

明日を築く57

REPORTAGE

水害から守り、中部圏

発展をめざす

長良川河口堰

国土を拓く

首都高速道路公団

鋼管杭ゼミナール

「港湾の施設の

技術上の基準・同解説」

の改訂



鋼管杭協会機関誌

水害から守り、中部圏発展をめざす 長良川河口堰



長良川河口堰完成予想図

もくじ

- ルポルタージュ⑤……………1
水害から守り、中部圏発展をめざす
長良川河口堰
- 西から東から……………6
- 钢管杭ゼミナール……………7
「港湾の施設の技術上の基準・同解説」
の改訂一杭の鉛直支持力について
- 国土を拓く……………12
第4回 首都高速道路公団
- 文献抄録……………17

表紙のことば

編集MEMO

明治の近代河川改修から1世紀以上が経過した長良川で、再び“人と自然との共存”をめざすビッグプロジェクトが進められている。長良川河口堰は、治水・利水上きわめて重要な基幹施設となり、完成すれば流域に住む人々の川との長い戦いに終止符が打たれることになるにちがいない。河川を締切り排水した中の堰体工事、その左手に見える杭打台船。建設工事は、いま急ピッチで行なわれている。

あらゆるところで地球の環境問題を論じる声が聞こえています。諸外国に比べ、環境破壊の危機感が薄い(?)わたしたちも、地球人のひとりとして、耳を傾けるだけでなく行動するときが来たようです。明日を築く57号をお届けします。

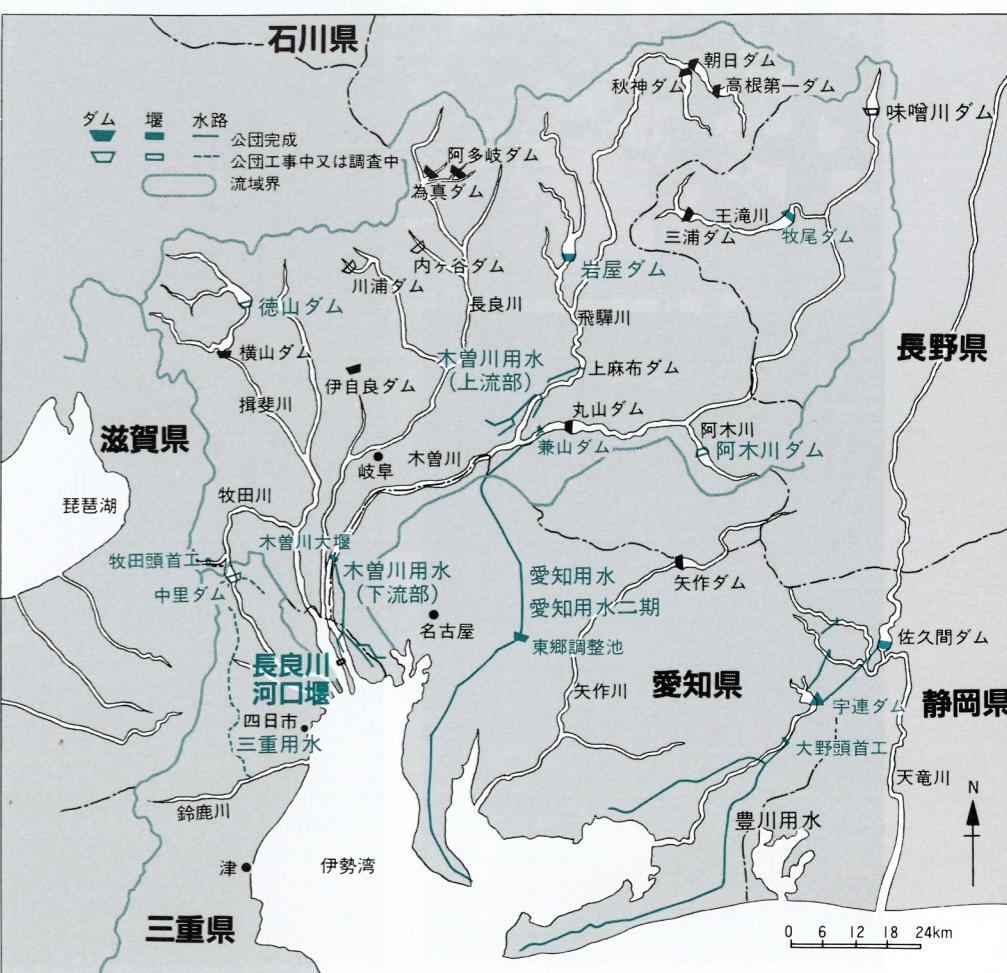
今号も長良川河口堰のルポルタージュ、钢管杭ゼミナール、国土を拓くなど盛りだくさん、お楽しみください。なお本誌に対するきたないご意見をお待ちしています。

死者・行方不明者4,637人、家屋の崩壊36万戸。昭和34年、愛知、岐阜、三重の三県で猛威をふるった伊勢湾台風の被害データである。31年たったいま、当時の傷跡はもちろんまったく見られない。木曽三川河口部の堤防や公園は、人々の憩いの場所として何事もなかったように平穏な風景を見せている。しかし、もし再び同規模の台風に見舞われたら……長良川の堤防は、いまも昔も流域の人々のたったひとつの生命線であり、大洪水に対する安全性は、誰にも保証できないだろう。それだけに、長良川河口堰に寄せられる期待は大きい。今回は、長良川流域の治水、中部圏の利水を目的に建設の進む長良川河口堰にスポットを当てた。

生活と文化を育む母なる川

白い可憐な花ミズバショウが咲きほこる岐阜県郡上郡高鷲村。その西にそびえる標高1,708mの大日岳を源に、日本に数少ない清流として名高い長良川の水の旅は、静かに始まるのである。流域の町や村を潤しながら伊勢湾へ、全長約166kmの長い旅……。

長良川沿いの国道156号線を40分も走ると、城下町のしつとりとした情緒をいまに残す“水の町”郡上八幡がある。長良川の支流となる大小河川が縦横に町を流れている。いずれも流れは豊かで清らかだ。橋のたもとや川に面した家から川へ下りる階段を数多く見ることができる。水とともに生きる町ならではの風景である。郡上八幡には1985年(昭和60年)に全国名水百選の一一番手として指定された清水「宗祇水」



があると聞いた取材班、これを飲まない手はない、さっそくチャレンジしてみることにした。“おお、さすがは名水、水の中の水！”というのはちょっと表現がオーバーだが、この水から生まれた地酒を飲めば、なるほどと唸ってしまうこと請けあいである。

さて、せせらぎの音を聞きながら清水でのどを潤し、心も身体も洗われた気分で、長良川沿いの道を岐阜に向けて進んでいく。山あいの急流、岩にくだける水しぶき、その上を走るローカル鉄道。長良川の表情はじつに多彩である。いくつもの支流がそぞろ込み、豊かさを増していく。岐阜にさしかかるころには、長良川はすっかり大河の名にふさわしい川幅と大きな流れをもつことになる。

この長良川を舞台とする日本の代表的な文化が、岐阜にいまも息づいてい

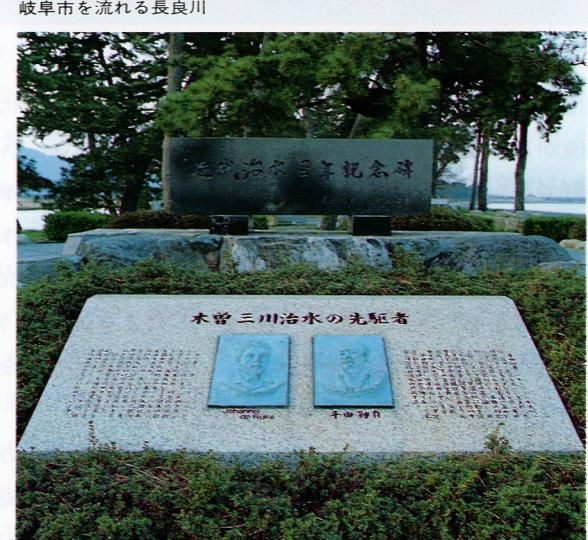
る。ご存知鵜飼である。5月から9月までのシーズン、夜ともなればかがり火をともした鵜飼船が繰り出し、1200余年の歴史そのままの鵜と鵜匠のドラマが展開される。長良川の水質が守られているからこそ、古い文化を伝承していくことができるのである。

平和を飲み込む恐怖の川

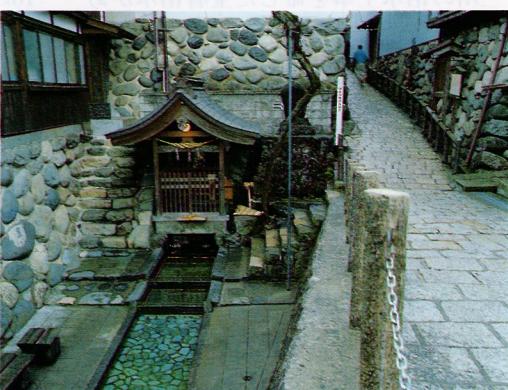
“川ってこんなにきれいなものだったのか”。長良川の美しさは、河口付近でも変わることはない。この雄大な川には、見る者を包みこむような優しさがある。しかしその美しい表情は、いつも穏やかなわけではない。特に河口付近は、大雨や台風に見舞われると恐怖の川に急変し、昔から幾度となく大きな水害をおよぼしてきた。河口付近に住む人々の歴史、それは水害との闘い



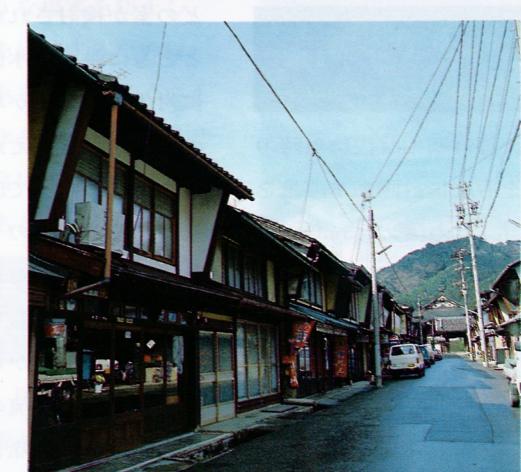
木曾三川の河口(左から揖斐川、長良川、木曽川)



木曾三川治水の先駆者、平田鞍負とデ・レークのレリーフ



宗祇水



昔ながらの風情が漂う郡上八幡



千本松原



弥富駅は地上で日本一低い駅である

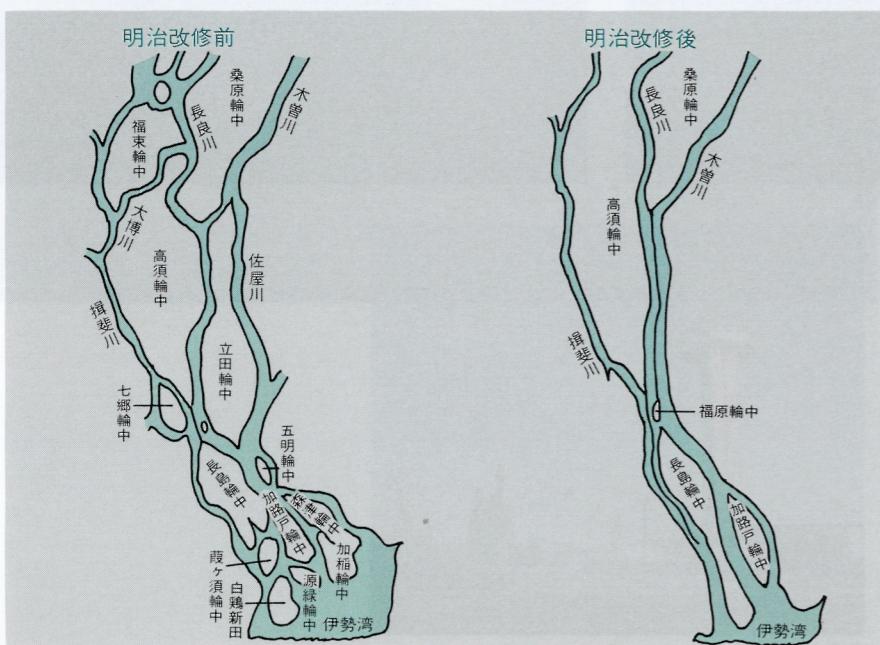


木曾三川公園

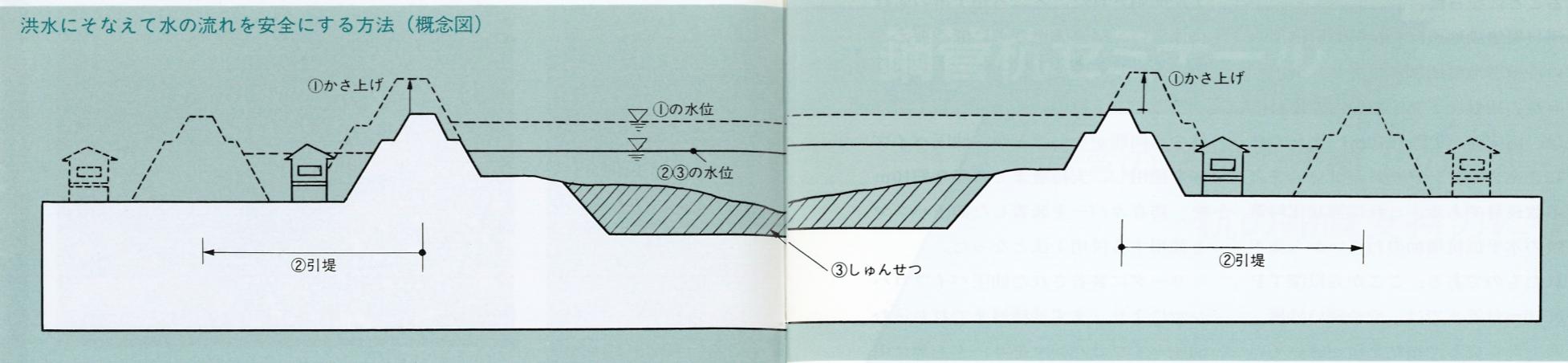
の歴史でもあるのだ。

昔の長良川は、木曽川、揖斐川の支川であり、この木曾三川はまるで網の目のように複雑に入り組んでいたため、洪水を起すとすぐに川の水があふれ、大水害につながった。明治時代、政府はオランダの土木技術者ヨハネス・デ・レーケを招き同氏の指導のもとで、流れを円滑にするため、いくつも別れていた輪中を整理し、木曾三川をはっきり分離させて、現在の流れを築き上げた。明治改修である。これ以前にも徳川幕府が平田鞆負ら薩摩藩に木曾三川の治水工事を命じた宝暦治水があった。長良川は、人の手が加えられていない自然のままの川だといわれるが、じつは多くの時間と人々の努力が積み上げた川なのである。その歴史の面影は、藩士によって植えられたものと伝えられる油島千本松原、デ・レーケの像、木曾三川公園といったかたちで、いまも残されている。しかし長良川流域の人々にとって、闘いは終ったわけではない。長良川は平常時の水面でも平野の高さより高く、度重なる破堤による被害がもたらされている。もし伊勢湾台風級の大洪水に襲われたら、いまの堤防ではひとたまりもないである。

また、地盤沈下のために下流域一体



4



の地下水は、海水がしみ込みほとんどが塩水である。真水を取るために、10km上流から送水されてきた水を下流の長島町でさらにポンプ圧送するなどして、生活、農業、工業用水がまかなわれている。

さらに、毎年のように夏場はプールや噴水の給水が止められるといった渴水にも悩まされている。一見豊かな水資源に恵まれているようだが、地域の人々は洪水、塩害、渴水など深刻な水の問題を抱えているのである。

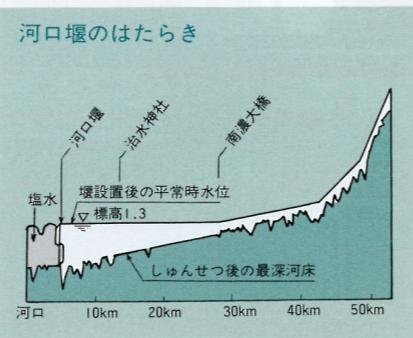
治水／しゅんせつと河口堰

長良川の下流部は明治時代に当時の洪水のデータをもとに計画高水流量を $4,166\text{m}^3/\text{sec}$ とし、その後 $4,445\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $4,500\text{m}^3/\text{sec}$ と改訂されて河川改修が

進められてきた。しかし昭和34年の伊勢湾台風、さらに35年、36年と連続して $8,000\text{m}^3/\text{sec}$ 近い大洪水が発生。このため長良川の基準地点・忠節(岐阜市)における基本高水流量を、 $8,000\text{m}^3/\text{sec}$ とし、そのうち $500\text{m}^3/\text{sec}$ を上流のダムにより調節し、 $7,500\text{m}^3/\text{sec}$ は河積を拡げることで安全に流下させることになった。

河積を拡げる方法として①堤防をかさ上げする。②堤防を後退させて川幅を拡げる。③河床をしゅんせつする、などの案が検討された。まず①は、堤防とともに洪水の水位も高くなり、洪水に対する危険度が増すばかりか、多くの橋梁の架け替えが必要になる。②では全川にわたって広大な土地が必要となり、それだけの十分な土地の確保はむずかしい。したがって、しゅんせつが最良の方法として採用された。

長良川の河口から約30km地点の南濃大橋付近から下流の区間で長良川の河床の土砂を取り除き、必要な河積を確保する。毎秒 $7,500\text{m}^3$ の大洪水が襲った場合でも、30km地点では、現在よ



自然環境を守るために

長良川河口堰は、長良川の河口から5.4kmの地点に位置し、三重県桑名郡長島町と桑名市にまたがって建設される総延長 661 m の可動堰である。構造は、2段式可動ゲート部10門と魚道部4門より構成される。

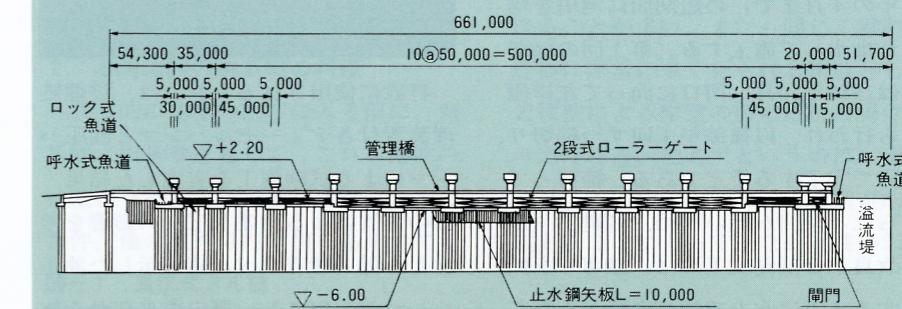
特筆すべき点は、魚道である。これは岐阜の鵜飼に代表されるように、長良川はアユで全国的に有名な河川であり、またサツキマスもアユと同様に、川と海を往復する淡水回遊魚である。このための魚類のそ上や降下にできるだけ支障を与えないよう全門扉を二段ゲートにし左右岸にそれぞれ「呼水式」、「ロック式」の2種類の魚道を設けている。そ上の効果を高めるためのゲート操作を行い、また魚を魚道に誘導する、水位差によっては堰のどこからでもそ上、降下できる構造とするなど、魚への十分な配慮がなされているのだ。呼

りも約1.5m低い水位で流すことができ、岐阜市から下流部では堤防の負担が減り洪水に対する安全性が一気に高まることになる。しかし、ここに問題がある。しゅんせつによって全般に河床を下げると長良川の河口から15kmまで達している現在の塩水のそ上がり、一挙に30kmにまで及ぶことが予想される。この事態をそのまま放置すれば、長良川の下流部は永久に塩水化し、塩水の地下浸透によって川沿いの貴重な土地に広範囲にわたって塩害を発生させる恐れがある。このような塩害を防止し、流水の正常な機能を維持するために、平常時は塩水のそ上を河口部でくい止め、洪水時には洪水を安全に流下させる手段として、長良川河口堰の建設計画が生まれたのである。

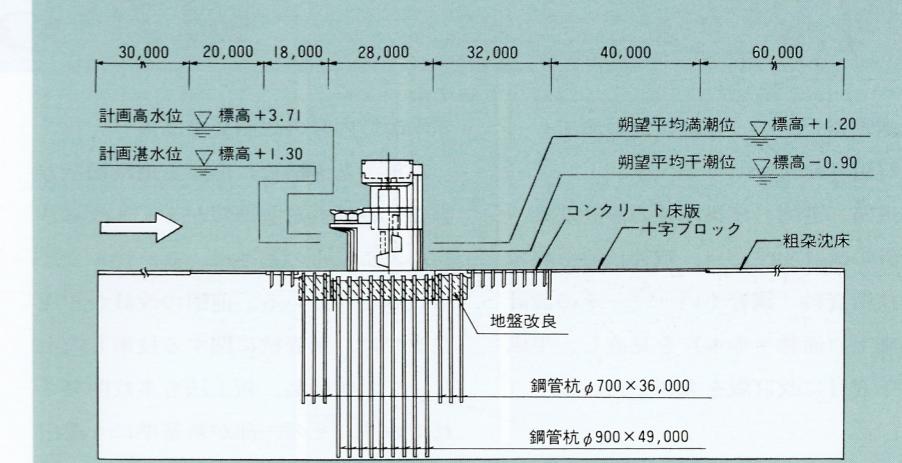
利水／中部圏の発展をめざして

長良川河口堰は、国土庁で策定された「全国総合水資源計画」(ウォーター・プラン2000)および、建設省で策定された「21世紀に向けての水資源開発計画」において、重要な供給施設として位置づけられている。この計画の中では、中京ブロック(西三河、名古屋、北勢)において、平成12年時点での新規河川水必要量を1日あたり約310万 m^3 と想定し、阿木川ダム、味噌川ダム、徳山ダム、長良川河口堰などの施設で1日あたり約390万 m^3 の供給が可能となる。長良川河口堰はこの供給量の約

上流図面



標準断面図



水式、ロック式魚道を各2連設置した。その幅は61mにもなり、日本一幅の広い魚の通り道となる。

河口堰ができると、堰上流の水位は満潮時より約10cm高い水位で保たれることになり、浸透水の増大が懸念される。これを防ぐために、堤防に沿って河側に50~70m幅でブランケット(高水敷)をつくることにしている。また平常時、堤内地に浸透してくる水は、承水路などを設けて静かに抜く。堤内地の排水路を改修整備する。排水ポンプを改良増設して排水能力を高めて堤内地の湿地化を防ぐなど、万全の対策が講じられている。

地盤沈下の進む軟弱層に威力を発揮する鋼管杭

長良川河口堰本体工事の工期は1988年3月から、1995年3月までの7年間。工事は基礎、堰体、ゲート、しゅんせつに大きく分けられている。堰柱などの堰本体工事は、河川防災上の制約から水量が少なくなる渴水期(10月から翌年の4月まで)の短期間に河川を締切り排水して施工する。第1回の締切りは1989年10月、河口に向って左岸側から行われ、以後毎年1回ずつ締切り、5回で完了する予定である。締切っていられる期間が短いため、基礎工(地盤改良工と基礎杭工)は、締切りを開始するまでに水上で杭打台船から施工

することになった。

河口堰建設地点は、伊勢湾沿海部の厚い沖積層地盤地域に位置し、全国でも有数の地盤沈下発生地域だ。地質構成は、河床面(TP-6.0m)よりTP-15.5mまでサンドコンパクションによる改良層である。これは液状化対策と杭の水平抵抗増加のねらいから施工されたものである。ここから以深TP-40.0m付近までは、やや硬い砂層、シルトからなる沖積粘土層が続いている。TP-40.0m付近には非常に密な砂れきの中間支持層が存在。これ以深は砂質土層と粘性土層が互層をなす洪積層、TP-50.0m付近より杭の支持層となるN値50以上の洪積砂れき層がある。水上施工で、しかも支持層までが深いため、基礎杭は鋼管杭が採用されることになった。鋼管杭は、工場溶接された約50mの1本杭で、ネガティブフレクションを抑止するため、スリッププレイヤーを塗布したS-L杭が使用される。

住民を優先した工法の選択

打設に使用されるハンマは、排煙処理装置付きディーゼルハンマと油圧ハンマによる試験施工を実施した結果、油の飛散による漁業などへの影響を考慮し、低い騒音レベル値を示した油圧ハンマが採用され、堰の中央部から施

工が開始された。ところが工事の進行に伴ない、騒音値をさらに低く抑える必要が生じてきた。

そこで、上層の約40mは打撃工法以外なら問題がないことから油圧パイプを使用し、支持層までの残り約10mを、防音カバーを装着した油圧ハンマを使用する併用工法となった。

リーダに装着された油圧パイプロハンマにより、まず沖積層まで打ち込む。油圧パイプロハンマをリーダ上部に引上げ、油圧ハンマをリーダに装着、セットし、防音カバーをつけ、杭頭が水面約1mの位置に達するまで油圧ハンマで打設。つぎにヤットコをセットし、防音カバー装着後、支持層まで打設していく。

騒音測定を実施した結果、民家もつとも接近した場合でも、十分な減音効果が得られることが示された。ここで使用される鋼管杭は、 $\phi 900\text{mm} \times l (48\sim 52.5\text{m})$ 約1,500本である。

長良川河口堰の建設に対して、自然保護を訴える人々の強い反対もあるが、河口堰の必要性を辛抱強く説明し続けた建設省、水資源開発公団、そしてなによりも流域に住む人々の切なる願いが、いまようやく実を結ぼうとしている。

西から

東から

「鋼管ぐい——その設計と施工」

改訂版 発刊

道路、港湾、建築関係の設計基準、指針の改訂に伴ない、鋼管杭協会の総合技術資料「鋼管ぐい——その設計と施工」(通称=赤本)を見直し、平成2年6月に改訂版を発刊した。

赤本改訂内容の説明会を開催

近年、基礎構造に関する道路橋示方書など各種設計基準類が2~3改訂された。これらの基準は、5~10年ごとに改訂されている。前回の改訂から現在までに、鋼管杭に関する技術も向上し、また新製品、新工法も多数開発されており、その一部が新基準にも採用されている。

そこで今回、これらの改訂内容の説明と鋼管杭技術動向の紹介、ならびに新基準に関連した新製品、新工法の説明会を全国主要都市(10か所程度)を対象として実施する。鋼管杭の設計、施工に携わっておられる皆様に、ぜひご参加いただきたい。開催期間は、平成2年9月頃を予定している。

鋼管杭ゼミナー

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の改訂 —杭の鉛直支持力について—

運輸省港湾技術研究所
土質部基礎工研究室長
工博 高橋 邦夫

りながら、港湾においては一般的であるような条件について、説明しておく必要がある。

まず、港湾の施設の杭基礎にとって、水平力が支配的な設計条件になっているということである。これは、ほとんどの港湾構造物について妥当するのだが、例えば、港湾構造物として最も杭の使用量が多いと考えられる棧橋の基礎杭の場合を、図-1を参照しながら考えてみる。図に示されるとおり、棧橋の基礎杭は自由長が非常に長いので、水平力による曲げ応力で、杭の設計が決ることが多い。また、同じく港湾構造物に非常に多く見られる構造として、矢板壁による岸壁の控え直杭の場合を考えてみる。控え工というのは、土圧を受ける矢板壁の頭部近くを横方向に支えることによって、たわみ性の矢板

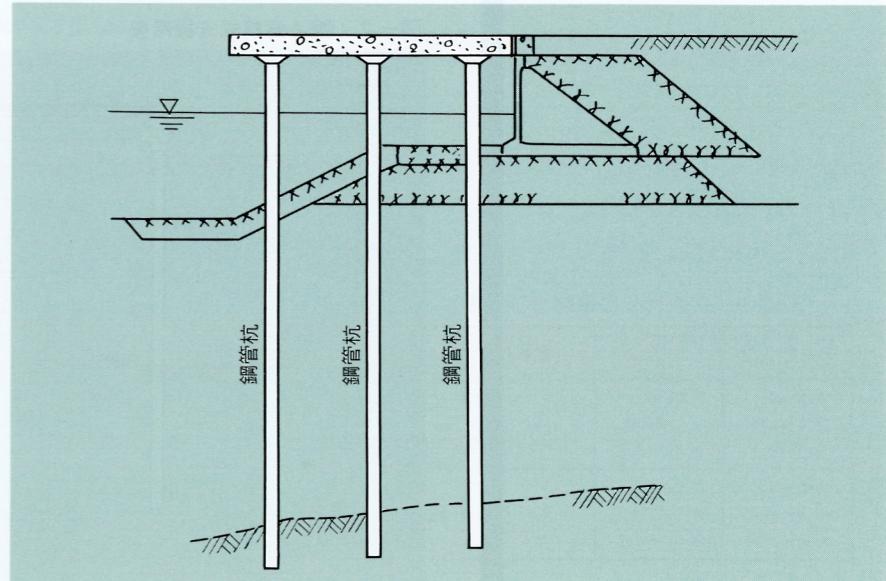
1. はじめに

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」が改訂され、平成元年2月をもって新版¹⁾が発行された。それまでの旧版²⁾は、昭和54年3月発行であるから、丁度10年後の改訂ということになる。杭基礎に関する旧基準の規定は、比較的古い設計法を踏襲したものであったが、今回の改訂では、杭基礎、特にその鉛直支持力に関する規定が大幅に改められている。そこで、本文においては、重要な変更のあった鉛直支持力に関する規定について、旧基準と比べながら、改訂内容を解説する。

2. 港湾施設の杭基礎の特徴

具体的に基準の内容に入る前に、新基準、旧基準を通じて、これら港湾の杭基礎を考える上で前提となっている条件、他の技術分野と異なる条件であ

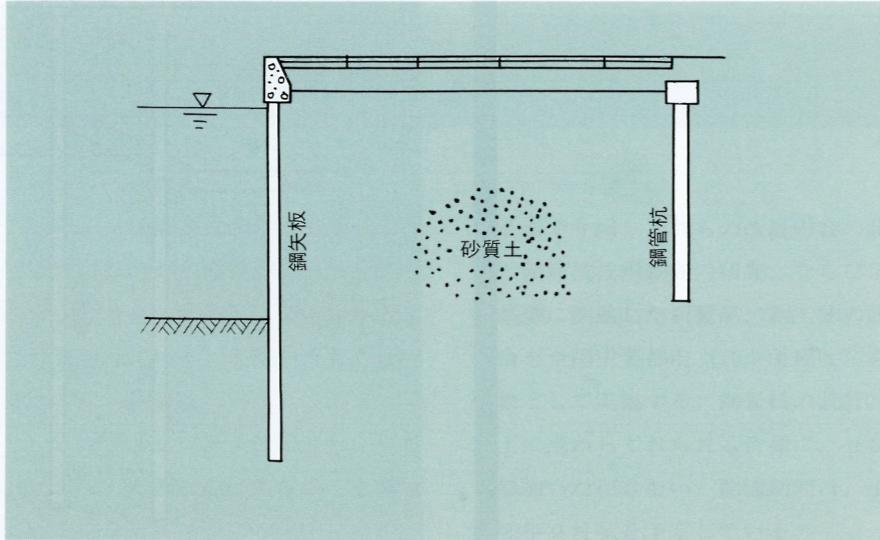
図-1 直杭式さん橋



壁を使いながら大きな水深の岸壁を成立させるための手法である。これに直杭を使っているという形式の控え直杭式矢板壁は、図-2に示されるようなものである。したがってこの場合、矢板壁の受ける土圧という大きな横方向荷重を直杭が支えている訳で、しかも、それは半永久的に作用する荷重ということになる。非常に多く使われる形式の2例について、具体的な港湾構造物の杭基礎で横荷重が支配的であることを見たが、他の沢山の形式においても状況は大体同じで、横荷重が支配的であることが多い。

次には、港湾という場所の特殊性からくる特別な条件がある。すなわち、多くの場合、港湾構造物の建設工事は、海上工事であり、工事用の機械は船に装備されており、作業船というものによって行なわれている。作業船に装備された機械類は、陸上工事に用いられる機械類に比べて大きいことが特徴である。クレーンなどを考えてもらえばよく理解できるであろう。その上、周囲にひろびろとした空間があるのが普通であるから、杭や矢板などの材料のハンドリングが楽にできる。さらに、港湾という場所では、騒音や振動などがあまり問題とされないので、杭の施工法としては、ディーゼルハンマなどの打撃による打込み工法が一般的に用

図-2 控え直杭式矢板岸壁



られている。結局、長尺で重量の大きい杭が打込み工法によって施工できるという、杭の支持力という面からはめぐまれた条件にある。

地盤に着目すると、港湾地域の地盤条件としては、軟弱地盤が厚く堆積していることを、工事を困難にする特徴として挙げなければならない。特に、太平洋側の港湾地域は、いくつかの例外を除いて、かならず、非常に軟弱な地盤に対処しなければならない。東京湾、大阪湾、伊勢湾を考えれば明かであろう。このため、一般的には、杭の使用が多くなり、かつ杭の長さが長くなるという傾向がある。

以上の全ての条件から、港湾構造物においては鋼管杭の使用が圧倒的であり、このこと自体が港湾構造物の杭に関する最大の特徴であるということができるだろう。すなわち、これらの条件、そしてまた、これらに付随する条件の多くのものは、鋼管杭が他の種類の杭に比べて優れている点³⁾に、合致していると言えるのである。結局、港湾で用いられている杭に関する事情を簡単に要約すると、「大口径で長尺の鋼管杭を打込み工法により施工しており、設計条件として横荷重が支配的である。」ということになる。このようなことを前提にした上で、港湾の杭基礎の設計が検討されているわけである。

3. 鉛直支持力計算法の改訂の概要

上のような条件下にある港湾の杭基礎の鉛直支持力の計算方法は、新基準において、図-3のように改められた。これに比べて、旧基準は図-4のとおりであった。旧基準の砂質地盤に関する規定は、建築鋼構造基礎設計施工規準同解説(昭和38年)⁴⁾にならって Meyerhof の式を採用して以来、ずっと使われてきた規定そのままであった。新規準では、N値を使った式の考え方そのものは変わっていないが、定数が改められたのである。またそれにあわせて、計算に使用する設計上のN値を求める方法も新しくなった。一方、粘性土地盤についても、基本式に変化はない。しかし、粘性土地盤と杭との間の周面摩擦についての規定が改められた。

図-3 杭の鉛直支持力(新基準)

(1) 砂質地盤に打ち込まれたくいの極限支持力は、式(4.1)で算定するものとする。

$$R_u = 30NA_p + \frac{\bar{N}A_s}{5} \quad (4.1)$$

ここに

R_u : くいの極限支持力 (tf)

A_p : くいの先端面積 (m^2)

A_s : くい周の全表面積 (m^2)

N : くい先端地盤のN値

\bar{N} : くい根入れ全長に対する平均のN値

ただし、Nは式(4.2)によって算定するものとする。

$$N = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} \quad (4.2)$$

ここに

N_1 : くいの先端位置でのN値

N_2 : くい先端より上方へ $4B$ なる範囲内の平均のN値

B : くいの直径又は幅 (m)

(2) 粘性地盤に打ち込まれたくいの極限支持力は、式(4.3)で算定するものとする。

$$R_u = 8c_p A_p + c_a A_s \quad (4.3)$$

ここに

c_p : くいの先端位置での粘着力 (tf/m^2)

c_a : くい根入れ全長に対する平均付着力 (tf/m^2)

図-4 杭の鉛直支持力(旧基準)

(1) 砂質地盤に打ち込まれたくいの極限支持力は、式(4.1)で算定する。

$$R_u = 40NA_p + \frac{\bar{N}A_s}{5} \quad (4.1)$$

ここに

R_u : くいの極限支持力 (t)

A_p : くいの先端面積 (m^2)

A_s : くい周の全表面積 (m^2)

N : くい先端地盤のN値

\bar{N} : くい根入れ全長に対する平均のN値

ただし、Nは式(4.2)によって算定する。

$$N = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} \quad (4.2)$$

ここに

N_1 : くい先端位置でのN値とくいの先端から下方へ $2B$ なる範囲の平均のN値のうち、

いざれか小さい方の値

N_2 : くい先端より上方へ $10B$ なる範囲内の平均のN値

B : くいの直径又は幅 (m)

地盤が水に飽和された細砂、シルト質砂で、かつN値が15より大きい場合、計算のN値は、

式(4.3)で補正して用いる。

$$N = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15) \quad (4.3)$$

ここに

N' : 実測されたN値

(2) 粘性地盤に打ち込まれたくいの極限支持力は、式(4.4)で算定する。

$$R_u = 8c_p A_p + \bar{c}_a A_s \quad (4.4)$$

ここに

c_p : くい先端位置での粘着力 (t/m^2)

\bar{c}_a : くい根入れ全長に対する平均付着力 (t/m^2)

ただし、付着力は表-4.2により求める。

表-4.2 粘着力と付着力との関係

くいの種類	粘着力 (t/m^2)	付着力 (t/m^2)
木 ぐ い	0~3.7 3.7~7.3 7.3~14.6	0~3.4 3.4~4.9 4.9~6.3
コンクリート ぐ い		
鋼 ぐ い	0~3.7 3.7~7.3 7.3~14.6	0~3.4 3.4~4.9 4.9~5.9

4. 砂質地盤の先端抵抗の計算

砂質地盤の先端抵抗の計算においては、図-3と図-4に比較したように、N値によるMeyerhof流の考え方方はそのままに、定数を40から30に変更した。港湾においては、旧基準の内容を検討した昭和53年以前にも相当な議論があったが、結局40のままとして30に変更しなかったように、これまでずっと定数を40として設計してきたが、被災例などは報告されていなかった。しかし、その後集積された信頼できるデータなどの示すところによれば、近年使われているような口径の大きい杭においては、現象としてやはり40よりも30の方がより正しいことが明かになり、変更されたものである。40を使ったこれまでの設計でも被災例などのない原因としては、2.に述べたとおり、港湾の基礎ぐいの設計が、普通、鉛直支持力で決っていないこと、また、港湾において用いられている基礎杭では、良質な支持地盤に十分な根入れをもって打込まれている場合が、実際に非常に多いと考えられることなどが挙げられる。

定数を40から30に改めるに当っては、計算に用いるN値の決め方も、杭先端から上10Bの平均と下2Bの平均を考慮する古い考え方を止めて、考慮する範囲を狭くとる新しい考え方をとり入れた。しかしこの点については、これまで上下に広く取っていた範囲を単純に狭くするのではなく、特に下層に対して注意深く対処するように、支持条件が良好でないような場合、例えば支持地盤のN値が深くなるに従って減少する場合や、支持地盤の層厚が十分ではなくその下に弱い層が存在するような場合等には、規定の方法により計算された先端支持力でも過大となることがあるので、十分な注意が必要である、と解説している。また、N値が50以上であるような地盤を支持層とした杭の極限先端支持力については、50より大きいN値の信頼性が乏しいし、またそ

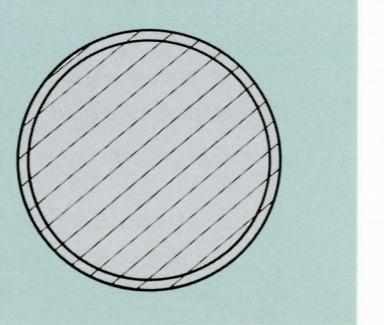
のように強固な地盤に対して、図-3の本文中の式(4.1)の第1項が、そのまま適用できるかどうか十分に確かめられていないので、注意しなければならないことも解説している。

先端抵抗力の評価に関連して、非常に重要な問題として先端支持面積のとり方がある。先端支持面積としては、図-5に示すように閉鎖面積をとればよいこととしている。これは杭の打込みにしたがって鋼管内部に土が進入して、その内面摩擦が土の先端抵抗に等しくなると、それ以上は进入しなくなり、開放断面を閉鎖したのと同じ効果を発揮するという考えに基づくものである。しかし、2.で述べたように港湾においては大口径の鋼管杭を開端で用いる例がほとんどであるので、完全閉塞が期待できず、杭の閉塞率について検討しなければならない状況における。この重要で複雑な問題である閉塞効果については、具体的な方法を提示していないのであるが、実際的な対応としては、十字リブ等の仕切板で断面を分割するというような、先端補強により閉塞率を増大させる手法を検討するのが、巧いやり方であると考えている。⁵⁾

5. 粘土地盤の周面摩擦力の評価

粘土地盤に打込まれた杭の極限支持力も先端支持力と周面摩擦力に分けられるが、普通の場合、周面摩擦が支配的となる。周面摩擦が粘性土の付着力と杭周面積の積で表わされるのは当然であるとして、付着力と粘着力との関係について、従来、港湾構造物の設

図-5 鋼管杭の先端支持面積



計においては、Tomlinsonの研究成果を参考にして、付着力を粘着力よりも相当小さい値として与えてきた。図-4に示されたとおりである。しかし、これまでに蓄積されてきた多くの載荷試験結果の解析により、一般的な条件の場合には、付着力として粘着力と同じ値が期待できることが明かにされてきた。そこで、図-4に示されているように、本文枠内において表の形で表わしていた規定を止めて、付着力の値を次のように求めることにした。

$$c \leq 10 \text{ tf/m}^2 \text{ の場合 } c_a = c$$

$$c > 10 \text{ tf/m}^2 \text{ の場合 } c_a = 10 \text{ tf/m}^2$$

ここに、cが粘着力、 c_a が付着力である。そして、この関係を解説の中に記述している。

しかし、粘性土の過圧密の程度が大きくなるにつれて第1の関係は成立ちにくくなるし、さらに言えば、地盤と杭との付着力を地盤の強度としての粘着力あるいは一軸圧縮強度から求めるこには問題もある⁶⁾ので、地盤の特性、杭の条件などに十分注意を払って、取り得る付着力の値について検討する必要がある。

6. 継手による支持力の低減

継手に関する規定も改められた。鋼管杭の溶接継手の品質が一般的に向上したことを理由として、継手による支持力の低減に関する規定が変更されたものである。従来、図-6に示される旧基準のとおり、低減することが原則であったのに対して、新基準では、図-7のとおり、低減しなくともよいことが表面に出された。

本来、継杭を使用する場合、継手が杭の弱点となることがあるので、継手の存在が杭基礎全体の支持力に及ぼす影響を考慮して、軸方向許容支持力の低減を行なうというのが基本の考え方である。しかし、最近の杭の継手は著しく改善され、特に、港湾において多く用いられている鋼管杭では、半自動溶接法による現場円周溶接が一般化し

ており、多くの場合、非常に信頼性の高い継手が施工されている。そこで、このような技術の進歩を取り入れて、適切な管理の下にこのような信頼性の高い継手が施工される場合には、検査によって信頼できる継手であると確認することを条件に、低減しなくてよいとしたものである。なお、钢管杭の継手そのものに関する規定としては、工場溶接または半自動溶接法による現場円周溶接を原則とし、継手部の形状については、JIS A5525の規定によることにしている。

7. おわりに

以上、港湾の基準が改訂されるに当って考慮された内容を中心とした解説を、旧基準と新基準を比較しながら行なった。一般的には言えないが、基準の規定の上からだけ見ると、砂質地盤

図-6 継手による低減（旧基準）

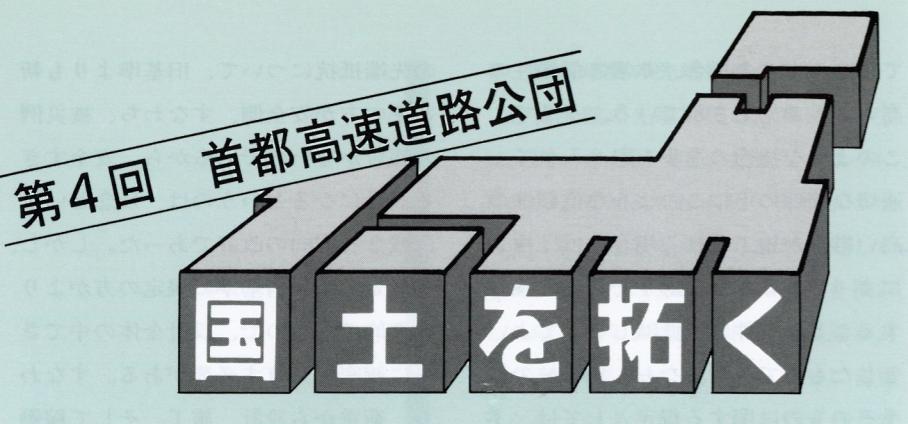
くいに継手を設ける場合には、載荷試験によって、安全性を確かめないと、継手一箇所について軸方向許容支持力の値を20%ずつ低減することを原則とする。ただし、直接検査が十分なされるか、又は工場溶接など十分信頼できる継手の場合は低減を行わなくてもよい。

図-7 継手による低減（新基準）

くいに継手を設ける場合には、適切な管理の下に施工し、でき上った継手の信頼性を検査により確かめることを条件として、継手による低減を行わなくてよい。この条件が満たされない場合には、くいの種類及び継手の種類と数に応じて、軸方向許容支持力の低減を行うものとする。

参考文献

- 1) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説 改定版、日本港湾協会、1989
- 2) 運輸省港湾局監修：港湾の施設の技術上の基準・同解説、日本港湾協会、1979
- 3) 鋼管杭—その設計と施工— 鋼管杭協会、1985
- 4) 日本建築学会：建築鋼ぐい基礎設計施工規準・同解説、1963
- 5) 高橋邦夫：大口径鋼管杭の試験と解析、港湾技研資料、No.660、1989
- 6) 高橋邦夫：沈下地盤中の単杭の挙動に関する実験的研究、港湾技研資料、No.533、1985



葛飾ハーフ橋

**東京オリンピックの開催決定が
首都高速道路建設に拍車をかける**

終戦時、荒廃した東京の人口は、約350万人といわれる。しかし経済の復興とともに年々人口は増え続け、昭和33年には早くも900万人に達しようとしていた。(表-1)

また、人口の増加にともない、産業の発展につながる輸送手段も、鉄道から自動車に移行。昭和20年には、わずか4万台だった自動車台数は年間5万台のペースで増え続けていた。

しかし荒れ果てた道路の補修はじめり、道路の新設、改良をすすめていた戦後の道路事業は、加速度的に拡大する道路整備需要に追いつくことができず、道路の整備状況は逼迫の度合を深めていた。

さらに都心部のビル建設ラッシュが

表-1 東京の人口・自動車数の推移

	人口(万人)	自動車台数(台)
明治40年	259	16
大正8年	346	3,056
昭和5年	541	27,469
15	735	58,427
20	349	44,130
25	628	65,054
26	675	84,956
27	717	130,800
28	752	186,466
29	781	226,463
30	807	240,337
31	831	286,462
32	857	341,443
33	899	402,324

(注)はじめて自動車が東京に現われたのは明治40年
東京ではじめて都市計画道路を手がけたのは大正8年
震災復興計画が完成し、下町の街区が整備されたのが昭和5年

都心部における道路交通量を集中的に増加させた。輸送手段の主力がトラック輸送に切りかわったのである。当時の建設白書が「自動車交通は著しく増加、とくに大都市周辺では集中的な増加をみせているため道路交通事情は破局に近い様相を呈している」と述べているあたりに、この当時の切実な事情をいみじくも物語っている。

昭和33年当時、主要交差点における渋滞が発生し、しかも都心部から主要道路に沿って周辺へと広がりつつあった。昭和40年代には、都心主要交差点は交通マヒ状態に陥ると予測されたのである。このような時代背景と高層化する都市構造そのものの変化が、首都・東京における、新しい発想による幹線道路網を必要としていたといえる。

つまり、交通緩和を第一の目的とし、

一般の道路とは分離した、平面交差のない自動車専用道路の発想だ。「必要は発明の母」といわれるが、「車より歩く方が早い時代が来る」とさえいわれた状況を開拓するために、高架、または地下を走る自動車専用道路の誕生が待たれるようになつたのである。

首都高速道路公団、 その誕生の背景

かねてから東京に高速道路を建設する必要性を重視していた建設省は昭和32年7月、「東京都市計画都市高速道路に関する基本方針」を決定。

東京都議会でも昭和33年3月に、「高速道路建設促進に関する意見書」を決議、首都高速道路建設に向けての都民の熱意が高まっていった。

一方、政府においても、着々と、そのための法案が整備されつつあった。

昭和34年1月には「首都高速道路公団法案」を閣議決定し、第31通常国会に提出された。そして昭和34年4月には公団法が公布された。公団役員、予算等が整備され、正式に首都高速道路公団が誕生したのは昭和34年6月17日だった。

正式に発足した公団の、昭和40年度末までの目標も決まった。その事業の骨格は、環状6号線と都心を結ぶ8本の放射線と1環状線とからなる総延長約71kmの路線で、首都高速1号線から同8号線に分けられた首都高速道路の路線網の建設と、高速道路建設に密接に関連した関連道路の整備であった、(図-1)。また同時に、公団では路外駐車場の建設にも着手した。いずれも高速道路と一体構造として計画され、都市空間を立体的に利用したものであった。

また昭和34年5月、国際オリンピック委員会(IOC)総会において、第18回オリンピック大会開催都市が、東京に決定したこと、首都高速道路建設を急務なものにした。オリンピック招致は日本の悲願であり、その決定は栄誉であるが、反面、競技施設、道路、その他の公共施設などを限られた期間内で建設するという重大な責任も負った。

なかでも街路網、都市高速道路の整備は、大会運営の成否を握る緊急事案であった。当時の道路状況と将来の交通需要から、昭和40年には東京の道路交通が危機的状況に陥ることは火を見るより明らかだった。そこにオリンピックという一大イベントが加わると、局地的な混乱は周辺にも影響を及ぼし、広域的な広がりで交通麻痺を起こすことは容易に推測できた。

首都高速道路が、東京オリンピック 成功の陰の力になる

オリンピック施設周辺、および羽田空港と都心部の間の交通需要に対応するには、環状7号線、放射4号線などを中心とした一般道路の整備に加え、

12号線吊橋

首都高速1号線、同4号線を重点的に整備しなければならないことは、もはや誰の目にも明らかだった。昭和35年には、それらの道路がオリンピック関連道路として最終決定された。このうち公団が整備する路線は、首都高速1号線をはじめとする5路線と放射18号線、同22号線をはじめとする高速道路関連街路であった。

こうしてオリンピック東京大会開催の決定後、日ならずして設立された公団にとって、オリンピックに間に合うよう関連高速道路を建設することが、もつかの最大の使命になった。公団は、その用地取得、建設工事に全力を傾注していくのである。

しかし、首都高速道路構造物は、過密化した都市内で、主として、公共施設(街路、河川など)上に築造することが多いため、線形条件も厳しい。またインターチェンジや出入路を各所に設け、さらには橋脚の位置および形状にも多くの制約を受けるので、非常に複雑な構造物となつた。こうした条件のもとで設計・施工については、従来の経験や知識だけでは対応しきれず、新しい構造理論・設計法・工法の開発が必要であった。そのため学識経験者からなる「首都高速道路公団技術委員会」を発足させた。

また用地の取得も困難をきわめた。産業経済の発展と人口の高密度化が、土地取得の障害となつた。

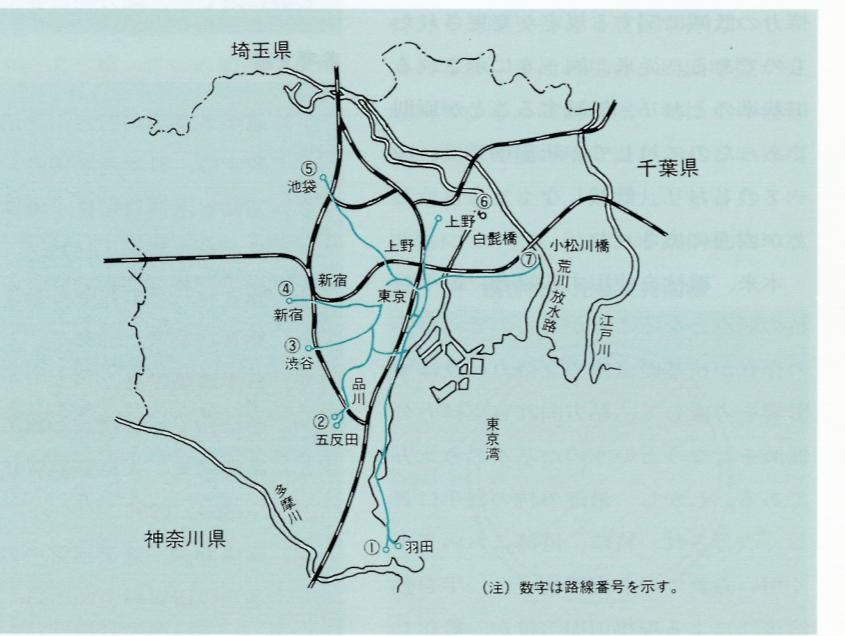
こうした幾多のハードルを乗り越え、遂に首都高速道路が開通したのが昭和37年だった。首都高速1号(羽田)線のうち、中央区宝町3丁目から港区海岸3丁目までの4.5kmが、初めての都市高速道路として記念すべきスタートを切った。

この模様を当時の新聞は次のように伝えている。「開通と同時に各入口から一斉に通行をはじめた。ざっと70台、ほとんどが乗用車で〈50円なり〉の通行料金を払ったが初日は片道優待券が贈られた」、「この道路、信号もなくすこぶる快適、とくに浜離宮の堀跡の下のトンネルはダイダイ色の照明、オトギの国のプロムナードのようなデラックスな気分」(昭和37年12月20日、読売新聞朝刊)というものだった。

さらに、オリンピックが開催される昭和39年10月までに、オリンピック関連道路である首都高速1号線(日本橋本町~羽田空港)、同2号線(銀座~芝公園)、同3号線(隼町~霞が関、渋谷~道玄坂)、同4号線(大手町~本町)、および4号分岐線(大手町~日本橋子網町)の延長約32.8kmを完成。

ここに、当時の日本の表玄関であつた羽田空港と都心、さらには各種オリエンピック競技会場や選手村のあった神宮外苑、および代々木を経て、新宿までを1本の高速道路で結んだ。総額700億円を投じたこの事業は、オリンピック東京大会を成功させる陰の力となり、都心の交通緩和に大きく貢献した。オリンピック開催時に、これらの高速道路を利用した車は一日7万5千台に達した。

図-1 当初の東京都市計画都市高速道路網





ペイブリッジと大黒インターチェンジ

のひとつとして、首都高速道路を利用中の車に、早く的確に情報提供を行うなどして対処している。可変情報板の改良・増設、図形処理板の拡充、路側通信施設の運用を開始するなどして、交通管理システムを強化している。

また現行の第10次道路整備5箇年計画（昭和63年度～平成4年度）によつて、新たに8路線、総延長240.3kmを整備することになっている。

横浜市高速湾岸線の一部を構成する
横浜ペイブリッジの完成は記憶に新し
い。横浜港口部の航路を本牧埠頭から

大黒埠頭へ横断する白亜の斜張橋は、一躍、横浜の新名所になった。

海の青、公園の緑、ベイブリッジの白が見事なコントラストとなって、新しい都市景観の美を創造している。

この後にも、続々と新工法による建設が予定され、着々と準備がすすめられている。東京港連絡橋の吊橋、多摩川および川崎航路沈埋トンネル、鶴見航路の斜張橋などの大プロジェクト工事、鉄筋コンクリートアーチ橋、二ルセンローゼ橋、美女木インター、エンジ5重構造などの特殊構造の採用や、都市内トンネルの構造および施工法の検討が行われている。

なかでも多摩川および川崎航路沈埋トンネルの建設にあたり、鋼管矢板基礎が新しい使われ方をされていていることが注目を集めている。

陸上トンネルから海底の沈埋トンネル

ルに差しかかる、換気塔が設けられた部分の基礎に(図-6)、縦3列横3列、併せて9基の矩形鋼管矢板基礎が採用されているのだ(図-7)。

首都高速道路公団では「とくに巨大な荷重がかかる部分に、安心して使える基礎ということで採用した」とコメントを出している。

21世紀に向けて、情報ネットワーク化、新しい都市景観の創造をすすめている首都高速道路公団の土台を、鋼管矢板基礎がしっかりと支えている。

沈埋トンネル

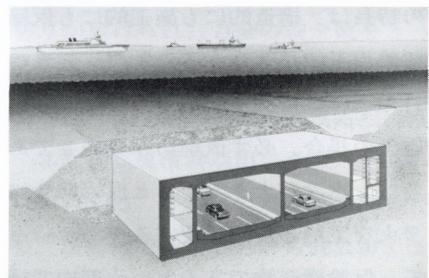


図-6 トンネル断面図

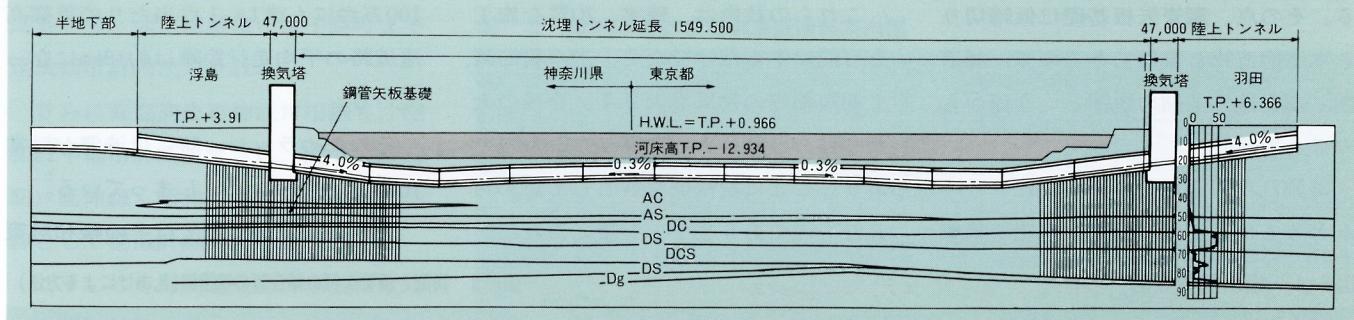
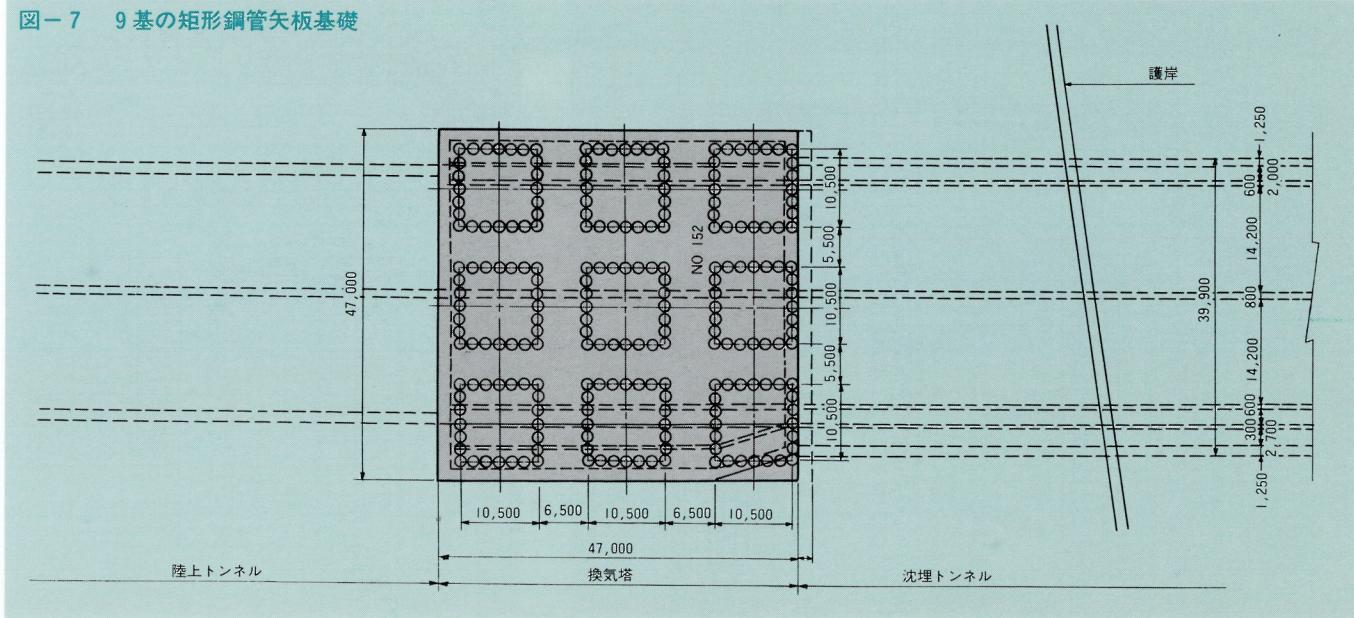
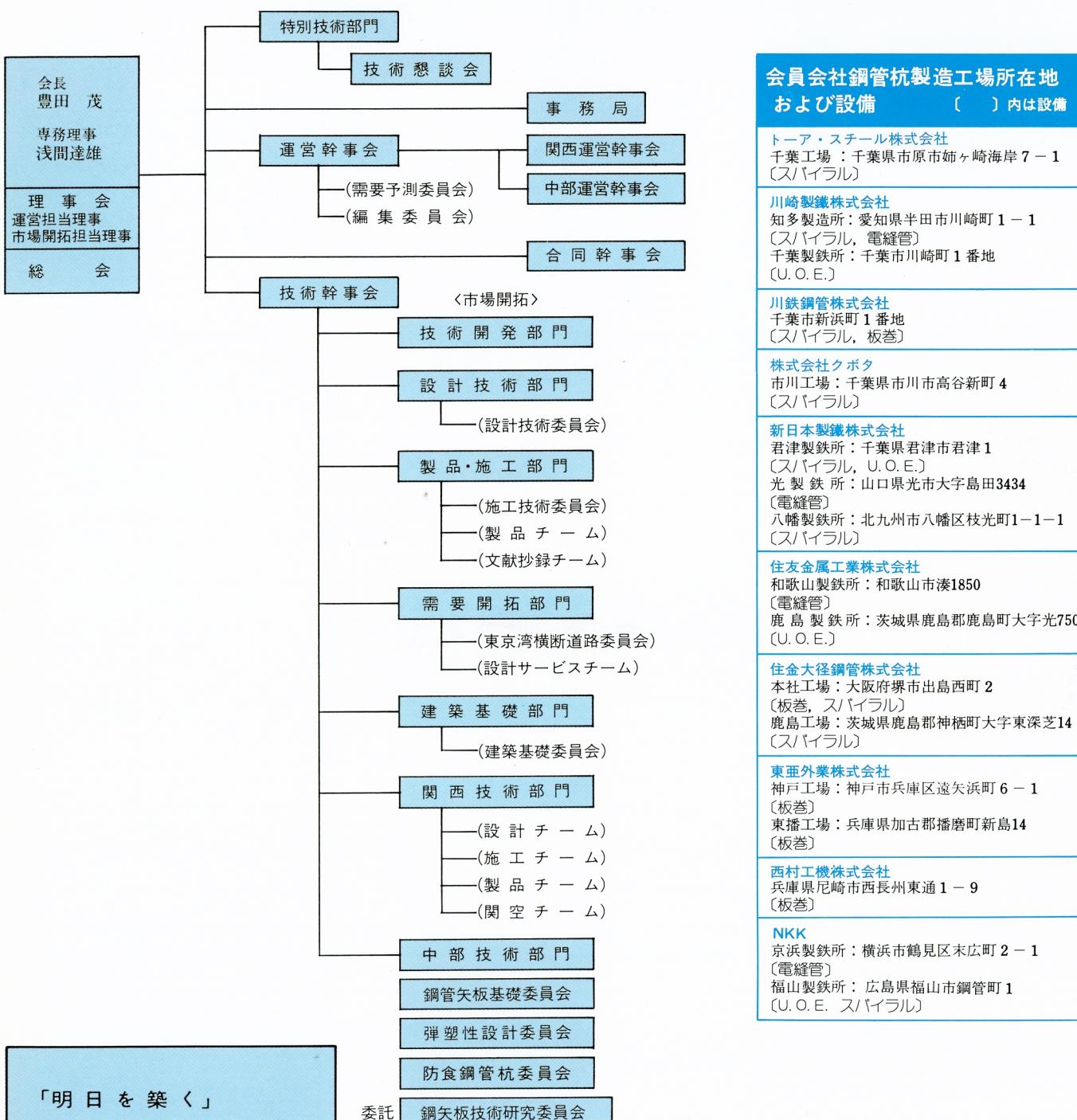


図-7 9基の矩形鋼管矢板基礎



鋼管杭協会組織図



「明日を築く」

編集委員会

- 委員長 水川正宣(クボタ)
委 員 小川誠二(クボタ)
〃 楠本 操(新日本製鐵)
〃 杉原良夫(住友金屬工業)
〃 南角秀樹(川崎製鐵)
〃 外薗照男(N K K)
〃 山本 裕(新日本製鐵)
〃 渡部一治(N K K)

鋼管杭協会会員一覧 (50音順)

- | | |
|-----------|--------------|
| N K K | 住金大径鋼管株式会社 |
| 川崎製鐵株式会社 | 住友金属工業株式会社 |
| 川鉄鋼管株式会社 | 東亜外業株式会社 |
| 株式会社クボタ | トーア・スチール株式会社 |
| 新日本製鐵株式会社 | 西村工機株式会社 |

明日を築く No.57

発行日 1990年7月10日発行

発行所 鋼管杭協会

東京都中央区日本橋茅場町
3-2-10(鉄鋼会館) 〒103

TEL 03 (669) 2437

制作 株式会社 ニューマーケット
東京都新宿区三栄町20-3

〒160 (新光オフィソーム)
TEL 03 (357) 5888



鋼管杭協会