

橋梁の設定条件と施工計画について

—都市高架橋—

西山啓伸*

1. まえがき

橋梁は道路または鉄道が、河川、海上、狭谷上を通過する場合に架設されるものであり、過去においては橋梁の建設費が、その道路または鉄道の路線全体に対する建設費に占める比率が高く、橋梁の架設地点および構造形式の選定を中心に路線計画がなされる傾向にあった。

近來輸送需要の増大に伴って、高速道路を始め各種道路が整備されている。特に都市高速道路については、既成市街地内建設されるもので、用地取得難を始め、道路周辺の環境保全等の各種の問題をかかえており、必ずしも高架構造物の経済性や技術的な問題が路線選定の重要な要件となくなっている。

都市高速道路の路線は、用地取得難に伴って、可能な限り公共用地を利用して計画されている。したがって既設街路上、河川上、あるいは埋立て地内等、地形上、地質地盤など必ずしも高架橋の建設に適したものとして計画されたものではないのである。

高架橋の設定にあたっては、設計施工上の多くの困難な諸条件を技術的に克服して適切な構造物を選定しなければならないのである。

また高速自動車道を始め、都市高速、一般国道等の道路構造が複雑化してきている。道路交通の円滑化のための線形上の規定、インターチェンジ、ランプ構造の設置等により、長大橋はもとより曲線橋、斜橋などの必要性が生じ、長大橋を始め各種構造形式の橋梁が架設されてきている。

一方、経済および社会情勢による橋梁構造設定に関する理念の変化がある。

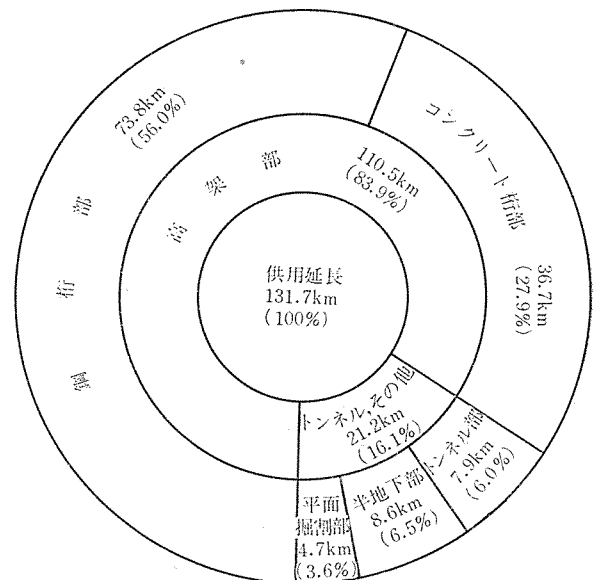
我が国の経済は急速な成長を遂げ、その原動力となった鉄鋼生産の急激な上昇により鉄鋼資材が豊富に得られ、かつ比較的安価であるが、それ以前は鉄鋼資材は高価なものであり、国内資源を主として用いるコンクリート構造が積極的に採用される時代であった。高度成長期以後は、省力化、急速施工、設計の標準化などの要件が橋梁設定の要因となり、最近では、沿道環境の保全、すな

わち工事中および供用後の沿道周辺に対し、振動、騒音および景観の配慮が重要な要因となってきている。また省エネルギー時代となり、消費エネルギーの少ない橋梁構造の開発が課題となるものと思われる。

2. 都市高架橋の設定条件

2.1 都市高架橋の概要

都市高速の建設は20年余を経過し、橋梁技術の開発に多大の貢献をなし現在に至っているが、その特性上高架構造となる場合が多い。現在まで供用した首都高速についてその構造を示すと、約84%が高架橋であり、そのうち鋼構造とコンクリート構造の比率は約2:1とな



図一 首都高速道路の構造別構成

っている。これは、都市高速道路の構造として、曲線部が多いこと、工事中の作業帯および作業時間の制約、東京、大阪の大都市が軟弱地盤地帯に発達していること、地下埋設物および河川などによる橋脚の位置および構造の制約などがあり、構造選定上大きな制約を受け、上部構造として鋼構造の死荷重が少ないこと、鋼構造の場合架設が比較的容易であること、インターチェンジなどの曲線部に適していることなどにより、鋼構造物の比率が

* 首都高速道路公団第二建設部

多くなっているのである。

2.2 基本設計

路線計画が定まると、事業費の概算を求める必要がある。計画線が通過する地域が、河川または公園などの公共用地の場合、橋脚の位置、構造について公共用地の管理者と十分調整する。また高架下が既成市街地の場合、平面街路の形状、街路の路下を占有している地下埋設物などを考慮し、将来の路下の利用計画に合致する位置に橋脚を想定し、径間割、橋種および構造形式を定める。この場合、地盤の性質や大型地下埋設物については、既往の資料の収集や管理者の所有している資料などで行う。実施設計を行う場合は、この基本設計をもとにした地質調査や試掘などにより、より精密な資料をもとに行う。この場合、構造の変更を行う場合がある。

次に概略工事費の算定であるが、最近の大幅物価上昇および人件費の高騰、施工における社会的諸要請などによる設計施工の多様化により、構造物別のm当たり単価の標準が定め難くなってきている。そこで、構造物の使用材量、工法を推定し、積上げ方式で算定し、経済性の検討を行っている。

その一例として 54 年度の例で示すと表-1 のようになる。

表-1 昭和 54 年度基準単価

	橋 種	単 価	備 考
上 部 工	PCI桁 (スパン 35m)	87 000円/m ²	橋面積当たり
	PC BOX桁 (スパン 35m) 4 径間連続	117 000円/m ²	〃
	鋼 I 桁 (スパン 40m)	80 000円/m ²	〃
	鋼箱桁 (最大スパン 55m) 4 径間連続	150 000円/m ²	〃
下 部 工	床 版	30 000円/m ²	〃
	場所打ち杭 φ 1.5	68 000円/m	杭長当たり
	フーチング (土工仮設費含む) コンクリート橋脚 (コンクリート ト当たり)	43 000円/m ³ 50 000円/m ³	コンクリート 1m ³ 当たり 〃

2.3 PC 構造を設定し得る条件

(1) 地 盤

軟弱な沖積層が比較的浅く (深さ約 30m 以下)、その軟弱地盤の横方向 K 値がある程度期待できることが必要である。

軟弱層が深く、地盤の横方向 K 値があまり期待できないと、死荷重の大きなコンクリート系構造物は、鋼構造と比較して経済的に不利となる。

これに対して PC 橋梁の設計者は、支承構造の改良、橋脚のフレキシビリティなどを利用し、地震時水平力を各橋脚に分散する方式を考案し、PC 高架橋の経済スパンを増大させた。この特徴的な例として、オイルダンパーを始め、各種のダンパーが考案され使用されている。

(2) 平面線形

PC 高架橋は、比較的単純な線形の場合に多く採用され、線形および構造が複雑となるランプの分岐部やインターチェンジ部分については、一般に鋼桁が採用されている。これは、インターチェンジなどが設けられる地形上 (街路の交差点または河川上) の制約と、橋脚の構造および寸法が制約され、死荷重が少なく、架設が比較的簡単な鋼桁が選定されるのである。

ランプ部の一般街路に接続する付近においては、短スパンの PC 桁が経済的にも維持管理の面からも有利であり、採用されることが多い。

(3) 架設地点の地形および作業用地

新たに用地買収して高架橋を建設する場合は、PC 構造に有利である。この場合、ステージング上でコンクリート打設が可能であり、自由な構造形式が採用できる。しかしながら、このような地点が得られるのはまれである。一部作業用地が得られたとしても、いくつかの平面街路や河川が横断している場合が多い。これらに対処するためプレキャスト I 桁を架設する工法、プレキャストブロック工法、ディビダーク工法、押出し工法、移動支保工を用いる工法などが採用されている。

このように PC 工法を採用する場合は、いずれの工法の場合にも、現場または現場付近に桁またはプレキャストブロックを製作するに必要な作業用地、移動支保工の場合には、この支保工の架設場所が必要となる。

また既設の道路上では、平面街路の構造と地下に埋設された地下鉄や共同溝などのため、橋脚および基礎が立体的な制約を受け、死荷重の大きな PC 構造の採用不可能となることが考えられる。

(4) 景観および環境問題

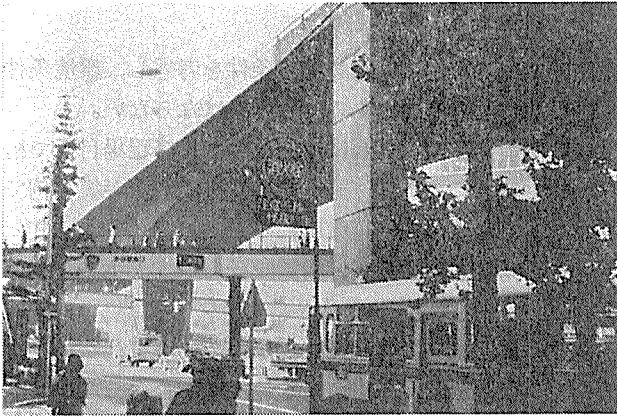
PC 構造は景観上の観点から見れば、その造形の自由度、桁高の比較的低い設計が可能であること、外観の単純性など比較的優れた構造設計が可能である。

一方、交通騒音については、joint 部の騒音が桁に共鳴するようなことはなく、低周波騒音に対しても有利である。また joint 部の騒音については、joint 部をできるだけ少なくした多径間連続桁の採用が計画なされている。

2.4 PC 高架橋の実施例

(1) ディビダーク工法

昭和 39 年に完成した渋谷高架橋は、大都市中心部において初めて本工法を採用したもので、設計にあたって都市機能とこの地区の景観を十分配慮したもので、渋谷駅周辺の都市空間に欠かすことのできない存在となっている。すなわち鉄道および広幅員の街路が縦横に交差している地点で施工されたもので、架設中および完成後の



写真一 渋谷高架橋

桁下空間を確保するため、中間橋脚上に仮支柱 (pylon) を設けて片持梁架設するなどして本工法の特徴を十分生かして施工したものである。

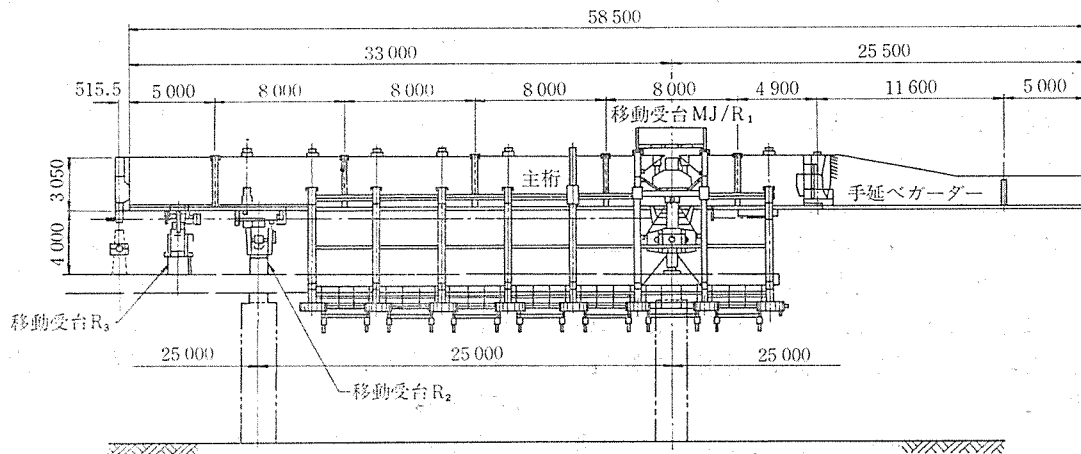
(2) プレキャストブロック工法

首都高速目黒高架橋を始め、首都高速3号線381工区、383工区、横浜高速1号線南軽井沢高架橋(別稿参照)が採用された。いずれも街路上を横断するもので、街路の機能を損なうことなく、街路上で短期間にコンクリート橋を架設したものである。また都市内の海上部の工事として横浜港内に新山下橋(別稿参照)が架設されている。

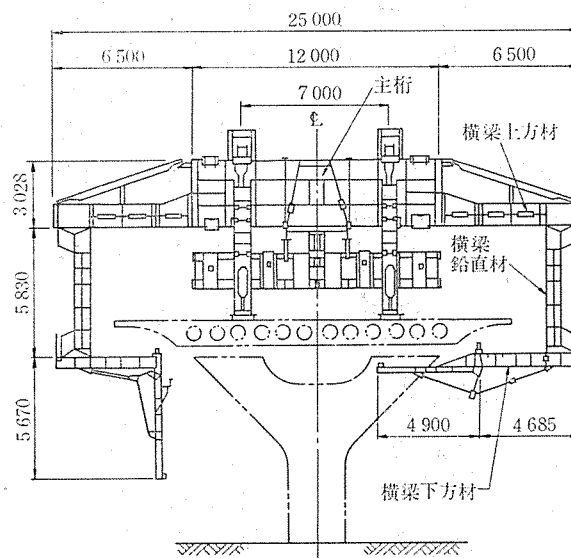
本工法は部材の品質管理、現場における急速施工性などが優れているが、必要な設備を有するセグメント製作ヤードおよび貯蔵ヤードが付近に必要となる。都市高架橋においては、このような用地を確保するのが一般に困難である。

(3) 移動支保工

経済の高度成長に伴い、施工の省力化、急速化、合理化、より高い経済性の追求などの課題が提起され、この



側面図



図一 移動吊支保工の一般図

課題に対応して首都高速道路公団を中心に研究開発が進められ、SSM 式移動支保工が開発され、首都高速5号線において本格的に採用された。

この工法は、1本の架設用鋼製箱桁を架設し、それを主桁として、これに横梁を取り付け、この横梁に横梁上方材、鉛直材、下方材を剛結あるいはヒンジ結合し、これらによって支保工を形成し、型枠を吊り下げ所定の位置に固定し、コンクリートを打設する。型枠脱型は吊り下げている鋼棒を自動的に下げることで行い、支保工の移動は横梁下方材を下方に開き橋脚を避け、完成した橋面上を架設用主桁が移動することによって行われる。すなわち支保工および型枠はもとよりコンクリート打設設備が機械化され自動化されたもので、コンクリート上部工施工における省力化、急速施工性を追求した工法である。

本工法は可動支保工（ストラバーク）とともに、国鉄始め多くの高架橋において採用されている。

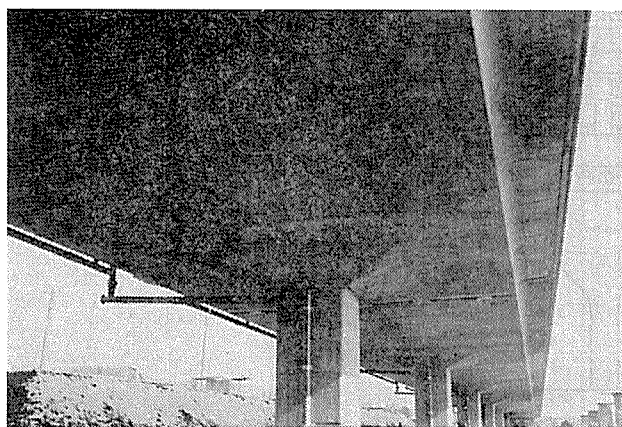
（4） 押し出し工法

押し出し工法は、橋台または第1橋脚の後方に橋桁の製作ヤード（型枠など）を設け、そこで8m～20m分ずつコンクリートを打ち継ぎながら橋桁を製作し、橋脚および仮支柱上に設置した滑り支承上を滑らして、順次押し出して架設する工法である。本工法は張出し架設工法、移動支保工を用いた工法と同様桁下の制約を受けることなく架設することができる工法であり、都市高架橋に適した工法である。首都公団では湾岸線で計画中である。

（5） 連続ピルツ高架橋

都市空間における新しい景観を求めたピルツ形式の連続スラブ高架橋が施工された。

首都高速湾岸線 BT 208 工区（その2）、全長240mの区間に径間長24.0mの連続ピルツ床版橋として架設されたもので、施工に際しては簡易な移動支保工（開閉式型枠移動支保工）を開発した。



写真—2 連続ピルツ床版橋

3. 施工計画

橋梁構造の設定は、常に施工条件を考慮し、環境条件に適し、かつ経済的なものでなければならない。

特にPC構造物の場合には、現場および現場付近で桁を製作するものであり、施工条件、施工計画が実施例で見たごとく工事時の周辺環境に与える影響はもとより、工事費の経済性を左右し、構造設計の基本となっている。

地盤条件などからPC構造物が経済的に有利な場合、次のような施工条件について十分な検討を行わなければならない。

- 1) オールステージング工法が可能か否か。可能な場合自由に構造形式が選定できる。
- 2) 桁の製作ヤードが得られ、トラッククレーン、門形クレーン、手延べ桁による架設が可能か否か。
- 3) 張出し架設、移動支保工などが経済的に有利か否か。一般に大規模橋梁の場合有利。
- 4) いずれの場合も資材搬入路、資材置場、場合によっては架設機器の架設または設置位置などの検討。
- 5) 不静定構造物の場合施工段階による設計上の検討。

設計および施工者は以上のような諸要件はもとより、年々増大する環境条件の厳しさの中で創意工夫を重ね、設計および施工上の研究開発はもとより、海外の技術を積極的に導入してPC構造物の設定条件を拡大してきたのである。

実施施工段階においては、所定の構造を所定の品質で所定の工期内に工事安全を十分配慮して完成しなければならないのは勿論であるが、現場周辺の環境保全に努め、特に都市内においては現場および付近に輻輳する交通を阻害しないよう努めなければならない。

検討すべき主な項目として、工事上の安全衛生計画、仮設備、主要材料、主要機材、架設機械、工事工程、支保工または桁製作台、主桁または横桁などの製作、主桁の架設、品質および出来高管理などの施工に必要な検討を行う必要がある。

4. あとがき

都市高架橋の設定および施工計画について、主としてPC高架橋について述べてきたが、都市高架橋の建設については、用地取得難の状況の中で環境条件や景観を配慮した構造がますます求められており、構造計画者に設計施工上多くの努力が要求されているのである。また経済の発展に伴い、施工の省力化、急速化、最近に至って省エネルギーなどの国家目的に沿った構造設計が要求さ

れているのである。PC 構造物について、軟弱地盤を始め、各種の施工上の悪環境の中で、各種の施工法を開発すると同時に海外の技術を積極的に導入し採用することによって、施工の省力化、急速化、品質管理の改善に努め、そのシャーを確保してきたのである。

今後は従来の諸要件を満足することはもとより、高架橋周辺環境の保全、すなわち工事中および完成後の騒音、振動などのより少ない構造、また景観上のよりよい構造の開発、および施工法の開発を進めていく必要がある。

る。

首都高速においては、騒音の少ない構造として、鋼桁および PC 桁について多径間連続桁の研究がなされ近く採用を予定している。

省エネルギーの観点から構造物設定に関する研究発表が一部でなされているが、今後設計施工上を含めて研究を進め、省エネルギー時代の新しい材料および構造の開発に努力しなければならないものと思われる。

◀刊行物案内▶

PC くい基礎の最近の進歩

—PC くいの正しい使い方—

体 裁：A4判 246 ページ

定 価：2000 円（会員特価 1800 円）送料 600 円

内 容：1) PC くい，2) PC くい基礎の設計，3) PC くいの施工，4) 超高強度コンクリートくい，超大径くい

お申込みは代金を添え，（社）プレストレストコンクリート技術協会へ

◀刊行物案内▶

第 19 回研究発表会講演概要

体 裁：B5判 38 頁

定 価：1000 円 送 料：200 円

内 容：（1）PC 橋の初期クリープ性状について，（2）コンクリートの収縮を考慮した PC 鋼材のレラクセーションについて，（3）現場打一体式 PC ラーメンのプレストレス導入時歪応力に関する研究—壁付フレームの応力測定と解析—，（4）アンボンド PC 梁の低サイクル疲労性状に関する実験的研究，（5）高プレストレス（250 kg/cm² 級）を導入したプレテンション PC パイル，（6）コンクリートの圧縮じん性増大による PC 部材の曲げじん性改善，（7）プレストレストコンクリートの塩分許容限度について，（8）ゴムシューの試験，（9）PC タンク振動実験について，（10）スリップフォームによる PC タンクの施工，（11）海上で連結した浮波可能なコンクリート浮ブロックについて，（12）第 3 種設計法による PC スラブの空港舗装への適用性に関する研究，（13）「特別講演」建築における PRC（Ⅲ種コンクリート構造）の利用（特別講演に限り概要はありません），（14）高強度コンクリートを用いた岐関大橋の設計施工について，（15）白山林道ロックシェットの設計と施工，（16）押出し工法の設計施工上の問題点，（17）東北新幹線岩切線路橋の施工について（押出し工法）