

1. ま え が き

昨年はオリンピックに間に合わせるということで、ぼう大な量の土木工事が竣工したが、今年は大規模な工事で竣工を見たものは少なかった。しかし、経済界一般の不況を打開するために、政府が公共事業に対する支出を早め、投資額を増大することに努めた結果、ほぼ昨年なみの橋梁工事が確保された。

橋梁に関する研究は、電子計算機などの計算手段の発達、および大型試験機や風洞、振動台などの実験設備の完備によって、ますます盛んとなってきたが、今年には特に本州四国連絡橋といった大吊橋についての研究が、一段と充実したものとなった。

トンネルについては、今年にはシールド工法が、地下鉄、下水道などで大規模に採用されるようになったことがあげられる。

2. 研究および新技術

(1) 研究発表および動向

橋梁および構造に関する研究発表は、例年どおり5月に開催された土木学会第20回年次学術講演会を始め、応用力学連合講演会、第12回橋梁・構造工学研究発表会、その他各種シンポジウムなど多彩であった。また、海外においても、国際溶接学会年次大会(IIW)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、多くの論文も提出された。これらの内外の研究会および学術雑誌などから、橋梁および構造ならびにトンネルなどに関する研究、および新技術の傾向について展望してみるとつぎのようである。

最近の電子計算機の普及は、従来の構造解析法に変革を与えつつあり、変形法や応力法により構造物を解析することが広く実用化され、限られた境界条件下についてはあるにせよ、任意の骨組構造、曲線桁などがほとんど機械的に容易に解けるようになってきた。したがって、構造力学のマトリックス表示と演算プログラミングなどについて、多くの研究が行なわれた。また、電子計

算機による構造物の自動設計、耐震設計のための極限耐力の推定などに応用分野が開けている構造物の極限状態の研究についても、盛んに研究が行なわれている。構造物の振動解析は、地震力や風力、あるいは活荷重といった各種の起振力に対して、よりいっそう精密に、かつ実際的に行なわれるようになった。特に、吊橋、アーチの振動に関する研究が多く発表された。そのほか、近年における各種試験設備の充実により、実物ならびに模型による実験的応力解析が盛んに行なわれ、実際構造物の測定とともに、構造工学の進歩に大きく貢献しつつある。材料の面では、高張力ボルトの使用法、接着剤による部材の接合などについて一段と研究が進められた。コンクリート構造については、試験設備の充実にともない、疲労強度に関して多くの実験的研究が行なわれた。また、軽量コンクリート、PRCといった新材料、新工法の研究も盛んであり、それらを採用した実橋も架設された。また、最近の傾向として、構造物設計の能率化をはかる標準設計の作成も盛んに行なわれている。

まず、鉄道橋では、鋼橋およびコンクリート橋ともに、構造細目を含めて、広範な標準化が進められている。昭和40年度から国鉄の第3次長期計画によって、強力に輸送力増強のための工事が進められることになり、そのために各種構造物の建造もばく大な量にのぼり、これを限られた要員で短期間に完成させるため、各種構造物の標準化が進められている。

昭和40年度鋼橋標準化の範囲は、①槽状桁およびI桁(支間2.2~6.7m; 直角および斜角60°, 75°, KS 18, 16, 合計56種類)、②上路プレートガーダー(支間8.2~46.8m; KS 18, 16; 直角, 斜角60°, 75°, 曲線軌道支持桁を含む, 支間35m以上は箱桁, リベット構造および溶接構造の両者がつくられており, 合計約80種類)、③下路プレートガーダー(支間8.2~31.5m; KS 18, 16; 直, 斜角60°, 75°, 溶接構造で約30種類)、④合成桁(支間12.9~40m; KS 18, 16; 直, 斜角60°, 75°, 約70種類)、⑤トラス(支間46.8~77.5m, KS 18, 16; 上, 下路桁および3径間連続を含む約25種類)などであるが、そのほかに、跨線人道橋、跨線道路橋、駅ホーム間の乗かえ跨線橋などの標準図の作成も行なわれている。

PC桁では、桁高と支間長との比によって、H桁、M桁およびL桁の3種類とした。すなわち、①H桁(桁高支間比1/11~1/12, 支間19~31.3m, 直桁のみ8種類)、②M桁(桁高支間比1/13~1/14, 支間15.8~35m, 直, 斜橋28種類)、③L桁(桁高支間比1/17~1/18, 支間15.8~35m, 直桁のみ10種類)である。そのほかに、①鉄筋コンクリートカルバート(支間2~5m, 計24種類)、②鉄筋コンクリート桁(支間4~25.2

m, 直, 斜桁計 70 種類) などの標準設計を作成中である。

道路橋関係では, ① 橋梁 アバット (バットレス式, 逆 T 式および重力式, 上部荷重に応じて約 200 種類), ② よう壁 (バットレス式, 高さ 4~8 m, 約 100 種類), ③ 鉄筋 コンクリート 箱型 ラーメン (支間 1~5 m, 約 200 種類) などを建設省土木研究所で作成中であり, 引続いて鉄筋コンクリート スラブ橋, T 桁橋, 鋼 I ビーム橋などの標準設計が作成される計画である。

(2) 本州四国連絡架橋

わが国の土木工学, 特に橋梁構造工学の総合的集成事業として計画されている, 本州四国連絡架橋の調査と研究の現状について展望して見よう。

本州四国連絡架橋の調査は, 建設省では「本州四国連絡架橋調査」, 国鉄では「海峽連絡調査」の一部として進められてきたが, 国鉄が実施してきた「海峽連絡調査」のうち, 本州四国に関するものは昭和 39 年 4 月以降日本鉄道建設公団に引きつがれた。

これらの機関で実施されている調査の主な内容は, ① 経済調査, ② 地質調査, ③ 基礎工法調査, ④ 測量調査, ⑤ 設計調査, ⑥ 海洋気象調査, ⑦ 耐風調査, ⑧ 耐震調査, ⑨ 材料構造調査の 9 種類である。

これら両機関の調査は建設省が道路単独橋を, 日本鉄道建設公団が道路・鉄道併用橋 (中央径間 650~1500 m の吊橋, および 250~650 m のゲルバー トラス) をそれぞれ対象とし, これらの調査・研究は, その内容および成果を土木学会の本州四国連絡架橋技術調査委員会の検討を経つつ, 両者併行して進められている。

昭和 39 年度までの土木学会における技術調査委員会の調査・検討の経緯ならびに調査成果は, 昭和 40 年 3 月にまとめられた「本州四国連絡架橋技術調査第一次報告書」に記載されており, 吊橋上部構造の設計指針, 吊橋下部構造の設計指針, 耐風設計指針, 耐震設計指針などが示されている。

昭和 40 年度を含めて, 今後はこの土木学会によってまとめられた第一次報告書の内容にそって各調査内容を押し進め, 必要がある場合には技術調査委員会の審議を経てゆくものと考えられる。

現在までの調査の結果, 上部構造形式の基本と考えられる吊橋の補剛トラス部の設計を左右するものは風荷重であり, 吊橋の塔と基礎全般の設計を左右するものが地震荷重であることから, 今後の調査の研究の主眼は, ① 耐風調査, ② 耐震調査, ③ 基礎工法調査, ④ 上部構造の架設法調査, におかれることになった。使用材料については 80 キロ鋼まで考慮され, 鉄道技術研究所 (呉の大型実験機) で座屈試験が行なわれた。

(3) 示方書および指針類

今年も前年も引続いて, 各種示方書および指針の改訂, 制定が行なわれたが, 以下その動向を簡単に紹介する。

a) 合成桁設計施工指針

内容審議を終了し, 8 月に日本道路協会から出版された。今回の改訂の主旨は, ① 連続桁などの不静定構造についても規定したこと, ② 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などである。

b) 道路橋下部構造設計指針

前年に引きつづいて, 設計編のうち, ① 躯体の設計, ② 直接基礎の設計, ③ ケーソン基礎の設計のおおのについて審議をおおむね終了し, 41 年春に日本道路協会から出版する予定で準備を進めている。

c) プレストレスト コンクリート道路橋示方書

在来の土木学会指針にもとづいて作成中であり, 小委員会の審議を終了した。PC 道路橋の設計について主として規定したものであり, 41 年夏に日本道路協会から出版される予定である。

3. 橋梁工事

今年もわが国の橋梁界は, 技術的な面で大きな躍進をとげたといえよう。しかし, 経済界一般の不況を反映するかのようになり, 橋梁工事は昭和 38 年をピークとして連続 2 年間引続いて連続的に減少し (図-1, 2), 業界の受注競争は一段と激化した。しかし, 来年度は公債発行など一連の政府の不況対策によって, 工事量の増大が期待されている。

(1) 鉄 道 橋

a) 鋼 橋

図-1 鋼橋生産実績
(鉄骨橋梁協会調査)

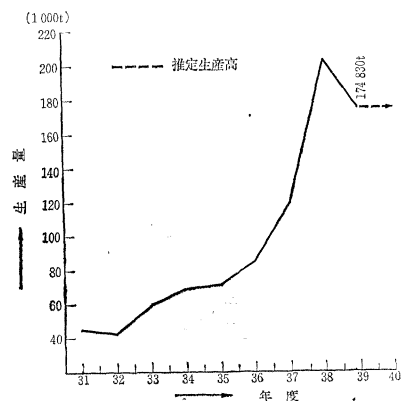


図-2 PC製品生産実績
(PC工業協会調査)

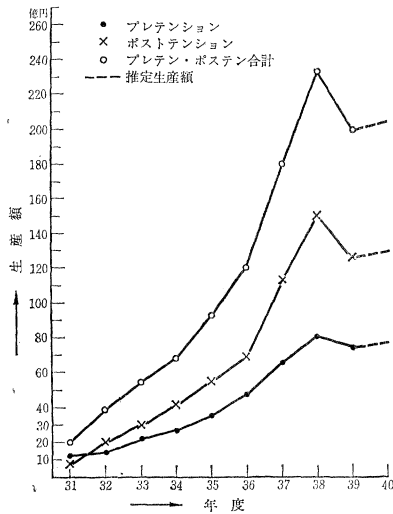
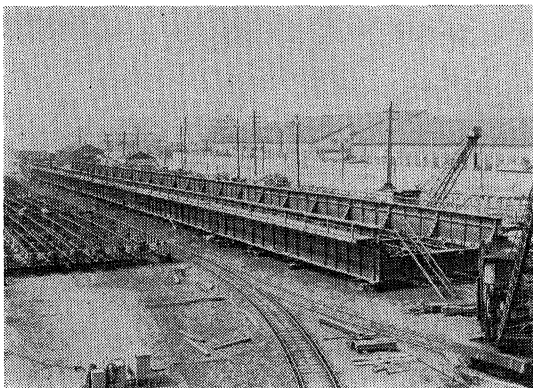


写真-1 東海道本線安倍川橋梁



国鉄の線路増設等にもない京浜東北線荒川橋梁(複線 KS 18, 3 @ 62.4+3 @ 59.1 m), 石狩川橋梁(62.4+46.7 m) 八幡架道橋(80 m) などのトラス橋, 東海道本線安倍川橋梁(複線下路 KS 18, 3 @ 46.3 m 4 連・写真-1 参照) の下路トラス橋などが工事中である。また, 複線用 3 主桁下路プレート ガーダーの格子計算法が検討され, 中央線新井架道橋など数橋が設計されている。小支間橋梁には, ここ数年来, 施工の簡易化を考慮して, プレキャスト部材を用いた構造が研究されてきたが, 中央線阿佐ヶ谷駅ホームには, プレキャスト床版を用いた合成桁が架設された。床版厚は 20 cm, 高張力ボルトで鋼桁に取付けられている。

私鉄関係では, 東京急行電鉄 KK の田園都市線の二子玉川園橋梁(単純箱桁単純桁, 12 @ 54 m) が, 単純鉄道橋としては, わが国有数の大支間橋として建設された。

b) コンクリート橋

信越本線新碓氷川橋梁は鉄筋コンクリートアーチ橋(支間 70 m, KS 18) であって, 昭和 38 年に建設された碓氷川橋梁にほぼ平行して, 信越線の線増工事のために建設された。PC 橋としては東海道本線の矢作川橋梁(レオンハルト方式, 45.8+46.8+45.8+2 @ 50+2 @ 40 m, 口絵写真 参照) が 3 径間連続 PC 鉄道橋として架設された。本橋はわが国最長支間である。そのほか鉄道建設公団が施工中の神岡線第 4 高原川橋梁(ディビダーク方式, 支間 26+47+26), 東北本線荒川橋梁(フレシネー方式・複線下路桁, 8 @ 38 m), 常磐線金山橋梁(フレシネー方式・単線下路桁, 4 @ 19 m) などが主なものである。

(2) 道路橋

a) 国および地方庁関係

東北地方建設局では古雪橋(橋長 200 m, 連続ワーレントラス), 新広瀬橋(単純活荷重合合成桁, 橋長 310 m) があげられる。関東地方建設局では国道 6 号線の新葛飾橋(4 径間連続箱桁, 支間 4 @ 55 m, 橋長 442 m) が竣工し, 東京への交通難緩和に貢献することになった。北陸地方建設局では, 谷根橋(連続鋼床板箱桁, 支間 67+93+67 m, 橋長 278 m), 上輪橋(逆ローゼ桁, 支間 132 m, 橋長 197 m) が竣工した。中部地方建設局では新長良橋(連続鋼床板箱桁, 支間 6 @ 73, 橋長 442 m), 越川橋(上路トラス, 橋長 158 m), 久米川橋(3 径間連続箱桁, 橋長 146 m), 近畿地方建設局では, 伏見大橋(連続桁, 支間 15 @ 36.4 m, 橋長 36.4 m), 八幡大橋(連続合成桁, 9 @ 44 m, 橋長 398 m), 松ヶ瀬橋(逆ランガー桁, 支間 69 m), 八木谷高架橋(曲線桁+穴明スラブ, 支間 5 @ 25+12 m, 橋長 137 m), 新伝法大橋(単純合成格子箱桁, 支間 8 @ 66.6+5 @ 65.5 m, 橋長 860 m) があげられる。中国地方建設局管内では, 黄金橋(3 径間連続桁, 支間 2 @ 59.4+75.6 m, 橋長 513 m), 四国地方建設局では豊永大橋(ゲルバーランガー桁, 支間 22.5+68+22.8 m, 引地橋(方杖橋, 橋長 100 m), 西森山橋(リップアーチ, 支間 120 m), 九州地方建設局では美々津橋(PC 桁橋, 橋長 335 m) などがある。

地方庁関係の橋梁としては, 長野県四徳大橋(ランガー桁, 支間 203.6 m, 幅員 5.5 m), 大阪府の新十三大橋(3 径間連続鋼床板桁, 支間 89.5+90+90+89.5+90+89.5+89.5+81+81) などがあげられる。このうち, 新十三大橋は, わが国最初の 2 主桁長大支間橋であるので, 問題点も多く, 実験的研究を行ないながら工事を進めている。

また, 千葉県の城県橋(支間 23 m) は, PRC 工法によるコンクリート桁橋である。ディビダーク式 PC 橋と

しては宮城県の八木山橋（有効 3 径間連続箱桁，支間 16.5+84+16.5 m）が竣工した。また，昨年の新潟地震によって被害を受けた新潟県内の橋梁は，ほぼ完全に復旧が完了した。

なお，昭和 40 年度の建設省道路局所管の橋梁関係予算は，341 億円（39 年度 356 億円）である。

b) 日本道路公団関係

東名高速道路の静岡建設局においては，富士川橋（2 径間 および 3 径間連続鋼箱桁橋，支間 2 @ 62.5+2 @ 80+3 @ 80 m）を建設中であるが，そのほかに浜名湖大橋，天龍川橋，大井川橋，安倍川橋などの長大橋についても設計を進めている。名古屋建設局では，矢作川橋（連続合成桁，橋長 365 m），庄内川橋（連続合成桁，橋長 190 m），矢田川橋（連続合成桁，橋長 117 m），志段味高架橋（切断式連続合成桁，支間 3 @ 28 m 3 連），豊川橋（PC 連続桁 3 @ 53 m 2 連外，橋長 500 m）を工事中である。中央道関係の八王子建設局では，境川橋（鋼トラス外，橋長 405 m），姥久保橋（切断式合成桁，橋長 482 m）を工事中である。そのほか一般有料道路では，昨年に引続いて天草道路の 1~5 号橋を工事中である。また，わが国最長支間の斜張橋の尾道架橋（橋長 386 m）も着工された。

c) 首都高速道路公団関係

首都高速道路公団では，現在，1 号，2 号，3 号，5 号，羽田~横浜間の各線を工事中であるが，ほとんど高架橋の連続となっている。したがって，比較的小支間の鋼合成桁，PC 合成桁，箱桁（支間 50 m 程度）が多く架設されているが，一の橋，谷町などのインターチェンジは，おのおの総工費 20 億円程度になる大規模な鋼構造となっている。長大橋梁として，多摩川橋（羽横線，鋼床板連続箱桁，および PC T ラーメン，支間 3 @ 60+80+132+80）があげられる。

d) 阪神高速道路公団関係

昨年度に引続いて，大阪および神戸市内で高架高速道路の建設を行なった。工事中であった中之島の S 字橋は本年初頭に竣工した。

4. 特殊構造

水門関係では，本年完成した川俣ダム（鬼怒川）に設

備された洪水調節用のコンジットゲート（2 門）は，吐口断面が 3.22×3.22 m のバーチカルリフトゲートであって，設計水深は 61 m である。

鉄塔では，東京電力 K K が千葉県市原郡市津町の房総変電所と野田市の東東京変電所を結んで建設した房総線（延長 63 km）は，設計電圧 50 万 V，2 回線で鋼材約 10 000 t を要した。この鉄塔は高さ 70 m で，170 基建設されたことなどが本年の話題といえよう。

5. トンネル

今年のトンネル工事を展望してみると，国鉄の北陸，上信越，中央線などの複線工事で，鉄道トンネルが多数施工されている。主な事例としては，上越線・新清水トンネル（延長 13.490 km），第一，第二工区が高精度で貫通しており，来秋の全面貫通を目前に工事は最盛期で，「山はね」現象も，切端が深奥部に進むにしたがいすでに第二工区で発生し始めている。また，中央線・新笹子トンネル（延長 4.670 km）も，着工以来 1 年 4 ヶ月で貫通し，平均月進 312 m（全断面）を記録している。このほか，北陸線では，新余呉トンネル（延長 1.760 km），新子不知トンネル（延長 3.170 km），新親不知トンネル（延長 4.536 km）が相ついで完成している。

昨年 5 月に着工された日本鉄道建設公団・青函海底トンネル調査斜坑は，本年 5 月坑口より 415 m，深度 100 m の地点で，吉岡海岸線直下に到達し，海水面下 110 m の海底を掘進している。本州側の龍飛調査斜坑は現在設備工事中で，スイスよりウォールマイヤー型トンネルボーリングマシンが輸入される予定である。

地下鉄工事では，大阪市地下鉄 3 号線堂島川河底トンネルの貫通，名古屋市テレビ塔直下に掘進された発電所トンネル工事があげられる。

また，都市内における地下鉄，下水道工事については，前年に引続いてシールド工法が研究され，キエフ型，メムコ型の機械化シールドが輸入され，国内メーカーにより国産機械化シールドの開発も進められている。

シールド工法については，今後研究すべき点が多く，国内各所で，シンポジウム，講演会などが行なわれており，今後の研究に待つところが大きい。