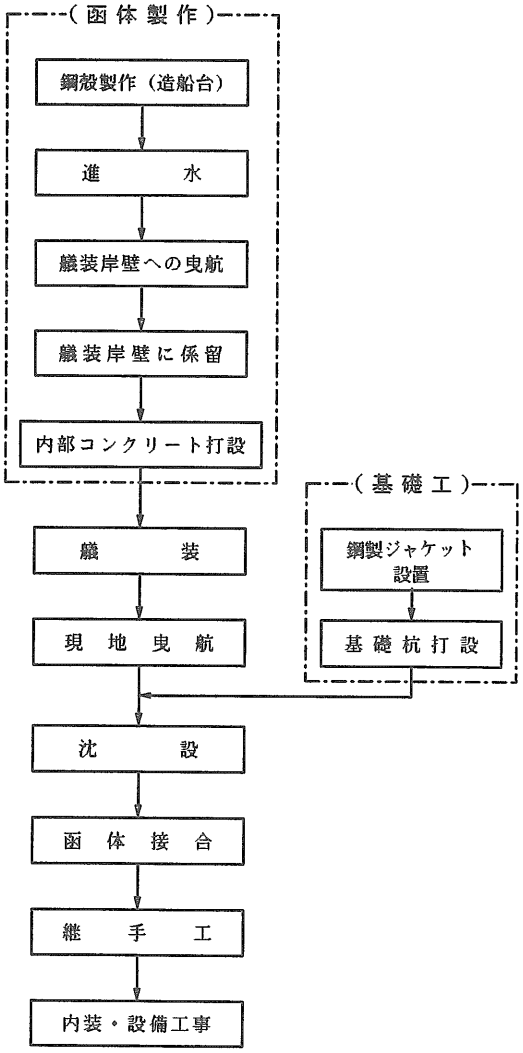
であり、このとき函体に働く浮力は531.9t／mであるので、函体の浮き上りに対する安全率fsは、

fs＝函体の重量／浮力＝1.12 ＞ 1.0

となり、完成時には、函体の浮き上りに対する安全率1.1より大きいことを満足する。

5. 施工フロー

施工フローは、図－4に示す通りである。



図－4 沈埋トンネル施工フロー

6. 函体の製作

造船ドックにて組み立てた函体の鋼殻部の両端に、バルクヘッドを取り付け艤装したのち、ドッグ内に注水して鋼殻を浮上させ、建設地点に比較的近い静穏な海域に設置した海上ヤードまで曳航し係留する。

海上ヤードに係留した状態でコンクリートプラント船により鋼殻内にコンクリートを打設し函体を製作する。製作した函体は別途に設置した仮置ヤードに係留し曳航、沈設に備える。

図－5に函体の製作手順、図－6に鋼殻製作の概要、図－7に函体コンクリートの打設概要を示す。

7. トンネル基礎の施工

7.1 基礎工法の概要

①トレンチ掘削を基本とするスクリード方式、砂吹込み方式、あるいはモルタル注入方式では、膨大な掘削残土が発生する。

②大水深の位置にトレンチ掘削することにより、さらに水深が大きくなる。このため、沈埋トンネルに働く水圧が増加する結果となり合理性に欠ける。

などの理由から、沈埋トンネルの基礎形式は杭基礎によるものとする。

7.2 基礎の施工

沈埋トンネル基礎の施工位置は、

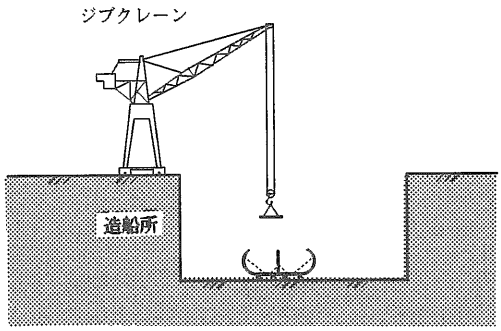
①基礎の建設地点の水深が非常に深い。

②基礎を設置する海域が、外海の海峡部に位置しているため、波浪、海流、潮汐などの海象が厳しいことが予想される。

などの理由で、基礎の施工に際しては、プレハブ化を図るなど海上作業を極力簡易化する必要がある。

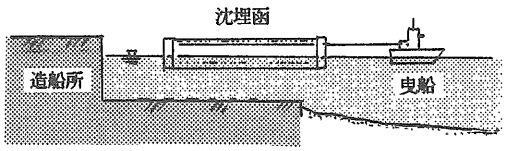
基礎形式は鋼管杭打込みによるジャケット式基礎とし、施工方法は、陸上のヤードで製作したジ

1. 鋼殻製作（造船台）



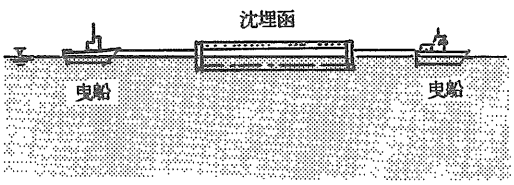
鋼殻の製作は、工場内で鋼板とリブで部分毎のブロックを製作し、それを造船所の船台上で組立てるブロック建造方式とする。

2. 進　水



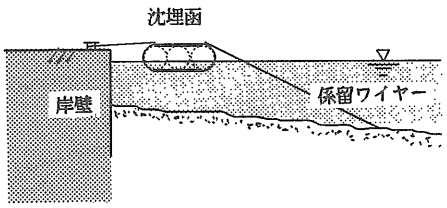
鋼殻の組立て後、ゴムガスケット・防蝕設備・沈設用の金具などの付属物の取付けを行って、満潮時に進水する。

3. 曳　航



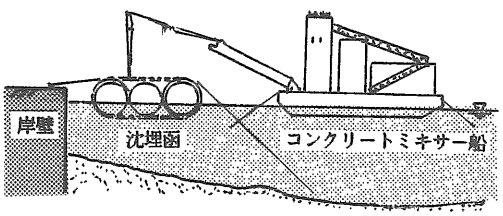
進水後、曳船により艤装岸壁まで曳航する。

4. 係　留



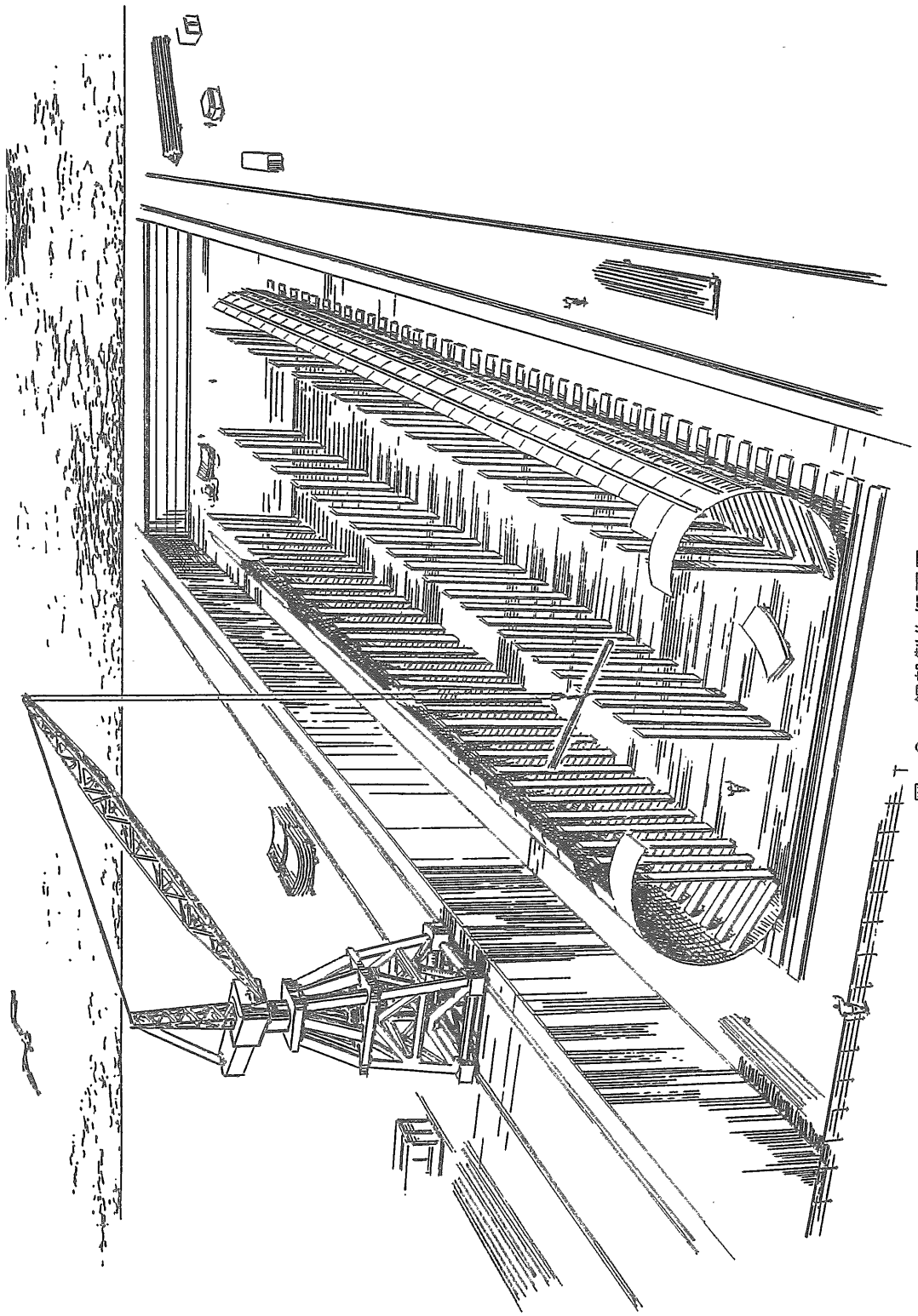
現地に到着した鋼殻は、艤装岸壁に係留する。

5. 内部コンクリートの打設

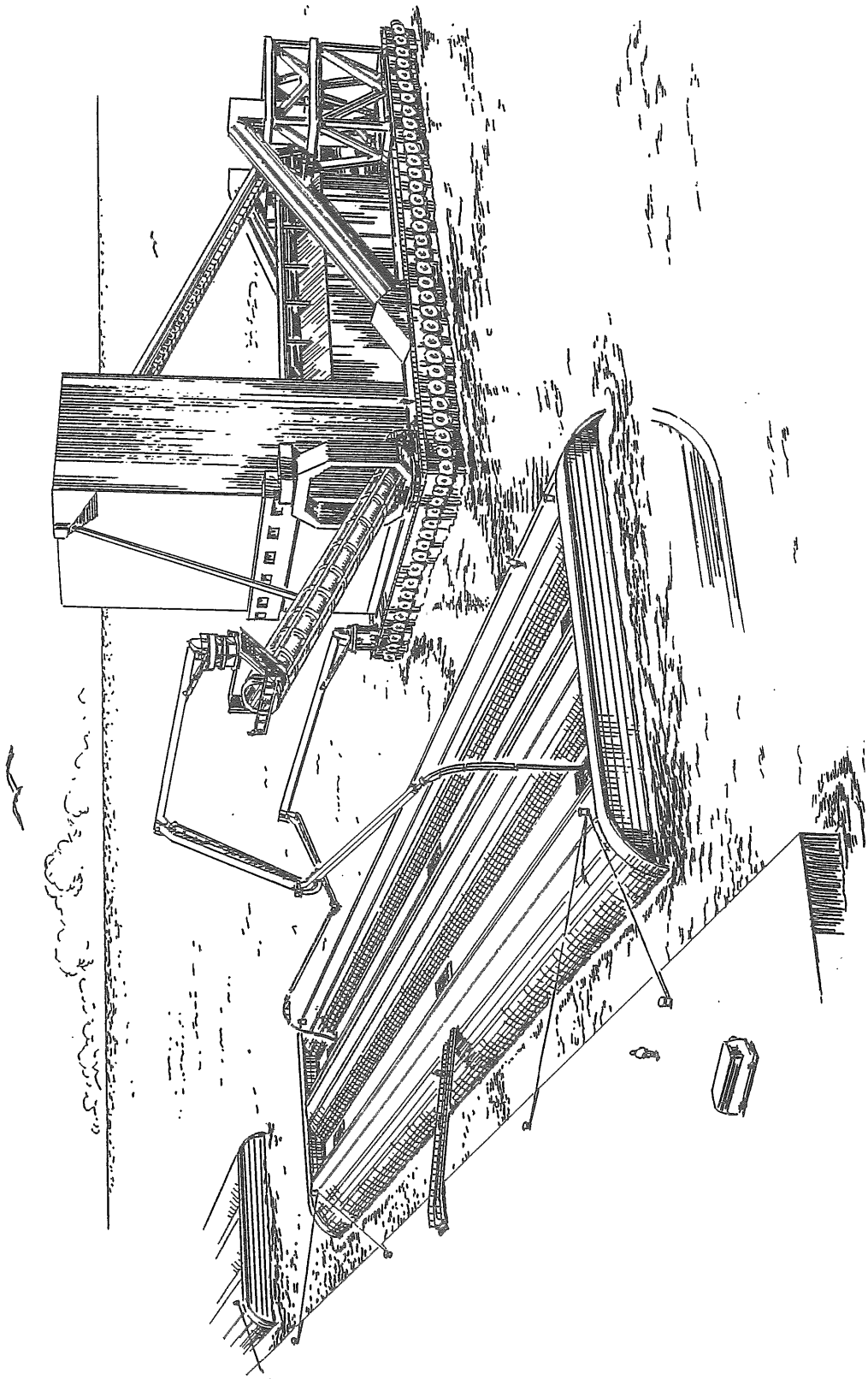


鋼殻を岸壁に浮上したままで、鉄筋の組立て・内部コンクリートの打設を行う。コンクリートの打設は、鋼殻の変形および応力が十分小さくなるよう分割して施工する。

図－5 函体の製作手順

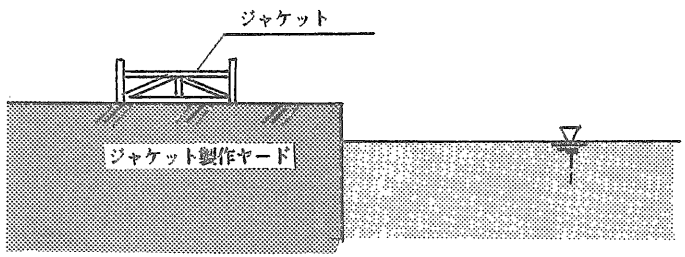


図－6　鋼殻製作概要図



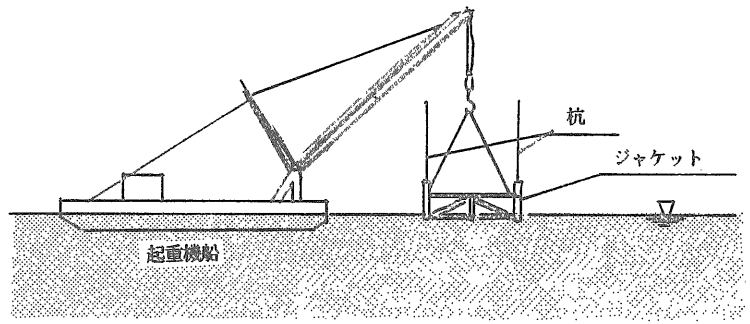
図－7　函体コンクリート打設概要図

1. ジャケット製作



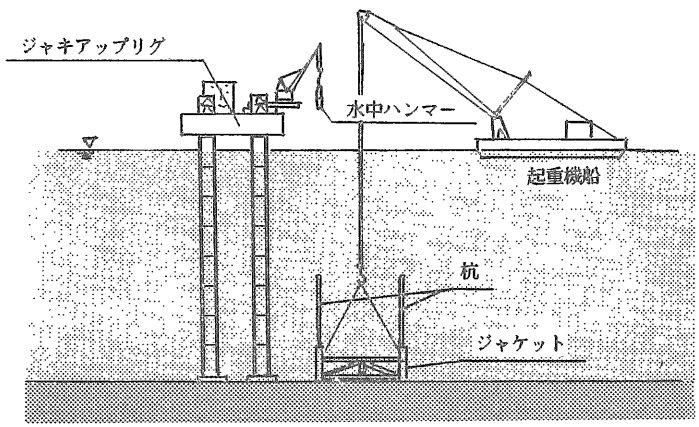
陸上ヤードで、ジャケットを製作する。

2. ジャケット運搬



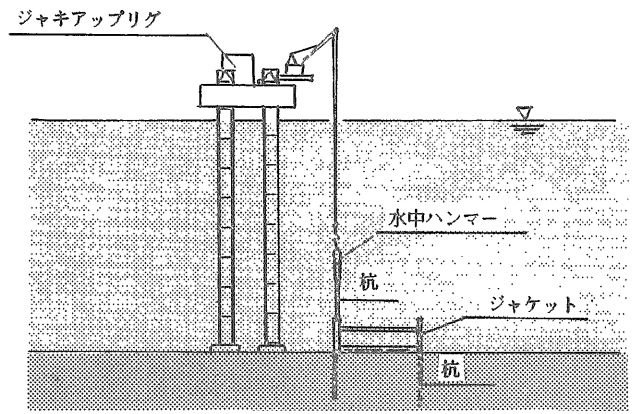
ジャケットは、杭を抱え込んだまま起重機船で現地まで運搬する。

3. ジャケット据付（位置決め）



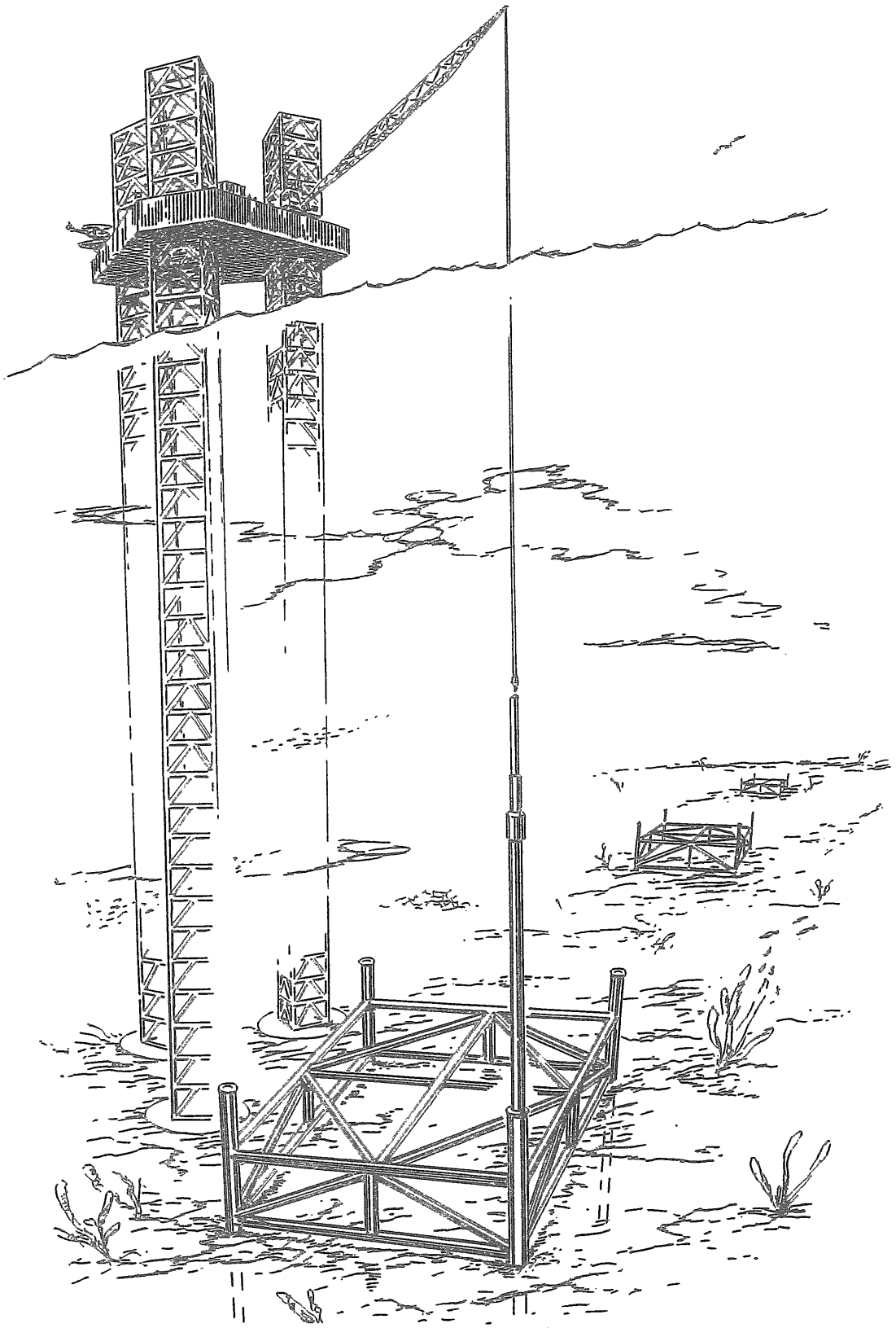
ジャッキアップリグからの位置出しを受けながら、ジャケットを正規の位置に据え付ける。

4. 基礎杭打設



杭は、ジャケット脚の鋼管を通して、水中ハンマーで打込む。

図－８　沈埋トンネル基礎の施工手順



図－９　基礎施工概要図

ャケットを起重機船で現地まで吊り曳航し、沈設する。次に、現地の大水深海域に据え付けたジャッキアップリグに搭載したクレーンにて位置決めを行い、水中ハンマーで予めジャケットの外管に建て込んである内管を打込むこととする。

基礎の施工手順は図－8に、施工の概要は図－9に示す通りとする。

8. 函体の曳航、沈設

8.1 曳航計画

8.1 － 1 検討条件

①被曳航物の概要

長　さ：L＝100 m
幅　：B＝ 42 m
高　さ：h＝ 14 m
乾　舷：h1＝ 1.3m
吃　水：h2＝ 12.7m
全断面積：546 ㎡
全 浮 力：562 ton／m
排水面積：495.5 ㎡／m
風圧正面積：50.5 ㎡

②曳航時の気象、海象

・風　速：10 m／sec（正面風）
・波　高： 1 m
・潮　流： 4 kt（向流）
・対水曳航速度： 6 kt（対地曳航速度2kt）

8.1 － 2 曳航船団構成

主 曳 船	8,000 ps	× 2隻
	4,000 ps	× 2隻
補助曳船	3,000 ps	× 2隻
警 戒 船	1,000 ps	× 5隻

8.1 － 3 曳　航

造船ドックおよび海上ヤードで製作された函体に沈設に必要な設備を搭載した後、現地まで曳航する。

図－10に曳航の概要を示す。

8.2 沈設計画

函体の平面位置決めを行った後、水平に保ちつつ函体を沈設する。沈設の途中で海象が急変した場合、位置が狂うこととなる。

このため、気象・海象の予測可能な時間を1昼夜程度として、この間に沈設作業を終了させることが望ましい。

沈設方法は、建設地点が外海に位置しており、気象・海象等の条件が厳しいことが予想される。ここでは、沈設方法として、次に2つの方法を示す。

①ジャッキアップリグ方式

函体沈設位置に作業水深150m仕様のジャックアップリグを固定足場として2基セットし、リグにそって曳航した函体を引寄せ、固定足場上に搭載したクレーンおよびウインチにより函体を吊り下げ、函内に沈設荷重としてバラスト水を注水して沈設させる。

沈設にあたっては、センサー、計測機器、TVカメラ等を搭載した建設支援ロボットを函体に取り付け遠隔操作により函体を所定の位置まで誘導する。

図－11にジャッキアップリグによる沈設作業概念図を示す。

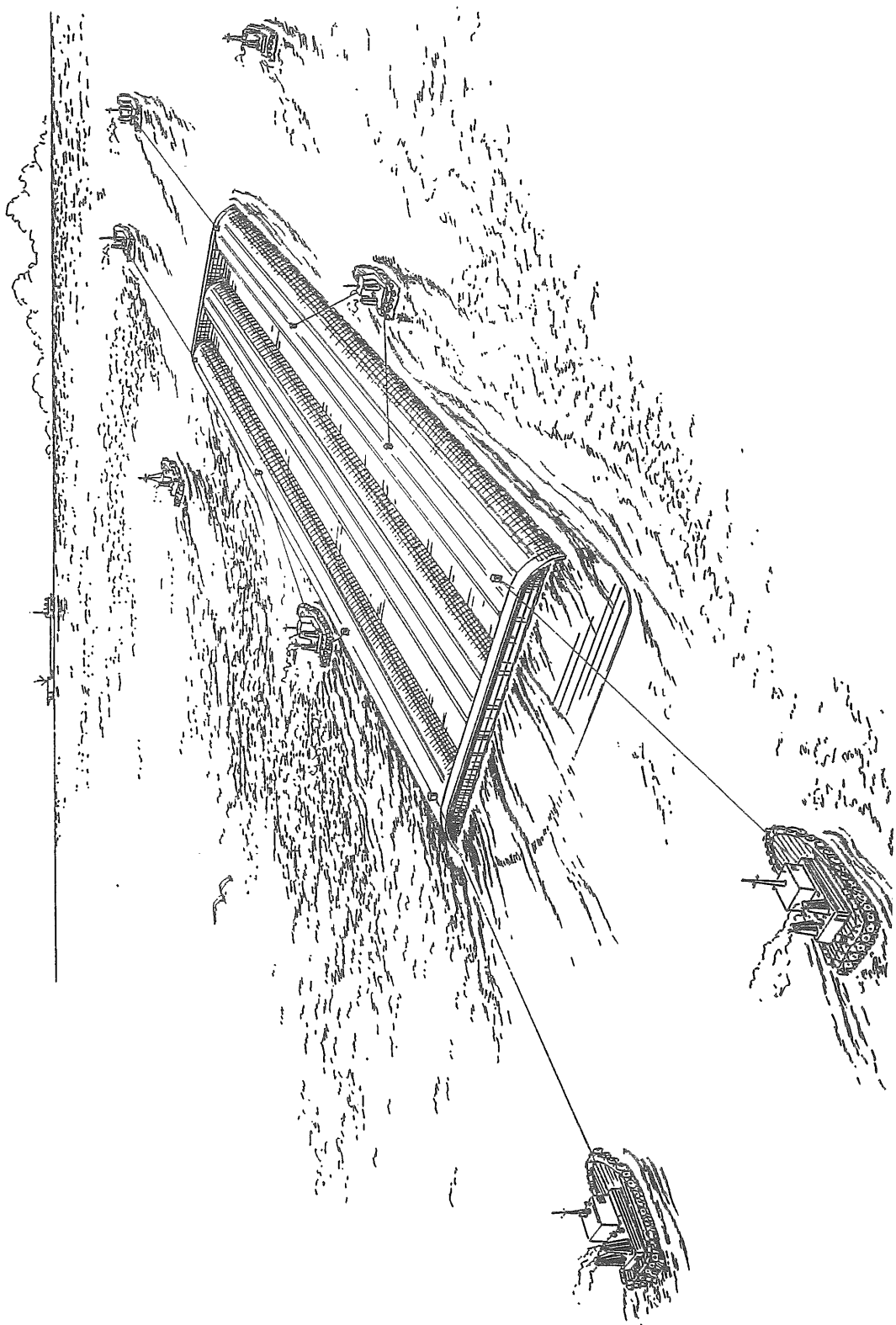
②自航潜水着底方式

函体の船尾側に駆動用スクリューを、船首側に着脱式操作室を取り付けておき、沈設地点に曳航した函体を着脱式操作室から姿勢を制御しながらスクリューを駆動させ、沈設位置に自航潜水により沈設する。

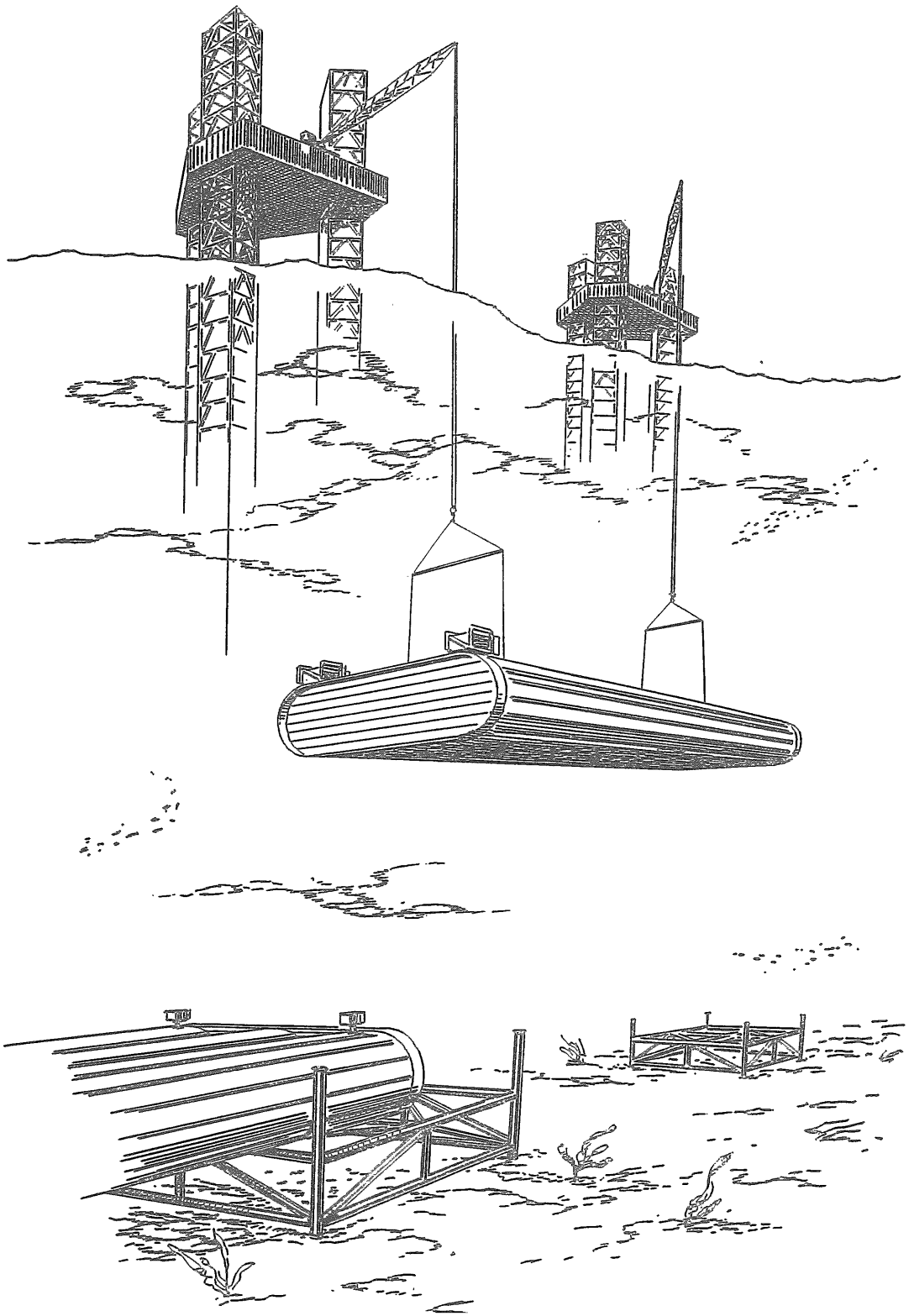
図－12に自航潜水着底方式による沈設作業概念図を示す。

9. 換気塔の概要

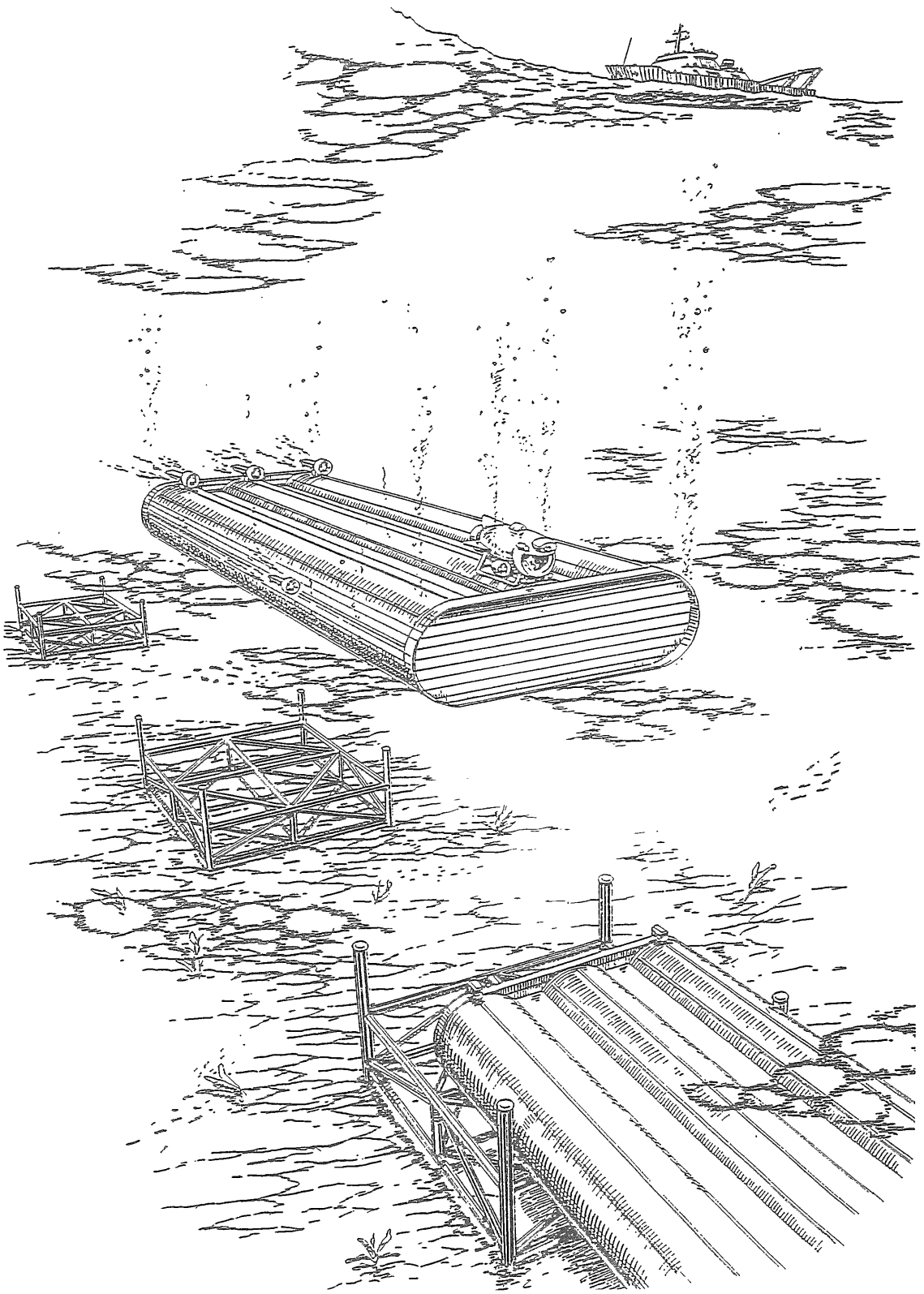
沈埋トンネルの延長18kmにつき1か所設置される換気塔の建設位置は、水深が150mと非常に大きいため、予め盛土をした人工島上に建設する



図－10　函体曳航概要図



図－11　沈設概要図（ジャッキアップリグ方式）



図－12　沈設概要図（自航潜水着底方式）

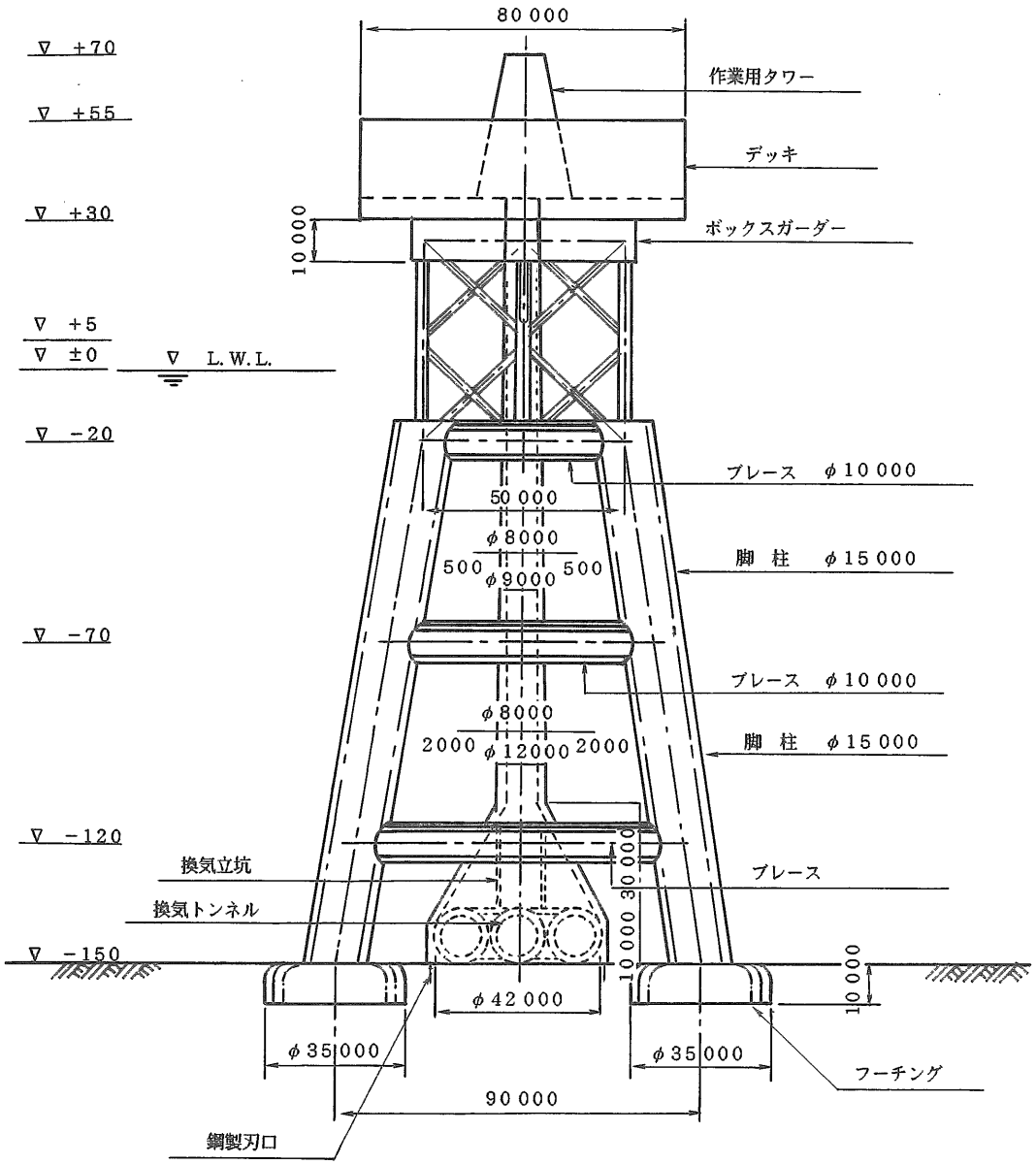
方法は難しい。そこで、換気塔の形式は海洋石油資源開発用のハイブリッド式海洋プラットフォームの４本の脚柱の中心部に設置するものとする。

ハイブリッド式海洋プラットフォームの概略構造は、コンクリート製（PC構造）の下部構造と鋼管部材を中心にした鋼製の上部構造から構成される。

換気塔の概要は図－13に示す通りである。

10. 地震動の推定

国内における過去の地震記録より、対馬豊玉村付近（東経129.34°、北緯34.40°を中心とした地域）における地震動の大きさを推定する。



図－13　換気立坑

表－2 対馬豊玉村付近の被害地震波

マグニチュード7.0以上

地震暦		震央		マグニチュード	震央距離	速度	加速度
地震番号	発生年	東経	北緯	M	km	Vmax cm／sec	Amax cm／s²
2	679	130.5	33.0	7.0	188.97	2.5	26
81	1596	131.6	33.3	7.0	241.76	1.7	18
148	1700	129.6	33.9	7.0	60.49	12.6	132
379	1909	131.0	32.3	7.6	284.87	3.0	32

＊地震番号 2：筑紫（天武7年）
地震番号 81：豊後（慶長1年）
地震番号148：壱岐・対馬（元禄13年）
地震番号379：日向灘（明治42年）

10.1 過去の被害地震記録

『新編日本被害地震総覧』1987年3月、宇佐美龍夫著を地震記録のデータとして使用し、西暦416年～1987年に発生した地震の中からマグニチュード7.0以上の地震波を抽出した。

この結果を表－2に示す。

10.2 地震動の推定

当地域における地震動の大きさを推定すると、表－3に示す通りとなる。

表－3 地震動の大きさ推定値

項目	地震動の大きさ
100年レベル	50 gal
1000年レベル	100 gal
歴史最大地震	150 gal

また、建設省告示第1621号によると、当該地域の地域係数は、

$$Z = 0.8$$

となっている。

地震活動度の平均値をみると関東地方等に比べると極めて低いものと思われる。

調査と研究③

日韓トンネル施工のための注入工法に関する研究（その３）

ＡＥ計測を利用した注入効果確認実験

Studies on Grouting Works for the Construction of Japan－Korea Tunnel

九州支部　第３部会

１．はじめに

長大なトンネルを安全かつ効率的に施工するためには、地下水の止水と地山補強を目的とした注入工事が不可欠なものである。近年、施工された青函トンネルの例を見ても、注入工事に対して膨大な費用と工期が費やされている。

延長200キロメートルにもおよぶ日韓トンネルの注入工事を合理的に行ない、確実な施工を行なうためには、的確な判断に基づく注入管理が必要になってくる。

そこで、本研究は、注入管理の基準となる注入効果の確認方法の一手段として、ＡＥ（アコーステックエミッション）を利用した計測技術を提案し、その適応性を検討するために基礎的な実験を行なった。このＡＥ法は、材料が破壊する過程に発生する音を検出して、その破壊程度および破壊位置を調べる非破壊検査である。

ＡＥ法を利用した注入効果確認方法は、注入の影響により発生する地盤内の微小な音をＡＥとして検出し、その発生挙動を調べることによって、注入の影響範囲を推定するものである。

前回行なった基礎実験の結果より、ＡＥ法を利用した計測技術は、基本的には注入効果を確認する方法として適応できると思われる。しかし、実施工における注入管理にＡＥ計測を行なうには、厳しい現場条件に対する様々な問題が残されている。

したがって、今回の研究では、ＡＥ法を利用した注入効果確認の方法が、実際の注入工事において有効な注入管理システムとなるよう、測定方法および解析技術について実験的検討を行なった。

２．研究概要

前年度の実験結果から、ＡＥ（アコーステックエミッション）を利用した計測法は、注入の影響により発生する地盤内の微小な音を、ＡＥ信号として検出することができ、また、このＡＥ信号を解析処理して、音の発生位置の標定が可能となった。

したがって、ＡＥ計測法を従来の注入管理に加えることにより、目に見えない地盤内の注入状況をより的確に判定することができる可能性が得られた。

今回は、ＡＥ計測法を用いた注入管理の実施工に対する適応性を検討するために、現場における注入作業を実験的に再現した条件下で、ＡＥ計測法およびＡＥ解析技術の検証を行なった。

実験に使用した注入機器および注入システムは、実際の注入工事に使用されているものを用

い、注入材料は、止水を目的として一般に施工されているものを使用した。模擬地盤として前回使用した材料は、一軸圧縮強度が100kgf/cm²程度あり、音の減衰特性の小さいものであったため、実験的にはＡＥの測定が可能であった。しかし、今回、注入の対象となる地盤は、実施工でのＡＥ測定の限界を検討する必要があるため、音の減衰特性の大きな地盤条件の悪いものを想定して一軸圧縮強度が1～20kgf/ｃ㎡程度の試験体を作成した。

実験方法は、模擬地盤における注入状況を注入圧力と注入量で管理すると同時に、注入の影響により発生するＡＥを測定し、発生頻度と注入状況を対応させて検討した。測定したＡＥ信号は、ＡＥ信号解析処理装置により必要なパラメータ毎に発生状況の解析を行ない、また、音の発信源を求めるために、個々のＡＥについて発生位置の標定を行なった。

注入状況とＡＥ計測結果の検証は、注入時においては、地盤内に設置したひずみゲージの経時変化をモニタリングすることによって行ない、注入後は、試験体を分割して掘削し、注入材の固結状態を調査した。

さらに、各センサーで捕らえたＡＥ信号の波形特性および減衰程度を調べるために、波形収録装置によってＡＥ波形の周波数分析および波形成分の検討を行なった。

３．注入実験

注入実験は、模擬地盤内における注入時のＡＥの発生状況を確認し、その発生位置および発生程度の検証を行なうもので、実施工におけるＡＥ計測の問題を解決するため、実験的に現場条件を再現し、注入作業を行なった。

３．１　注入実験システム

図－１に注入実験システムを示す。

注入土槽の寸法は、直径800mm、高さ800mmの円筒形型枠を用い、模擬地盤の材料は、ソイルモルタルのセメント配合比を変化させて、目標強度を３段階に設定して作成した。

表－１に模擬地盤の配合例を示す。

注入管理は、従来のＰ－Ｑ管理で行ない、注入圧力はデジタル圧力計の指示値、注入量は注入材の使用量をそれぞれ解析に必要な電圧値に変換して、ＡＥ計測装置に転送した。注入方法は、一般に使用されている小型の注入ポンプを使用し、注入材の固結程度を自由に調整できる２液混合タイプの２重管ロッド工法を採用した。表－２に注入材の配合表を示す。

図－２に注入土槽内センサー配置図を示す。注入土槽の中央部に注入孔の先端がくるように注入ロッドを設置し、これと同じ高さの平面上に４個のＡＥセンサーを埋設し、その間隔を500mmとした。また、注入ロッドの周辺には、円周方向に直径250mmと500mmの位置に各８個のひずみゲージを等間隔に設置した。

注入中は、Ｐ－Ｑ管理に対応させて地盤内のひずみ量を自動計測し、その経時的な変化はデータロガーに表示すると同時に、パソコンによってモニタリングを行なった。また、パソコンに転送されたデータは、各ケース毎に記録し、ＡＥ計測結果と注入状況の検証に使用した。

３．２　ＡＥ計測

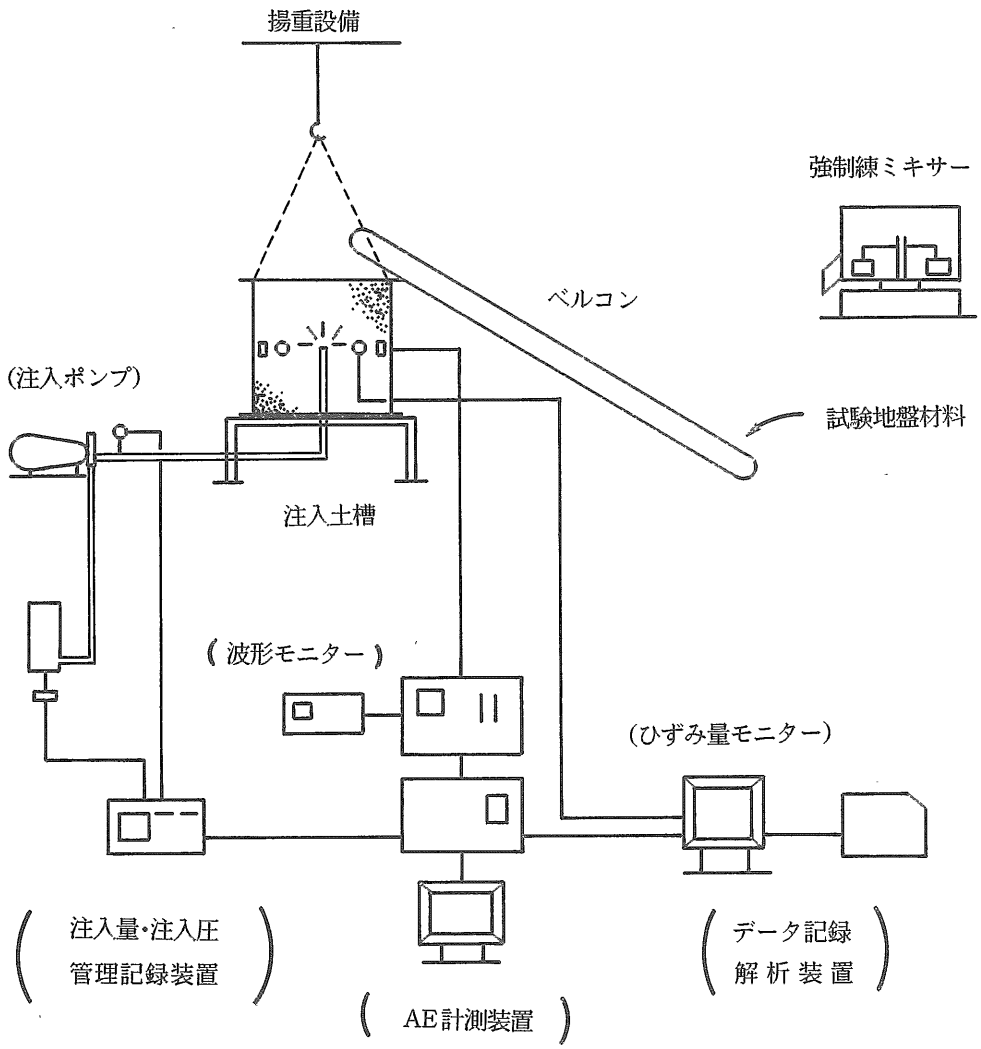
実験で使用したＡＥセンサーは、地盤および岩盤を対象とし、今回、特に開発したものであり、以下の特徴を有する。

- 高水準の電圧感度；２V/G
- 低周波数範囲　　；３～8000Hz
- 地中埋設構造　　；プリアンプ内蔵型

ＡＥ測定器は前回の実験で使用した汎用型測定器（NAIS 4800）を次のように改善した。

- メインアンプ内のフィルターを低周波数対応型（０～∞Hz）に交換。
- ＡＥ信号解析装置のデータ処理速度の高速化をはかり、短時間の計測を可能にした。
- 標定システムの再計算を可能にした。

計測中は、注入圧力と注入量の経時変化をデー



図－1　注入実験システム図

表－1 模擬地盤の配合例

配合例	砂 (kg)	セメント (kg)	水 (kg)	目標強度 (kgf/cm²)
1	1000	30	60	1
2	1000	50	75	5
3	1000	200	100	20

表－2 注入材の配合表

種　類	配　合		計
主　材	3号水ガラス 水	25.0 ℓ 25.0 ℓ	50.0 ℓ
硬化材	F　剤 N　剤 残り　水	2.0 kg 2.8～3.1 kg	50.0 ℓ

混合液100 ℓ当たり、液温度20℃

タログーで監視し、これに対応したＡＥの発生状況とひずみ量の挙動を、合わせて３つの画面により管理した。

注入の影響範囲は、ＡＥの発生位置の経時変化により推定し、地盤内に埋設した４個のＡＥセンサーに到達したＡＥ信号の時間差を計算することによって、平面的な２次元標定を行なった。

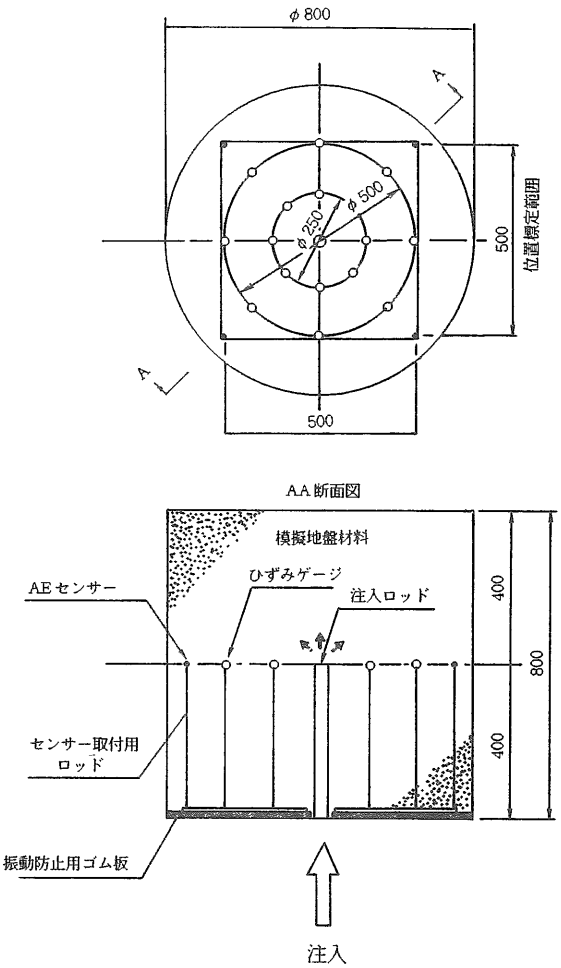
注入時に発生する個々のＡＥ特性は、ＡＥ事象数（ＥＶ）、最大振幅値（ＰＶ）等のＡＥデータとして記録すると同時に、検出したすべてにＡＥは波形収録装置に収録し、その波形について各チャンネル毎に周波数成分や発生機構の検討を行なった。

測定に当たっては、センサーで検出した原波形をオシロスコープでモニターし、測定箇所の周囲で発生する雑音や電気的なノイズを確認した後、ＡＥ信号を識別するために必要な、しきい値および増幅値の設定を行なった。

３．３　実験結果

注入実験結果の代表的な例を図－３に示す。横軸に注入の経過時間、縦軸にＡＥの事象数（ＥＶ）を表し、これに対応した注入管理状況を注入圧力（Ｐ）、注入量（Ｑ）に表す。注入開始後５分を過ぎた地点（Ａ点）で１回目のピークがあり、この時のＡＥの発生数は100個を越えている。これは、注入孔上部に作った注入スペースに注入材が充満して、注入圧力の急激な上昇によって圧力限界点を越え、一気に破壊が起こった時に測定されたＡＥである。さらに、注入を続けると徐々に注入圧力が上昇し、20分経過後（Ｂ点）で２回目のピークが見られる。これは、１回目の破壊で緩んだ地盤の中に注入材が進入し、地盤の空隙を埋めながら注入範囲を広め、飽和状態に達したときに地盤の破壊が生じＡＥが多発したものと思われる。

図－４に２次元の位置標定結果とひずみ量測定の結果を示す。NO.1～4は、ＡＥセンサーの設置した位置であり。数字の２～17は、ひずみゲージ



図－２　注入土槽内センサー配置図

の位置を示している。

ＡＥの発生箇所は、ほとんどが注入ロッドを中心に直径20cm内に集中し、最も離れた位置で30cmである。これは、ひずみ量の測定結果および、注入後の試験体を取り壊した時に測定した注入範囲の位置とおおむね一致した。

４．減衰試験

ＡＥ計測で解析される信号は、発生源から検出され記録されるまでに幾つかの変化を受けてい

る。注入地盤のように非弾性体を対象としたＡＥの伝播中における周波数成分の変化は、相当に複雑であり、その中で最も大きな影響として知られているのが減衰である。

ここでは、実験に使用した模擬地盤について減衰試験を行ない、周波数分析（ＦＦＴ解析）によって周波数成分の検討を行なった。

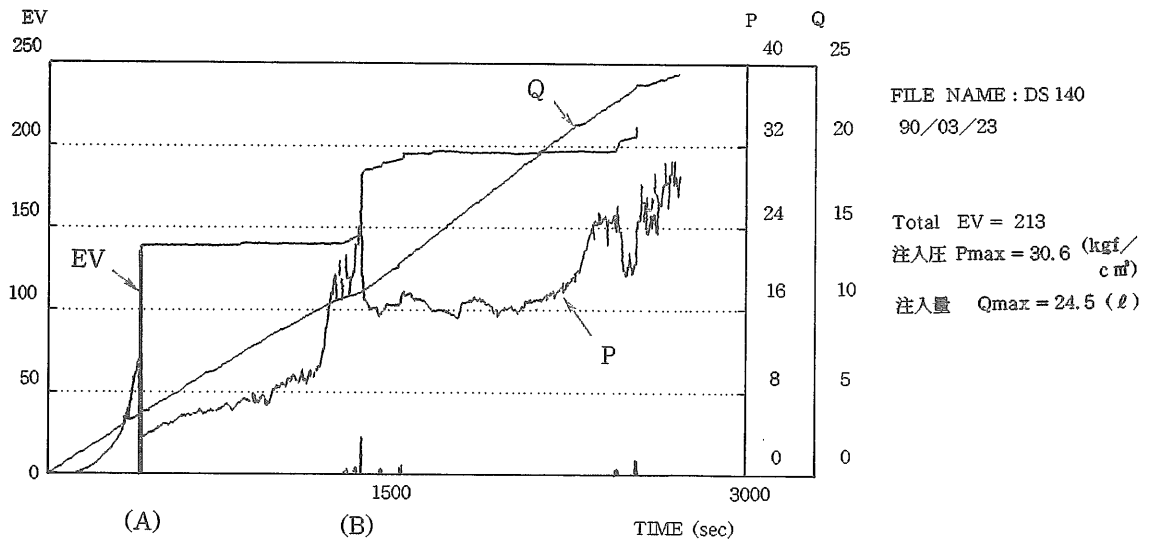
４．１　試験方法

図－５に減衰試験の概要図を示す。

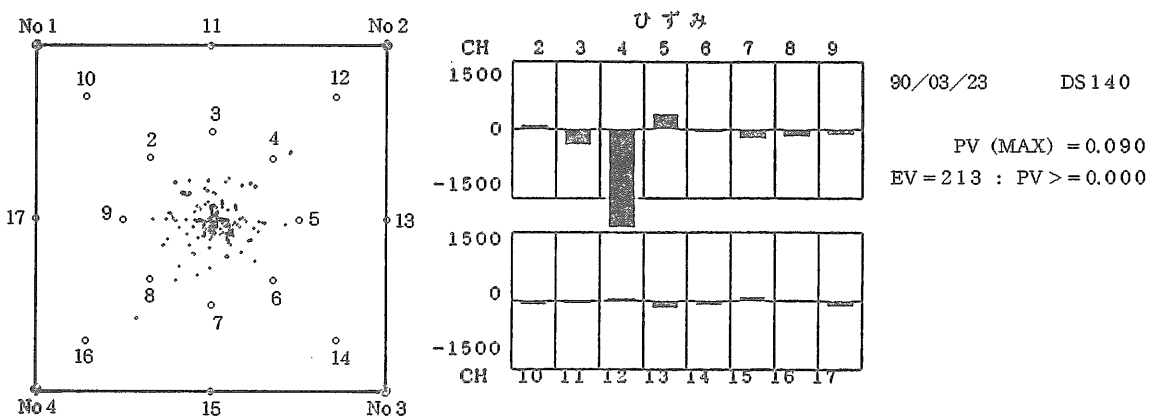
試験体は、縦500ｍｍ×横800ｍｍ×深さ500ｍｍのポリ容器に模擬地盤材料を詰め、この中にウエーブガイドを設定した位置に埋設する。

左端のウエーブガイドの上部には、ＡＥ波発生用のプレートを介してＡＥセンサーを取り付ける。

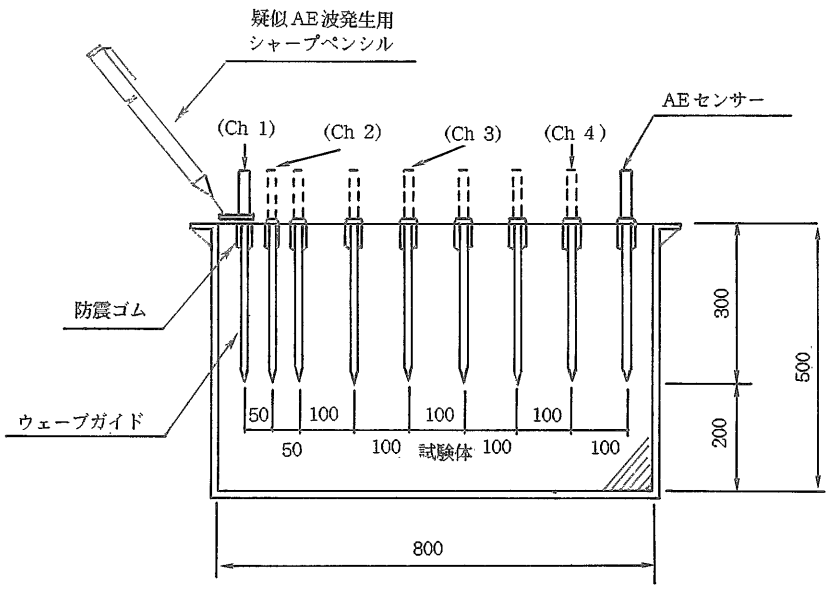
測定は、疑似ＡＥ波として、シャープペンシルの芯をプレートに当て、一定の力で折ったときの音を発信源でのＡＥとし、順次離れた位置でのＡＥを検出した。



図－３　注入実験結果



図－４　位置標定結果とひずみ量



図－５　減衰試験概要図

４．２　試験結果

図－６に減衰試験結果を示す。

ＡＥ発生から各センサーまでの到達時間は、波形の立ち上がるまでの時間差で表わされる。Ch2は180μs、Ch3は600μs、Ch4では1045μsと次第に長くなっているのが分かる。

また、音の強さを表わす最大振幅値も検出位置が離れるにしたがって次第に弱まり、Ch2で0.8mVあったものが、Ch4では、0.05mV以下に減衰している。

図－７、８に周波数（FFT解析）結果の一例を示す。

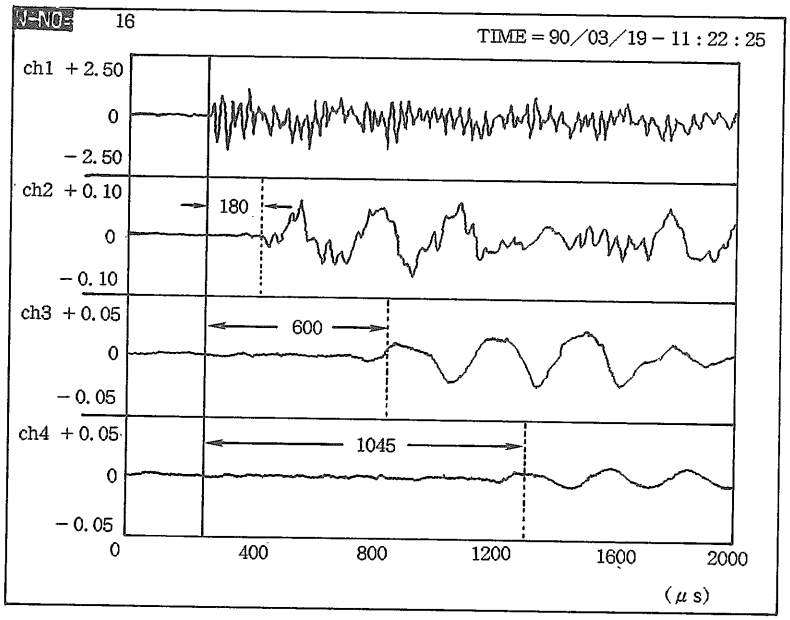
図－７の発信部（Ch1）における疑似ＡＥの波形を周波数分析した結果より、測定したＡＥの周波数成分の構成は、数KHzから35KHzの間に分散し、その中でも特に、35ＫＨｚ付近に卓越した周波数が見られる。図－８の検出部(Ch2)における波形の周波数分析結果では、２～３KHzの低周波領域の波が卓越し、僅かに20ＫＨｚのところに残っている程度である。しかし、発信部より10cm以上離れた（Ch3）以降では、２～３KHzだけに集中し、その他の領域では全く測定されなかった。また、注入実験において注入中に検出したＡＥを周波数分析した結果でも、疑似ＡＥ波と同様に数KHzの周波数が卓越していた。

これらの結果から、今回模擬地盤として想定した軟弱な注入地盤では、ＡＥ発生源で高周波成分が含まれていても、伝播過程において急激に減衰することが分かった。

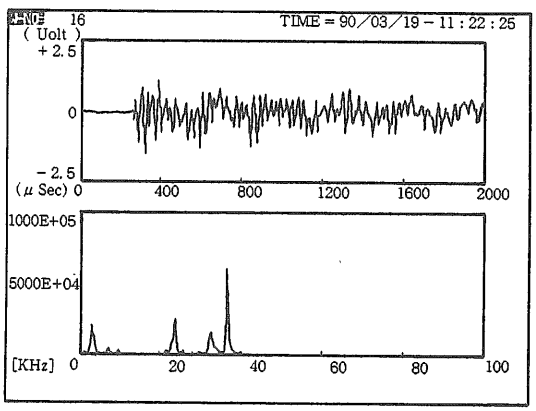
５．まとめ

今回の実験の結果より、注入の影響によるＡＥの発生数量と注入圧力の間には相関性があり、注入圧力の上昇と共にＡＥが発生し始め、限界注入圧力付近で非常に多くのＡＥが発生することが分かった。したがって、注入の影響で発生する地盤の破壊過程のＡＥを検出し、そのデータを解析することによって、注入材の影響範囲あるいは、進行方向を推定できることが確認できた。

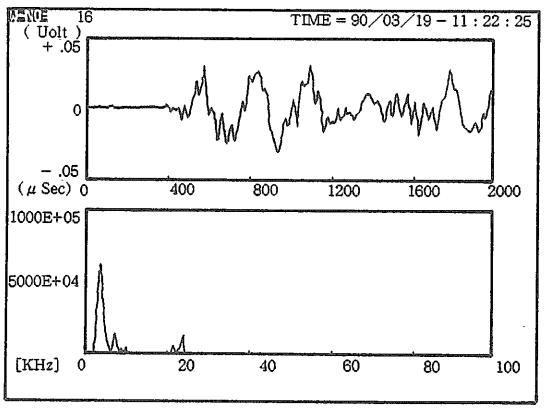
これは、ＡＥ計測の特徴である位置標定システ



図－６　減衰試験結果



図－７　発信部の周波数分析結果



図－８　検出部の周波数分析結果

ムによるものであり、標定結果は、地盤内の変位を直接測定したひずみ量の経時変化と、注入実験終了後に注入材の浸透状況を調査した結果から、ほぼ正しい位置に標定されていることが検証された。

減衰実験の結果では、模擬地盤で測定されたＡＥは、大部分が数KHzの低周波領域であり、他の高周波成分は、急激に減衰することが分かった。このように、注入地盤内を伝播するＡＥを計測し、その発生位置を検出するには、低周波領域を対象にした地盤専用型の計測装置と非常に微弱な音を検出する高感度のＡＥセンサーが必要であることが確認された。

６．今後の課題

前回および今回の実験結果から、ＡＥ計測法は、注入時に発生する地盤内の微小な音を測定することができ、その発生位置の標定を行なうことによって、注入範囲の推定が可能となった。

そのため、従来の注入管理法では得られなかった情報として、目に見えない地盤内の状況を検知することができるため、注入材の逸脱や、オーバー注入を防止し、より的確な注入が期待できると思われる。

しかし、現段階のＡＥ計測は、かなり高度な測定技術が必要とされ、実施工において計測を行なうには、測定の方法あるいは、測定条件について細かな設定が必要である。

今後、ＡＥ計測を実用化するには、特に測定上の問題として次の点を解決しなければならない。

（１）施工現場で発生するノイズあるいは、電気的なノイズと実際のＡＥとの識別方法。

・増幅値、しきい値の適正な設定

・フィルターによるノイズの除去方法

・ＡＥパラメーターの設定によるノイズの除去方法

（２）広範囲な地盤を対象とした測定技術の確立。

・ＡＥセンサーおよびＡＥ信号解析装置の性能向上

・ＡＥセンサーの設置位置、数量および、設置方法

（３）注入範囲の立体的判定を行なうため、３次元位置標定システムの開発。

（４）多種多様な注入地盤条件に対応した計測技術の検討。

また、構造上の問題としては、

（１）トンネル周辺地山の水圧、発破振動等の悪条件に耐える頑丈な保護構造を持つＡＥセンサーや測定機器の開発。

（２）測定装置の簡素化、および簡単な操作で測定できるシステムの開発。

等があげられる。

さらに、ＡＥ計測で得られた各々の条件下での計測データを系統的に整理し、Ｐ－Ｑ－ＡＥ管理としてパターン化することによって、計測管理に基づいた、安全かつ効果的な注入工事が施工できると思われる。

調査と研究④

水域の自浄作用－名護屋浦付着微生物の有機物の取込分解活性

Enviromental Quality and Micro Organism Activities Uptaking and Dissolving Organic Matters in the Natural Water Areas of the Nagoya Bay

近藤満雄＊

1．序　　論

海等の自然水域では、様々な微生物が、河川を通じてあるいは降雨時に沿岸の町や村から直接流入する様々な有機物を分解し、浄化している。しかし開発や産業活動等の人間活動が高まり、その上人口が増加するとともに、流入する生活排水や工業排水や農業排水や細泥が増大し、自然水域に大きな打撃を与えるようになった。自然水域の自浄作用に影響する要因は複雑多様であり、微生物活性を水環境の指標にするためにはこの要因を確定し、分離する必要がある。筆者らはこれまで川や海等の自然水域の底質の微生物活性の簡単・迅速・安価な測定法の開発に取り組み、自浄作用を定量化するとともに、微生物活性を水環境の指標にすべく研究してきた。今回筆者らは水環境と微生物活性との相関や、水深と微生物活性との関係や、微生物活性の季節変化を明らかにするため、名護屋浦の調査地点で、粒径２－１mmの川砂をナイロン・ストッキングに詰め、様々な水深に一定期間（２－４カ月間）セットし、その後これを回収し、この砂に付着した微生物の有機物（グルコース、サッカロース、デンプン、グルタミン酸）の取込分解活性を測定したので報告する。

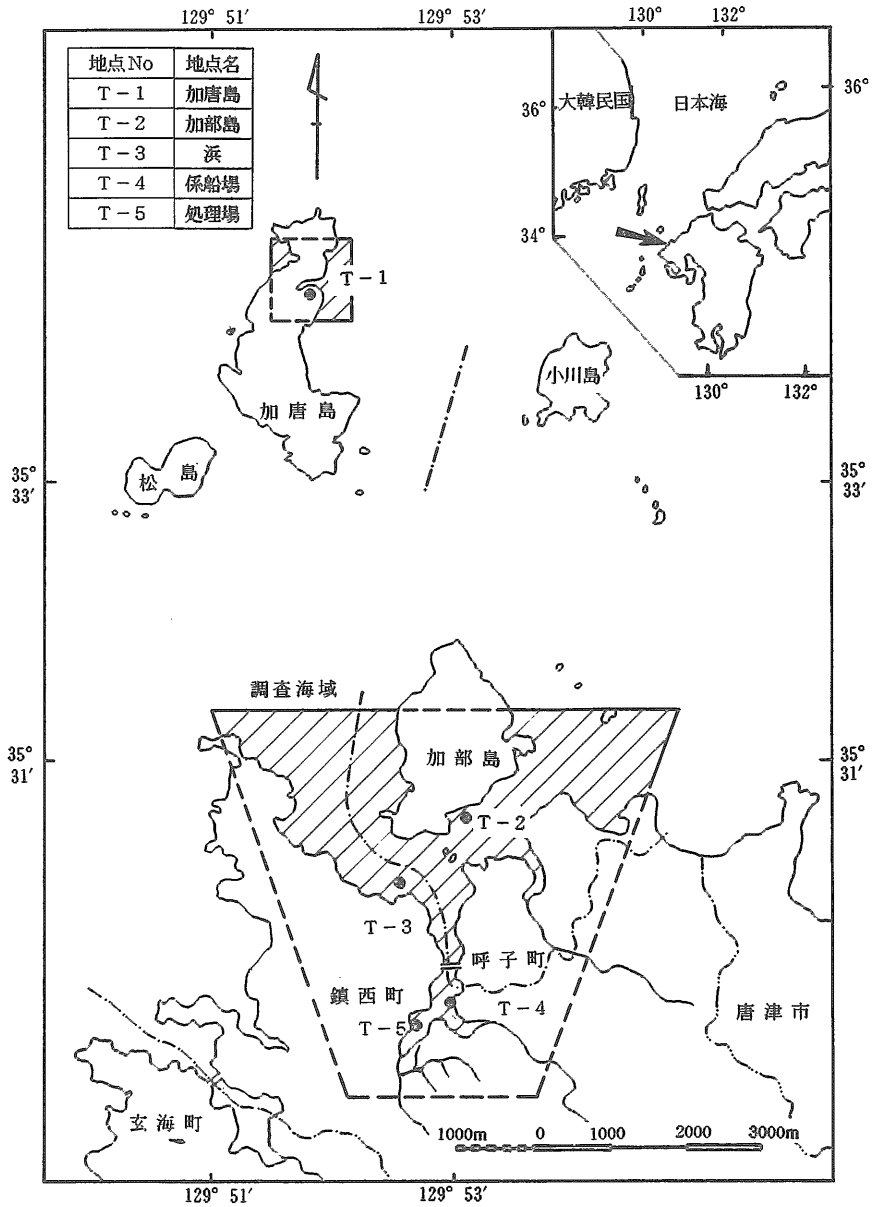
＊九州産業大学教授

2．方　　法

（A）　川砂試料のセット

調査地点は図－１に示すＴ－１，Ｔ－２，Ｔ－３，Ｔ－４，Ｔ－５の５地点である。口径２mmのフルイを通過し口径１mmのフルイに残留した釣川の下流の川砂0.5～1kgをパンティストッキングの足部に詰めストッキングの足部の残布で三重から五重に包み、次にこれを網戸用の防虫ネットで三重から四重に包み、更にこれを鉄製の金網で包み（1987年度と1988年度は金網で包んだが、鉄錆が酷く出たので1989年度以降は金網の使用を止めた。）、最後にこれを魚網で包み、調査地点でこれを浮きブイや浮きドッグや養殖筏からロープで水中に吊り下げ、その地点の水深が許す限り、1987年度は水深　0.5m、１m、２m、４m、８mと海底、1988年度は水深　２m、３m、４m、５m、６m、８m、16mと海底、1989年度は水深　２m、３m、４mと海底に試料をセットした。

1987年度は８月10日に試料をセットし、11月９日に回収し、10日と11日の両日に微生物活性を測



図－1

定した。1988年度は６月27日に試料をセットし、２カ月後の８月29日、３カ月後の９月26日、４カ月後の10月31日の三回に分けて回収し、直ちにその日の内に付着微生物の分解活性を測定した。

1989年度は８月10日に試料をセットし、11月２日、11月11日、11月16日の３回に分け試料を回収し、直ちにその日の内に微生物活性を測定した。回収した試料からパンティストッキングの足部に詰めた砂袋を取りだし、これを現場の海水で良く洗い（1987年度は海水で洗浄しなかった。1988年度以降から現場の海水で細泥や鉄錆を良く洗浄した。）、よく海水を切って、ポリエチレンの袋に

詰め変え、発泡スチロール製の箱に入れ、アイスパックで冷やし、低温に保って大学に持ち帰り、大学で砂の付着微生物の有機物取込分解活性を測定した。

（B）付着微生物の有機物取込分解活性の測定法

（1） 各調査地点，各水深，各測定項目毎に2個の100mℓビーカに砂試料をそれぞれ20gずつ量り取る。一方を対照検体とし、他方を測定検体とする。

（2） 測定検体には一定濃度（表－1）の有機物を一定量（表－1）加え、20℃で、4時間インキューベートする。

（3） インキューベート後直ちにこれに一定濃度の反応停止液を一定量加え、取込と分解を停止させる。

（4） これに加えた有機物溶液の10倍量の純水を加え、良く撹拌混合後、濾過する。

（5） 濾液中の有機物濃度を測定する（表－1）。

（6） 一方対照検体には（2）と同濃度の有機物容液を同量と、（3）と同濃度の反応停止液を同量混合したものを加える。

（7） これに（4）と同量の純水を加え、良く撹拌混合し、濾過する。

（8） 濾液中の有機物濃度を測定する。

（9） （8）と（5）の総有機物量の差を付着微生物の取込と分解の総和とする。

(10) 底質20g当りの含水量を測定する。

(11) （2）のインキューベート前後の重量を測定し、インキューベート中の水分蒸発量を算出する。

（C） 砂の比重測定

砂を電気炉で120℃で、10時間乾燥させ、砂の比重を比重ビンで測定する。

（D） 活性値と指標値の定義

砂1g（乾燥重量換算）当りに生息する付着微生物が1時間に取り込んだり分解する有機物の総量を活性値と定義する。砂の表面積1mm当たりに生息する付着微生物が1時間に取り込んだり分解する有機物の総量を指標値と定義する。

（E） 砂粒子の表面積算出

砂1g（乾燥重量換算）当たりの平均表面積は次の仮定に基づき算出した。

1）砂粒子の形状を球形と仮定する。

2）砂粒子の密度がすべて等しいものと仮定する。

3）粒子数の分布密度が粒子半径に依らず一定であると仮定する。

分解物質名	濃 度 μg／mℓ	溶液量 mℓ	分解時間 hr	分 解 法
グルコース	200	5	4	Parc－Johnson法
サッカロース	500	4	4	Parc－Johnson法
デンプン	3500	4	4	ヨウ素法
グルタミン酸塩	1500	5	4	ニンヒドリン法

表－1

3．　結果と検討

［1］　1987年度

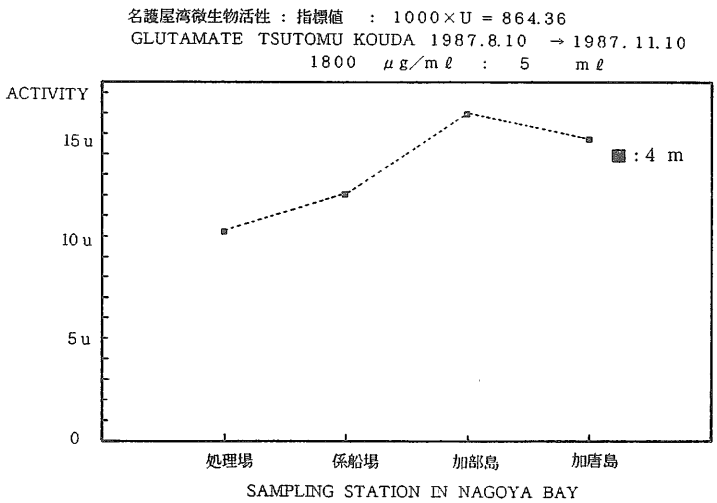
1987年度は８月10日に図－１に示す５地点に試料をセットし、11月９日に回収（Ｔ－３の浜養殖場ではロープが切断され、回収できなかった。）し、翌10日と翌々11日の両日付着微生物の活性を測定した。

（1）　グルタミン酸取込分解活性

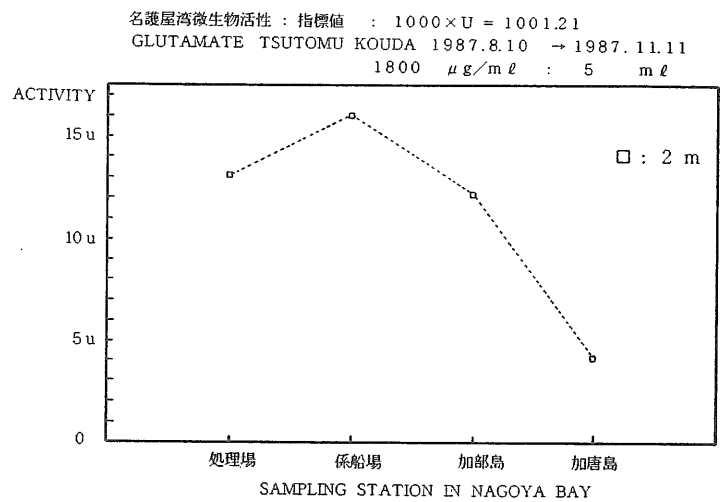
グルタミン酸取込分解活性は試料回収後１日経た10日の測定では、水環境の良い外海側程活性が高く、内海側ほど活性が低いのに（図－２）、試料回収後２日経た11日の測定では、試料の微生物が変化し、内海側ほど活性が高く、外海側ほど活性が低くなる（図－３）。

（2）　デンプン取込分解活性

デンプン取込分解活性は生活排水の影響を強く受ける内海側ほど活性が高く、生活排水の影響の



図－２



図－３

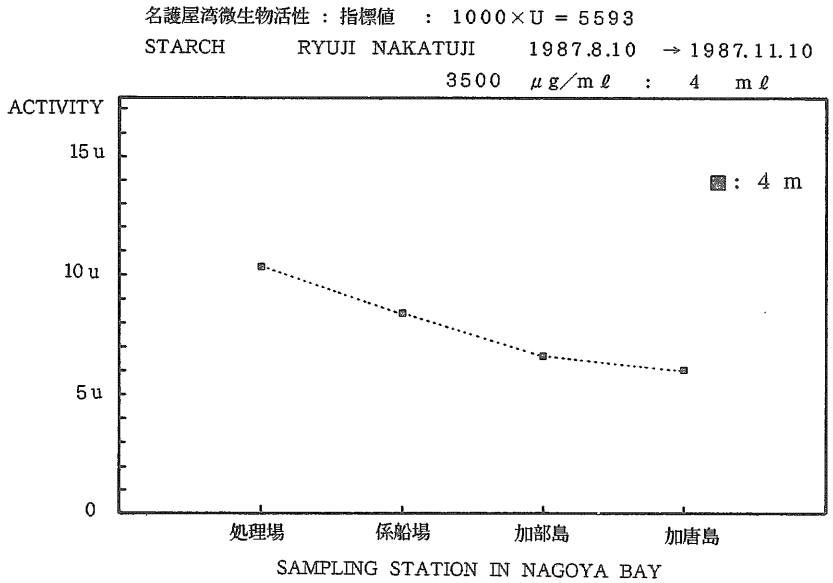
小さい外海側ほど活性が低くなる（図－4）。この傾向は10日の測定データより、11日測定データの方が強まる。

（3）　グルコース取込分解活性

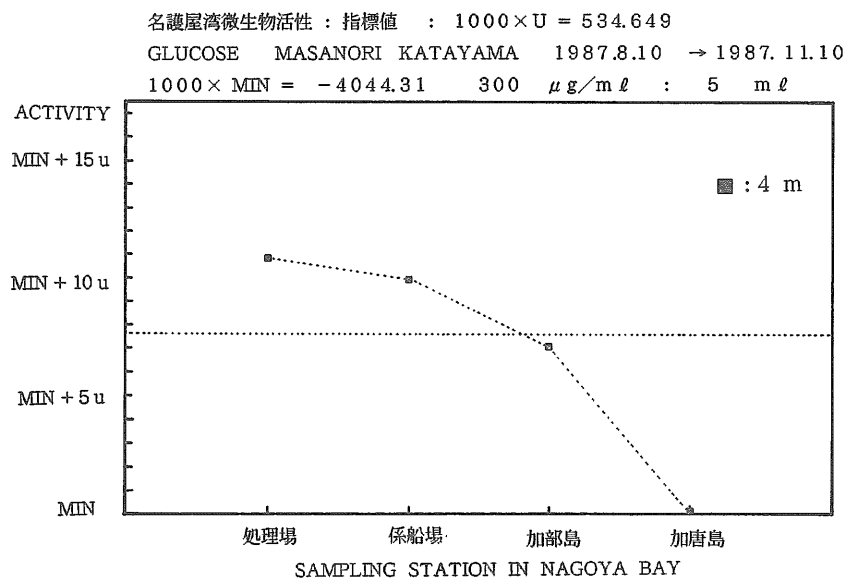
10日測定のグルコース取込分解活性は汚れの酷い内海側ほど高く、汚れの少ない外海側ほど低いことが分かる（図－5）。11日測定のグルコース取込分解活性ではこの傾向が一層強まる。

（4）　サッカロース取込分解活性

10日測定のサッカロース取込分解活性（図－6）は11日測定のグルコース取込分解活性とよく似た傾向を示す。すなわちサッカロース取込分解

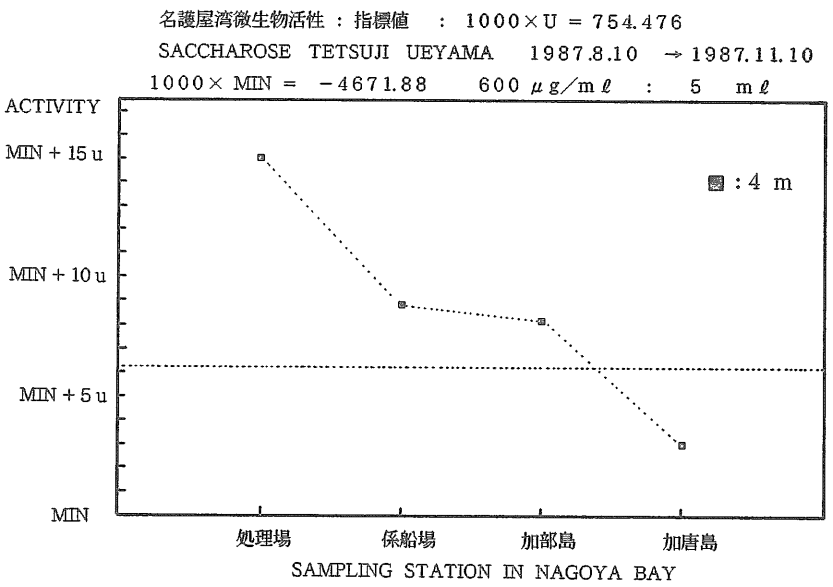


図－4



図－5

活性は汚れの酷い内海側ほど高く、汚れの少ない外海側ほど低いことが分る。



図－6

（5） まとめ

デンプン、グルコース、サッカロース取込分解活性に比べて、グルタミン酸取込分解微生物の方が試料回収後の時間経過に比較的安定で、試料回収１日後の試料のグルタミン酸取込分解微生物は回収直後の微生物に近く、１日の保存に耐えるが、デンプン、グルコース、サッカロース取込分解微生物は不安定で、試料回収一日後の試料の微生物群が大きな変化をしていることが1987年のデータと、1988年と1989年のデータとの比較検討から分る。

水深４mに設置した川砂に付着した微生物の回収１日後のデンプン取込分解活性、グルコース取込分解活性、サッカロース取込分解活性は、図－４，５，６に示すように、汚濁の影響を強く受ける内陸沿岸部の方が、水のきれいな沖合部より高く、水質環境の最も悪い処理場（Ｔ－５）で活性が最大となり、水質環境の最も良い加唐島（Ｔ－１）活性が最小となる。人間生活や人間活動の影響の小さな自然度の高い環境ほど、これらの活性が低く、人間生活や人間活動の影響を強く受ける環境ほど、活性が高いことが分る。処理場や係船場（Ｔ－４）は人間生活や人間活動の影響を強く受けているが、加唐島は人間生活や人間活動の影響が軽微であり、加部島（Ｔ－２）はやや人間生活や人間活動の影響が現れ出していることが分る。

一方水深４mに設置した川砂に付着した微生物の回収１日後のグルタミ酸分解活性は図－２に示すように水の汚い内陸部ほど活性が低く、水がきれいな沖合ほど活性が高く、水質環境の最も悪い処理場で活性が最低で、水質環境の最も良い加唐島で活性が最大となる。これらの活性は人間生活や人間活動の影響を受ける環境ほど高く、人間生活や人間活動の影響の小さな、自然度の高い環境ほど、活性が低いことが分る。特に、処理場での活性の低さは、この地点の環境の悪化が著しいことを示している。

水深が、0.5m、１m、２mに設置した砂や、海底に設置した砂に付着した微生物の分解活性は明確な指標性を持たないのは、水深２m以下では波や風や潮の干満で水が撹拌混合され、水質環境が均質化し、指標性が薄れ、一方海底付近もセットした試料が底質に埋没し、微生物膜の形成が悪く、環境質の差が反映しにくいためと思われる。

閉鎖性の強い内海側、すなわち係船場や処理場の環境悪化が著しく進んでいるので、早急に環境保全対策を講じる必要がある。今後開発が進み、人口が増大すると、汚濁が加速されるので、生活排水の処理と、開発によって裸地が増え、大雨の際に流入する細泥を減少させる対策が必要である。特に名護屋浦に流入する細泥はシルト質で自浄作用を低下させるため、今後名護屋浦への生活

排水の流入が増大すると、死の海になりやすいので注意する必要がある。加部島も人間生活や人間活動の影響が現れ出しているので、今後自然度の低下が著しく加速されるものと思われる。

養殖場は餌の過剰投与により、富栄養化し、赤潮発生の原因となるので、環境を配慮した餌の投与を行ない、海の環境管理を適切に行なう必要がある。現在の加唐島の自然度はかなり良いといえよう。この自然度を保持するよう、環境保全対策を講じつつ、自然と調和した、自然と共存できる開発を心掛ける必要がある。

[2] 1988年度

1988年度は6月27日に試料をセットし、8月29日、9月26日、10月31日（10月31日は、T－5の加唐島ではロープが切断され、試料を回収できなかった。）の3回に分けて回収し、その日の内に活性を測定した。

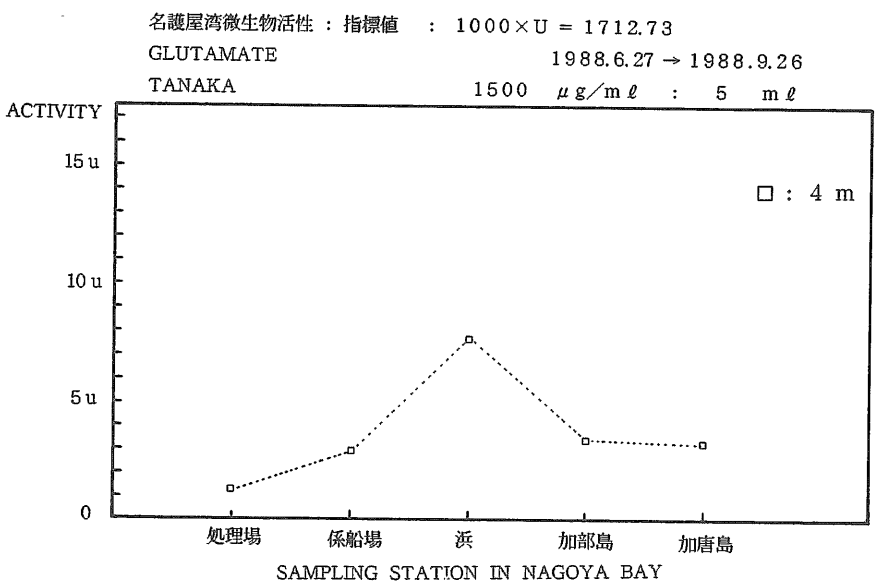
（1） グルタミン酸取込分解活性

試料回収日測定のグルタミン酸取込分解活性は、海水の溶存酸素濃度が高く、透明度の高い水環境の良い所ほど高く、溶存酸素濃度が低く透明度の低い水環境の悪い所ほど低い。8月29日回収試料では水深4mのグルタミン酸分解活性は浜が最も高く、残りの地点の活性は低い。従って浜の水環境が最も良いことが分る。内海の処理場や係船場では、水域の水環境が年々悪化しているため、活性が低いが、沖合の加部島や離島の加唐島の活性もそれと同じかそれ以上に低く、魚の養殖で加部島や加唐島の水環境が急速に悪化したことが分る。

秋になると外海との海水交換が進み、微生物生態系が変化し、9月26日回収の水深4mの試料では（図－7）内海側より外海側の海水の水質が改善され、内海側より外海側の活性が高くなる。特に10月31日回収の水深4mの試料ではこの傾向が更に強まり、外海との海水交換が一層進み、処理場や係船場の活性に比べ浜や加部島の活性が一層高くなり、外海側の水環境が改善されたことが分る。

（2） デンプン取込分解活性

試料回収日に測定したデンプン取込分解活性は、水環境が良い所ほど低く、水環境が悪い所ほど高い。8月29日回収の水深2mの試料では、水環境の最も良い浜の活性が最も低く、年々生活排水の流入で汚れの進む内海の処理場や係船場や、魚の養殖場があり、餌の過剰投与で海の汚れの目立つ加部島や加唐島の活性が高い。9月26日の水深2mの回収試料では、内海側の活性に比べ、加部島や加唐島の活性が高く、ここの魚の養殖場の餌にデンプン質の物が相当混合されていることが分る。10月31日回収の水深2mや4mの試料では

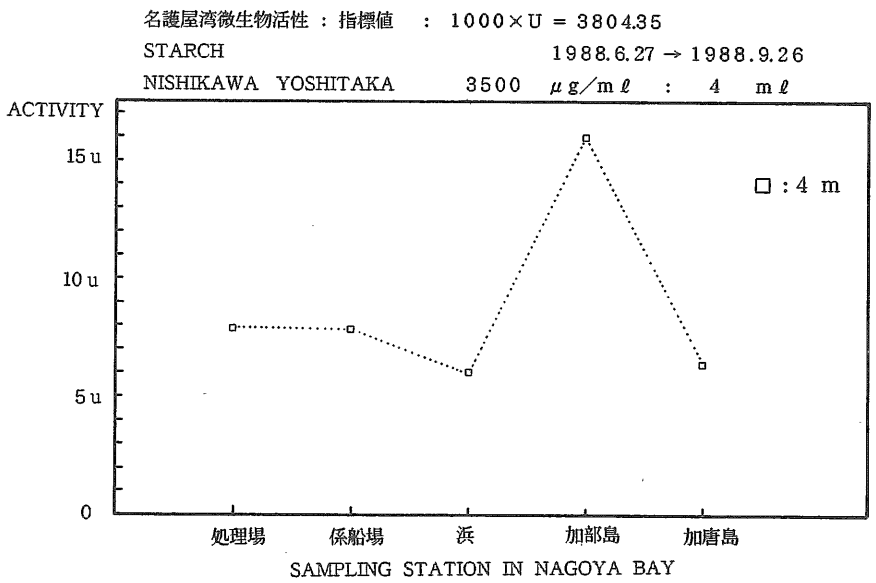


図－7

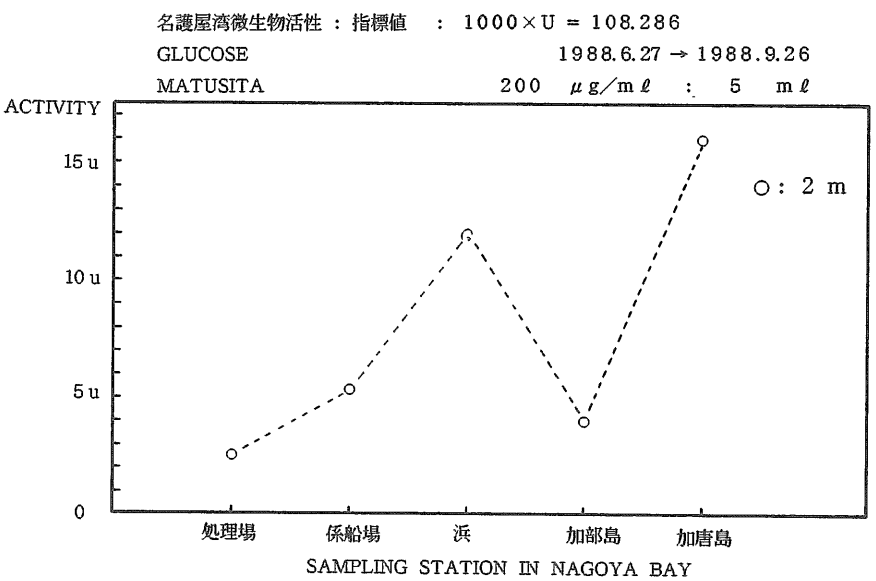
この傾向が更に強まり、内海側に比べて加部島の活性が極めて高く、この地点の水環境の悪化が著しいことが分る。図－８に示すように水深４mの試料で見ると加部島が魚の養殖場の餌の過剰投与で著しく汚れていることが分る。

（3）　グルコース取込分解活性

試料回収日に測定したグルコースの取込分解活



図－８



図－９

性は水環境が悪い所ほど低く、水環境の良い所ほど高い。このため８月29日回収の水深４mの試料では、加部島や加唐島の活性が最も低い。加部島や加唐島の活性が低いのは養殖場の餌の過剰投与で、水環境が極めて悪化したためである。９月になると外海との海水交換が盛んになり、外海側から内海に向かって、次第に水質が改善され、微生物生態系が変化し、海の自然本来の微生物生態系が回復し、９月26日回収の水深２m（図－９）と４mの試料では、外海にるある加唐島の活性が最も高くなり、海水交換による水環境の改善が著しいことが分る。10月31日回収試料ではこの傾向が更に強まり、加部島の活性が極めて高くなり、海水交換による水環境の改善が著しいことが分る。

（４）　サッカロース取込分解活性

試料回収日に測定したサッカロース取込分解活性は、生活排水や有機性の産業排水の影響を強く受ける水環境の悪い所ほど低く、生活排水や有機性産業排水の影響の少ない水環境の良い所ほど高い。このため８月29日回収の水深２mや４mの試料では、加部島や加唐島の活性が最も低く、ここでは魚の養殖場の餌の過剰投与で、水環境が極めて悪化していることが分る。９月になると外海との海水交換が盛んになり、外海側から海水の水質が改善され、これが次第に内海側に進むようになる。これとともに微生物生態系が変化し、海の自然本来の微生物生態系が回復し、９月26日回収の水深２mの試料では、外海側の加部島や加唐島の活性が高くなり、浜や係船場と同じぐらいになる。10月31日回収の水深２mの試料で、海水交換が内海側にまで及ぶため、この傾向が内海にまで及び、環境が均質化するが、水深４mの試料では処理場の水質改善が著しくなる。

（５）　まとめ

水深２mまたは４mに設置した川砂に付着した微生物の、試料回収日に測定したデンプン分解活性は、汚濁の影響を強く受ける内陸沿岸部の方が、水のきれいな沖合部より高く、水質環境の最も悪い所で活性が最大となり、水質環境の最も良い所で活性が最小となる。人間活動や人間生活の影響の小さな自然度の高い環境ほど、これらの活性が低く、人間活動や人間生活の影響を強く受ける環境ほど、活性が高いことが分る。処理場や係船場は人間活動や人間生活の影響を強く受けているが、1987年には人間活動や人間生活の影響が極めて軽微であった加唐島と、1987年にはやや人間活動や人間生活の影響が現われ出していた加部島は1988年には人間活動や人間生活の影響を強く受け、水環境が極めて悪化したことが分る。

一方水深４mに設置した川砂に付着した微生物の、試料回収日に測定したグルタミン酸分解活性、グルコース分解活性、サッカロース分解活性は、水の汚い所ほど活性が低く、水がきれいな所ほど活性が高く、水質環境の悪い処理場、係船場、加部島、加唐島で活性が低く、水質環境の最も良い浜で活性が最大となる。これらの活性は人間活動や人間生活の影響を受ける環境ほど低く、人間活動や人間生活の影響の小さな自然度の高い環境程、活性が高いことが分る。特に処理場での活性の低さは、この地点の環境の悪化が著しいことを示している。

以上述べたように名護屋浦の水深２mから４mに一定期間設置した川砂に付着した微生物の、試料回収日に測定した取込分解活性は海の水質環境を示す指標性を持つことが分る。

加部島と加唐島の海の水環境の悪化が著しく進んでいるので、早急に環境保全対策を講じる必要がある。魚の養殖などの人間活動の影響が強く現われ出している。今後自然度の低下が著しく加速されるものと思われる。養殖場は餌の過剰投与により、富栄養化し、赤潮発生の原因となるので、環境管理を適切に行なう必要がある。環境保全対策を講じつつ、自然と調和した、自然と共存できる開発を心掛ける必要がある。

［３］　1989年度

1989年度は８月10日に試料をセットし、11月２

日、11日、16日の３回に分けて回収（11日と16日はＴ－３の浜で、海底にセットした試料のロープが切断され、海底試料だけが回収できなかった。）し、その日の内に活性を測定した。

（1）　グルタミン酸取込分解活性

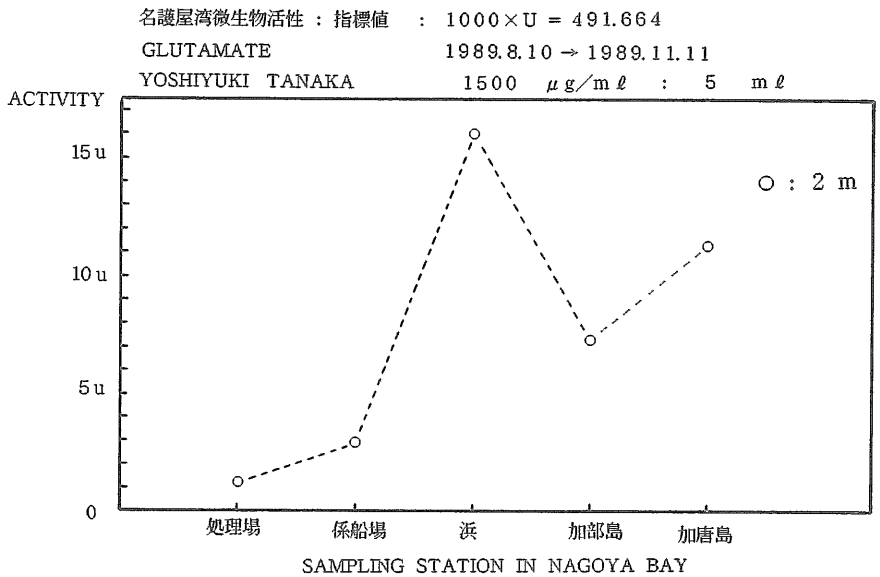
試料回収日測定のグルタミン酸取込分解活性は、海水の溶存酸素濃度が高く、透明度の高い水環境の良い所ほど高く、溶存酸素濃度が低く透明度の低い水環境の悪い所ほど低い。11月２日回収の試料では、外海にあり、海水交換の最も盛んな加唐島の活性が最も高く、次いで浜の活性が高く、加部島と内海側の係船場や処理場の活性は低い。11月11日回収の試料では、海水交換が加部島に及び、加部島の活性が上がり、水環境の改善が認められる（図－10）。11月16日回収の試料では、海水交換による水環境の改善が内海の係船場にまで及び、係船場の活性が高くなったことが分る。

（2）　デンプン取込分解活性

試料回収日に測定したデンプン取込分解活性は、水環境が良い所ほど低く、水環境が悪い所ほど高い。11月２日回収の水深４ｍの試料では生活排水の影響を強く受ける内海の処理場と係船場の活性が極めて高く、次いで加部島の活性が高く、この時点では水環境の良い浜と加唐島の活性は最も低い。11月11日回収の試料では、処理場の活性が最も高く、外海に向かうほど、徐々に活性が低くなる（図－11）。11月16日回収の水深４ｍの試料では係船場を除く全地点でこの傾向を保ちつつも、係船場の活性が最も高くなる。

（3）　グルコース取込分解活性

試料回収日に測定したグルコースの取込分解活性は水環境が悪い所ほど低く、水環境の良い所ほど高い。11月２日回収の試料では（図－12）、養殖場の餌の過剰投与による水環境の悪化の目立つ加部島と生活排水の影響を最も強く受ける処理場の活性が低い。この時点では外海にある加唐島では海水交換が盛んで、水環境が改善され、活性が高い。また比較的海水交換の容易で、活性がいつも高い浜はやはりこの時も活性が高い。風や波で内海まで外海との海水交換が行なわれ、水環境が改善された係船場の活性も高い。この傾向は11月11日回収の試料でも変わらない。ところが11月16

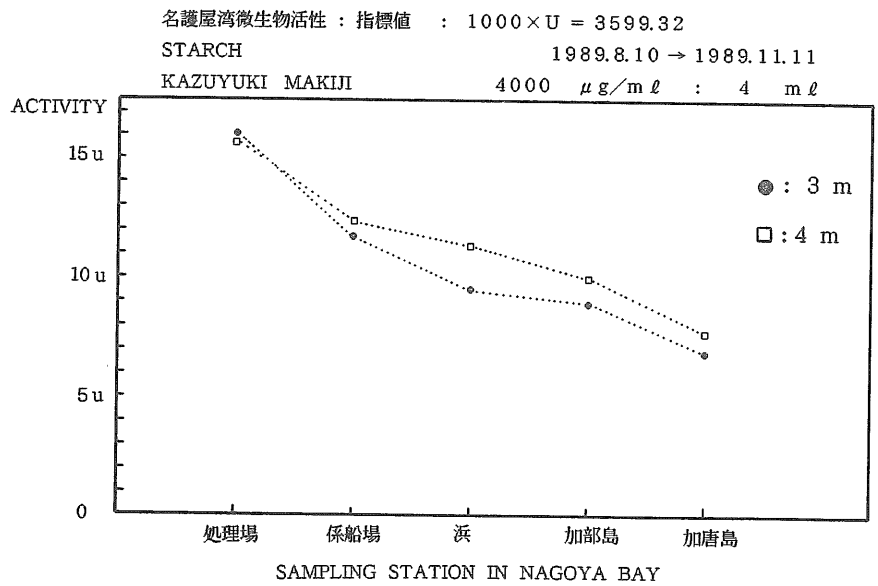


図－10

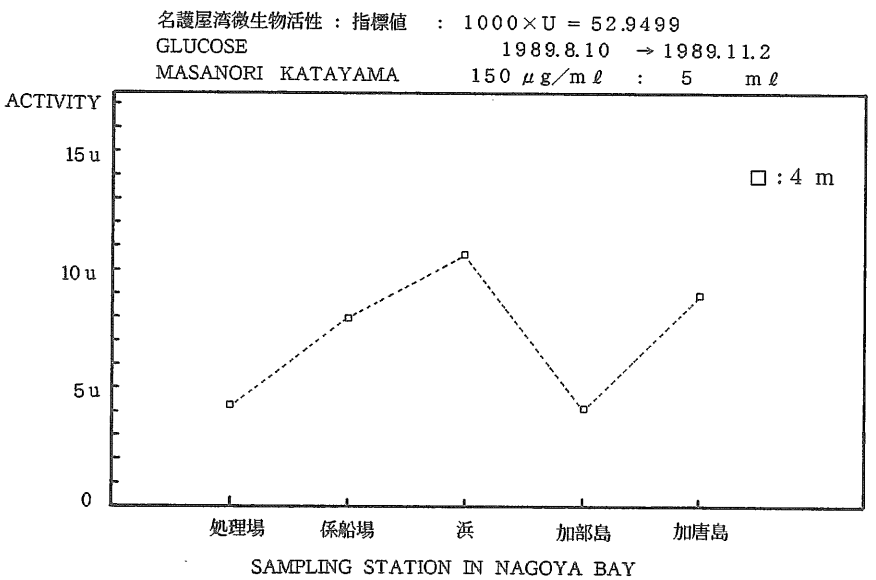
日回収の試料では外海との海水交換の影響が全地点に及び、活性に大差がなくなる。

（4） サッカロース取込分解活性

試料回収日に測定したサッカロース取込分解活性は、生活排水や有機性産業排水の影響を強く受ける水環境の悪い所ほど低く、生活排水や有機性産業排水の影響の少ない水環境の良い所ほど高い。11月2日回収の水深2mと4mの試料では水環境の良い浜の活性が高く、内海の処理場と係船

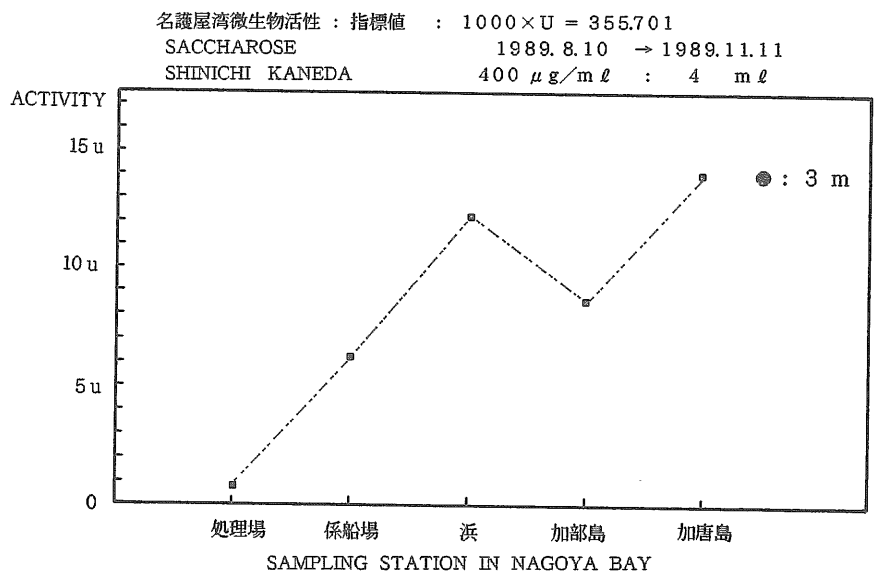


図－11



図－12

場の活性は最も低い。11月11日回収の水深３ｍの試料では水環境の良い浜と加唐島で活性が最も高く、水環境の悪い内海の処理場と係船場の活性が最も低い（図－13)。11月16日回収の水深３ｍの試料では、浜の活性が最も高く、内海の処理場と係船場の活性が最も低い。



図－13

（５） まとめ

試料回収日に測定したデンプン分解活性は、汚濁の影響を強く受ける内陸沿岸部の方が水のきれいな沖合部より高く、水質環境の最も悪い所で活性が最大となり、水質環境の最も良い所で活性が最小となる。試料回収日に測定したグルタミン酸分解活性、グルコース分解活性、サッカロース分解活性は、水の汚い所ほど活性が低く、水がきれいな所ほど活性が高く、水質環境の悪い所で活性が低く、水質環境の最も良い所で活性が最大となる。この調査で驚くべき発見は、名護屋浦の付着微生物群が僅か１週間で大きな質的量的な変化を遂げるということである。名護屋浦の調査地点全体を見ると、1988年度に水環境が著しく悪化した加部島は1989年度も水環境が悪かった。

しかし1988年度に水環境が著しく悪化した加唐島は1989年度はかなり改善された。浜には魚の養殖場があるが、海水が調査地点中最も入れ替わりやすい場所にあるため内海と外海の境界地点にもかかわらず、水環境が最も良く、微生物活性が最も高い。内海の処理場と係船場は生活排水の影響を最も強く受け、そのうえ陸上部の開発で、細泥の流入が増え、これが自浄作用を大きく低下させている。

このことから分かることは魚の養殖場は外海との海水交換の容易な場所に設置すべきであり、外海との海水交換の困難な場所や閉鎖性の強い海域には決して設置してはならない。また魚の養殖場の餌の過剰投与は海を汚すので、厳に戒めるべきことである。餌は魚が食べきる量以下しか与えてはならない。また魚の養殖場では海を汚す液状、泥状、粉末状の餌を厳禁し、固形状の餌に限定すべきである。

４．結　　論

1987年度と1988年度と1989年度の結果をまとめると次のようになる。

（１） グルタミン酸取込分解活性

試料を回収直後では透明度が高く水のきれいな所で活性が高く、透明度が悪く水の汚い所で活性が低い。透明度が高く水がきれいだと、海水中深く太陽光が侵入し、藻類や海草がよく繁茂する。藻類や海草が繁茂すると様々なアミノ酸を放出するためグルタミン酸取込分解活性が高くなる。試

料回収後２日すると透明度が高く水のきれいな所で活性が低く、透明度が悪く水の汚い所で活性が高くなる。

（２）　デンプン取込分解活性

生活排水が流入濃度の高い所で活性が高く、生活排水の流入の少ない所で活性が低い。従って内陸側ほど活性が高くなる。

（３）　グルコース取込分解活性

試料回収直後では透明度が高く水のきれいな所で活性が高く、透明度が悪く水の汚い所で活性が低い。透明度が高く水がきれいだと、海水中深く太陽光が侵入し、藻類や海草がよく繁茂する。藻類や海草が繁茂するとグルコースなど様々な糖類を放出するためグルコース取込分解活性が高くなる。試料回収後１日経つと透明度が高く水のきれいな所で活性が低く、透明度が悪く水の汚い所で活性が高くなる。

（４）　サッカロース取込分解活性

試料回収直後では透明度が高く水のきれいな所で活性が高く、透明度が悪く水の汚い所で活性が低い。透明度が高く水がきれいだと、海水中深く太陽光が侵入し、藻類や海草がよく繁茂する。藻類や海草が繁茂するとグルコースなど様々な糖類を放出するためグルコース取込分解活性が高くなる。試料回収後１日経つと透明度が高く水のきれいな所で活性が低く、透明度が悪く水の汚い所で活性が高くなる。

（５）水深２～４ｍの付着微生物の活性が海洋の水環境の質を良く反映する。

（６）浦に流入する河川、島、潮流、外海は浦の微生物の活性分布に極めて大きな影響を及ぼしている。

５．　謝　　辞

試料の作成、試料のセット、試料の回収、および取込分解活性の測定をしてくれた研究室の院生の片山正紀、田中義幸の両君と卒業研究の学生諸君に深く感謝する。この研究に多大の協力をしていただき、その上測定試料のセットや回収の際に大変お世話になった平野敦士氏、および永田宗義氏に深く感謝する。

広告掲載のお申し込みは、
研究会事務局まで
TEL.03（3481）6977
FAX.03（3481）6295

東中国海の海洋水産専門家が一堂に執筆

第３回国際海洋水産専門家会議
『東中国海学術討論会』
(EAST CHINA SEA SYMPOSIUM)
大陸棚海洋開発研究会編

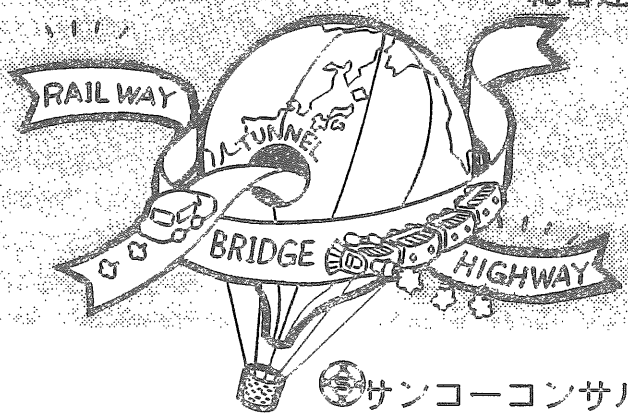
【特　長】

- 東シナ海の水産資源と環境特性について33編を掲載
- 全文中国語（日本・韓国両国専門家の論文については日本語を併記）
- 東シナ海の水産資源、漁業、赤潮、環境汚染、気象など、多角的に言及

B5判 260頁
定価 5000円（本体4850円）

【お問い合わせ】　編集発行　大陸棚海洋開発研究会　TEL 03(3481)6969, FAX 03(3461)6295
〒150 東京都渋谷区宇田川町37－13　スリーエスビル3F

総合建設コンサルタント



サンコーコンサルタント株式会社
社長　太田慶一

■ 計画・設計　道路　トンネル　橋梁　河川　上・下水道　港湾　空港　鉄道　都市・地方・地域計画　公園　緑地造築 etc.
■ 調査　地質　土質　水文　物理探査　解析etc.　■ 測量　地上　航空　海洋　地租　補償調査etc.
■ その他　環境アセスメント　施工管理etc.

本　店　〒103 東京都中央区日本橋室町２－１－１ 三井２号館　TEL 03 (3241) 1416 (代)
東京本店　〒136 東京都江東区亀戸１－８－９　TEL 03 (3683) 7111 (代)
支　店　札幌・東北・新潟・北関東・横浜・名古屋・大阪・広島・九州・大牟田・田川
営業所　神戸・茨城・他19営業所　研究所　立川　試験所　調布

調査と研究⑤

東中国海の沿岸水域の汚染（韓国西海岸側）

Water pollution in the East China Sea
(Coastal area of Korea)

朴　清吉*

Abstract

The objectives of this study are to identify the present status and nature of the coastal water pollution in West coast of Korea and to develop pollution monitoring and control techniques of the Yellow Sea and the East China Sea.

Being compared with those of other countries, the water quality and the heavy metal levels in Korean mussels are closed to the natural background level, indicating that the Korean coastal waters are still relatively free from heavy metal contamination.

By the study of atmospheric heavy metal fluxes into Yellow Sea, the flux ranges for Al and Pb are 14～36 and 0.41～0.63 $\mu g/cm^2$, respectively and these amount to 0.5% of Al and 18 % of Pb accmulating in the central Yellow Sea sediment.

*釜山水産大学教授

1．序　論

東中国海と隣接する黄海は大きな湾の形をした海で，韓国と中国が湾をはさみ東側と西側に位置している。

最近，韓国と中国の両国の黄海沿岸地域での経済活動が活発化している。それにつれて各種汚染物質の排出量の増加が予想され，東中国海と黄海の海洋汚染問題が大きくなっている。

韓国と中国の沿岸海域の海洋汚染実態の把握は，今後，黄海と東中国海の海洋環境の保全対策を樹立するために不可欠である。

そこで，東中国海と黄海に接する韓国の西海岸海域の海洋汚染の実態を，海洋研究所の調査結果を処理して報告する。

2．本　論

2.1 黄海の水質

黄海の韓国西海岸側の水質を調査するため，(Fig. 1) に示す調査地点で1986年２月，韓国科学技術研究院海洋研究所(1987)"が調査した結果を用い，各成分ごとの平面分布図を作成した。その結果を(Fig. 2-1, 2) に示す。

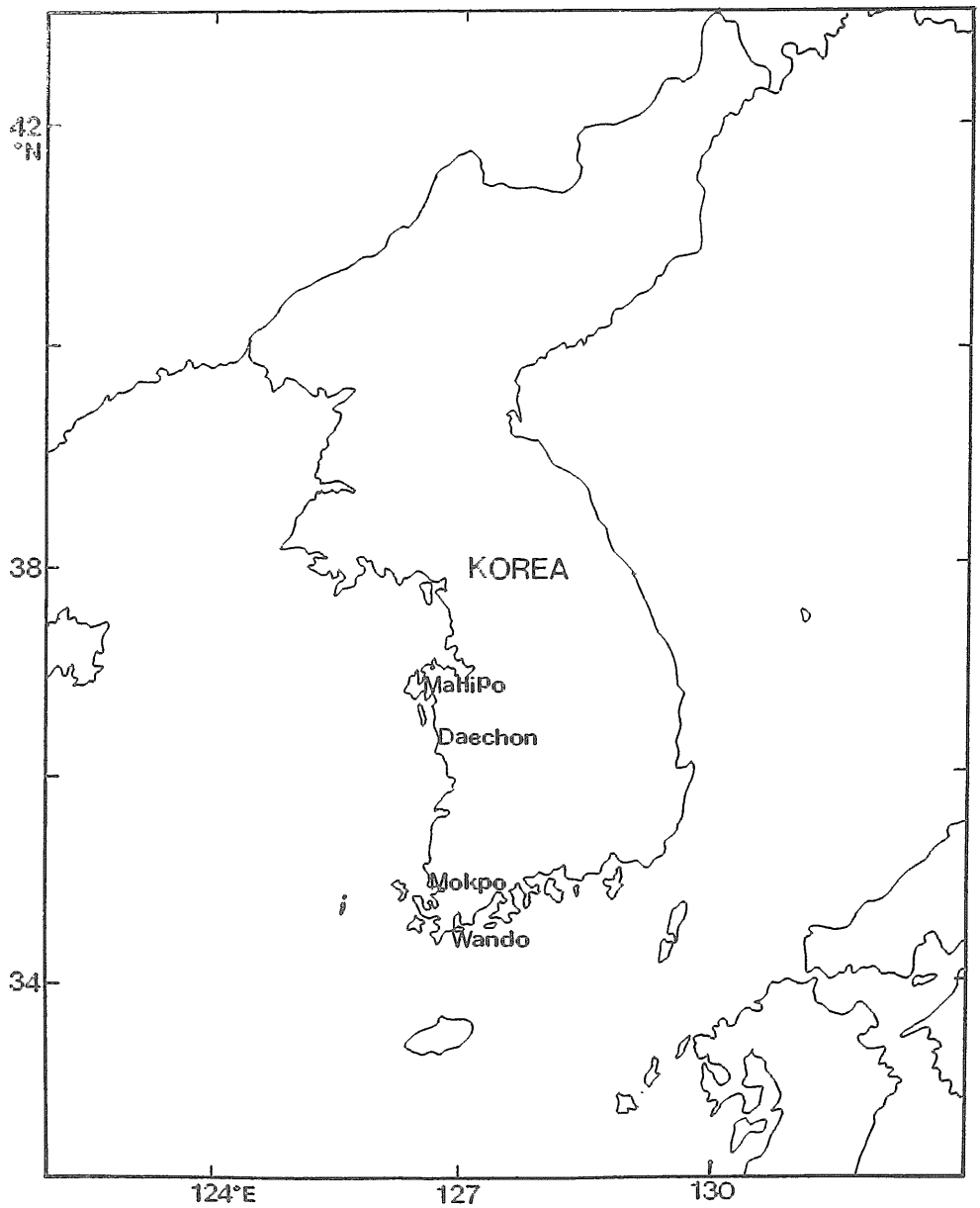


Fig. 1 Sampling station

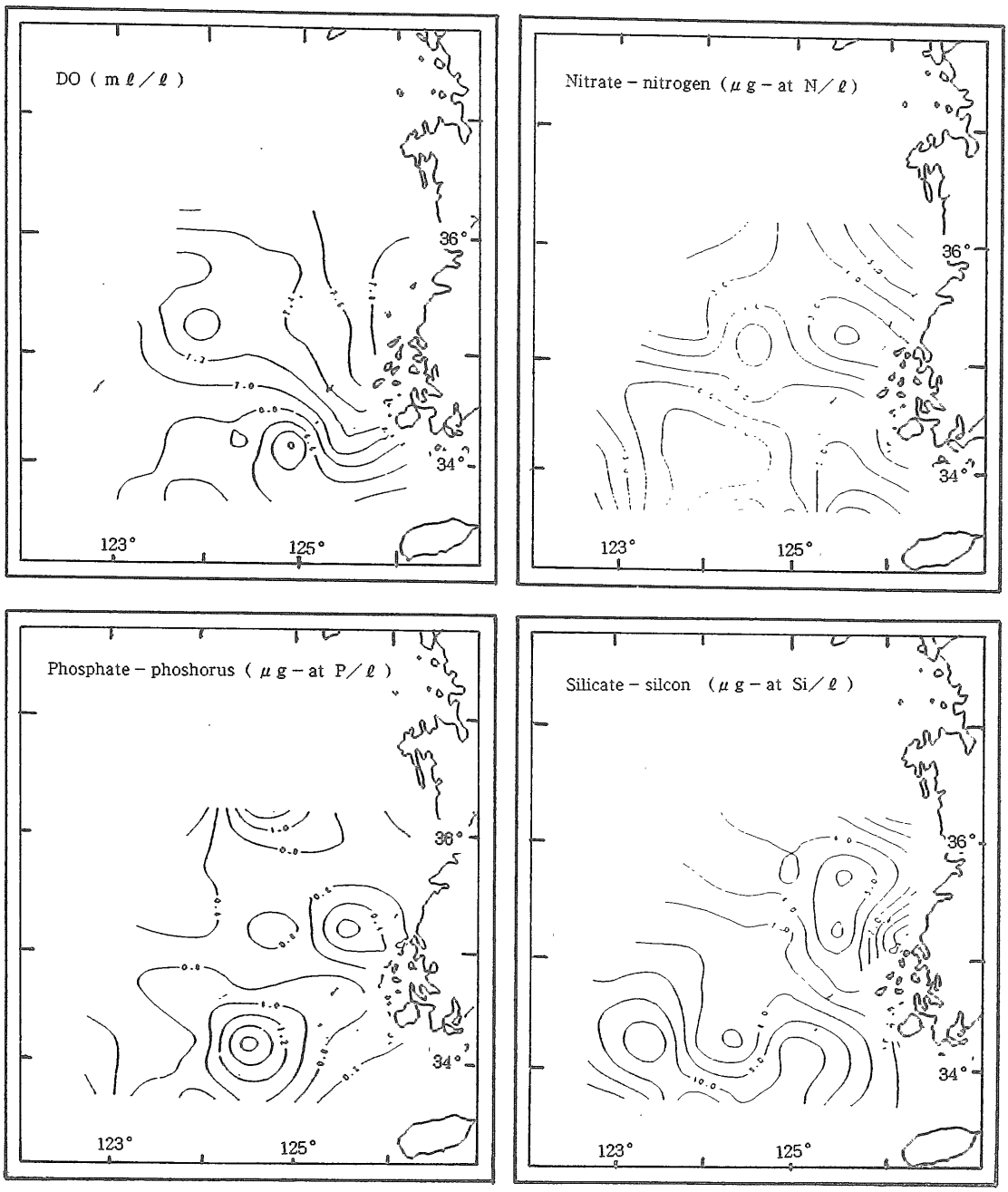


Fig. 2 – 1 Distribution of DO, Nitrate – nitrogen, Phosphate – phosphorus and Silicate – silicon in the surface Water in the Yellow Sea in February 1986.

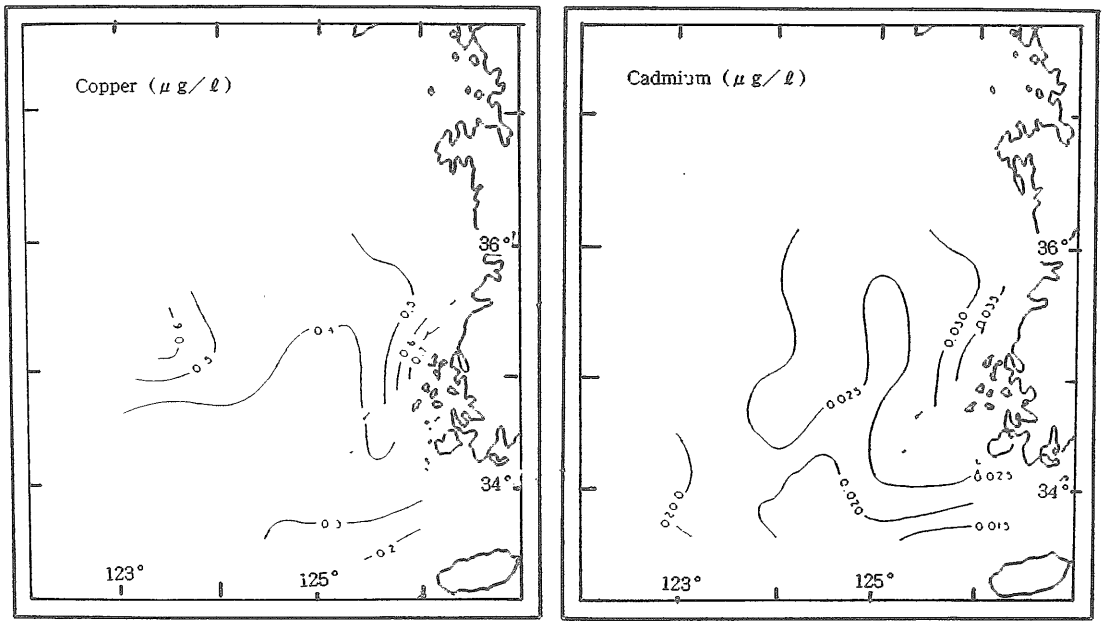


Fig. 2－2 Distribution of Copper and Cadmium in the surface water in the Yellow Sea in February 1986.

溶存酸素は表層で6.17～7.92 mℓ/ℓの範囲で，ほとんど飽和濃度以上であった。

窒酸窒素 (NO_3-N)は 1.1～ 7.2μg-at/ℓの範囲で，群山沿岸が多少高い濃度を示し，済州島西側海域が 7.2μg-at/ℓと，他の海域に比較して高い濃度を示した。

燐酸燐は0.2 ～1.6μg/ℓの範囲で，沿岸側より済州島西側海域が高い濃度を示した。

ケイ酸塩ケイ素は3.7 ～11.9μg-at/ℓの範囲で，陸水の影響を多く受けている郡山沿岸海域と済州道西側海域で高い濃度がみられた。このことより中国の河川水の影響が及んでいることがわかる。

カドミウムの分布は0.015 ～0.035μg/ℓの範囲で，郡山付近の沿岸海域が多少高い濃度を示した。

銅は 0.2～0.7μg/ℓの範囲で韓国沿岸側が高い濃度を示した。

2.2 指標生物を利用した沿岸海域の重金属汚染の調査

沿岸海域の汚染度を測定するには，海水と海底堆積物またはこの海域に棲息する生物を利用する方法がある。

海水の水質分析により汚染度を測定する方法は，海水が潮汐や海水移動で常に流動するために，1,2 回のみの調査だけでは正確な汚染度の測定がむずかしい。海底堆積物は数年あるいは数十年以上の長期間にわたる汚染物質の堆積による汚染度の測定は可能であるが，数ケ月ないしは１～２年間の比較的短い期間に蓄積された汚染度の測定には適当ではない。しかし貝類のような海洋生物は，一生をとおして活動範囲がほとんど一地域に局限しており，しかも重金属，有機化合物あるいは放射性物質などを生物濃縮するために，汚染指標生物として使用されている。

イガイを生物資料として1987年度に重金属汚染調査を実施した海洋研究所(1983)[2]の調査結果を引用すると次のようになる。

(Table 1) でイガイ中の各金属濃度を比較すると，カドミウムの場合，韓国西海岸では1.09～3.60μg /gの範囲で，アメリカ西海岸の6.53μg/gより低い濃度を示した。

銅は韓国西海岸で 5.4～13.5μg/gの範囲で，

やはりアメリカ西海岸の17μg/gより多少低い濃度を示した。

鉛は0.29～0.63μg/gの範囲で，アメリカ西海岸の4.43μg/gに比較して1/8程度にしかならず，台湾の61.13μg/gに比較して1/100程度の濃度である。

亜鉛は韓国西海岸で53～111μg/g の範囲で，アメリカ西海岸の213μg/gと比較してほぼ半分である。

水銀は韓国西海岸で0.023 ～0.055μg/gの範囲で，アメリカ西海岸の0.19μg/gと比較して1/4程度の濃度に過ぎない。

本研究結果をアメリカ，台湾と同様に他の国の調査結果と比較すると，韓国西海岸の濃度は自然状態の濃度(Background level)分布であった。

2.3 大気を通して黄海に入る汚染物質の負荷量

物質が海洋に供給される重要経路としては，河川，大気および海底の熱水口などがある。

沿岸海域では河川をから流入するものが優勢であるが，大洋では海底の熱水口や大気から流入するものが優勢である。

黄海では大陸からの黄砂のような自然現象や，周辺地域の産業発達による大気汚染物質が大気により運搬され，流入することが多いと予想される。そして大気を通して黄海に流入する汚染物質の負荷量を測定するため，韓国西海岸の1地点，万里浦で大気の粉塵を採取し，化学的な成分分析をした海洋研究所(1989)[3]の結果を要約すると次のようになる。

(1) 注射電子顕微鏡で観察した結果，萬里浦の大

Table 1 Comparison of mental concentrations in mussels from the korean coastal waters to those in mussels from elsewhere in the world.

(μg/g dry weight)

Site	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg	Source
Mallipo, West coast, Korea	2.76	9.9	0.32	75	0.055	
Daecheon, West coast, Korea	2.01	13.5	0.	79	0.023	
Mokpo, West coast, Korea	1.09	5.4	0.63	111	0.040	
Wando, West coast, Korea	3.60	5.9	0.29	53	0.035	
Narragansett Bay, East coast, U.S.A.	1.26	11.0	2.86	92	0.090	NOAA report (1987)[4]
San Diego Bay, West coast, U.S.A.	6.53	17.0	4.43	273	0.190	NOAA report (1987)[4]
Shinda coast, Taiwan	3.06	8.2	61.13		0.016	Hung et. al. (1981)[5]

気の粉塵は主に地殻構成物質であるが，化石燃料の燃焼時に発生する球形の粒子なども多量に含んでいた。

(2) 粉塵中の金属濃度は，Na＞AL＞Fe＞Mg＞Pb＞Zn＞Mn＞Cu＞Ni＞Co＞Cd＞Agの順であり，各々の平均濃度は，Na 3.10 $\mu g/m^3$, Mg 0.57 $\mu g/m^3$, AL 1.43 $\mu g/m^3$, Mn 22.6ng/m^3, Fe 0.92 $\mu g/m^3$, Ni 2.5ng/m^3, Co 0.55ng/m^3, Cu 4.68ng/m^3, Zn 52.0ng/m^3, Ag 0.08ng/m^3, Cd 0.55ng/m^3, Pb 78ng/m^3であった。大気中の金属濃度は，金属によってソウルの大気中の粉塵より 2.5～20倍低く，太平洋の大気粉塵よりは75～650倍高かった。

(3) 各金属の濃縮因子と金属相互間の相関係数の計算，および因子分析(Factor analysis) から，萬里浦の大気粉塵は地殻構成物質，海塩(sea salt)および汚染エアゾールなどの３種類の主要起源に区分される。Al, MnCo, Ni, Y, Zr, Ti, Cr, Ba, La, Ce, Ga, Cs, Tlは地殻構成物質の支配を受け，NaとMgは海水の構成比と類似し，Cu, Zn, Ag, Cd, Sb, Pbは地殻構成物質および海水の全部に比較して濃縮されており，人間活動によって発生する汚染物質の支配を受けていることがわかる。

(4) 調査期間中，浮遊粉塵中の平均金属濃度から，各元素が大気から乾象落下(dry deposition)する量と湿象落下(wet deposition)する量を計算した。調査期間の４カ月間，Na, Ai, Pbの総負荷量は，各々58～202, 14～36, 0.14 ～0.63 μgcm^{-2} であり，地殻構成物質と海塩粒子状態で存在する金属は主に乾象落下し，微細粒子に濃縮された汚染エアゾール状態で存在する金属は主に湿象落下することがわかった。

3．結　論

(1) 黄海および東中国海の水質は，これまでは大きな問題はなかったが，周辺の沿岸海域は，汚染された河川水の流入で多少汚染されていた。

(2) 韓国西海岸のイガイ生体中の重金属濃度を分析した結果，自然状態の濃度分布であった。

(3) 大気から流入する粉塵中の金属濃度は，太平洋の大気粉塵より75～650倍高かった。黄海に流入する重金属の負荷量は，Alの場合14～36 $\mu g/cm^2$であり，Pbの場合0.41～0.63 $\mu g/cm^2$であり，黄海の堆積物に大気から供給されるAlは0.3%であり，Pbは18%程度の供給源となった。

(4) 中国側の沿岸汚染状態に関する資料を入手し，今後の黄海および東中国海の海洋環境の保全対策樹立のために相互間の協力体制の構成が必要である。

参考文献

1) 科学技術所(1986)：韓国海域総合海洋資源図作成研究, 179～247

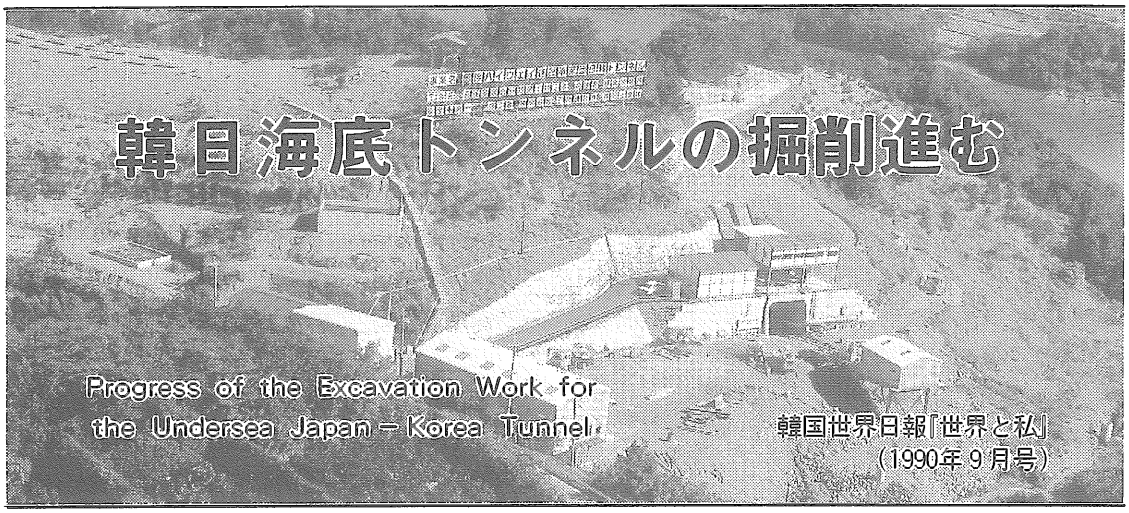
2) 科学技術所(1988)：沿岸環境保全技術開発研究, 9～73

3) 海洋研究所(1989)：大気を通して黄海に流入する汚染物質の負荷量測定に関する研究(1)，1～57

4) NOAA report(1987): National status and trends program for marine environmental quality, NOAA Techincal Memorandum NOS OMA 38. U. S. A.

5) Hung, T. C., C. Y. Kuo, and M. H. Chen(1981): Mussel watch in Tawian, Republie of China (1). Bioaccumulative factors of heavy metals. Science reports of the National Tawian University. Acta Oceanographica Tawianica 12:67～83

海外リポート



韓日海底トンネルの掘削進む

Progress of the Excavation Work for the Undersea Japan－Korea Tunnel

韓国世界日報「世界と私」（1990年9月号）

日本の九州と韓国の巨済島を海底トンネルで結ぼうという計画が、今、統一教会系の財団の支援で両国の民間団体の手によって静かにしかし着実に進められている。東京からロンドンまでの国際高速道路計画の一環として位置づけられる韓日トンネルの斜坑現場を取材した。

ユーラシア大陸の両端に位置する日本と英国が一つの道路網で連結される日はそれほど遠くない。すでに英国とフランス間のドーバー海峡が海底トンネルで結ばれており、韓日間の大韓海峡にも海底トンネルが建設される可能性が大きくなってきた。大韓海峡トンネルが完工する21世紀初頭には、東京からロンドンまで自動車旅行が可能となろう。

この巨大なプロジェクトは世界の民間団体が中心になって推進しているが、日本側区間の工事のなかにはすでに着手段階に至ったものもある。特にドーバー海底トンネルは英国、フランスの合弁企業が両国政府の許可を得て1993年の開通を目標にトンネル掘削工事中である。

国連極東委員会が推進しているアジア・ハイウェイ建設計画も、最近の国際的な雪解けムードに乗って国家間の合意がなされかなり具体化する段階にある。また、この計画に含まれない中国の北京～丹東の区間も、中国政府が日本の民間団体と合弁で高速道路の建設を推進している。アムール川に隣接した中国の丹東から北韓を経由して韓国に至る区間と、韓日間に横たわる大韓海峡を通過する問題が解決されれば、この道路はヨーロッパの道路網と連結され、長年の夢であった東京からロンドンまでの国際高速道路が実現するのだ。

北韓通過と韓日海底トンネルが難題ではあるが、この問題も近い将来には解決される見通しである。韓日トンネルは両国の民間団体が数年前から綿密な調査と研究を始め、日本側の起点では本トンネル掘削のための調査トンネルを海面下まで掘り下げており、韓国側でも陸上部の地質調査がすでに終った段階である。この団体は北韓も“国際高速道路”の建設に参与するようにいろいろな経路を通じて説得工作を行っていることでも知られている。

【日本の国会演説で盧大統領が言及した、“玄界灘トンネル”と両国政府のテクノベルト構想案にある“釜関トンネル”は事前研究がない即興的な発想のように見えるが、これを契機に公式的な検討がなされることを示唆、注目されている】

政府次元の検討を示唆

このような“国際高速道路”“ユーラシアドラ

イブウェイ”“アジアハイウェイ”などの構想は世界のいろいろな団体がかなり以前から提案しているが、最も国際的にこの仕事を後押している団体に世界基督教統一神霊協会（略称：統一教会）の支援を受けている“国際ハイウェイ建設事業団”（会長：久保木修己氏、理事長：梶栗玄太郎氏）がある。日本に本部を置くこの団体は去る81年から“世界を一つに”という旗印のもと、この事業を力強く推進してきた。

国際ハイウェイ建設事業団が推進する国際高速道路プロジェクトの根幹は、日本を出発して韓半島、中国、東南アジア、インド、中東、ヨーロッパを経て英国に至る自動車道路を21世紀初めに完成するというものだ。現在このプロジェクトの第１次案に該当する東アジア高速道路は既にかなりの進展を見せている。

去る81年11月ソウルで開催された第10回「科学の統一に関する国際会議」（ICUS）の席上で、統一教会の創始者・文鮮明師により提案された国際高速道路構想は、長い間、国際情勢と経済的な問題のため広範囲で現実的な呼応を得ることが難しかった。しかしながら最近の国際的な開放趨勢と脱冷戦ムードにより、軍備減少への国家間の協力が活発になり、財源問題が一層容易になるに従って、この構想に対する関心が高まってきた。

一例として去る４月、モスクワで開かれた第11回世界言論人会議（世界言論人協会、ノーボスチ通信共催）でこの構想が紹介されたが、ソ連側は高速道路の一支線が自国を通過することに深い関心を表明した。ソ連の共産党機関誌の一つである「ニュータイムス」は、この構想を紹介し“20世紀の閉鎖的な人類の目を開かせる驚くべき構想”と評価した。

韓日両国の政府次元でもこの構想と関連した言及や計画が提起され注目されている。90年５月、日本を訪問した盧泰愚大統領は日本の国会で行った演説で韓日トンネルに言及し国際高速道路関係者の関心を呼んだ。

国会演説の最後に盧大統領は“次世紀には東京を出発した日本の若者が玄界灘の海底トンネルを

第11回世界言論人会議

越えて、ソウルの親友と共に北京とモスクワに、パリとロンドンに大陸を結び世界をひとつにする友情に満ちた旅行を楽しむ時代を共に創造しましょう”という内容の言葉を語った。

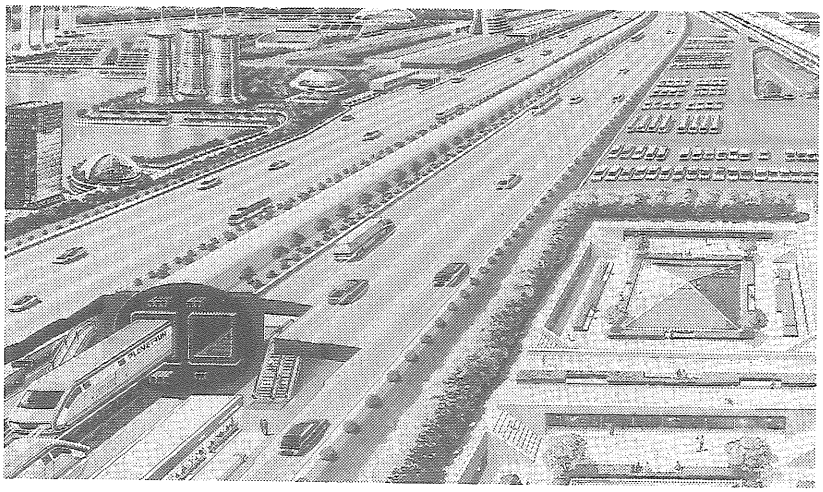
また、盧大統領が訪日の事後処置の一環として推進している“韓日テクノベルト”（技術地帯網）設置構想の中でも韓日海底トンネル計画が含まれていると観測されている。この構想の長期案の中では英国、フランス間の海底トンネルのように“釜関トンネル”を民間資本で共同建設し、日本の九州地域のテクノポリスと今後建設される韓国のテクノポリスを連結する方案が韓日両国政府によって検討されていることが明らかにされている。

このような盧大統領の言及と両国政府の構想にある韓日トンネルは、事前研究がない即興的な発想のように見えるが、これを契機として公式的な検討がなされる可能性があることを示唆した点で注目されている。

北韓も参与するように交渉中

統一教会側が早くから韓日トンネルを包括する国際道路計画を推進してきた背景には“世界の統一”という統一教会の基本理念が根底にあると思われる。

この構想を提案した当時、文師は“21世紀を前に人類は国家的利己主義から脱却し、新しい宇宙



未来の中国大陸を走る国際ハイウェイ完成予想図

的価値観を確立しなければならない”“国際高速道路は人類の理想を達成するための効果的手段である”と演説、提案の背景を説明した。

当初、構想は第１段階として日本から韓国と中国を結ぶ高速道路を建設し、第２段階が中国からソ連、中国から中東とヨーロッパを連結するというものであった。８車線の高速道路の中央分離帯には未来型の尖端真空管（ニューマチック・チューブ）システムを導入した貨物輸送路を建設することも含まれていた。

さらには高速道路両側に少なくとも１ｋｍに達っする中立緩衝地帯を設置し、旅行者がビザなしで宿泊できるようにし、そこに各種の宿泊レジャー施設を建設する方案も提起された。

結局、この構想の基本理念は東洋、西洋の各国を自由に往来する道路を開設することにより東西問題と南北問題を解決し、現在、人類がもっている科学技術を総動員して豊かな経済基盤を構築することにより、全人類が自由と平和を享受する人類一家族の共同体を築くというものであった。

しかし、提案された当時、これは‘妄想家の虚言，に過ぎないというのが一般のとらえかたであった。大韓海峡やヒマラヤ山脈を通過することについての技術的側面も問題ではあるが、天文学的な建設費用をどのように用意するかが最大の要であった。さらには中国、ベトナムなど共産圏国家の通過が不透明であり、特に北韓を通過する問題は不可能に近かった。

東西冷戦と国家主義が澎湃していた当時としては、たとえ経済的な問題や技術的な問題が解決されたとしても、国際情勢を見ると現実性が全くない計画のように見えた。それゆえに世界各国の専門家たちが提出した数十種類の“21世紀スーパープロジェクト”のなかでも国際高速道路建設案は最も非現実的な構想として認識されるのみであった。

このような現状にもかかわらず、ICUSに参加した700余名の学者、科学者たちはこの構想を満場一致で採択し、全世界の国家元首と大学総長ら関係機関と人士たちにこれを知らせる書簡を送った。特に日本の統一教会の財団はこの構想を積極的に受け留め、一カ月のちの、その年12月に‘国際ハイウェイ日本建設準備委員会’（後日、「国際ハイウェイ建設事業団」として再発足）を発足させた。

この委員会は構想の第１次案にある東アジアハイウェイ計画の具体化と、韓国と日本を結ぶ海底トンネルの研究調査を最優先課題として活動を開始した。

この委員会の事業を継承した国際ハイウェイ建設事業団は、東アジアハイウェイ建設のために、関係諸国である日本、韓国、北韓、中国などの政府へ協力を要請するために尽力している。

韓国と日本を連結する韓日トンネルを実現するために、すでに日本に「日韓トンネル研究会」（会長：佐々保雄氏）が、韓国に「韓国国際ハイウェイ研究会」（会長：尹世元氏）が各々設立され研究調査活動を展開している。

国際ハイウェイ建設事業団は共産圏国家である中国、北韓とも根気強く接触、相当な成果を挙げていることが明らかになっている。事業団の副理

事長、山岡建雄氏は「中国とは丹東から北京までの基本コースを合意した段階」と語り「北韓には来年平壌で開かれる世界言論人会議で公開提議して協力を求める方針」であると明らかにした。（文鮮明師は去る４月、モスクワでの世界言論人会議で次の大会は平壌で開催することを公言した）。

東西・南北問題の解決の糸口

中国に対してはすでに去る88年、事業団の代表団が訪中し、王震国家副主席と会見し、肯定的な反応を得ている。その後も事業団側は調査団を派遣するなど中国と粘り強く接触、丹東から北京までのいろいろなコースの中で、当初の中国側の要請とは別に国際道路としての性格が強い山城を通過する直通コースに合意した。道路の両側１ｋｍの緩衝地帯の設置には中国側が難色を表明したが、接道区域として残しておく方法が論議されている。

王震国家副主席（右端）と会談する事業団代表

事業団側が国際高速道路の全区間の中で、特に東アジアの区間に力を注いでいる理由は、事業の基本理念である東西問題と南北問題の解決がもっとも切実な地域であるからというのが関係者の説明である。

山岡副理事長は「アメリカとヨーロッパなど西欧国家が発展した原動力は縦横に走る道路網である」と前置きして、東アジアの発展のためには道路の建設が何よりも先行されねばならないと主張した。同時に氏は「東アジア国家間の経済、技術、文化的な格差を解消するもっとも良い方法がまさに東アジアハイウェイである」と強調した。飛行機による航空交通は点と点を連結するが、高速道路は、面と面を連結するからである。

この構想の提唱者である文師は、東アジア国家間の経済的格差と関連して、「日本は神の恩寵を受けて豊かになったが、今やその富を近隣国家のために用いなければならない」と語り、そのために日本が韓日トンネルや、北韓・中国の高速道路の建設に積極的に投資することを奨励した。

文師のこのような認識が国際高速道路関係者たちの共感する部分らしい。筆者が会った国際高速道路の関係者は終始、経済強国である日本が自国の利益のみを追求し続けるのならば、かつてのローマ帝国や大英帝国のように１世紀と持たないうちに没落の道を進むようになるとの同じ認識であった。

韓国国際ハイウェイ研究会の副会長である釜山支部長の高冠瑞教授（釜山水産大学、水産物理学）はそのような認識に基づき、韓国、中国、日本の３カ国が黄海を共同管理する方案についての研究が、学者の間で進行していることを明らかにした。黄海の資源を利用する問題が国際海洋水産専門家会議などで論議されており10年あるいは20年後にそれぞれの国家で派生する経済的・社会的・心理的影響まで分析が終わったとのことだ。

国際高速道路の他の効果としては、国家間の経済格差をはじめとする各種異質感の解消のみならず、理念の統合も挙げられるというのが国際高速道路の関係者たちの考えである。

事業団側はすでに中国とソ連がこの計画に参与するなど関心を表明したことを強調していた。この構想の提唱当時、文師は「韓国と日本が韓日トンネルで連結され、アムール川付近の中国の地から、東アジアを貫く高速道路が建設されれば、自然に北韓も開かれるようになる」と語ったとのことだ。国際ハイウェイ建設事業団の一関係者は、「北韓とこの問題について協議、調査する段階が

まさに平和と友好の始まりであり、韓半島統一の実質的な始まりである」と語った。

しかし、国際高速道路の最も困難な区間と見られるのはやはり韓日海底トンネルである。この区間はヒマラヤ山脈の通過よりも困難な難工事区間であり、100兆ウォンという膨大な工事費、経済性の問題、さらに韓日間の微妙な民族感情など、数々の解決すべき難題が複雑に絡む地域である。

自動車が走るときに発生する排気ガスの処理問題も検討事項である。事業団側はトンネルが完成した暁に、そこを通過する新しい交通手段（事業団の関係者はこれを‘走体’と表現している）についての研究も並行して行っている。それを研究する分科会では、核、電気、水素など、排気ガスが出ないクリーンエネルギーを使用する自動車を走らせる方法、自動車をリニア・モーターカーに載せてトンネルを通過させる方法などを検討しているとのことだ。

国際ハイウェイ建設事業団が描いている韓日トンネルはすでに開通した青函トンネル（全長54ｋｍの鉄道トンネル）と建設中のドーバー海峡トンネル（全長51ｋｍの鉄道トンネル）の４倍を越える自動車・鉄道複合トンネルである。このトンネルは九州北西部の佐賀県鎮西町から出発し、壱岐、対馬を経て慶南道の巨済島に至るもので、人類史上、最大の土木工事といっても過言ではない。

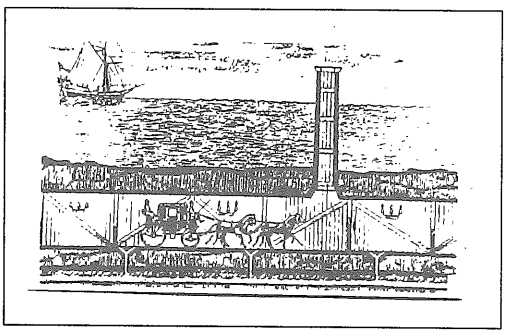
【本州と北海道を結ぶ青函トンネルと、本州と四国を結ぶ本四架橋は現存する世界最長最大のトンネルであり橋梁である。100里を越えるこのトンネルと橋梁の建設に成功した日本の技術陣は“次は韓日トンネルだ”と口を揃えて言う】

200年かかった英仏トンネル

韓日トンネルは既存のトンネルはもちろん、現在構想中あるいは建設中の海底トンネルの中でも最も長いものである。前述以外にも海底トンネル構想案としてはヨーロッパのスペインとアフリカのモロッコを結ぶジブラルタル海峡トンネル計画、ニュージーランドの北島と南島を結ぶクック海峡トンネル計画などがある。

我が国の海底トンネルは慶南道の忠武にある長さ461mのトンネルが挙げられる。このトンネルは1931年、日帝が建設したものを70年代初めまで車と人が通過していたが、現在では水もれで歩道としてのみ使用しているものである。。

歴史上で海底トンネルが初めて提議されたのは1802年ナポレオン時代にフランスのある鉱山技師が提案したドーバー海底トンネルである。当時は馬車が油桶を載せて通過するという粗悪な構想であったが、論議が継続し1870年と1970年代に一部が着工されるまでに至った。



アルバート・マチューが提案した海底トンネル

しかし1870年代には植民地争奪戦によって英仏関係が悪化し、1970年代には、建設費の調達問題で各々工事が中断した。しかし「結局は建設されないトンネル」と呼ばれていたこのトンネル工事は去る1986年、サッチャーとミッテランの合意により、民間企業体によって着工され、およそ200年ぶりの完工を目前に控えている。

ジブラルタル海峡トンネル（全長約28ｋｍ）もやはり19世紀から論議されてきたもので、去る79年、スペインの国王カルロスとモロッコの国王ハッサンが海峡連絡計画に合意することによりトンネル建設の可能性が出てきた。

韓日間の海底トンネルも歴史的な因縁が深い。この構想が提起されたのは日本帝国主義がいわゆる“大東亜共栄圏”を唱え、それが発効した1939年当時、日本の国鉄の監察官であった湯本昇氏によってである。彼は、「世界平和への大道」とい

う副題がついた『中央アジア横断鉄道建設論』という冊子を発刊し、日本の国鉄関係者からの呼応を得た。

この構想は日本の国鉄の先駆者たちによって具体化され、一部は実際に推進された。青函トンネルの立案者でもある国鉄の桑原彌壽氏は、この鉄道が九州から韓半島、北京、天山大路、パミール高原、テヘランを越えて、イスタンブールに至るオリエント特急に連結する鉄道建設案を出した。また、国鉄の渡辺寛氏は、当時、韓日トンネルの予備調査に着手、1941年、対馬の地質調査と物理探査を実施した。彼はこの年に加唐島でボーリングまで行ったが、太平洋戦争の勃発で工事を中断してしまった。

本州と四国を結ぶ世界最長の瀬戸大橋

第二次世界大戦終了後も日本では桑原氏のような信奉者によって多くの土木工事の建設案が提起され推進された。現在、日本の北海道、四国、九州は海底トンネルやつり橋ですべて本州と連結されている。特に1988年の青函トンネルと瀬戸大橋の開通は、日本の４つの大きな島をひとつにする大事業であると自ら評価している。

本州と北海道を結ぶ青函トンネルと、本州と四国を結ぶ本四架橋は、現存する世界最大、最長のトンネルであり橋梁である。100里を越えるトンネルと橋梁の建設に成功した日本の技術陣たちは「次は韓日トンネルだ」と口を揃えて言う。

世界最高の技術陣であることを自認するこれらの技術陣が、韓日トンネル建設に参加するようになるというのが国際ハイウェイ建設事業団側の主張である。

青函トンネルは日本鉄道建設公団が引き受け、本四架橋は日本鉄道建設公団と日本道路公団の共同であった。青函トンネル工事の技術顧問であった佐々保雄氏（北海道大学名誉教授）は現在、「日韓トンネル研究会」の会長であり、このほかにも多くの技術者や専門家が研究会の会員になっている。

青函トンネル技術顧問が主導

佐々会長は終戦直後から去る88年まで43年間、青函トンネル工事の技術指導を任せられ、日本の学会で‘地質の神様’と呼ばれるほどの地質学の権威者として知られている。今年83歳になる氏が韓日トンネルに関与するようになったのには次のような経緯がある。

去る81年、文師が国際高速道路構想を提唱した会場に参席した日本の三菱総合研究所の中島正樹所長はこの構想に強く共感し、ともに参席していた西堀栄三郎氏（日本工業技術振興協会会長）とそれを具体化する方法を論議したということだ。

中島氏が勤めている三菱総合研究所は、77年、大規模世界開発プロジェクトであるＧＩＦ（世界公共投資基金）構想を立案したこともあり、西堀氏が勤めている日本工業技術振興協会のマクロエンジニアリング部会もこれに似た構想をもっていたので、彼らが興味をもったのも当然である。

彼らはベーリング海峡にダムを建設し、北極海の寒流を堰き止め、北太平洋沿岸を開発する計画とか、中央アフリカに人造湖を建設して砂漠を緑化する構想、飛行機で５時間はかかるニューヨークからサンフランシスコまでを真空管システムの

列車で30分以内で走破する計画など、数十種類の超大型プロジェクトを夢見ていた。

西堀氏はまず先に日韓トンネル計画を推進する責任者として佐々保雄氏を挙げ彼を説得した。当時佐々氏は退職金を受け取りネパールで余生を送るつもりであったとのことだ。ところが西堀氏は“韓日トンネルは生涯をかけてやってみるだけの事業”と熱心に勧誘、結局そこに手を染めることになったのである。

佐々氏は日本の有名な無教会主義者、内村鑑三の最後の数弟子であり、西堀氏とは呼兄呼弟の仲である。西堀氏は“道路ができれば人々の心も通うようになる”と強調しつつ、「韓国のソウル大などに弟子がたくさんいるので韓日トンネルの研究に君ほど適する人物はいない」と佐々氏を説得した。

こうして国際ハイウェイ建設事業団と関係をもった佐々氏は、去る1983年、「日韓トンネル研究会」を設立、この計画に本格的に取り組んだ。すでに一年前から始まっていた地表探査に続いて、海域部の地質探査が氏の主導のもとで行われた。地質調査用船舶と航空機が導入され、唐津、大村、壱岐、対馬などに現場事務所も設置された。

日韓トンネル研究会は東京の渋谷区にある国際ハイウェイ建設事業団の本部の建物内にある。事務室と会議室などには国際高速道路の予想進路が描かれた大型世界地図と、各区間の概念図が掛けられていた。

佐々保雄会長は去る７月23日、事務室での筆者とのインタビューで「国際高速道路の区間の中でも、日韓トンネルには特に多くの研究が必要である」と語り、そのために日韓トンネル研究会が構成されたことを明らかにした。

韓日トンネルについて幅広く深い研究を行うために研究会は４つの部会に分けられている。第１部会は基本理念と政治、経済、法律、国際関係などを、第２部会は地形、地質などを、第３部会は路線、設計、施工と走体方式などを、第４部会は環境と経済の波及効果などを各々担当している。現在、日本ではこの研究会に学者、専門家、技術者1000余名が参与しており、九州には支部（支部長、高田源清・九州大学名誉教授）がある。

佐々会長は「距離も短く地質も一様なジブラルタルやドーバーの海底トンネルに比べ、日韓トンネルの作業はとても困難なのが実際のところ」と語り、「しかし多大な困難があった青函トンネルが結局は完成したように、日韓トンネルも不可能な工事ではない」と語った。

青函トンネル工事は軟弱な地質と断層が現れ、予想よりも作業が困難で工事日程も遅れた。韓日トンネルの場合、日本側の対馬までの地質はしっかりした構造を形成しており、トンネル掘削に適しているが、問題は対馬から巨済島までの区間である。対馬と巨済島側の海域には巨大な断層があり、これを突破するのが課題となっている。

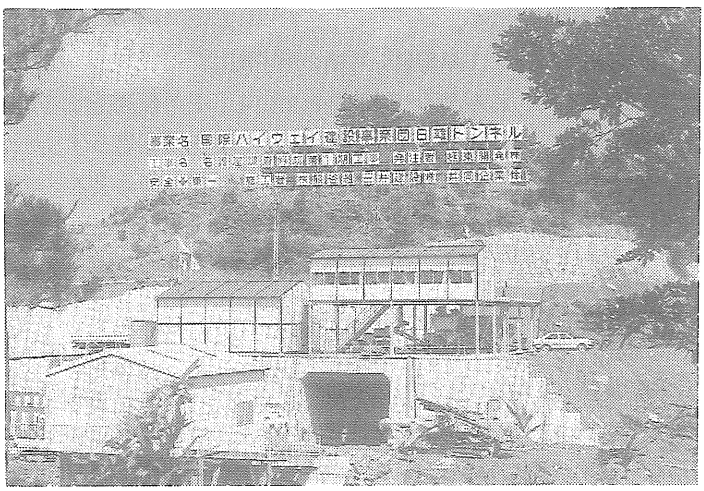
研究会側は断層を通過する新工法を開発するために関連会社に発注しているが、現在の技術では不可能ではないというのが佐々会長の説明である。氏は現在の技術ではトンネル建設に20年程度はかかると見ている。しかし、トンネルの区間にいくつかの人工島を設置すれば、工期を３分の１程度に短縮できるという

大阪の万博でも紹介される

ところで国際高速道路の関係者は、構想どおりの完璧な国際高速道路の完成を100年後と見ているようだ。現在大阪で開かれている“花と緑の万国博覧会”では、その完成模型を一目で見ることができる。

博覧会場の“街の区域”にある“100年先の平和村”というパビリオンには、完成した国際高速道路を体験するアニメーション映画が準備されている。このフィルムでは東京を出発して韓日海底トンネルを通過、ソウル・ピョンヤン・北京・プノンペン・バンコク・ニューデリー・テヘラン・パリを経由してロンドンに至る国際高速道路の自動車旅行過程を約14分間で見せている。

“2090年に入る門”をくぐり、タイムトンネルを通過するとそのフィルムを見せるホールに至



調査斜坑の掘削現場（佐賀県・鎮西町）

る。観覧を終えると出口付近に‘未来郵便局’があって、100年後に自分の後孫が受け取る手紙を書ける。この手紙は出口にあるタイムカプセルに保管される。

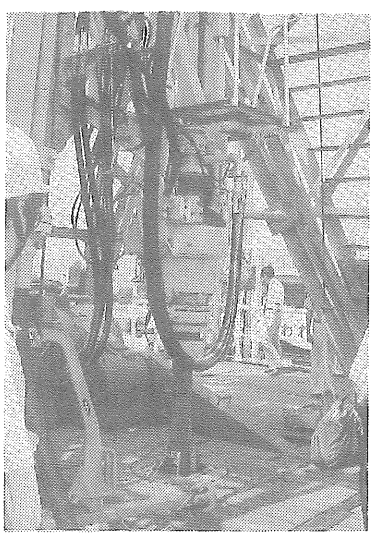
この“平和村”のパビリオンに出展した財団法人亜細亜技術協力会・日韓トンネル委員会の松本好男氏は「特に国際高速道路が通過する国々の博覧会参加役員とか観光客がよくきます」といい、「彼らは自分の国を国際高速道路が通過することを歓迎していた」と語った。

ところで2090年ではなく1990年に国際高速道路の計画を、映像ではなくて現実に体験できるところがある。それは韓日トンネルの調査斜坑工事が行われている九州の佐賀県・東松浦半島、名護屋の現場である。この調査トンネルは作業用トンネルや本トンネルの工事の前段階のものである。しかしながら韓国にむけて実際にトンネルを掘削している模様を見て、韓日トンネル計画が現実的に行われていることを実感した。

調査トンネルは去る86年10月に着工されたが、周辺一帯の陸地及び海域についての調査は82年から始まったとのことだ。陸上部の地表踏査、重力探査、電気探査などと海域部の渡海測量が東松浦半島はもちろんのこと、壱岐、対馬などでも行われた。深さ500mに達する深層ボーリング調査も実施された。事業団側は5000万円づつ経費がかかる深層ボーリング調査を30余箇所で実施したと明らかにした。

海域部では海底の地層を調査する最新探査設備を搭載した３隻の調査船が購入され、音波探査と磁気探査がルート全域にかけて展開された。調査船が海上を碁盤の目のように縦横に走って行う海域部の概略調査はすでに完了している。今ではトンネルが通過する海底地質の精密調査の段階にあるというのが関係者の説明である。

海底の岩石と生物を直接採取するドレッジ調査も実施された。隣接地域の環境調査も行われ、トンネル工事が環境と地域社会に与える影響が検討された。対馬と名護屋一帯では水質と潮流、生物などの調査が長期的に行われ、得られた資料の一部は地域の漁業関係者に提供されている。対馬には対馬海峡で発生する微小地震を観測するための地震観測所も設置された。



船上からの海洋ボーリング

このようにして去る85年、概略調査を終えた事業団と日韓トンネル研究会側は、翌年からルート選定のための精密調査と本トンネル掘削のための準備作業を開始した。現在、名護屋浦で工事中の調査トンネルもこのような精密調査の一環である。

幅5.4 m、高さ５mの調査トンネルは、トンネル入口から1300m地点までは約14度の傾斜で掘削される。傾斜が終った地点から水平に約28ｋｍ行き、そこから再び傾斜して掘り進み壱岐島の出口

に上がることになる。

現在、工事が進行している地点は入口から約410m入ったところだ。第２期工事が完了し、セメントを塗る作業まで終了しており、第３期工事が準備されている。切羽は標高－25mで、すでに海面下に入っている計算である。

トンネルの片側の壁面には、送風管と給水管、空気管、排水管などと照明線、電気線、動力線などが設置されており、床には作業用レールが敷かれている。去る７月25日、筆者がトンネル現場を取材した当時、トンネル入口の温度は29℃、湿度は75%を示していた。ところが海面下の400m地点では温度は20℃内外に下がり湿度は90%を越えていた。

トンネル現場には20名あまりが勤務しているが、発破作業に動員されるのは10名あまりである。発破は一日に１～２回実施し、その度に１mほど掘り進むという。唐津現場事務所の水野利幸所長代理は、調査トンネル掘削は一断面に深さ１mの穴を80個穿ってダイナマイトを設置して爆破する方法を採っていると語った。彼はトンネル工事に用いている掘削機械を指さしながら、「青函トンネル工事で使った装備を今ここで使っている」と説明した。

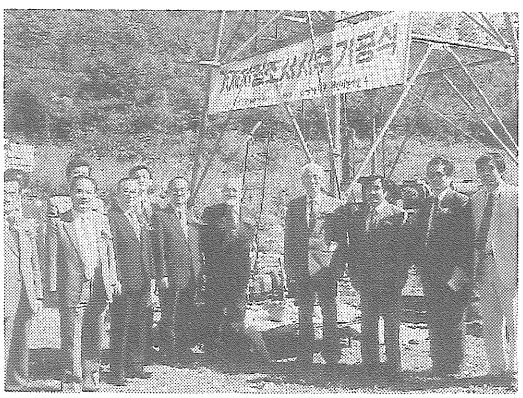
韓国側も陸上地質調査を終了

壱岐島を目前に見る名護屋浦一帯は400年あまり前に豊臣秀吉が朝鮮を侵略するために30万の大群を出陣させた場所でもある。調査トンネルの工事現場の右側には彼らが陣を敷いた城跡があった。このような歴史的な因縁をもつ場所が韓日トンネルの始発点になっていることは皮肉でもある。

直線距離では韓日間の一番近いところは、釜山と下関を結ぶものだ。しかしその区間は水深が深く、トンネルを通すには不適当であることが明らかになっている。事業団が推進している唐津から巨済島までのトンネル通過海域の最大水深は150m程度で、青函トンネルの140mと余り違いがない。

工事現場の左側の呼子湾に隣接した小さな丘には観測所が設置されている。この観測所は環境変化をあらかじめ把握し、対処方法を見つけるために設置したとのことだ。この観測所は去る87年に観測を開始し、地域の気象変化の資料をすべてコンピュータに保管している。観測所の観測技師、永田宗義氏は「大事業に伴う環境破壊が非常に重要だ」と前置きをして「この観測所はもっとも基本的な基礎気象観測を行うために設置された」と明らかにした。彼は観測所が自然環境になじむように最大限の努力をし、最新の装備を導入したので正確な資料を得ることができると語った。

事業団は来年頃には第２本目の調査トンネルの掘削工事が始まるであろうと明らかにした。対馬の西側の海岸から巨済島に向けて掘削するこの工事のために、地鎮祭が昨年７月にすでに行われている。事業団側はトンネル前方の地質を調査するための斜めボーリングと、坑口施設や掘削設備などを整備する計画を立てている。



韓国でもボーリング開始（巨済島）

一方、韓国の巨済島側では、韓国国際ハイウェイ研究会の釜山支部が中心となって、海底地質調査の準備作業が行われている。韓日トンネルの予想ルートに選定された巨済島地域の陸上地質調査は去る86年から始められており、本格的なボーリング調査は２年後の88年に着手された。高冠瑞支部長は「７カ所のボーリング調査を行った結果、地質が日本側よりも良いと判断される」と語った。

韓国側の調査チームは近年中に海洋調査のための従局点設置を完了し、来年から本格的な海底地質探査に着手するとのことである。この作業には日本の調査船や技術陣を導入することも検討されている。

韓国側の研究チームの一員である釜山大の金学魯教授は「この計画が完成すれば巨済島地域は天恵の観光資源とあいまって韓日トンネルという前代未聞の大規模構造物を土台にして、済州島や慶州に継ぐ観光地になるであろう」と研究報告書で地域開発効果についての自身の見解を明らかにした。特に巨済島一帯は壬辰の乱の戦跡地でもあり、日本人に関心の深い歴史的な遺物・遺跡などが散在しているので、産業や貿易、交通の新しい中心地としてのみではなく観光地としても大きく発展できるのである。

【国際道路は‘ひとつのヨーロッパ’の形成に大きく寄与したヨーロッパの道路網のように相互発展と紐帯強化の助けになるが、反面アフリカ縦断鉄道や、京釜線付設のように一国の利益や経済従属を深める面も併せもっているのが実際のところである】

“平和と和合の大動脈”

韓日トンネルはこれまで韓国よりも日本側でより積極的に推進されてきた。それは経済的、技術的な側面で日本が主導せざるを得ないからであるが、その裏には両国の歴史的・文化的側面が作用していることもなくはない。

壬辰の乱や帝国主義日本の韓国侵奪を敢えて例に取らずとも、島国日本が歴史的にみて大陸の一員として編入しようという思いを抱いてきたことは事実である。韓日トンネルは日本のこのような潜在的な期待を充足させる最も適切な手段になり得る。これはやはり島国である英国がフランスの海底トンネル建設の提案を度あるごとに拒否してきたのとは正反対の現象だ。

韓国の韓日トンネル関係者たちはこのような韓日間の感情的・歴史的な問題点を無視できない障害要因として指摘している。過去、シルクロードやアフリカ縦断鉄道建設構想のように、道路、特に国際道路はある一国の富国強兵ないしは帝国主義政策の効果的な手段となり得るからである。

国際道路は“ひとつのヨーロッパ”の形成に大きく寄与したヨーロッパの道路網のように、相互発展と紐帯強化に寄与するが、反面、一国の利益とか経済従属を深化させる側面も併せもっている。

高冠瑞支部長は「このような複雑な事情のゆえに、これまで国内では国際高速道路構想や韓日トンネル計画を一般に広めずに静かに推進してきた」と認めている。しかしながら、彼は「結局このプロジェクトは民族、国家という概念を重視する現世代の人類ではなく“世界は一家族”という概念の中に生きる“第３世代に生きる第３の人類”が完成する事業」であると強調した。

国際高速道路計画は国家、人種、民族、宗教、理念の統一を主張する一宗教団体によって単独で推進されてきたが、相当の部分は実現可能な段階まで進展している。しかし彼らが夢見る大事業を実現するために解決すべき難題が山積していることは現代を生きる人類の現実でもある。

人類歴史の超大型事業は帝国主義の権力の強化や誇示、または敵との戦いのためになされてきたものが大部分である。国際高速道路の関係者は、しかしながら私たちが推進している超大型事業は“平和理念の記念物”になると力を込めて語っている。唯一、宇宙から肉眼で観察できる地上最大の構造物である中国の万里の長城が戦争と分断の障壁であるとすれば、国際高速道路は平和と和合の大動脈といえよう。

《申東浩・韓国世界日報『世界と私』記者》

（訳責、事務局　なお誌面の都合により一部割愛させていただきました。）

（附記）日韓トンネル・プロジェクト沿革

１９８１年１１月　文鮮明師、国際ハイウェイ構想を提唱（第10回ＩＣＵＳ、ソウル）
１９８２年　４月　国際ハイウェイ建設事業団設立（会長　久保木修己）
　　６月　第１次地表踏査の開始（北九州、壱岐、対馬南部）
　　１０月　東松浦半島・陸上ボーリングの開発（呼子町、500m）／日韓トンネル海域部第１次音波探査の開始／第 1定安丸（52トン ）の進水
１９８３年　３月　第２定安丸（10トン)の進水
　　５月　日韓トンネル研究会設立総会（会長　佐々保雄）
　　７月　日韓トンネル研究会九州支部設立総会（支部長　高田源清）
　　８月　日韓トンネル海域部第２次音波探査の開始
　　９月　陸上部電気探査、簡易弾性波探査の開始（鎮西町）
　　１０月　日韓トンネル海域部環境調査の開始／第３定安丸（160トン）の 進水（ウォーターガンシステム搭載）／斜めボーリングの開始（鎮西町、700m）
　　１１月　調査用航空機（６人乗りセスナ機）の導入
　　１２月　陸上部重力探査の開始（対馬南部）
１９８４年　４月　日韓トンネル海域部第３次音波探査の開始（壱岐東沖合）
　　５月　日韓トンネル海域部第４次音波探査の開始（対馬北西海域）
　　６月　壱岐・陸上ボーリングの開始（住吉神社付近、400m）
　　７月　対馬・陸上ボーリングの開始（小浦、70m）
　　８月　日韓トンネル海域部磁気探査の開始（壱岐水道）
　　９月　対馬・陸上ボーリングの開始（郷崎、500m）
　　１０月　第２次地表踏査の開始（対馬北部）／壱岐、陸上ボーリングの開始（八幡浦、400m）／対馬・陸上ボーリングの開始（阿連、500m）
　　１２月　対馬・陸上ボーリングの開始（日見川、400m）
１９８５年　１月　壱岐・陸上ボーリングの開始（長者原、400m）
　　３月　微小地震計の設置（対馬）
　　４月　壱岐・陸上ボーリングの開始（筒城、400m）／対馬・陸上ボーリングの開始（豆酘内院、630m）
　　７月　壱岐・陸上ボーリングの開始（久喜触、500m）
　　８月　日韓トンネル海域部第１次ドレッジングの開始
　　１０月　壱岐・陸上ボーリングの開始（射手吉触、423m）
１９８６年　１月　壱岐・陸上ボーリングの開始（新城西触、400m）
　　２月　対馬・陸上ボーリングの開始（久田川、500m）
　　３月　浅茅湾環境調査の開始（対馬）
　　４月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（鎮西町、200m）／海洋ボーリングの開始（対馬西海域、500m）
　　７月　日韓トンネル海域部第 2次ドレッジングの開始
　　８月　第１次名護屋浦環境調査の開始（呼子町）／対馬・陸上ボーリングの開始（峰町、400m）

9月　加唐島・斜めボーリングの開始（320m）／渡海測量の開始（壱岐～東松浦半島間、27ｋｍ）

１０月　日韓トンネル調査斜坑の起工式（鎮西町）／対馬・陸上ボーリンの開始（仁田、500m）／韓国国際ハイウェイ研究会設立（会長　尹世元）／韓国国際ハイウェイ研究会釜山支部設立（支部長　高冠瑞）

１９８７年　１月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（玄海町、202m）

２月　第 2次名護屋浦環境調査の開始（呼子町）

４月　名護屋気象観測所の設置（鎮西町）／東松浦半島・陸上ボーリングの開始（小川町、460m）

５月　日韓トンネル海域部第 5次音波探査の開始（対馬北西海域）／壱岐・陸上ボーリングの開始（芦辺町、500m）

８月　漁業実態調査の開始（対馬の浅茅湾）

１１月　斜めボーリングの開始（日韓トンネル調査斜坑内、423m）

１９８８年　４月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（鎮西町、130m）／㈶ 亜細亜技術協力会日韓トンネル委員会発足／第1 回国際海洋水産専門家会議

５月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（鎮西町、150m）

７月　国際ハイウェイ代表団の中国訪問

９月　日韓トンネル調査斜坑２期工事の開始（鎮西町）

１０月　韓国・巨済島の地質調査起工式（巨済郡三巨里）／韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡三巨里、400m）／（巨済郡竹沙里、400m）

１１月　韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡長木里、300m）

１２月　韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡明洞里、300m）／（巨 済郡多大里、400m）／（巨済郡富春里、332m）

１９８９年　１月　第 2回国際海洋水産専門家会議（於、韓国）

５月　中国ハイウェイ予備調査団の派遣（北京～瀋陽～丹東）

７月　日韓トンネル対馬調査斜坑（厳原町）の地鎮祭、斜めボーリング開始（斜坑坑口、200m）

９月　東京国際会議（ＩＳＣ、ＩＨＣＣの共催）

１１月　日韓トンネルの韓日合同報告会（於、韓国・ソウル、釜山）

１９９０年　４月　「花の万博」（大阪）にて国際ハイウェイ紹介のアニメーション「ユーラシア大陸20000Kmの旅」を上映（４月～９月）

第11回「世界言論人会議」（モスクワ）で国際ハイウェイ構想を発表

７月　第 2次中国ハイウェイ予備調査団の派遣

８月　斜めボーリング開始（鎮西町、名護屋調査斜坑内）

９月　国際トンネル協会（ＩＴＡ）の年次総会で日韓トンネル構想を発表

１１月　第３回国際海洋水産専門家会議（於、中国）

第２次中国ハイウェイ予備調査に対する日中合同報告会（中国・北京）

活動報告

第14回理事会開催

平成3年2月1日
於、虎ノ門パストラル

理事会では初めに佐々保雄会長が、「今回で14回目を迎えた理事会ですが、従来この理事会において多くの重要事項が決定され、それが着実に実行に移されてまいりました。基礎的な調査・研究の段階からいよいよ今年は具体的な工法へのめどがつくのではないかと思われます」とあいさつを述べた。

続いて、梶栗玄太郎理事長があいさつに立ち、「この研究会の成果といたしまして、本年一月に海部首相が訪韓いたしました際、昨年の盧泰愚大統領の“日韓海底トンネル”の提案に対して賛意を表されました。このプロジェクトも日韓両国の首脳が関心をもつ段階に到りましたことは喜びに絶えない次第です」と述べた。

その後議事に移り、慣例により議長に佐々会長を選出。続いて原美輝雄事務局長より、平成二年度における全体経過中間報告－①第８回総会（東京・九州支部）②第13回理事会（東京）、第11回九州支部理事会③海外活動として、世界言論人会議参加、ENGINEER'S WEEK 1990参加、中国ハイウェイ第二次予備調査団派遣、第16回ＩＴＡ総会参加、第３回国際海洋水産専門家会議参加、中国ハイウェイ第二次予備調査合同報告会－などの諸行事・活動が紹介された。

次に平成二年度の各部会経過中間報告が各部会長からなされた。初めに大塚茂氏（㈱日本工業技術振興会理事）が、第１部会の報告を行なった。

その中で大塚氏は、日韓トンネル完成時における「東松浦半島・唐津・多久の将来イメージ」（日韓ベース・スクエアシティ構想）に触れ、①

唐津・東松浦地域の将来イメージ②多久コンフューシアンシティ計画③多久鳥栖シリコンバレー計画－などの概略を説明した。

また筑波大学の河野博忠教授によって研究が進められているアジア高速道路網の経済効果予測について触れ、①東北アジア諸国の長期的発展の可能性②中国、韓国、北朝鮮、シベリア、日本の垂直貿易構造－などこれまでの調査・研究の概要を述べた。

続いて第2部会の報告が高橋彦治部会長（地下工事コンサルタンツ㈱顧問）より行なわれ、①トンネル路線帯各海域の地質工学的検討（海底地質小委員会：白井慶治委員長）②トンネル路線帯周辺の水の影響やトンネル坑内への湧水の検討（水文地質小委員会：磯崎義正委員長）③対馬西水道および東水道の新期堆積層についての地質工学的な検討（新期堆積層小委員会：青柳宏一委員長）－などの概略説明がなされた。

また第3部会からは北原正一部会長（㈱熊谷組顧問）が報告に立ち、これまでの技術的な問題点の整理、総括および課題等の検討・報告がなされた。特にズリ処理問題をテーマとして、部会委員会でさらに概略を検討したことを報告した。

さらにカートレイン方式の場合のターミナルやヤード問題に関して、現在工事中のユーロトンネルの実例を概略調査し、日韓トンネルへの基礎資料としたと締めくくった。

最後に第4部会の報告が辻田時美部会長（北海道大学名誉教授）からなされた。当部会は環境、気象、海象などを担当しており、日韓トンネル計画に対する地元の理解を深め、地域の発展に寄与することを目的の一つにしている。

その関係上、対馬海峡を含めた東シナ海全域の海洋資源・環境を検討するシンポジウム（第3回国際海洋水産専門家会議）等の開催に協力、十分な成果を得たことが述べられた。また名護屋浦、呼子海域自浄作用調査に関連して、調査中に測定した資料は地元の漁業関係者などに提供したことが言及された。

その後、中国ハイウェイの近況報告が国際ハイウェイ建設事業団の中国ハイウェイ調査特別委員会委員長の谷藤正三氏（元北海道開発庁事務次官）から報告された。さらに国際ハイウェイ建設事業団の報告が山岡建雄副理事長からなされた。

最後に今後の活動方針および新しい組織体制についての骨子が事務局より発議された。それは、今までの部会制（第1部会～第4部会）に換えて新たに、第1部会（仮称）－プロジェクトの推進を積極的に各界に対して働きかけるとともに、幅広い国民運動を展開する－と、第2部会－技術部会（第2、第3、第4部会）の統合－との二つの組織体制とするものである。

活発な質疑応答の結果、出席者全員の賛同を得、次回の理事会において正式決定されるはこびとなった。

盛大に新年会行う（2月1日、東京）

談話する野沢太三参議院議員（左）と谷藤正三顧問（右）（虎ノ門パストラルでの新年会において）

理事会にひき続き、午後七時からは場所を変え、新年会が行われた。初めに金山政英副会長（元駐大韓民国大使）から「日韓トンネル建設もそろそろ着工してもよい時期にきているのではないか」と激励のあいさつが述べられた。

その後、顧問の市川正巳氏（元筑波大学副学長）が乾杯の音頭をとり新しい年の出発を祝った。また、顧問の野沢太三氏（参議院議員）から「これからは日韓両国の指導者、国民の方々にも十分なPRをしていただきまして、国民的運動として共に力を合わせていきたいと思います」と決意のほどを披露した。

第12回九州支部理事会開く

（2月5日、福岡）

理事会では初めに高田源清支部長（九州大学名誉教授）があいさつに立ち、「英仏海峡トンネルも貫通し、いよいよ本プロジェクトも今までの研究体制から工事着工への体制づくりへ転換をはかる時を迎えております」と決意のほどを述べた。

続いて、佐々保雄会長（北海道大学名誉教授）があいさつし、「満8年にわたる調査・研究によりまして概査はほぼ完了し、今年はいよいよルートを本格的に検討する年であり、そのためにさらなる精査を続けて工事着工への準備をはかっていくつもりです」と述べた。

また、梶栗玄太郎理事長から「国際ハイウェイ・日韓トンネルのプロジェクトもお蔭様で、日韓両国の首脳が関心をもつ段階までになりました。今年は具体的な実施の段階へ飛躍する年であります」と述べた。さらに「国際ハイウェイプロジェクト推進のための中国近代化に向けて、ハイウェイと自動車産業を中心とする近代都市計画づくりを現在すすめております」と、中国ハイウェイの報告がなされた。

その後議事に移り、慣例により議長に高田支部長を選出。続いて事務局より、平成二年度における全体経過中間報告がなされた。また各部会の経過中間報告が各部会長から報告された。最後に、今後の活動方針（プロジェクトの推進を積極的に各界に対して働きかけるとともに、幅広い国民運動を展開する）および新しい組織体制－第一部会（広報・宣伝・政策）－と第二部会（技術部会－第2・第3・第4部会の統合）についての骨子が発議され、出席者全員の賛同を得、次回の理事会において正式決定されるはこびとなる。

韓国土木・土質技術者一行が来日（定期協議開催で合意）

（2月4日～6日）

日本と韓国を海底トンネルで連結しようという構想が各界で注目を集めるなか、2月4日から6日までの日程で韓国土木・土質技術者現地調査団（団長・成百詮、㈱韓国海外技術公社社長）一行8名が来日、日韓トンネル関連施設などを視察した。

4日、福岡に到着した一行は、日韓トンネル研究会主催の技術懇談会に臨んだ。研究会側からは第2部会部会長の高橋彦治氏（地下工事コンサルタンツ㈱顧問）、第3部会部会長の北原正一氏（㈱熊谷組顧問）、九州支部第2部会部会長の山崎達雄氏（九州大学名誉教授）らが参席した。

この日行われた技術懇談会では、日本側の各部会長から今までの調査概略を全般にわたり説明、その後、熱心な質疑応答がなされた。また席上、日韓両国の技術者同士が定期的に協議を重ね、情

研究会の資料に目を通す韓国技術者一行

報交換をなしながら協力していく旨が合意された。翌、5日には唐津にある調査斜坑現場を見学。実際に掘削されている状況を見て、驚きの感を見せていた。その夜は、研究会の九州支部理事会主催の新年会に参加、温かい歓迎を受けた。6日は本州・四国連絡橋の児島・坂出ルートの施設を視察、本四公団第二管理局の案内ならびに説明を受け、翌7日、帰国の途についた。

走体方式 現行の新幹線方式も検討

部会委員会（第2・3・4）を開く

東京

第三部会委員会（二月二十五日・東京）

【第3部会＝2月25日】 この日行われた部会委員会では北原正一部会長のあいさつ、続いて事務局より、新しい活動方針、組織体制についての説明がなされた。それに関連して北原部会長からは「周辺状況の変化および部会相互間の交流の必要性等からみても、新体制への移行は望ましいと思う。韓国側のルート問題等もあるので、韓国向けの宣伝材料も検討が必要である」との基本見解が出された。

また、比留間豊委員からは「大計画推進には政府の関与が不可欠で、早く調査費等の予算が取れる方向で検討すべきで、同案には異議はない」との意見が述べられた。また、他の委員からも「新体制への移行は結構なことである」（伊吹山四郎委員）、「流れとしては新体制への移行は妥当であろう」（川崎偉志夫委員）などの声があった。

その後、これまでの調査研究に関する総括的な意見交換が行われた。北原部会長からは「第2部会と協議を重ねて、全体的な地質状況をもう少し把握できるようにしたい」、また、比留間委員からは「日韓トンネルの走体を検討する上でも、国際ハイウェイとしての全体的な物流、経済効果等を含めて考えなければならない」。「今の時点で走体方式をある程度方向づける必要はないか」（立石俊一委員）との意見が出され、現行の新幹線方式、将来的にはリニアモーターカー方式の導入などの案が示された。

さらに「浮遊方式の水中トンネルはむずかしく、固定式が望ましい。新部会への移行に際し、第3部会としての研究テーマ、アプローチの仕方等をまとめておくべきではないか」（竹石時夫委員）などの多方面からの意見が出された。最後に、部会長提案として、ズリ処理問題の検討作業を兼ねて、現地視察を行う旨が確認され、部会を終了した。

【第4部会＝3月1日】 この日の部会では、辻田時美部会長から、あいさつならびに新しい活動方針、組織体制についての経過報告がなされた。その後、これまでの調査研究に関する総括的な意見交換が行われた。日韓トンネル建設にともなう環境アセスメントを担当している当部会では、人工島の設置の有無が大きな検討事項となっている。

したがって、技術関係の部会の統合により、他部会との連絡がスムーズになされることは、「国際海峡に人工島をつくるに際し、地質・施工の担当者の見解を十分に把握できる」（辻田部会長）としている。また、基礎資料の少ない海域でもあるので、早めに海上観測塔を設置し、基礎データーを集積することの必要性が指摘された。

【第2部会＝4月16日】 初めに高橋彦治部会長からのあいさつ、ならびに新体制移行への経過報告が行われた。その後、調査研究に関する総括的な意見交換がなされ、①海底地質小委員会②水文地質小委員会③新期堆積層小委員会④九州支部第二部会、その他に⑤シールド工法対策などの報告がなされた。

今回の部会では先の東京理事会で、事務局より提案のあった技術部会の統合に関する報告、ならびに同案に対する質疑応答がなされ、他部会同様に新組織体制移行への同意が得られた。これをもって懸案であった技術部会統合に関する関係部会委員会すべての了承を得られたこととなる。

【編集後記】

◆4月はゴルバチョフ・ソ連大統領の来日という重要な出来事があった。日本とソ連の関係は新しい1ページをめくった。しかしながら、日本人の30代以上はソ連に対して過去の暗いイメージをまだまだ強く持っているようで、シベリア抑留などの暗い思い出が簡単には忘れられない問題だ。

◆一方、日本と韓国はそれらとは逆の立場で、日帝時代の日本は韓国に対して深い傷をつくった。今その過去を清算しながら日本と韓国は友好関係を築きつつあると思う。日本とソ連も今後は過去を清算しながら新しい関係を築いていかなければならないと思う。どこまで許すことができるか。傷付けた者に対して、許して愛していくことは簡単ではない。

◆そう考えると、誤った過去を清算することは、実に難しいと思う。この日ソ関係は、まさに国民一人一人のその心の努力にかかっているということができる。そう思いながら地図を広げた。目に飛び込むのは“環日本海”だ。ウラジオストク、ナホトカ、少し奥に入るとハバロフスク、そこにはアムール川がある。

◆これら都市は将来“環日本海ハイウェイ”でつながれるであろう。そうなるとやはり、最大のポイントは“日韓トンネル”ということになる。今後の本プロジェクトの推進に期待がかかるのも理の当然である。（S・S）

【広告目次】

- 国際ハイウェイ建設事業団……表紙－2
- ケイアンドケイ工業㈱……PR－1
- サンコーコンサルタント㈱……P－63
- 一成綜合建設㈱……PR－2
- ㈱一和……PR－2
- 日本工営㈱……表紙－3
- 東亜建設工業……表紙－3
- ㈱ハッピーワールド……表紙－4

【事務局よりお知らせ】

先般の理事会（5月9日）で承認された新組織体制への移行にともない、当事務局においても、今まで定期刊行書として発行してまいりました『日韓トンネル時報』を、この度月刊紙『本郷路』と併合させていただくこととなりました。なお、研究会会員の方には、従来の『日韓トンネル研究』とあわせて上記の『本郷路』を、お送りさせて頂くこととなりました。

今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。

『日韓トンネル研究』編集委員会

編集委員長
佐久田昌昭（日本大学教授）

編集委員
大塚　茂（日本工業技術振興協会理事）
宮崎　政三（日本物理探鑛㈱技術顧問）
久保村圭助（芝浦工業大学教授）
村上　良丸（日本シールドエンジニアリング㈱常任顧問）
林　知夫（元西海区水産研究所所長・元広島大学教授）
彦坂　繁雄（三洋水路測量㈱常任顧問）

日韓トンネル研究

第11号 1991年（No.11－1991）
1991年5月20日発行

編集発行：国際ハイウェイプロジェクト
日韓トンネル研究会
発 行 者：佐々保雄
製作印刷：㈱ユニバーサル企画

© 無断転載を禁ず

会員頒布：非会員 2,000円（送料別）
事 務 局：東京都渋谷区宇田川町37－13
〒150　スリーエスビル1F
TEL. 03（3481）6977
FAX. 03（3481）6295
振込口座：三菱銀行渋谷支店
普通口座 5986474
郵便振替：東京8－143133
日韓トンネル研究会

9月　加唐島・斜めボーリングの開始（320m）／渡海測量の開始（ 壱岐～東松浦半島間、27ｋｍ）

１０月　日韓トンネル調査斜坑の起工式（鎮西町）／対馬・陸上ボーリンの開始（仁田、500m）／韓国国際ハイウェイ研究会設立（会長　尹世元）／韓国国際ハイウェイ研究会釜山支部設立（支部長　高冠瑞）

１９８７年　１月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（玄海町、202m）

２月　第 2次名護屋浦環境調査の開始（呼子町）

４月　名護屋気象観測所の設置（鎮西町）／東松浦半島・陸上ボーリングの開始（小川町、460m）

５月　日韓トンネル海域部第 5次音波探査の開始（対馬北西海域）／壱岐・陸上ボーリングの開始（芦辺町、500m）

８月　漁業実態調査の開始（対馬の浅茅湾）

１１月　斜めボーリングの開始（日韓トンネル調査斜坑内、423m）

１９８８年　４月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（鎮西町、130m）／㈶ 亜細亜技術協力会日韓トンネル委員会発足／第1 回国際海洋水産専門家会議

５月　東松浦半島・陸上ボーリングの開始（鎮西町、150m）

７月　国際ハイウェイ代表団の中国訪問

９月　日韓トンネル調査斜坑２期工事の開始（鎮西町）

１０月　韓国・巨済島の地質調査起工式（巨済郡三巨里）／韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡三巨里、400m）／（巨済郡竹沙里、400m）

１１月　韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡長木里、300m）

１２月　韓国・陸上ボーリングの開始（巨済郡明洞里、300m）／（巨 済郡多大里、400m）／（巨済郡富春里、332m）

１９８９年　１月　第 2回国際海洋水産専門家会議（於、韓国）

５月　中国ハイウェイ予備調査団の派遣（北京～瀋陽～丹東）

７月　日韓トンネル対馬調査斜坑（厳原町）の地鎮祭、斜めボーリング開始（斜坑坑口、200m）

９月　東京国際会議（ＩＳＣ、ＩＨＣＣの共催）

１１月　日韓トンネルの韓日合同報告会（於、韓国・ソウル、釜山）

１９９０年　４月　「花の万博」（大阪）にて国際ハイウェイ紹介のアニメーション「ユーラシア大陸20000Kmの旅」を上映（４月～９月）

第11回「世界言論人会議」（モスクワ）で国際ハイウェイ構想を発表

７月　第 2次中国ハイウェイ予備調査団の派遣

８月　斜めボーリング開始（鎮西町、名護屋調査斜坑内）

９月　国際トンネル協会（ＩＴＡ）の年次総会で日韓トンネル構想を発表

１１月　第３回国際海洋水産専門家会議（於、中国）

第２次中国ハイウェイ予備調査に対する日中合同報告会（中国・北京）

活動報告

第14回理事会開催

平成3年2月1日
於、虎ノ門パストラル

理事会では初めに佐々保雄会長が、「今回で14回目を迎えた理事会ですが、従来この理事会において多くの重要事項が決定され、それが着実に実行に移されてまいりました。基礎的な調査・研究の段階からいよいよ今年は具体的な工法へのめどがつくのではないかと思われます」とあいさつを述べた。

続いて、梶栗玄太郎理事長があいさつに立ち、「この研究会の成果といたしまして、本年一月に海部首相が訪韓いたしました際、昨年の盧泰愚大統領の“日韓海底トンネル”の提案に対して賛意を表されました。このプロジェクトも日韓両国の首脳が関心をもつ段階に到りましたことは喜びに絶えない次第です」と述べた。

その後議事に移り、慣例により議長に佐々会長を選出。続いて原美輝雄事務局長より、平成二年度における全体経過中間報告－①第８回総会（東京・九州支部）②第13回理事会（東京）、第11回九州支部理事会③海外活動として、世界言論人会議参加、ENGINEER'S WEEK 1990参加、中国ハイウェイ第二次予備調査団派遣、第16回ＩＴＡ総会参加、第３回国際海洋水産専門家会議参加、中国ハイウェイ第二次予備調査合同報告会－などの諸行事・活動が紹介された。

次に平成二年度の各部会経過中間報告が各部会長からなされた。初めに大塚茂氏（㈱日本工業技術振興会理事）が、第１部会の報告を行なった。

その中で大塚氏は、日韓トンネル完成時における「東松浦半島・唐津・多久の将来イメージ」（日韓ベース・スクエアシティ構想）に触れ、①

唐津・東松浦地域の将来イメージ②多久コンフューシアンシティ計画③多久鳥栖シリコンバレー計画－などの概略を説明した。

また筑波大学の河野博忠教授によって研究が進められているアジア高速道路網の経済効果予測について触れ、①東北アジア諸国の長期的発展の可能性②中国、韓国、北朝鮮、シベリア、日本の垂直貿易構造－などこれまでの調査・研究の概要を述べた。

続いて第２部会の報告が高橋彦治部会長（地下工事コンサルタンツ㈱顧問）より行なわれ、①トンネル路線帯各海域の地質工学的検討（海底地質小委員会：白井慶治委員長）②トンネル路線帯周辺の水の影響やトンネル坑内への湧水の検討（水文地質小委員会：磯崎義正委員長）③対馬西水道および東水道の新期堆積層についての地質工学的な検討（新期堆積層小委員会：青柳宏一委員長）－などの概略説明がなされた。

また第３部会からは北原正一部会長（㈱熊谷組顧問）が報告に立ち、これまでの技術的な問題点の整理、総括および課題等の検討・報告がなされた。特にズリ処理問題をテーマとして、部会委員会でさらに概略を検討したことを報告した。

さらにカートレイン方式の場合のターミナルやヤード問題に関して、現在工事中のユーロトンネルの実例を概略調査し、日韓トンネルへの基礎資料としたと締めくくった。

最後に第４部会の報告が辻田時美部会長（北海道大学名誉教授）からなされた。当部会は環境、気象、海象などを担当しており、日韓トンネル計画に対する地元の理解を深め、地域の発展に寄与することを目的の一つにしている。

その関係上、対馬海峡を含めた東シナ海全域の海洋資源・環境を検討するシンポジウム（第３回国際海洋水産専門家会議）等の開催に協力、十分な成果を得たことが述べられた。また名護屋浦、呼子海域自浄作用調査に関連して、調査中に測定した資料は地元の漁業関係者などに提供したことが言及された。

その後、中国ハイウェイの近況報告が国際ハイウェイ建設事業団の中国ハイウェイ調査特別委員会委員長の谷藤正三氏（元北海道開発庁事務次官）から報告された。さらに国際ハイウェイ建設事業団の報告が山岡建雄副理事長からなされた。

最後に今後の活動方針および新しい組織体制についての骨子が事務局より発議された。それは、今までの部会制（第１部会～第４部会）に換えて新たに、第１部会（仮称）－プロジェクトの推進を積極的に各界に対して働きかけるとともに、幅広い国民運動を展開する－と、第２部会－技術部会（第２、第３、第４部会）の統合－との二つの組織体制とするものである。

活発な質疑応答の結果、出席者全員の賛同を得、次回の理事会において正式決定されるはこびとなった。

盛大に新年会行う（２月１日、東京）

談話する野沢太三参議院議員（左）と谷藤正三顧問（右）（虎ノ門パストラルでの新年会において）

理事会にひき続き、午後七時からは場所を変え、新年会が行われた。初めに金山政英副会長（元駐大韓民国大使）から「日韓トンネル建設もそろそろ着工してもよい時期にきているのではないか」と激励のあいさつが述べられた。

その後、顧問の市川正巳氏（元筑波大学副学長）が乾杯の音頭をとり新しい年の出発を祝った。また、顧問の野沢太三氏（参議院議員）から「これからは日韓両国の指導者、国民の方々にも十分なPRをしていただきまして、国民的運動として共に力を合わせていきたいと思います」と決意のほどを披露した。

第12回九州支部理事会開く

（2月5日、福岡）

理事会では初めに高田源清支部長（九州大学名誉教授）があいさつに立ち、「英仏海峡トンネルも貫通し、いよいよ本プロジェクトも今までの研究体制から工事着工への体制づくりへ転換をはかる時を迎えております」と決意のほどを述べた。

続いて、佐々保雄会長（北海道大学名誉教授）があいさつし、「満8年にわたる調査・研究によりまして概査はほぼ完了し、今年はいよいよルートを本格的に検討する年であり、そのためにさらなる精査を続けて工事着工への準備をはかっていくつもりです」と述べた。

また、梶栗玄太郎理事長から「国際ハイウェイ・日韓トンネルのプロジェクトもお蔭様で、日韓両国の首脳が関心をもつ段階までになりました。今年は具体的な実施の段階へ飛躍する年であります」と述べた。さらに「国際ハイウェイプロジェクト推進のための中国近代化に向けて、ハイウェイと自動車産業を中心とする近代都市計画づくりを現在すすめております」と、中国ハイウェイの報告がなされた。

その後議事に移り、慣例により議長に高田支部長を選出。続いて事務局より、平成二年度における全体経過中間報告がなされた。また各部会の経過中間報告が各部会長から報告された。最後に、今後の活動方針（プロジェクトの推進を積極的に各界に対して働きかけるとともに、幅広い国民運動を展開する）および新しい組織体制－第一部会（広報・宣伝・政策）－と第二部会（技術部会－第2・第3・第4部会の統合）についての骨子が発議され、出席者全員の賛同を得、次回の理事会において正式決定されるはこびとなる。

韓国土木・土質技術者一行が来日（定期協議開催で合意）

（2月4日～6日）

日本と韓国を海底トンネルで連結しようという構想が各界で注目を集めるなか、2月4日から6日までの日程で韓国土木・土質技術者現地調査団（団長・成百詮、㈱韓国海外技術公社社長）一行8名が来日、日韓トンネル関連施設などを視察した。

4日、福岡に到着した一行は、日韓トンネル研究会主催の技術懇談会に臨んだ。研究会側からは第2部会部会長の高橋彦治氏（地下工事コンサルタンツ㈱顧問）、第3部会部会長の北原正一氏（㈱熊谷組顧問）、九州支部第2部会部会長の山崎達雄氏（九州大学名誉教授）らが参席した。

この日行われた技術懇談会では、日本側の各部会長から今までの調査概略を全般にわたり説明、その後、熱心な質疑応答がなされた。また席上、日韓両国の技術者同士が定期的に協議を重ね、情報交換をなしながら協力していく旨が合意された。翌、5日には唐津にある調査斜坑現場を見学。実際に掘削されている状況を見て、驚きの感を見せていた。その夜は、研究会の九州支部理事会主催の新年会に参加、温かい歓迎を受けた。6日は本州・四国連絡橋の児島・坂出ルートの施設を視察、本四公団第二管理局の案内ならびに説明を受け、翌7日、帰国の途についた。

研究会の資料に目を通す韓国技術者一行

走体方式 現行の新幹線方式も検討

東京

部会委員会（第2・3・4）を開く

第三部会委員会（二月二十五日・東京）

【第3部会＝2月25日】 この日行われた部会委員会では北原正一部会長のあいさつ、続いて事務局より、新しい活動方針、組織体制についての説明がなされた。それに関連して北原部会長からは「周辺状況の変化および部会相互間の交流の必要性等からみても、新体制への移行は望ましいと思う。韓国側のルート問題等もあるので、韓国向けの宣伝材料も検討が必要である」との基本見解が出された。

また、比留間豊委員からは「大計画推進には政府の関与が不可欠で、早く調査費等の予算が取れる方向で検討すべきで、同案には異議はない」との意見が述べられた。また、他の委員からも「新体制への移行は結構なことである」（伊吹山四郎委員）、「流れとしては新体制への移行は妥当であろう」（川崎偉志夫委員）などの声があった。

その後、これまでの調査研究に関する総括的な意見交換が行われた。北原部会長からは「第2部会と協議を重ねて、全体的な地質状況をもう少し把握できるようにしたい」、また、比留間委員からは「日韓トンネルの走体を検討する上でも、国際ハイウェイとしての全体的な物流、経済効果等を含めて考えなければならない」。「今の時点で走体方式をある程度方向づける必要はないか」（立石俊一委員）との意見が出され、現行の新幹線方式、将来的にはリニアモーターカー方式の導入などの案が示された。

さらに「浮遊方式の水中トンネルはむずかしく、固定式が望ましい。新部会への移行に際し、第3部会としての研究テーマ、アプローチの仕方等をまとめておくべきではないか」（竹石時夫委員）などの多方面からの意見が出された。最後に、部会長提案として、ズリ処理問題の検討作業を兼ねて、現地視察を行う旨が確認され、部会を終了した。

【第4部会＝3月1日】 この日の部会では、辻田時美部会長から、あいさつならびに新しい活動方針、組織体制についての経過報告がなされた。その後、これまでの調査研究に関する総括的な意見交換が行われた。日韓トンネル建設にともなう環境アセスメントを担当している当部会では、人工島の設置の有無が大きな検討事項となっている。

したがって、技術関係の部会の統合により、他部会との連絡がスムーズになされることは、「国際海峡に人工島をつくるに際し、地質・施工の担当者の見解を十分に把握できる」（辻田部会長）としている。また、基礎資料の少ない海域でもあるので、早めに海上観測塔を設置し、基礎データーを集積することの必要性が指摘された。

【第2部会＝4月16日】 初めに高橋彦治部会長からのあいさつ、ならびに新体制移行への経過報告が行われた。その後、調査研究に関する総括的な意見交換がなされ、①海底地質小委員会②水文地質小委員会③新期堆積層小委員会④九州支部第二部会、その他に⑤シールド工法対策などの報告がなされた。

今回の部会では先の東京理事会で、事務局より提案のあった技術部会の統合に関する報告、ならびに同案に対する質疑応答がなされ、他部会同様に新組織体制移行への同意が得られた。これをもって懸案であった技術部会統合に関する関係部会委員会すべての了承を得られたこととなる。

【編集後記】

◆4月はゴルバチョフ・ソ連大統領の来日という重要な出来事があった。日本とソ連の関係は新しい1ページをめくった。しかしながら、日本人の30代以上はソ連に対して過去の暗いイメージをまだまだ強く持っているようで、シベリア抑留などの暗い思い出が簡単には忘れられない問題だ。

◆一方、日本と韓国はそれらとは逆の立場で、日帝時代の日本は韓国に対して深い傷をつくった。今その過去を清算しながら日本と韓国は友好関係を築きつつあると思う。日本とソ連も今後は過去を清算しながら新しい関係を築いていかなければならないと思う。どこまで許すことができるか。傷付けた者に対して、許して愛していくことは簡単ではない。

◆そう考えると、誤った過去を清算することは、実に難しいと思う。この日ソ関係は、まさに国民一人一人のその心の努力にかかっているということができる。そう思いながら地図を広げた。目に飛び込むのは“環日本海”だ。ウラジオストク、ナホトカ、少し奥に入るとハバロフスク、そこにはアムール川がある。

◆これら都市は将来“環日本海ハイウェイ”でつながれるであろう。そうなるとやはり、最大のポイントは“日韓トンネル”ということになる。今後の本プロジェクトの推進に期待がかかるのも理の当然である。（S・S）

【広告目次】

- 国際ハイウェイ建設事業団……表紙－2
- ケイアンドケイ工業㈱……PR－1
- サンコーコンサルタント㈱……P－63
- 一成綜合建設㈱……PR－2
- ㈱一和……PR－2
- 日本工営㈱……表紙－3
- 東亜建設工業……表紙－3
- ㈱ハッピーワールド……表紙－4

【事務局よりお知らせ】

先般の理事会（5月9日）で承認された新組織体制への移行にともない、当事務局においても、今まで定期刊行書として発行してまいりました『日韓トンネル時報』を、この度月刊紙『本郷路』と併合させていただくこととなりました。なお、研究会会員の方には、従来の『日韓トンネル研究』とあわせて上記の『本郷路』を、お送りさせて頂くこととなりました。

今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。

『日韓トンネル研究』編集委員会

編集委員長
佐久田昌昭（日本大学教授）

編集委員
大塚　茂（日本工業技術振興協会理事）
宮崎　政三（日本物理探鑛㈱技術顧問）
久保村圭助（芝浦工業大学教授）
村上　良丸（日本シールドエンジニアリング㈱常任顧問）
林　知夫（元西海区水産研究所所長・元広島大学教授）
彦坂　繁雄（三洋水路測量㈱常任顧問）

日韓トンネル研究

第11号 1991年（No.11－1991）
1991年5月20日発行

編集発行：国際ハイウェイプロジェクト
日韓トンネル研究会
発行者：佐々保雄
製作印刷：㈱ユニバーサル企画

© 無断転載を禁ず

会員頒布：非会員 2,000円（送料別）
事務局：東京都渋谷区宇田川町37－13
〒150　スリーエスビル1F
TEL. 03（3481）6977
FAX. 03（3481）6295
振込口座：三菱銀行渋谷支店
普通口座 5986474
郵便振替：東京8－143133
日韓トンネル研究会