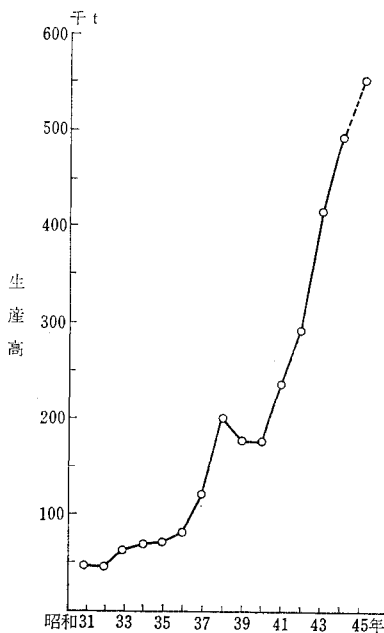


1. 動向と展望

(1) 概況と問題点

東京オリンピック前後、1964、65 両年にわたって一時低迷していた橋梁建設が、万国博関連工事などを契機として、1966 年から再び急速に増大しはじめたことは前回の本特集（1969 年 3 月）にすでに述べられているが、それに続く 1969、70 両年においてもその伸びは衰えず、工事量が大幅に増大している。この傾向は、本四連絡橋建設、新幹線網、高速道路網の充実、地方道の整備など、都市間・内を問わず交通対策が急務として要求

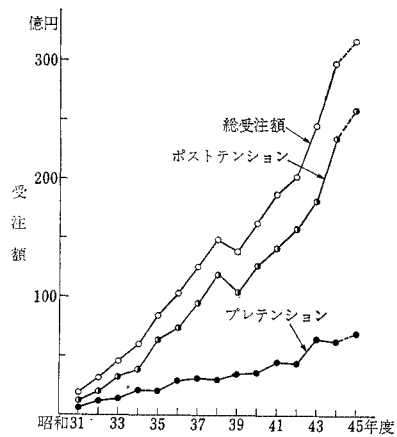


(鉄骨橋梁協会調べ)
図-1 鋼橋生産実績

されている現時点において、今後とも続くものと考えられる。

鋼橋工事において、1965 年に 18 万 t であった総生産量は 1969 年には 49 万 t に達し、1970 年のそれは 55 万 t 前後、生産額において約 1300 億円と推定されている。この総生産量は、10 年前 1960 年に比べても約 7 倍、溶接構造が橋梁において本格的に取り入れはじめられた 1955 年前後に比べれば実に 11~12 倍に達する (図-1)。

一方の P C 橋は、1970 年総受注額 320 億円前後と推定され、1960 年のそれと比較して約 4 倍弱であり、鋼橋に比べて若干伸び率が下回るとはいえ、これもまた順調な伸びを示している。さらに、人工軽量骨材による軽量化、プレキャストブロック工法あるいはディビダーク工法などによる長大橋架設例の増加、市街地鉄道橋における交通騒音対策としての積極的採用など明るい要因も多い (図-2)。



(PC 工業協会調べ)
図-2 PC 橋受注実績

このような工事量の増大に対して、全般的にすでに慢性化している人手不足は、橋梁界においても例外ではなく、とくに専門技術者の不足は深刻である。たとえば、メーカー関係の設計技術者の増加は、この 10 年間でせいぜい二、三倍程度ではないかといわれている。この対策として、当然のことながら省力化が強く叫ばれており具体的には、設計面での電算機の積極的な利用、さらには数値制御による製作工程の自動化、構造の画一化・単純化、責任施工体制への移行——たとえば、品質管理方式による工事契約などが実施あるいは試みられようとしている。

しかし一方において、ますます強くなる使用目的への従属要求——たとえば、道路線形による形状の複雑化、使用性能ではなく材料と加工手間を購入する現在の積算・契約方式、請負業者間の技術的な施工能力の格差、

施主側に抜け切らない直轄工事意識など、省力化をさまたげている要因も少なくない。

こうした問題を解決するために、計画担当者から現場担当者まで、さらには経理担当者までも含めて、大局的な見地から取り組もうとする意志と努力が要求される。

(2) 話題と傾向

一般的な傾向としては、やはり省力化、構造物の大型化、工事・交通公害の防止の三点に端を発しているものが大部分である。

設計面では、電算機との結びつきがより強くなっていく。計算能力上の必要性からだけではなく、専門技術者の不足を補うための利用も多く見られるのが最近の傾向である。また、たとえば道路橋下部構造設計指針のケーソンの横抵抗算出についての規定のように、最近定められた基準などの中には、電算機利用を前提としているものが多くあらわれており、この傾向もまた今後ますます強くなるであろう。

材料面では、溶接構造用鋼としての 80 キロ鋼の開発が筆頭にあげられる。80 キロ鋼は、比較的早い時期に開発に着手されながら実橋への利用が足踏み状態にあったが、近年の構造物の大型化によってその適用範囲を得、また、溶接性とくに施工法についての地道な研究の積み重ねによって、その問題点をほぼ解決している。

その他の材料としては、従来から試験的に用いられてきた軽量人工骨材と耐候性溶接構造用鋼 (SMA 材) が、ここ兩年ますます適用範囲を広げている。

施工面では、鋼構造、コンクリート構造をとわず、架設部材の大型化、すなわち大型架設例の増加が話題となっている。

大型架設は、従来も例がなかったわけではないが、とび職・リベット工など専門職の不足からの現場作業の削減要求がこれに拍車をかけ、一方、超大型フローティングクレーンなど架設機材の開発がこれを可能にした。

示方書、基準などでは、鋼鉄道橋・鋼道路橋ともに従来のリベット構造中心から溶接構造中心への組み変えが大きな話題である。鋼鉄道橋については、土木学会においてすでに昭和 45 年その改訂作業を完了、45 年 12 月に発行された。鋼道路橋については、日本道路協会において、現行の鋼道路橋設計・製作示方書、溶接鋼道路橋示方書、鋼道路橋合成げた設計施工指針、等を整理統合し、さらにアーチ橋、吊橋などに関する規定をも加えた新しい示方書とすべく鋭意努力中であり、昭和 46 年 5 月頃の刊行を目標としている。

そのほか道路橋関係では、工事監督者への手引、示方書の補ないなどを兼ねて、以下にも示すような便覧を刊行あるいは作成中である。

最近刊行、あるいは近日中に刊行を予定される示方書などは次のとおりである。

- ① ケーソン基礎の設計編 (日本道路協会)
- ② アークスタッドジベル溶接施工指針 (建設省)
- ③ 鋼道路橋 (プレートガーダおよびトラス) 供用荷重算定指針 (案) (日本道路協会)
- ④ リングビーム工法を含む各種締切工法について (建設省)
- ⑤ 道路橋耐震設計指針 (案) (日本道路協会)

2. 上部構造

(1) 鋼 橋

a) 材 料

新材料として耐候性鋼板の使用は、すでに目新しい話題として注目されなくなってきているほど一般に浸透してきている。この傾向は、新しい鉄道橋の示方書および道路橋の示方書に取り入れられていることからもうなずくことができる。

高張力鋼の 70 キロ鋼、80 キロ鋼の研究は、本四架橋調査の重要テーマとして地道な研究がなされてきたが、昭和 39 年に架設された花輪橋の試用されて以来は、めいめい阪神団が建設する南港連絡橋に大量に使用されることになり、にわかには活況を呈した感がある。また、海外工事の橋梁 AUBERN 橋にも時期をほぼ同じくして 80 キロ級鋼が大量に使用されることになっている。

全橋梁数の 8 割を越える合成桁のずれ止めは現在ほとんどがスタッドジベルによっているが、ジベルの施工に関する規定はなく、この方面の研究もあまり行なわれていなかった。このため、建設省は関係機関の協力のもとにスタッドジベルの施工指針を制定し品質管理の充実を道路局企画課長通知により行なった。

道路橋においては、経済の高度成長に伴い、自動車交通の量的あるいは質的増大により、鉄筋コンクリート床版の破壊が問題となり、設計方法、積載量超過車両の対策、施工管理体制など多くの議論がなされ、局長通達による修正が行なわれた。この問題は、継続して道路橋示方書改訂のなかでも審議されている。橋の多くの部材の最も厳しい使用条件にある鉄筋コンクリート床版には、今後多くの研究が行なわれ実際の荷重状態と設計理論との適合性について検討されるべきであろう。

b) 斜 張 橋

最も関心を集めた橋梁形式は斜張橋である。尾道大橋により斜張橋への関心はきわめて高く、大阪市の豊里大橋 (中央径間 216 m, 側径間 80.5 m, 幅員 20.3 m)、荒川大橋 (中央径間 160 m, 側径間 60.3 m, 幅員 27 m)

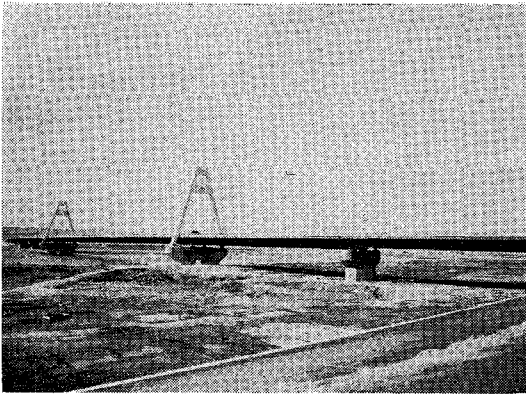


写真-1 豊里大橋



写真-2 荒川大橋

が竣工した。さらに、石狩河口橋など今後斜張橋の採用は、適用支間の延長、外観の美麗なことから、ますます多くなると思われる。しかしながら、斜張橋は耐風安定性に問題があり、一橋ごとに風洞実験による耐風安定性実験を行なわねばならないことは、形式選定にあたり大きな隘路となるであろう。

e) 方杖橋

ラーメン橋の一方式として、方杖橋は谷を渡る山岳橋梁として外観上きわめてすぐれている。この形式の橋は、桁と脚の取合部つまりラーメン隅角部の設計方法が明確ではなかったが、高知県の白石橋（中央径間 53 m、側径間 44 m）の設計に際し行なった隅角部の光弾性実験、Finite Element 法による解析などにより応力の流れが明らかにされ、設計上一段と改善された。

U字形橋脚を有する方杖橋は、丸山大橋（35 m+35 m+75 m+35 m）が著名であるが、その後三重県の白山大橋（38 m+48 m+29 m+34 m）が現在架設中である。

d) アーチ橋

神戸大橋は、わが国最初のダブルデッキ3径間連続アーチ橋で、中央径間 217 m は日本最長である。交通量

50 000 台/日 を処理するために、上路4車線、下路4車線の一方通行方式をとり、橋下 200 m の水路には 2 700 隻/日の舟航があったため、中央径間の架設には 1 000 t 吊りクレーン船による大ブロック架設工法を採用した。本橋部 6 469 t、取付道路部 6 183 t の鋼材は、すべて耐侯性鋼材を使用している。

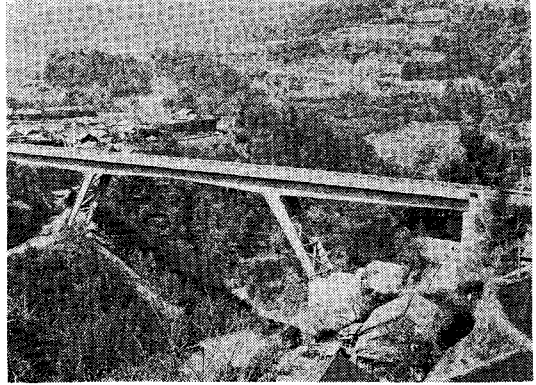
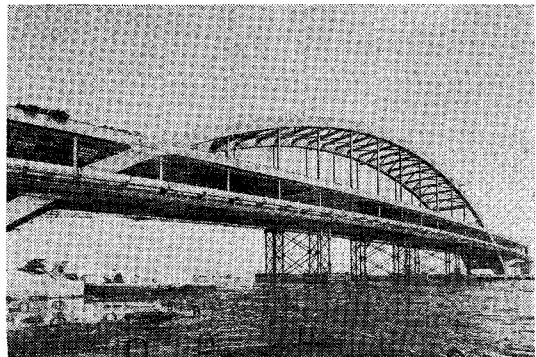


写真-3 白石橋



写真-4 丸山橋



(施工中のもの)

写真-5 神戸大橋

アーチ系の一つニールセン橋の進歩も非常に著しいものがある。本格的ニールセン橋としての安芸大橋以来、東京都の三頭橋は橋長 132.3 m のバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋が完成した。その後、福島県において、橋長 154 m の柳津橋、瑞光寺橋が近接して 2 橋同形式にて計画され、柳津橋は現在架設中である。柳津橋、瑞光寺橋は、風光明媚な地形に左右に展開する現在の目鏡橋として最新の構造系を表現することであろう。

ニールセンローゼ橋は、さらに橋長 160 m 級の橋も検討されており、構造系の合理性と適用支間の増大はきわめて魅力的であるが、適用支間の増大は十分な調査検討を伴うことが必要であろう。

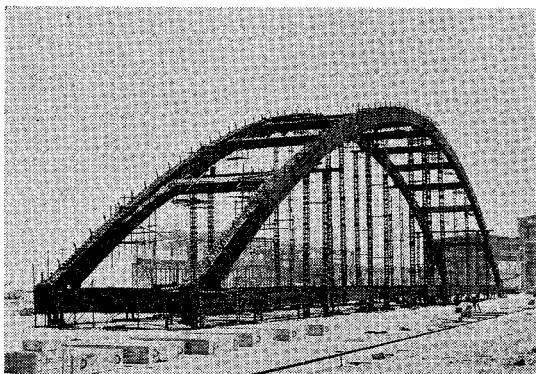
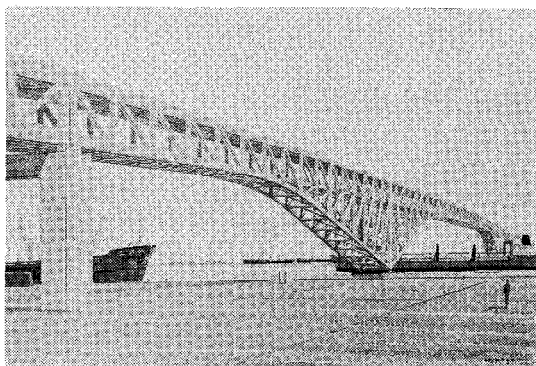


写真-6 仮組み中の柳津橋

e) トラス橋

巨大な連続トラスの計画としては、阪神公団が将来大阪湾岸道路の一部となる大阪湾の南港連絡橋があげられる。南港大橋は、往復 4 車線のダブルデッキゲルバーKトラス橋である。橋長 980 m、中央径間 510 m、側径間 235 m、幅員 19.25 m、桁下高 51 m、総鋼重 36 000 t のきわめて大規模なトラス橋である。本橋は、上部構造・下部構造とも技術的に難工事であり、大阪特有の軟弱地盤に自重の大きい橋体を載せることは耐震設計上多くの難問を解決することが必要であろう。南港大橋の架橋は



(完成予想図)

写真-7 南港大橋

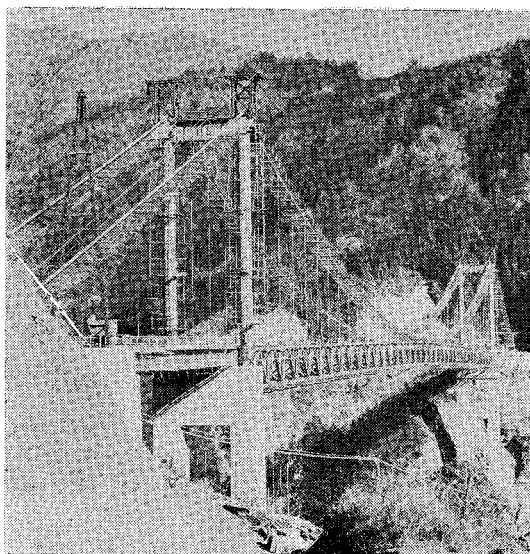


写真-8 上吉野川橋

多くの面で興味深いものがある。

f) 吊橋

水資源開発公団の上吉野川橋は、関門架橋、本州四国連絡架橋のために貴重な資料を提供した。本橋は、単径間 2 ヒンジ吊橋で 63.4 m + 253.5 m + 63.4 m の支間割となっている。

ケーブルは、上流側エアスピニング、下流側プレファブストランド工法と同一橋に異種の工法を使用し、きたるべき長大吊橋時代に備えて、またとない調査研究を行なう結果となった。また、床版には、軽量コンクリートプレファブ床版を用いている。

吊橋の最大の話題は、関門橋である。中央径間 712 m、側径間 178 m、桁下高 61 m、塔の高さ 133.8 m、ケーブル直径 667 mm、素線数 14 014 本/(1 ケーブル)、総鋼重量 28 000 t である。本橋は、本格的吊橋として全国の注目を集めており、たびたび華かに報道されている。現在、下部工事が終りタワーの建設に着手しており工事の進捗状況はきわめて興味深いものがある。

g) その他

建設省は、橋梁工事の省力化と構造物のより進んだ合理性、経済性をねらって鋼橋の積算方式に新しい方法を導入している。この方法は、今後橋梁の省力化をはかることによる建設コストの増大をおさえるとともに、橋梁設計に施工性、維持の容易さなどにおいて、すぐれた設計が積算方法による不備のために拒否されないよう配慮したもので、従来の積算に比較して画期的なものである。

新しい積算方式の実施は、現在の試用時期を経て全国的に実施したい意向である。実施は当初、建設省直轄工事、都道府県補助工事に適用される予定である。

(2) コンクリート橋

最近のコンクリート橋は大形化とプレハブ化とが盛んで、海上部はもちろん、従来鋼橋の分野への進出が著しい。

首都公団2号線の日黒架道橋にはじまったPCブロック工法は、多摩橋（東京都）、中央スパン86mの神島大橋（岡山県）などをへて現在でも施工中のものがいくつか見られる。鉄道橋でも、名立川橋（国鉄北陸本線）の小規模なものから武蔵野西線多摩川橋をへて山陽新幹線加古川橋（3 @ 55.6m、桁高3.5m）の大形のものへ

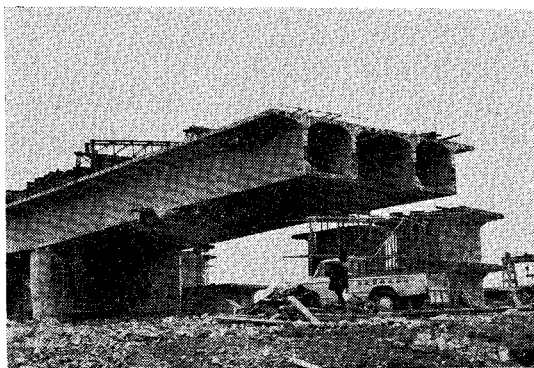


写真-9 多摩橋

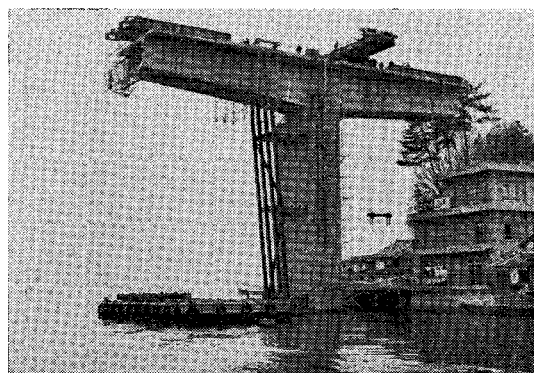


写真-10 神島大橋

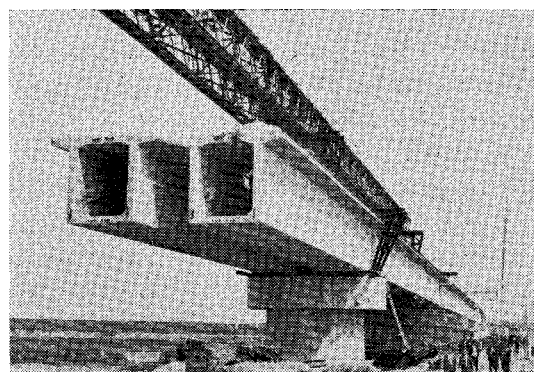


写真-11 加古川橋

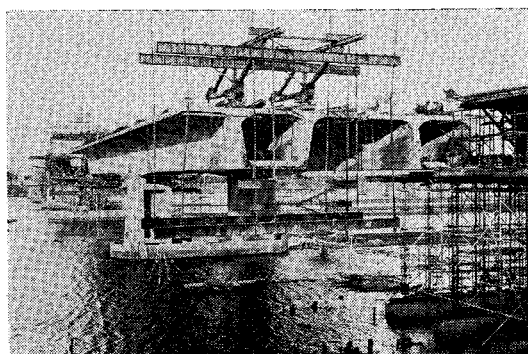


写真-12 老松橋

と進んでいる。場所打ち工法では、あいかわらずディビダーク方式に大スパンのものが多く、大和川橋（阪神公団、82m+119m+110m+88m+120m+82.5m）、上ノ関大橋（山口県）などが完成し、上部工施工直前の浦戸大橋（道路公団）に至っては中央スパン230mのPC桁橋（5径間連続ラーメン）としては世界最大を誇っている。山陽新幹線の長大河川橋は前記の加古川橋をはじめ、武庫川、市川、揖保川、吉井川、旭川、百間川など、ほとんどがPC橋で施工されている。

一方、近畿高速道路の高架橋に見られるように、全長約3.5kmの距離をスパン20m程度のプレテン（またはプレ・ボス併用）の桁約2800本を用いて、短期間に優秀な施工管理のもとに完成していることもプレハブ化・省力化の典型的なものである。また、東関東道（道路公団）では、延長約30kmの間に点在している本線橋と跨高速道路橋合わせて34橋（桁本数またはブロック数約600本、約18000t）を約20000m²の現場付近2カ所のヤードで集中的に製作し、現場作業の省力化・急速施工と良好な施工管理を行なって成功している。

ただ、ブロック工法は、継目・架設方法などの技術的問題は検討・改良を進めてゆくとしても、現段階では、よほど各種の条件が整わないと工費的に必ずしも有利でない。プレハブ化、集中管理化、省力化は時代の趨勢で、

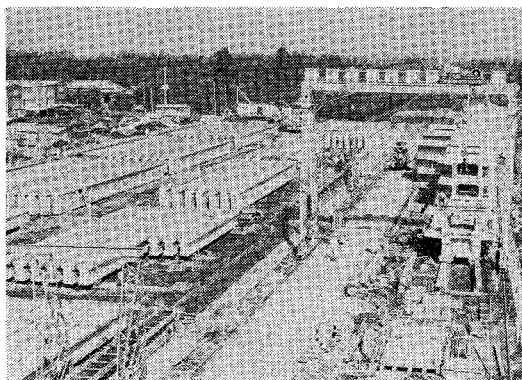


写真-13 PC桁現場製作ヤード

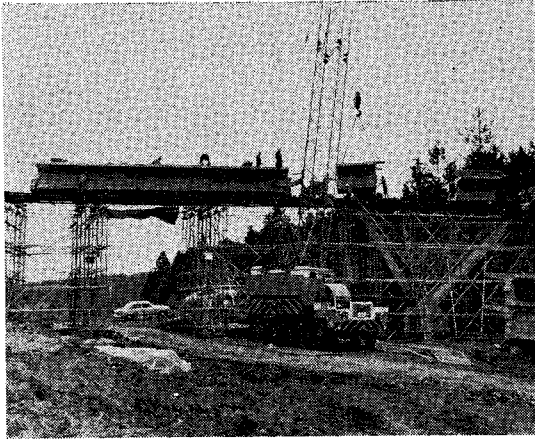


写真-14 東関東道ブロック工法工事

わが国でも労務費の高騰、熟練労務者の不足などを考えると、今後のびてゆかねばならないことはもちろんであるが、一方発注者側の大きな発注見とおし、発注方法、施工業者の受入れ体制の強化など、なおいっそう検討すべき点が多い。

その他、新しい形式としては万博会場歩道橋の吊床版橋、阪神高速西宮線の張出し部 6.5 m、ゲルバー吊桁部 22 m、幅員 20 m の桁形式ピルツ構造があり、各種の応力解析も合わせて行なわれている。

RCとしては、山陽新幹線では連続ラーメンが多く、高速道路関係では、連続中空床版形式が多く用いられている。また、床版には軽量コンクリートの使用がかなり多くなり、一部では下部工フーチングにすら用いられている。

建設省土木研究所を中心として行なわれている標準設計のうち、ポステンPC単純T桁は支間 14~40 m 17種、幅員 23 種で、全部の組合せで 2346 種に及んでいる。また、近くスパン 10~21 m の鋼線曲げ上げのプレテンT桁の JIS が制定される予定である。

3. 下部工・基礎工

最近の橋梁下部工の傾向としては、省力化をかねたプレハフ化と施工機械の大形化に伴う基礎構造の大型施工の2つがあげられよう。また、耐震指針の制定に伴う各種動的解析・電算機の導入による構造解析、種々の実験による検討なども多くの設計に取り入れられ、従来解析不可能とされていた大型で過酷な設計、施工条件を課せられる構造物基礎工も全国各地で施工され、また計画されている。

下部工プレハフ化の例としては、二子棧道橋、小牧高架橋（道路公団）、白岩棧道橋（北陸地建）、霞町高架橋（首都公団3号橋）、荒川東高架橋（国鉄東北線）などの

橋脚の柱またはラーメン部材に、工場製作のRCブロックを現場組立て後PC緊張する工法がとられている。現在では、まだ工費、ブロック継目などに開発、改良を要する点も少なくないが、現場の施工管理体制、急速施工、労務賃金の高騰などを考えると、今後ますます普遍化するものと思われる。

また、設計面でも基準化が進み、建設省土木研究所を中心に、擁壁、橋脚、橋台、ボックスカルバートなどの標準設計が行なわれている。これらの作業では、プログラマーの養成とともに、電算機による自動設計計算の開発と、それをもとにした自動図用化プログラムまで開発されており、今後の各指針の制定・改訂に伴い、下部工の分野での今後の方向を示している。

大型下部工のなかで圧巻なのは、なんといっても関門橋（道路公団）であろう。主塔は高さ 133.8 m、使用鋼材約 5830 t（アンカーフレームを含む）、橋台は 55 m × 44 m × 44 m（高さ）で、主塔・橋台とも間もなく完成の予定である。

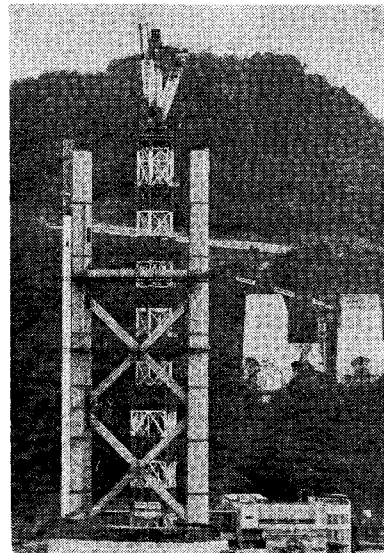
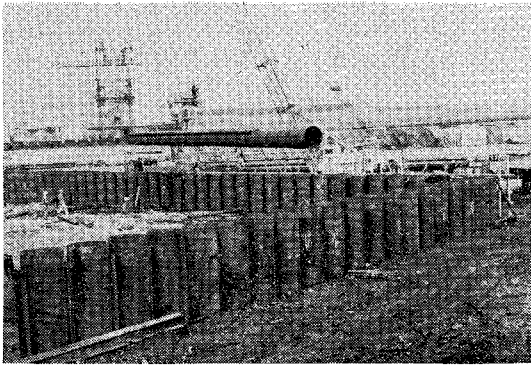


写真-15 関門架橋・門司側主塔および橋台

基礎工としては、掘削機械の開発、騒音による公害防止などの面から大口径現場打ちコンクリート杭が各所で採用され、境水道橋（道路公団）では径 1.5 m、長さ 60 m にも及ぶリバース杭を施工している。また、従来のRC杭に代わるPC杭、鋼管杭の採用も多く、鋼管杭の現場継手に半自動溶接を用いることも、かなり一般化してきている。そのほか、杭基礎に関して、耐震設計上振動試験、応答解析も行なわれるようになり、前記境水道橋をはじめ、長尾橋（青森県、鋼管杭・長さ 52 m）などにその例が見られる。

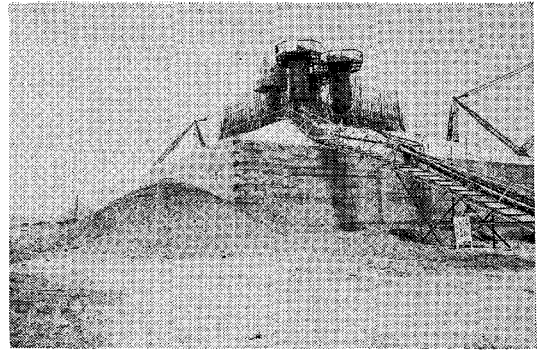
構造物基礎の大形化に伴い、大形のニューマチックケ



(工事中の下部工)
写真-16 南港大橋

ケーソンが各地で施工されている。関門橋主塔基礎ケーソン(20m×40m×高さ30m)をはじめとし、水深とヘドロ層が深いため鋼製フローチングケーソンを使用した河口湖大橋、工費節減のため逆T型とした浦戸大橋(道路公団, 31.5m×31.5m×高さ9.5m, 掘削深25m)、築島を開始した南港大橋のケーソン(阪神公団, 40m×40m×高さ30.5m)などがおもなるものとしてあげられよう。これらの大型ケーソンで共通していることは、いずれも単なる施工検討のみならず、躯体の種々の応力解析、実験、動的耐震設計の検討が行なわれ、また施工中函内電動ブルの使用による掘削能率の向上をはかっていることである。西湘国道や利根川橋(道路公団)のケーソンには、函内テレビ、自動気圧計、圧力警報装置などを設置し、掘削管理を行なっていることは、今後のケーソン工事の管理方法を示唆している。

また、磯谷橋(北海道開発局)の施工に見られる径約3m、長さ2.4mのプレキャストブロックを現場でPC鋼棒で深さ方向に締付け31m長さまで掘り下げる工



(逆T型ケーソン基礎)
写真-17 浦戸大橋

法、広島大橋(道路公団)で計画中の径10m、陸上構築高33m、空中重量約1500tのオープンケーソンを2000tフローチングクレーンで橋脚位置に沈設する工法など、基礎工施工の分野でも大型機械化、プレハブ化が進んできている。

岐阜県施工の青柳橋では、径800mmの鋼杭先端に掘削ビットをつけて岩盤を掘削し、その後管内にコンクリートをてん充したいわゆる多柱式基礎としており、これが今後の大規模な海中工事となる大島大橋(道路公団)、本四架橋(本四公団)の基礎工に発展、引き継がれてゆくものと思われる。

昭和44年4月の新四ッ木橋でのリングビーム工法の惨事はまだ耳新しいことであり、仮設物工のむずかしさを痛感させられた。しかし、最近では用地的制約のきびしい市街地をはじめとして、河川内基礎上面の制限もきびしく、大規模な掘削の要求から、必然的に大型締切工が行なわれ、PCアンカーによる土止工がかなり実用化されている。

海外ニュース

Lillebaelt 道路橋(吊橋) 開通

デンマークの Lillebaelt 道路橋が1970年10月に開通した。これは、Route E3(リスボン〜マドリッド〜パリ〜ハンブルグ〜コペンハーゲン〜ストックホルム)上にあつて、Funen 島と Jutland 半島を結ぶ。主塔間距離は600m(関門橋は712m)である。施主デンマーク公共事業省、設計: Ch. Ostenfield および W. Jonson(コペンハーゲン)、施工: Monberg and Thorsen A/S。ケーブルのメーカー: British Ropes Limited(イギリス)である(Civil Engineering and Public Works Review, 1970. 11, p. 1236より)。

スパン 330 m の斜張橋がドイツで完成

1970.10.16 に Dvisburg において、ライン川をわたる全長788m、幅36.30mの6車線の鋼橋が完成した。低水部はスパン330mの斜張橋である。総工費3700万DM、うち、橋梁部分は2800万DM(約28億円)である。設計は GHH, Oberhausen-Sterkrade である(日本の最長は豊里大橋216mである)。

(Strasse und Autobahn, 21.11(1970, 11), p. 468より)。