

橋梁および特殊構造(トンネルを含む)

1. ま え が き

今年オリンピックが東京において盛大に開催されたが、これを目途として工事を急いでいた首都高速道路をはじめ、名神高速道路、東海道新幹線、モノレールなどの橋梁構造物が相ついで竣工したので、本年前半は橋梁構造物の大量竣工の年となった。しかし、各地の高速道路の建設工事はもとより、今年から発足した鉄道建設公団の新線工事など、オリンピック終了後も橋梁工事は減ずることなく、新しい1965年を迎えようとしている。

ここに今年の橋梁、および特殊構造物について展望して見ることにしよう。なお、今年から、トンネルについてもこの部門でふれることにした。

2. 研究および新技術

橋梁、および構造に関する研究発表は、例年どおり5月に開催された第19回年次学術講演会をはじめ、応用力学連合講演会、第11回橋梁・構造工学研究発表会、その他各種のシンポジウムなど多彩であった。また、今年海外においても世界溶接会議(IIW)や、国際橋梁会議(IABSA)などの橋梁構造関係の国際会議が開かれ、わが国からも多数の関係者が出席し、数多くの論文を提出した。これらの研究は、橋梁・トンネル・特殊構造物などの広範な分野にわたっているものであるが、その中から主な傾向について展望してみるとつぎのようである。

構造物の解法は、構造力学の基本問題であるが、最近では電子計算機の使用が普及したので、従来の理論解法から発展した計算機のための解法が研究されている。また、経済的設計への歩みとして、構造物の極限状態、ならびに耐荷力の追求についての研究が数多く発表されている。薄板の有限変形、座屈後耐荷力などについて、わが国においてもようやく注目を集めてきた。また、近年、都市高速道路の建設がさかんに行なわれるようになったこととともない、曲線橋の設計が必要になったが、この種構造物の設計理論は土木構造独自のものであってまだ定説がなく、多数の論文が発表されている。そのほか計画中の本州四国連絡架橋に関連した問題、また、中径間橋として経済性が認められている斜吊橋についても実験や理論研究が行なわれている。また、6月16日には

新潟地方にマグニチュード7.7の大地震が発生し、土木構造物に多大の被害が生じたので土木学会においても、緊急調査団を派遣した。その調査結果は現在とりまとめ中であり、近く報告書が刊行される予定である。この地震の特徴は、周期の長いことと、砂質地盤の流動化の2つに要約されるもので、水平震度が0.15程度であったにもかかわらず、在来の耐震設計法によって設計された新しい橋梁に大被害を生じ、橋梁のような延長の大きな構造物の耐震設計について再検討が必要であると考えられている。

新しい材料としては、50キロ級の低価格鋼が開発され、これを用いた橋が架設されたことがあげられる。従来の50キロ級高張力鋼は、Si-Mu系のキルド鋼であるが、新鋼材はセミキルド鋼として、Nbなどを少量添加して高強度を得ている。

コンクリート関係における研究、および新技術としては、軽量コンクリートの研究、プレハブ方式による施工、PC国産工法の発展と普及などが考えられる。軽量コンクリートの実用化は首都高速道路公団が行なったが、天然骨材を使ったコンクリートと比較して、密度、収縮、クリープ、含水量、弾性係数などが異なるので、まだまだ多くの問題があり、今後さらに研究する必要があると考えられる。日本材料学会では4月から軽量骨材に関する委員会が発足し、単にプレストレスコンクリート用に限らず、多方面の使用目的に対して軽量骨材の目標品質と使い方などを検討することになった。コンクリート構造物のプレハブ化について、最近研究がさかんであるが、日本最初のプレハブ方式によるPC橋がレオンハルト工法によって支間36.7mの小田急線柿生立体交差橋が作られた。PC国産工法としては、MDC式、阿部式、TEE、PEFコン式などがあり、それぞれ国鉄、建設省、建設業者などが使用したが、今後は日本道路公団でも使用することを研究中である。

今年もわが国の橋梁界はあらゆる面で大きな躍進をとげたといえよう。工事量の伸びは、継続工事の竣工のため、横バイ程度にとどまったが、支間140mの連続箱桁橋の完成、支間150m級のPC橋の着工など、設計と施工の部門においては、わが国の橋梁界も世界の一流水準を越えたと考えられる。しかし、長大吊橋とか曲線橋など、さらに一段の研究を期待される事がらも多い。

今年も前年に引続いて各種示方書の改訂、制定が行なわれたが、その動向を以下に簡単に紹介する。

(1) 鋼道路橋設計示方書、溶接鋼道路橋示方書

主として高張力鋼に対する規定を書き加えたほか、鋼床板などの二、三の新しい規定を設けたものであって、これの審議はほとんど昨年中に終了していたが、今年8月に印刷完了し、出版された。

(2) 合成桁設計施工指針

前年に引続いて内容審議を行ない、年末に出版された。今回の改訂の主旨は、連続桁などの不静定構造についても規定したこと、ずれ止めなどの構造細目について初版制定後の進歩をとり入れて改訂補足したことである。

(3) 鉄筋コンクリート道路橋示方書

内容審議が終了し、出版された。従来、鉄筋コンクリート橋の設計については統一のとれた示方書がなかったが、この示方書の刊行により、わが国の鉄筋コンクリート道路橋はすべて一定の規準にもとづいて設計されることになった。荷重、外力などについても鋼橋とバランスのとれたものが定められた。

(4) 道路橋下部構造設計指針

昨年刊行された「くい基礎の設計編」に引続いて、「ウェルおよびニューマチック ケーソン基礎の設計」の審議を終了し、出版準備中である。

(5) 横断歩道橋設計指針

昨年度から日本道路協会において委員会が設けられ、案を作成して審議中であったが、8月に審議を終了した。活荷重、許容応力度などの橋梁としての規定のほか、階段の寸法、幅員などの規定がある。

(6) 高力ボルト摩擦接合設計施工指針

高張力ボルトの JIS 規格が決定したので、その規定を盛り込んで、在来の指針案を再検討したものであり、日本道路協会の橋梁委員会にて審議中である。

(7) P C 道路橋設計示方書

P C 道路橋の設計のために、必要な事項について規定しようとするもので、在来の土木学会指針にもとづいて作成中である。

(8) 溶接鋼鉄道橋製作示方書、鋼鉄道橋製作示方書

審議が終了したので制定公布された。これらはいずれも最近の鋼橋製作技術の進歩を大幅にとり入れている。

(9) P C 鉄道橋設計および施工指針

土木学会において原案の審議が終了し、3月に国鉄に答申された。間もなく制定公布される予定である。

(10) コンクリート標準示方書（無筋および鉄筋）

前年度に引続いて、土木学会の小委員会にて審議中であり、明年3月までに原案の審議を終了する予定である。

(11) トンネル標準示方書

審議が終了し、3月に土木学会より制定し、出版され、同解説も8月に出版された。道路、鉄道、電力、かんがいなどのトンネル工事に必要な調査、設計、および施工について規定したものであり、わが国最初のトンネル示方書である。

3. 橋梁工事

鋼橋およびプレストレスト コンクリート製品の最近10カ年間の生産実績は、それぞれ図-1, 2のとおりで飛躍的に上昇していることがわかる。しかし、今年度は日本道路公団の名神高速道路、首都高速道路公団のオリンピック関連道路、国鉄の新幹線などの竣工のため、生産量の伸びはやや低くなった。特に鋼橋においてはほぼ横バイとなったが、P C橋は昨年とほぼ同じ伸び率を示した。

図-1 鋼橋生産実績
(鉄骨橋梁協会調査)

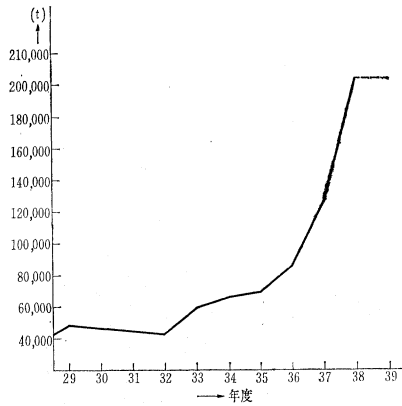
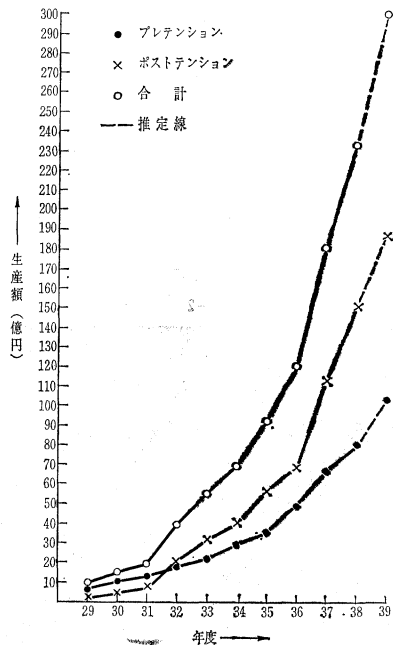


図-2 P C 製品生産実績
(P C 工業協会調査)



(1) 鉄道橋

a) 鋼橋 10月1日に開通した東海道新幹線は、総延長515kmのうち、延長56km(11%)の橋梁と、115km(22.3%)の高架を有する。鋼桁610連、

PC桁 430 連, RC桁 2140 連が用いられ, 鋼桁総重量は 93400 t に達する。今年完成した橋の中で特筆すべきものを二, 三あげる。品鶴線と新幹線が東海道線を越えるための橋は, 77 本の箱桁を並列した格子構造であり, 全長 133 m, 重量 832 t に達する。多摩川橋梁は 4 径間連続箱桁 (4 @ 48=192 m) を含むもので, 延長 407 m である。大阪の小松第 1 架道橋は遠心力鋳鋼管柱を用いたラーメンであり, 脚と柱との取付部の応力状態を改善に役立っている。馬込架道橋は支間 85.2 m のローゼ桁であり, 特製の移動ベンチにより, 国道を横断して引き出された (写真-1)。

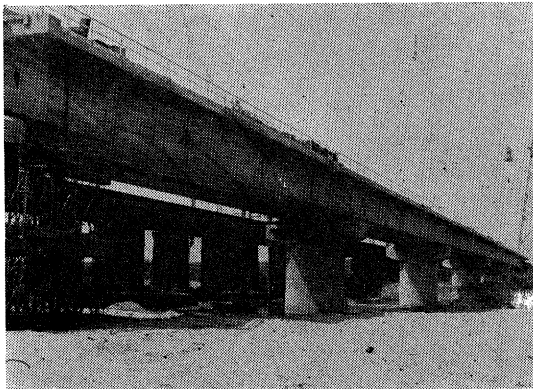
写真-1



鋼鉄道橋としてはこのほかに, 北陸本線の黒部川橋梁があげられる。1908 年に架設された老朽のシュヴェドラー トラスにかわり, 4 @ 63=252 m の 4 径間連続溶接のワーレントラス 2 連が架設された。本橋の床桁上フランジには耐食性鋼を使用している。

b) コンクリート橋 今年のコンクリート鉄道橋工事は, 新幹線が一段落し, 在来線が活況を呈した。今回, レオンハルト工法によって完成した東海道矢作川橋梁は, PC鉄道橋としてわが国最大の支間 (50 m) を有する 2 径間連続桁である (写真-2)。

写真-2



神岡線, 第 4 高原川橋は 26+47+26 の 3 径間連続桁ディビダーク工法で現在施工中である。また東北本線荒

川には複線下路橋で支間 38.60 m の PC 工法による単純桁が 11 月着工される。さらに計画中の中路橋として山陰線, 日野川橋に支間 45 m の 3 径間と 4 径間の連続桁を計画中である。また, 岡多線矢作川のレオンハルト工法による支間 55.6 m の 2 径間連続桁の設計が完了している。

RC 橋では, 中央線大呼人戸沢に 58 m の固定アーチをかけている。PC, RC 橋とも工事量は昨年より増大した。

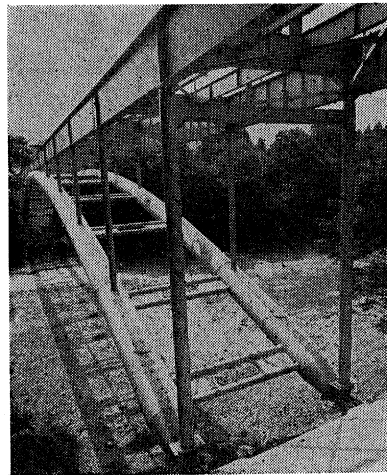
(2) 道路橋

a) 国および地方庁関係 北海道開発局の幌別橋は架設時にエクシジョンケーブルを利用してプレストレスを導入したバランスドラングー桁であって, 支間 79 m である。羽幌橋は 3 径間連続 (30+40+30 m) の合成箱桁橋であって, 支点扛上下, および PC 鋼線によってプレストレスされている。

岩手県の旗木沢橋は, 支間 50+140+50 m の逆ラングー桁であり, 33 m のライズであるが鋼重は 370 kg/m² と軽い。宮城県の第二内海橋の基礎工は径 1500 mm, 長さ 60 m の大口径鋼管柱を用いて施工中である。

パイプカッターの開発や, 格点構造の解明にともなってパイプアーチ橋の架設計画がさかんであるが, 福島県の山都橋 (2 ヒンジパイプアーチ・支間 100 m), 長崎県の崎戸橋 (2 ヒンジパイプアーチ・支間 112 m), 東京都の和田橋 (2 ヒンジ上路ローゼ桁・支間 98.7 m, 写真-3) などが工事中である。この種の橋は, 風荷重を小さくできるので, 長径間の地方道にますます多く使用されるようになるだろう。

写真-3



東京都の佃新橋は鋼床板 3 径間連続 (64.3+90+64.3 m) 箱桁であり, 重量 140~150 t を単位として浮クレーンで組立てるブロック建造方式を用いて成功した。岐阜市の金華橋は中央支間 72.6 m の 3 径間連続箱桁であ

る。大阪市の新十三橋は3径間連続(3×90m 2連その他)鋼床板2主桁橋である。また、滋賀県の琵琶湖大橋(3径間・95+140+95m 連続箱桁橋)は、9月に竣工した。このように、支間100m前後の箱桁橋の設計架設に関する技術はほぼ完成されたようであり、今年は広幅員の橋に対してさらに経済的な2枚ウェブのプレートガーダーの開発が進んでいる。関東地建の笹目橋は高速5車線、その他8車線の幅員の一部13.5mをオリンピック関連工事として完成させたものであって、全長636m(66+84+66mなど)であり、東京近郊における今年の最大延長の道路橋である。中部地建の港新橋は鋼床板3径間(77+96+77)連続箱桁であり、近畿地建の新伝法大橋は軟弱地盤のため、支間66.5mの単純箱桁13連を用いたものである。

また、38年度全国地方道橋梁種別ではPC橋は22.1%、RC橋は5.7%であるがこれは本年度もほとんど変わらない。異色あるPC橋として吊張橋式PC吊橋の高田橋が、支間長38.0mで岐阜県福岡村にかけられた。佐賀県の玄海橋はディビダーク工法による3径間(37.5+166+37.5m)連続ラーメン橋であり、竣工の暁には日本一の長径間PC橋となる予定である。そのほか、この方式で、新潟県の野積橋(62+86+62m)、山口県の青海大橋(25+90+25m)が工事中である。また、小径間橋には、PCホロースラブ橋が用いられ始め、福岡県の滑津橋(2×15.5m)、神戸市の才谷橋(5.5+20+5.5m)などがあげられる。

b) 日本道路公団関係 名神高速道路において、本年完成した主な鋼橋としては、武庫川橋(3@46.6m)、木曾川橋(3@67.3m)、長良川橋(3@69.7m)、揖斐川橋(5@69.1m)があげられる。いずれもプレストレスを導入した連続合成桁橋であり、この形式としてはわが国最大規模のものである。

第三京浜道路では、多摩川橋(48+56+48m 連続桁を含む)が工事中であり、東名高速道路では多摩川橋(3@55m)、相模川橋(3@53.10m)などの連続合成桁橋6橋が着工された。また、中央高速道路においては、多摩川橋(3@43m)ほか4橋が着工された。いずれも連続鋼プレートガーダーである。一般有料道路では、天草道路において、1号橋(100+300+100m 連続トラス)、2号橋(157m ランガートラス)、5号橋(123m パイプアーチ)の長大鋼橋が着工された(本誌49巻9号参照)が、特に1号橋はわが国最大支間のトラス橋である。

また、京葉道路に架設された花輪跨道橋(支間29.1m)は80キロ級高張力鋼を用いた実験橋である。

PC鋼では、川口高架橋がスパン割30+40+40+30mでフレシナー方式ポストテンションing4径間連続

桁橋として完成した。また、鶴見橋は支間50+75+50mで来春竣工の予定であり、また、現在上部工の設計をしている天草橋は支間40+146+146+146+32mで、昭和39年着工、昭和42年竣工の予定である。なお、両橋ともディビダーク工法である。

c) 首都高速道路公団関係 首都高速道路の既定路線のうち、オリンピック関連工事は相ついで竣工した。本年完成したおもなる鋼橋としては、森ヶ崎橋(支間72+96+72m 連続逆台形箱桁)、浜崎橋インターチェンジ(支間50~30mの曲線格子桁)などがあげられるが、そのほかにも4号線(本町~新宿)には支間50m級の連続箱桁が多数架けられている。首都高速道路にかけられた鋼橋の特徴は、曲線桁と箱桁の大量使用ということであろう。曲線桁の解析理論は10指に余るほど多くあるが、これらによって設計したとき、実際のたわみが理論値と一致した例はきわめてまれであり、この方面の理論と構造設計の一段の進歩が期待される。

PC橋は渋谷高架橋がスパン長2@45.00m、ピロン併用ディビダーク工法により、実験にもとづき施工された。新しい技術の開発としては、三宅坂連続鋼箱桁の床版に軽量コンクリートが使用された。また、同公団技術専門部会においては、分割施工、PC合成桁の設計、および実験、コンクリート桁のねじり試験などが討議され、今後の問題としてはコンクリート構造物のプレハブ化(RCプレキャスト桁、PCプレキャスト桁やブロック施工)や軽量コンクリートの実用化などがある。

d) 阪神高速道路公団関係 阪神高速道路公団が本年完成させた多くの橋梁の中で、特異なものとしては1号線中之島工区のS字曲線橋が設計された。鋼重(SS41, SM50など)376kg/m²である。

(3) 水路橋

1月に竣工した千住水管橋は、支間101mのランガートラスであり、下弦材には内径800mm、上弦材には内径600mmであり、下弦材に通水するほか、通信ケーブル30条を支持している。鋼管構造についての研究が進んだので、最近、鋼管を用いた水路橋が多く作られるようになった。

5. トンネル

トンネルに関しては、前年のように続々と新幹線の長大トンネルが完成したり、また、上越線新清水トンネルの着手といったようなものは少なかったが、今年の特筆すべき事項としてまずあげられることは、土木学会によりトンネル標準示方書が制定せられたことである。トンネルの設計施工に関しては、在来各企業者まぢまぢの示方書なり、設計基準のもとに行なわれてきた。トンネルの施工に当たってはその条件が複雑であるとはいえ、共通

なものもかなりあり、それら共通の部分をまとめたものが、この示方書である。しかし、今までばらばらであったものをまとめたので、その標準も中にはきわめて範囲の広いものもあり、その程度は一定でない。今後はこの示方書をさらに掘り下げて、より現実的な、また、使いよいものにする努力が必要であろう。つぎに二、三の今年のトンネル工事の事例をあげてみると、先年着手した国鉄新清水トンネルはいよいよ工事の最盛期を迎え、現在線清水トンネル掘削時に発生した「山はね」の現象もすでに2工区に発生したとか、国内屈指の堅岩に対して大いなる進行をあげるべく努力している、国鉄技術陣の健闘が期待される。また、建設線では北海道狩勝線で、完成すれば国鉄5番目の長大トンネルとなる狩勝トンネルが8月に貫通した。道路トンネルとしては、首都高速1号線の羽田海底トンネルと同じく4号線の三宅坂インターチェンジトンネルの完成があげられる。特に前者は日本モノレール羽田線の同一箇所とのトンネルとともに、沈埋式によるもので、航路の阻害時間を最少にし、工期短縮にも成功している。さらに特殊なものとしては、富士川用水トンネルの完成があげられる。これは断面こそさほど大きなものではないが、延長は6555mにおよぶもので、特に、砂礫層地帯の施工に難渋し、結局圧気と薬液注入により、掘進に成功したものである。また、四国新居浜住友共同電力の発電用水路トンネルにロビンス式トンネルボーリングマシンが6月より投入され、稼働しはじめたことも今年特筆すべきことにあげられよう。周知のようにこの機械は、世界各地のトンネル工事でかなりの実績を有していたが、日本に導入されたのは最初である。残念ながら、機構上の不備、扱者の不慣れなどで今のところ思うような成績が上っていないが、これは新しい機械の使用に当っては、当然あり得ることで、関係者の今後の努力を期待したい。前記機械掘削とともに都会地における地下鉄、下水道工事などに適する

ものとして、シールド工法が各社によって関心をもたれてきたのも今年の特徴で、今後はこれらの工法が、ただ特殊な地質、立地条件に限る工法としてでなく、技術的にも、また、コストの面でも普通のトンネル工事においても十分使用し得るところまで開発が進められることが望まれる。国鉄より日本鉄道建設公団の手に移った青函海底トンネルの調査は、3月より北海道側調査斜坑の掘削が開始せられ、本州側調査坑の掘削も来春には着手されるものと思われる。本坑工事ではなく、また調査の段階ではあるが、来春にはいよいよ津軽海峡中央部に向けて調査水平坑が延ばされると思われ、大いにその成行を注目したいところである。

6. 特殊構造

(1) 水門

40年3月竣功を目指して建設中の尼崎港第二閘門は、1000G/T級のものであって、その鋼製ゲートは溶接構造のセクター型である。

(2) PC配水池

PC工法による配水池が松本市の上水道のために建設された。これはプレストレストコンクリート構造による半地下式円筒シェル体で、屋根の構造は美観上から円形ドーム形式が採用された。

7. 海外進出

今年7月末現在の橋梁関係の輸出実績はつぎのとおりである。鉄骨橋梁製品の通関実績42000tのうち、鋼橋は3286t(タイ165t、インド736t、インドネシア2110t、パキスタン153tなど)、鉄管・タンクなどが210000tを占めている。また、8月には南米ペルー向けにプレハブ合成桁・ワーレントラスなど700tが契約になっており、本年も大体昨年並の輸出ができるものと思われる。

トンネル標準示方書および解説発売中

■ トンネル標準示方書 ■

内容：第1編 総則 第2編 調査 第3編 設計 第4編 施工
体裁：A5判 9ポ1段組 30ページ
定価：100円 送料：20円

■ トンネル標準示方書解説 ■

内容：上記示方書に逐次解説を加えた。
体裁：A5判 条文9ポ1段組 解説8ポ1段組 128ページ
定価：一般：600円 会員：500円 送料：50円
申込先：振替東京16828番・TEL 東京351-5138