

最近の橋梁技術の話題

—景観設計とメンテナンスフリー—

小 川 篤 生*
池 田 博 之**

高速道路の建設は、都市間を結ぶ幹線道路網の整備から始まったが、近年の急速な都市化の進行や自動車交通の爆発的な増加に伴い、都市の周辺を結ぶ道路、いわゆる環状道路の整備が行われるようになってきた。この環状道路は、都市の周辺地域を通過するため連続高架形式が主体となっており、また周辺の一般道路の整備と一体で計画されることが多いため、高速道路と並行して一般道路が建設される場合が多い。

このような高速道路に要求されるのは、その機能だけでなく、周辺環境との調和、つまり景観への配慮が重要となる。

この景観設計の原点は、ドイツにあり、アウトバーン建設の基本理念にその考え方が示されている。

—風景と土地とは人間生活と国民文化の表現の基礎であり、人を養育し作りあげる故郷である。技術家は、国民生活の担当者であるという認識を持つならば、その仕事は風景と土地とを保存して残るようにその仕事を適応せしめ、かつこれにより新たな文化価値が生まれるように、その構造物を設計し創造する義務を有するもの

である。—

つまり、構造物は周辺地域の環境に調和するだけでなく、それにより新たな人工的環境を造りだし、周辺環境の形成を図ることが景観設計の基本である。

このような観点から設計された橋梁の一例を紹介する。

名古屋市を中心とした環状道路である名古屋環状2号線は、名古屋市名東区から中川区までの間約28kmが自動車専用道路である近畿自動車道名古屋亀山線と一般国道302号線の複断面構造(図-1)となっている。そのうち、近畿自動車道名古屋亀山線の名古屋西IC~清洲IC間(9.3km)約6.6kmは全面的にPC連続ラーメン高架構造が採用された(図-2)。

この区間は道路沿いに住居等が密集し、都市化が進んでいるため、高架下を通行する車輛や沿道に住む人々に重圧感を与えず、周辺環境に調和した構造形態が必要になる。

上部構造は、視点が近くなると重圧感、威圧感を与

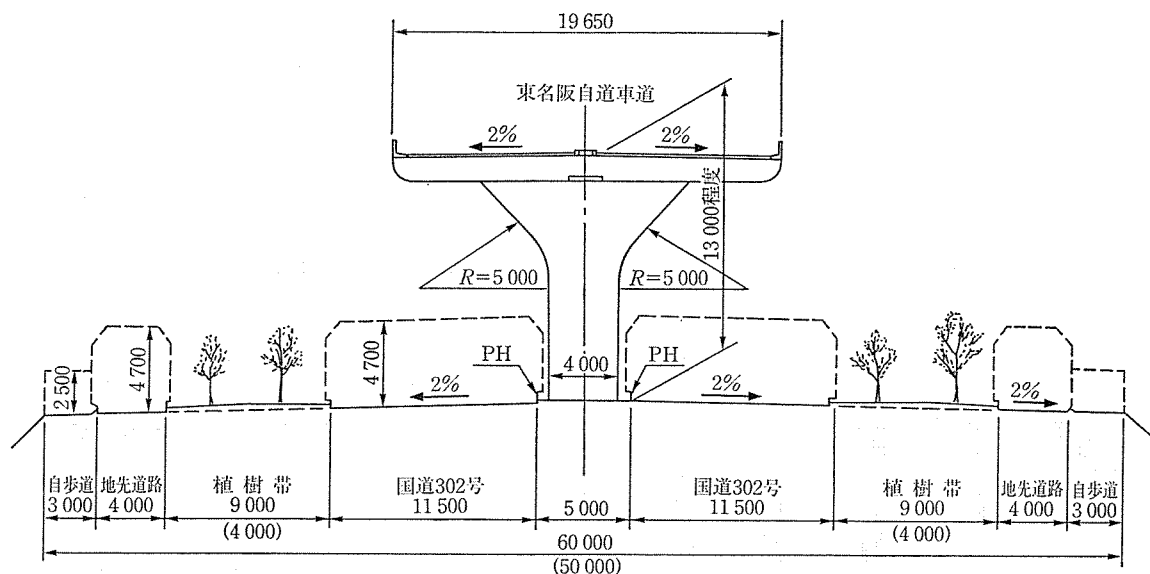


図-1 標準横断面図

* 日本道路公団技術部構造技術課課長代理

** 日本道路公団技術部構造技術課

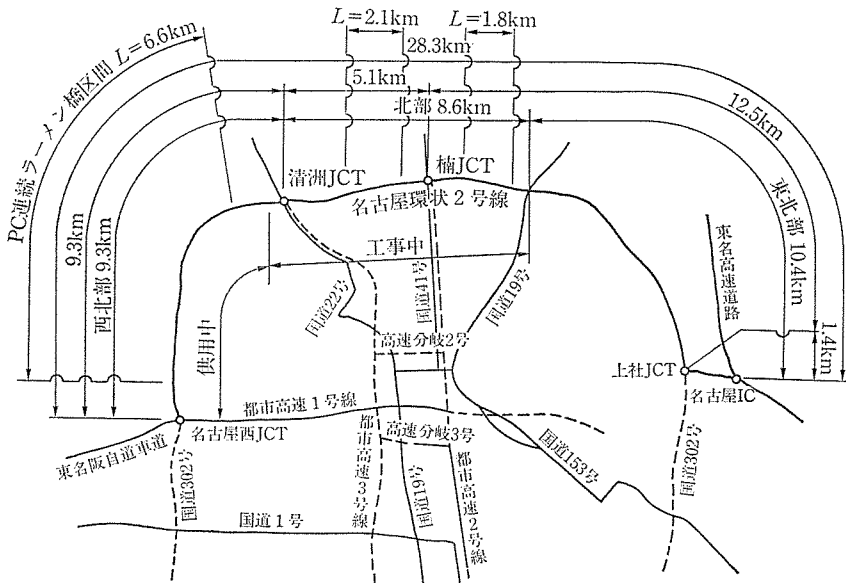


図-2 名古屋環状2号線

えがちになるため、できるだけスレンダーで軽快さが感じられるように配慮しなければならない。例えば、図-3に示すようにスラブや箱桁として桁高を低く抑えたり、図-4のように床版の張出し長を大きくとりスレンダーに見せる方法がある。

下部構造は、橋軸方向よりやや斜めから見通した場

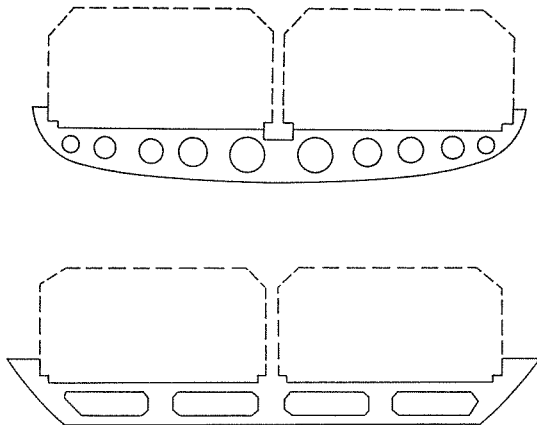


図-3 スラブや箱桁による方法

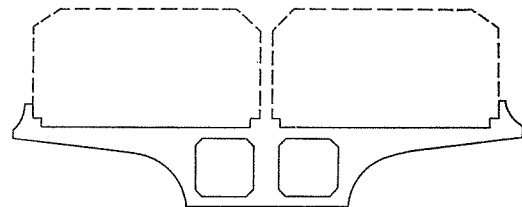


図-4 床版の張出し長を大きくとる方法

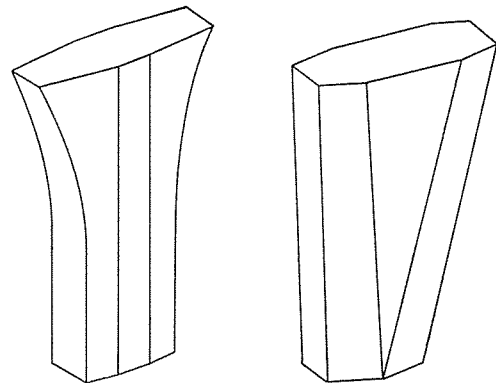


図-5 下部構造形状

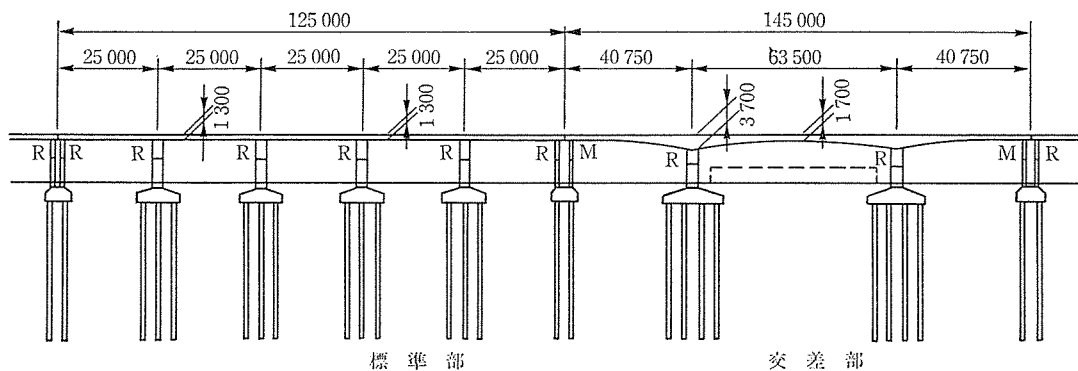


図-6 側面図

合、梁の形状によっては煩雑なイメージを与えるため、図-5のようにできるだけ梁のない構造が考えられる。

このような検討を行い採用された構造系が、図-6に示すように交差道路部では中央スパン40~60mのPC3径間連続変断面ラーメン箱桁橋、一般高架部はスパン20~30mのPC3径間連続ラーメン中空床版橋である。

上部構造は張出し床版をなくし、端部に丸みをつけることで穏やかで柔らかな感じを強調して高架橋全体を周辺環境にとけこむように配慮している。

下部構造は、上部構造と一体化

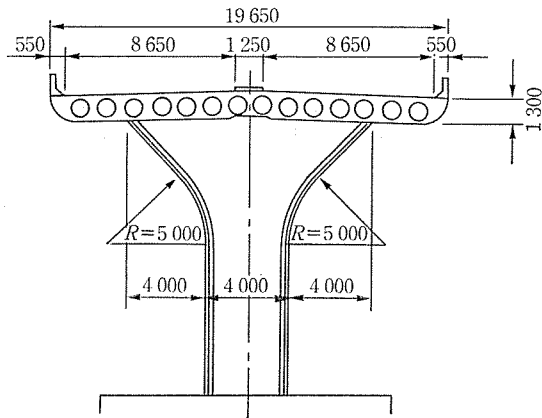


図-7 橋脚横断面図

した逆バチ形（扇形）で、梁をなくし、桁下空間を広くすることにより上からの重圧感が軽減され、曲面を取り入れることにより、柔らかなイメージが与えられた（図-7）。

また、一般高架部ではメンテナンスに手間がかからず、耐震性を向上させるため、全脚剛結のラーメン構造になっている。その端部橋脚は温度変化、乾燥収縮による応力軽減のため剛性を小さくし、上部構造のPC鋼材を緊張する空間をとるため2枚壁としたが、これにより2枚の端部橋脚の総厚と中間橋脚の厚さが等しく見え、

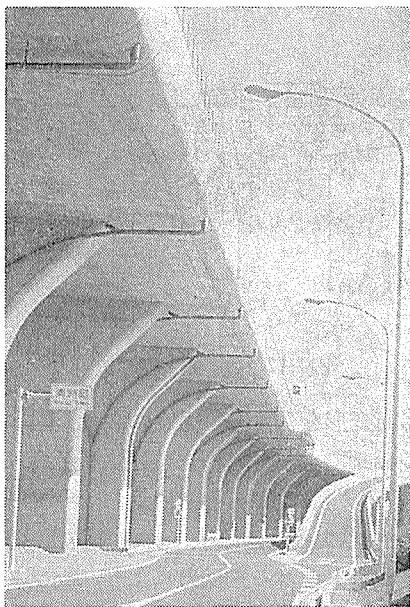


写真-1 インター付近

一連の橋脚群が整然と並び、非常にスッキリとした感じを与えている（写真-1）。

このように名古屋環状2号線では、高架橋が周辺の地域環境と調和するよう構造物の景観に配慮しているほか、高架橋と周辺地域の間に植樹帯、地先道、自歩道を設けることにより新たな人工的環境を造りだしている。

最近の橋梁の話題の中に出てくる言葉には先ほどの「景観設計」のほか、「メンテナンスフリー」がよく聞かれる。この「メンテナンスフリー」の本来の意味は維持補修不要ということであるが、橋梁に限らず構築された物は必ずいつかは壊れるので、維持補修不要というわけにはいかず、いかに維持補修を少なくするかということになる。

コンクリート橋において、維持管理上問題となることが多いのは、上・下部構造あるいは上部構造どうしの接点部において、荷重を伝達したり、橋梁の変位を吸収する「支承」や「伸縮装置」などの付属物である。これらの付属物は、上部構造全体に載る活荷重や死荷重を一点で支えたり、直接輪荷重が載るという苛酷な状態にあるため、耐久性が損なわれ易い。このためこれまでも、「伸縮装置」を減らすため上部構造をできるかぎり連続化してきた。また最近では、上・下部構造の接点部を剛結構造とする多径間連続ラーメン橋を採用して「支承」をなくし、維持管理にかかる費用を少なくする努力がなされている。

このような観点から構造形式に工夫を凝らしたPC8径間連続箱桁橋を次に紹介する。

その橋梁は石狩川橋といい、北海道を縦貫する道央自動車道が深川IC～旭川南IC間で石狩川と交差する地点に架けられる。この地点で、石狩川は6,000 m³/sの計画流量があり、しかも湾曲して河川幅が490 mと大きいため、本橋は全長543.8 mの長大橋（図-8）になっている。

PC連続桁橋の構造形式は一般的に、桁の伸縮は鋼製の可動支承で対応し、水平力（地震時慣性力）は橋台または橋脚に設置した固定支承により抵抗させる一点固定方式が多い。しかし最近では、支点を剛結構造として支承をなくし、水平力を各橋脚に分担させる多径間連続

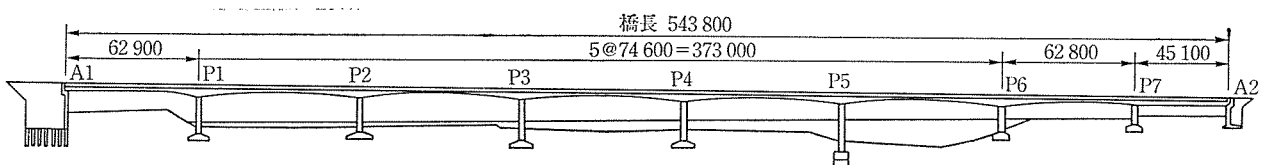


図-8 石狩川橋一般図

ラーメン形式の採用により、維持管理の軽減化を図る例が増えてきた。例えば、中央自動車の岡谷高架橋は橋長593.0 m の5径間連続ラーメン橋である。

しかし、本橋のような橋脚高が低い橋梁にラーメン構造を採用すると、温度変化の影響により橋脚に作用する断面力が非常に大きくなり、下部構造の断面が解析上成り立たないかあるいは不経済な断面となる。また、一点固定方式では固定橋脚幅が大きくなり、河川の交差条件により橋脚幅が制限される本橋では上部構造を分割しなければならず、従来の構造形式による連続化は難しい。

そこで、本橋は大反力のゴム支承を用い、水平力を分散させることにより上部構造の連続化を図った。

ゴム支承は、昭和33年にわが国で初めて国鉄で採用され、昭和30年代の後半には名神高速道路においても使用されている。しかし、屋外におけるゴム材料の耐久性に対する懸念があったことから、これまでは中小支間の橋梁に限定されてきたのが現状である。ところが、最近の日本道路公団における支承の現況調査によると、ゴム支承の経年による劣化はほとんど見られず、実用上十分な耐久性を有していることが確認されたため、今回石狩川橋において大反力のゴム支承を試験的に採用したのである。

水平力の分散方法の概念を図-9に示す。すなわち、常時の桁伸縮をゴム支承のせん断変形で吸収し、地震時の慣性力はゴム支承のせん断ばね比を調整することによって、できるだけ全橋脚に均等分散させるものである。

また、本橋のように橋長が長いPC連続桁の場合、プレストレスによる弾性変形、クリープ、乾燥収縮、温度変化などにより桁端の伸縮量が極端に大きくなるため、端部のゴム支承厚も厚くなる。それで、ゴム支承厚の実績から20 cm以下の支承厚を目安とし、側径間部の水平変位の調整を行い対処した。

水平変位の調整は、中央径間部（IIブロック）と左右の側径間部（I、IIIブロック）の閉合前にIおよびIIIブロックをクリープ・乾燥収縮に相当する移動量だけ外側に押し出し、このブロックのゴム支承に予めせん断変形を与え、クリープ・乾燥収縮終了後に側径間部のゴム

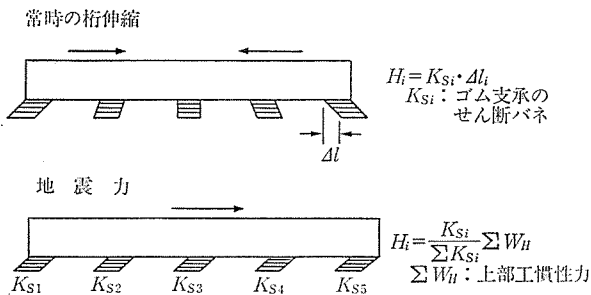


図-9 水平力の分散方法

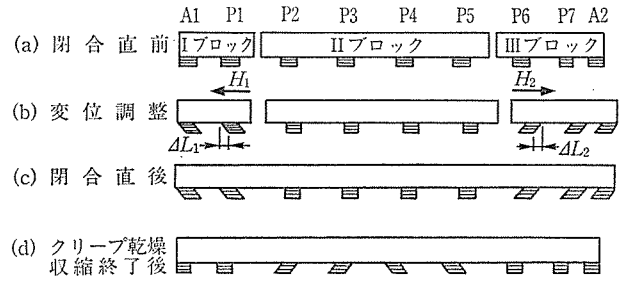


図-10 水平変位の調整

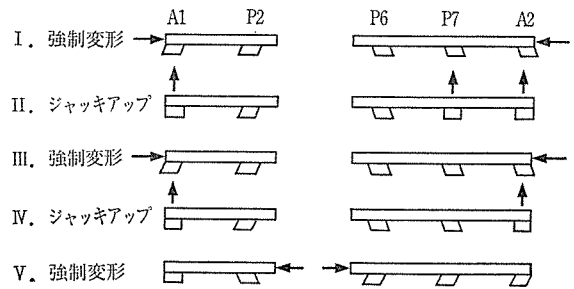


図-11 水平変位の調整手順

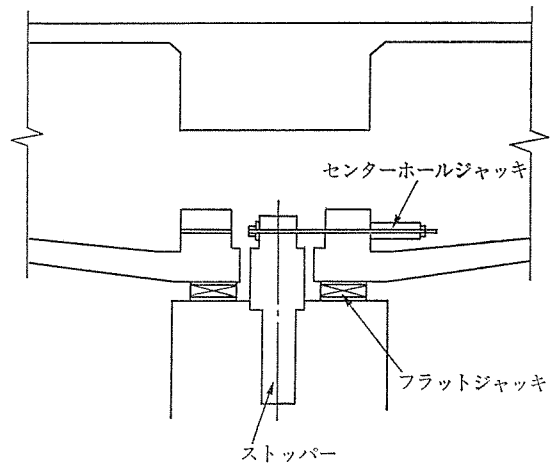


図-12 強制変位

支承にせん断変形を残さないようにした（図-10）。

なお、各橋脚により最適の水平変位量が異なるため、図-11に示すように強制変位とジャッキアップを併用し、水平変位量の調整を行う。強制変位は、図-12のように橋脚のストッパーを反力により、センターホールジャッキを用いて与える。

このように本橋では、大反力ゴム支承により水平反力を分散させ、全長543.8 mにおよぶ上部構造を連続化し、維持管理の軽減を図った。ゴム支承は、わが国の道路橋においてははまだ積極的に導入されていないが、そのシンプルな構造と耐久性は評価すべきものであり、ゴム支承の特性を効果的に活用することにより、本橋のような新しい「メンテナンスフリー」の構造形式の適用範

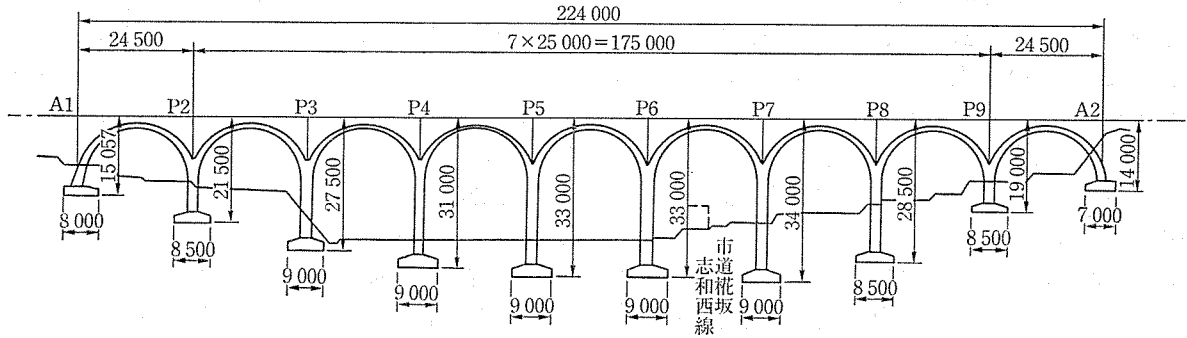


図-13 栴坂高架橋一般図

囲も広がる可能性があるといえる。

もう一つ「メンテナンスフリー」をめざして造られた橋梁を紹介する。それは、昭和 62 年度の土木学会「田中賞」を受賞した RC 多径間連続充腹式アーチ橋である。本誌は「プレストレストコンクリート」であるので「鉄筋コンクリート」は範疇ではないが、「メンテナンスフリー」の橋梁として高い評価を受けているので話のついでとして紹介させていただく。

アーチが構造物として非常に安定した形式であること

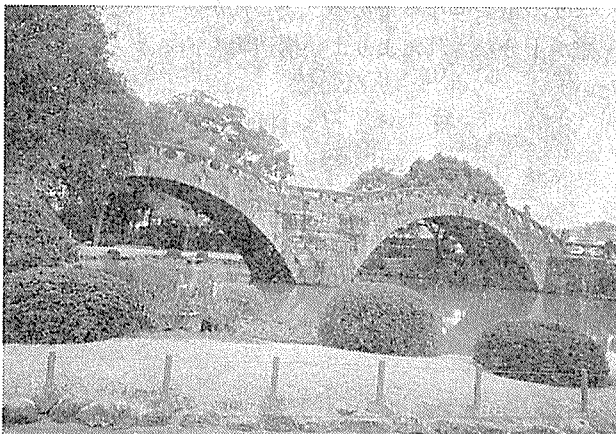


写真-2 眼鏡橋

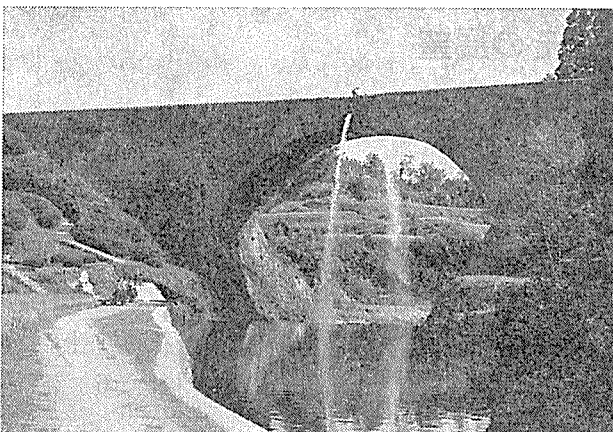
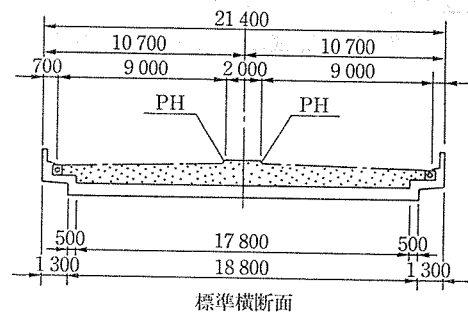


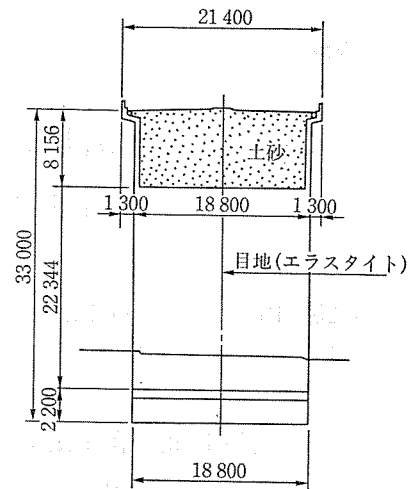
写真-3 通潤橋

は、現存する昔の構造物を見れば分かる。例えば、有名なスペインにあるセゴビアの水道橋は 2000 年も前に造られたアーチ橋である。日本国内でも、時代は新しくなるが長崎県諫早市の眼鏡橋(写真-2)や熊本県の通潤橋(写真-3)などがある。新しいといっても造られたのは江戸時代であり、高速道路の橋と比べれば非常に古いといえる。

RC 多径間連続充腹式アーチ橋とは、アーチリブ両端に側壁を設け、その中に土砂を充填した閉腹式アーチ橋のことである。図-13 に示した橋梁はこの形式の一例で、山陽自動車の東広島市の丘陵地帯に建設された栴坂高架橋である。



標準横断面



橋脚部横断面

図-14 横断面

では、この形式がなぜ「メンテナンスフリー」として評価を受けたかという点、耐久性が損なわれやすい支承・伸縮装置などの橋梁付属物や床版が不要だからである。つまり、橋梁の主要部材であるアーチリブの上に土砂を載せて路床を構成し、その上に舗装を行うため、橋梁でありながら輪荷重を直接受ける部分は土工構造となっている(図-14)。

また、この形式は温度変化による部材の橋軸方向の伸縮量が、アーチリブの鉛直方向の変形に変換されるため、橋梁端部において部材の伸び縮みがなく、多径間の連続化が可能になる。

その他、この形式のメリットとしては、

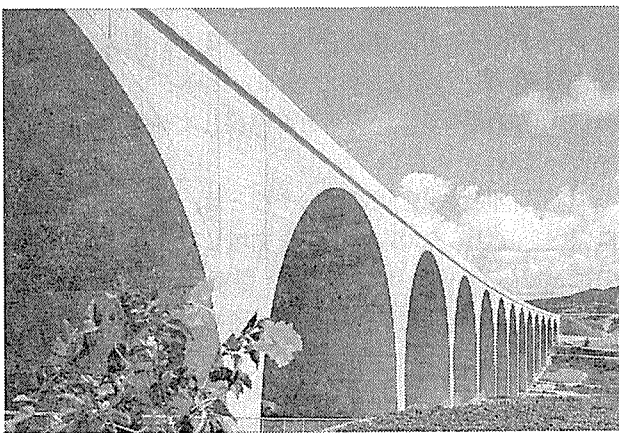


写真-4 同形式の沖縄自動車道石川橋

- ・主要部材のアーチリブが全断面圧縮状態になるためコンクリート構造物の特性を十分に活かせる。
- ・中詰土砂により活荷重による衝撃が緩和される。などが挙げられるが、この形式の最大の特徴はなんといっても、その美しいフォルムにある。

遠景を眺めると、どっしりとした安定感のなかに、アーチリブの丸みが柔らかさを感じさせ、コンクリート構造物特有の直線的なとげとげしさがなく、景観的にも非常に優れた形式だと思われる(写真-4)。

これまで、3種類の橋梁形式を紹介したが、それぞれ維持管理あるいは景観に配慮して構造形式や形状に工夫を凝らしている。ここに言う「メンテナンスフリー」あるいは「景観」とは、伸縮装置・支承や形状などの橋梁の外面的な配慮であるが、コンクリート橋に関しては、コンクリートの品質や施工などの内面的な配慮もまた大切である。このような配慮が十分なされてこそ、耐久性や景観に優れたいい構造物ができると思われる。

高速道路の管理延長が伸び、都市周辺の環状道路の整備が進む現状において、今まで設計段階では付帯的と考えられていたこれらの機能に対する要求はますます大きくなり、重要になるであろう。したがって、このような配慮が十分なされたよりよい構造物を作ることを心がけたい。

【1988年11月4日受付】

◀刊行物案内▶

新しい PC 技術とその展望

(第 16 回 PC 技術講習会テキスト)

頒布価格：4 000 円 (送料 450 円)

内 容：(1) プレキャスト・セグメントを用いた WT 断面道路橋と吊床版歩道橋(チェコスロバキヤの例)、(2) プレストレストコンクリートによる合成床版について、(3) 北陸自動車道親不知海岸高架橋(PC橋)の設計と施工、(4) 支保工による PC 橋施工上の留意点について、(5) 橋梁支承部に設置されている制震構造と代表的 PC 橋、(6) 海外の PC 構造物の近況