

# 首都高速道路6号線(Ⅱ期)新荒川大橋(仮称)の設計概要

上 前 行 孝\* ・ 玉 置 脩\*\*  
小 村 敏\*\*\* ・ 三 浦 尚\*\*\*\*

## 1. ま え が き

首都高速道路6号線(Ⅱ期)が、荒川とそれに隣接する綾瀬川をわたるところに、インターチェンジが計画されている。車線が上下に分れて2階建になり、きわめて半径の小さい曲線部分をもっている。荒川と綾瀬川を横断するため、橋脚位置に制約があって、大きいスパンが要求されている。そして、この付近は、地盤沈下が予想される場所である。このように、複雑な条件が多数あるので構造も複雑にならざるを得ない。このため、この部分の設計にさきだち、橋梁メーカーおよび造船メーカー合計8社による概略の競争設計を行なった。採用された構造形式は、この競争設計の各案を組み合わせた図-1のようなもので、新しい構造といえる。以下に、この新荒川大橋(仮称)の設計について述べる。

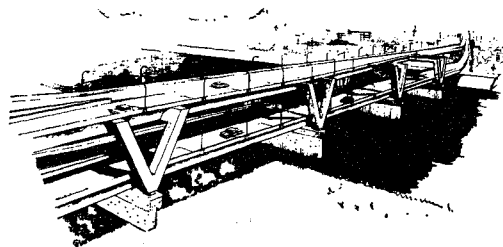


図-1 新荒川大橋(仮称)完成予想略図

## 2. 一般計画概要

### (1) 6号線(Ⅱ期)

首都高速道路6号線(Ⅱ期)は、既設6号線の終点の

\* 正会員 工博 首都高速道路公団 工務部長  
\*\* 正会員 首都高速道路公団工務部 第二設計課長  
\*\*\* 正会員 首都高速道路公団工務部第二設計課 課長補佐  
\*\*\*\* 正会員 工修 首都高速道路公団工務部第二設計課

向島から隅田川左岸をさらに北上し、綾瀬橋付近で隅田川を離れ、旧綾瀬川の上を荒川へと向う。その後、荒川を右岸から左岸に横断しつつ、荒川左岸および荒川に隣接する綾瀬川上で四ツ木方面へ分合流する分岐線とインターチェンジを形成してから、本線は綾瀬川沿いに北上する。

このインターチェンジから北上した6号線(Ⅱ期)は、小菅付近で再び本木方面へと分合流を行なったのち、綾瀬川沿いに常磐道方面へと向うが、今回施工する6号線(Ⅱ期)は、そのうちの環状7号線までである。

6号線(Ⅱ期)は、大部分が大きな川沿いあるいは川の中につくられているが、その中でも新荒川大橋(仮称)は、川幅約450mの荒川と、それに隣接する綾瀬川を横断し、かつその中にインターチェンジをもち、線形的にも構造的にも興味ある形をもつ橋梁である。

### (2) 荒川横断部

荒川横断部の概要は、図-3に示されているとおりである。荒川上では、インターチェンジを形成するため、上り線と下り線が上下に分れた二層構造となっている。さらに、荒川右岸と左岸の堤防上には一般街路があり、その建築限界確保のために、構造物の高さは地上から20m以上となってかなり高い。支間も荒川中の航路確保などによる橋脚位置の制限から、100mを越えざるを得ない。

荒川の中の基礎構造は、支持地盤までの深度が大であり、その深度では施工的に不安な面も多いのでケーソン基礎を取りやめ、すべて杭基礎とした。杭の径は1.5mで、リバース杭工法を採用した。ただし、P6については、中堤をいためないようにという河川管理者からの要望で、中途から鋼管杭( $\phi=0.8\text{m}$ ,  $t=14\text{mm}$ )とした。

橋脚は、P2からP5までは、鉄筋コンクリートの小判形橋脚で、橋軸方向の幅は2.5~3.0mである。残りは、大きさの制限、断面力が大きいことなどにより、直径2.8~4.0mの円柱鋼橋脚とした。

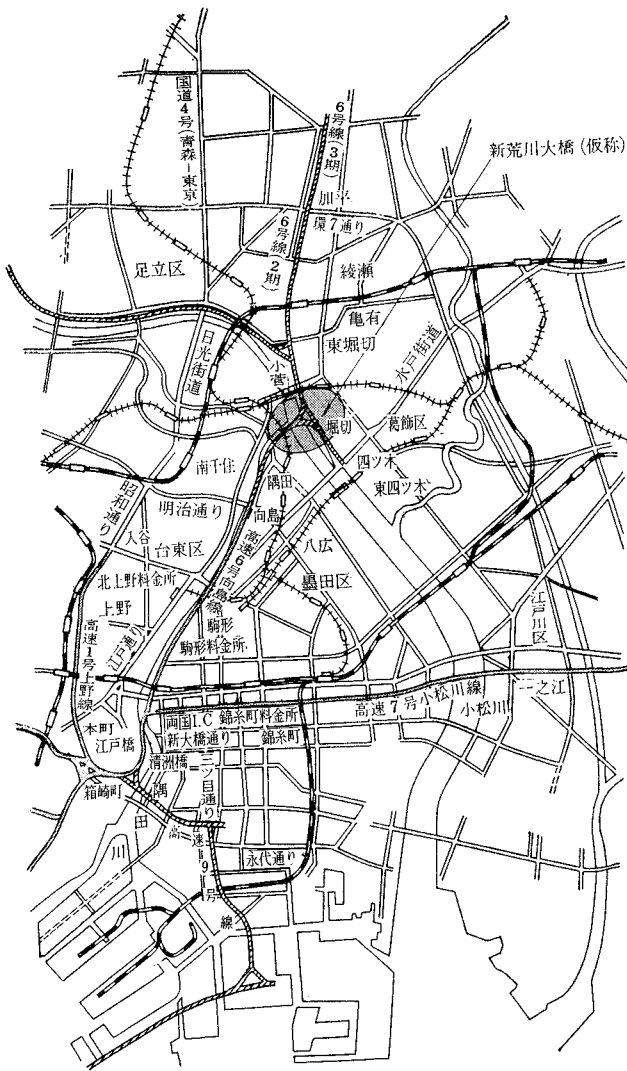


図-2 新荒川大橋(仮称)位置

### 3. 上部構造概要

#### (1) 競争設計および設計条件

前述のように、二層構造でその二層が完全に重ね合せにならず、場所によってずれた重ね合せであり、そのうえ各支間が100mを越し、曲率半径が小さい(130m)区間もあるので、どのような形式の構造が適当であるかについては議論の分れるところである。そこで、数種の構造形式を検討のうえ、各管理者からの許可条件を提示してもらい、下部構造の概略を決定し、この新荒川大橋(仮称)に最も合致した構造の上部形式を広く募集することにし、その設計の依頼先に橋梁メーカーおよび造船メーカー8社を選定した。

そのような発端であったので、詳細な設計条件は定め

ず、設計者の自主判断によるものとした。与えられた条件は、各線形要素(縦断・幅員・曲率半径など)、各拘束条件(橋脚設置可能箇所・最小支間長・桁下空間などの建築限界、禁止されている架設方法および時期、基礎の大きさの制限など)および地質条件などの現場条件、等のごく限られたものである。また、設計の歩調を揃えるため、個々の問合せに必ず、2回合同の質疑応答の場を設け公平を期した。設計期間は約3週間と短かったが、全く自由な立場で構造形式・使用材質・施工方法を選定できる点でユニークな競争設計といえる。

提出すべきものは、一般図、その構造を採用するに至った経緯および理由書、特徴的な構造の概略説明図、概略の設計検討書、上部工費および材質別鋼重(実際工事との差5%以内)、下部工を含めた全体工費概算書、架設方法、工期(下部を含め昭和46年10月をスタートとしたもの)などである。

#### (2) 競争設計の一覧

提出された設計は表-1のとおりであるが、1社で2つ以上のアイデアを提出したところもあり、全体で15案にのぼった。設計は図-3のとおりA, B, Cの3径間に分け、それぞれに適応した構造を募集した。表-1に示されているのはその代表的な構造を区間別にぬき出したものであるが、連続箱桁と表示されていても、吊材で上下連結されているものもある。大別すると、箱桁形式・钣桁形式・トラス形式・ニールセン形式・フィレンディール形式の5種に分類できる。

#### (3) 競争設計の概要

表-1に示された15種について、それぞれの特長を概説してみる。

連続箱桁形式は7つを数え、一番数が多い。②のV形立体ラーメン形式を除き、表面的にはあまり差がない。しかし、③の2箱桁形式は、100m余の支間を一気に大型フローティングクレーン船を用いて架設するため、箱桁の重量を最小に押え、小さな断面の箱を用い、かつ幅員外側に寄せている。鋼床版などの横組みは、この箱桁上で行なうので、仮ベントなどの仮設機材を河中に設置することなしに、自由に架設時期を選ぶことができる点ですぐれたアイデアである。④の箱桁は、B区間では2箱桁断面を用いているが、C区間では1箱桁とし、かつその箱桁位置を道路曲線に合わせて動かし、曲線外側支承にかかる負の反力を避ける努力を行なっているのが

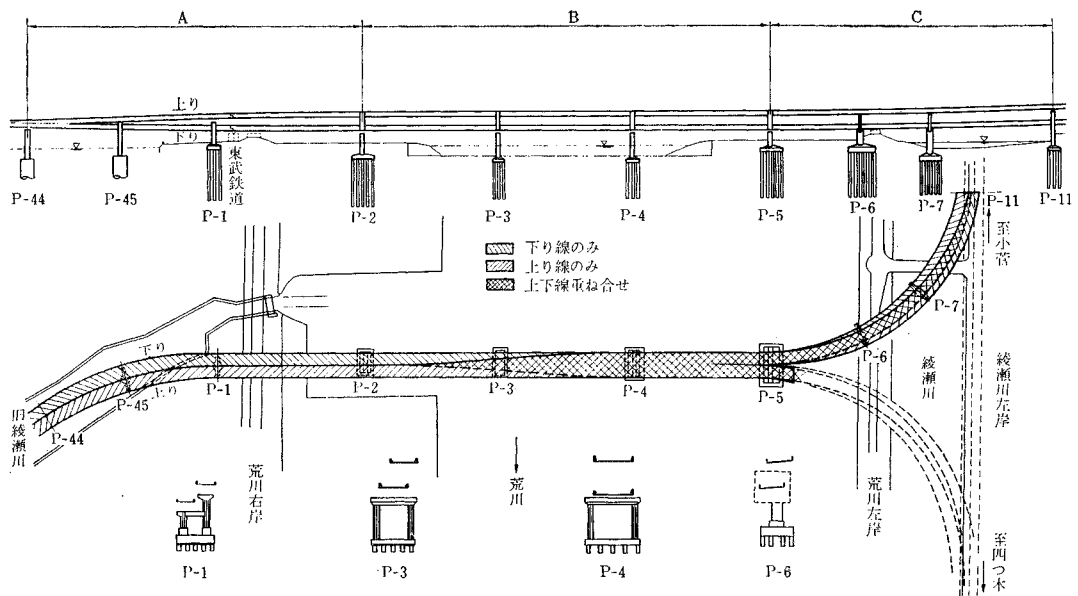


図-3 新荒川大橋（仮称）一般図

特徴的である。②のV形立体ラーメン形式は、地質が40m以上にわたり $N$ 値がほとんど0に近く、当然不等沈下を起こすものとして連続構造を避けゲルバー形式を取っている。また、地震時における共振に注目し、上下ヒンジ位置をずらしたり、地震時応力をトラス部材の軸力で取らせるなどの新機軸がみられる。これら箱桁は、それぞれ特長的であるので、鋼重に多少の変化がみられるのは当然であるが、同一形式でも鋼重はばらついている。その原因としては、高張力鋼使用の多寡、床版の違い（コンクリートか鋼か）、不等沈下の鋼重への還元度の差、架設方法の違いからくる継手箇所の多少、上下線を結ぶ方法の違いなどによるもので、鋼重の少ないものが即経済的と断定することはできない。

⑬の鉸桁橋は、この程度の支間であれば架設の容易さを考え（③と同じ考え方）、箱桁よりはとワイドフランジ使用のI桁に踏切ったものである。ただし、たわみの制限から高張力鋼（SM58）の使用比率は最も少なく、鋼重は比較的重い。かつ、架設中の安定保持のため、多少の架設用部材が必要である。可能性として支間150mぐらいまで十分に2主桁で可能であるとした点は興味あることである。

2階建に注目した場合、トラス形式はすぐに思いつく構造である。しかし、構造が完全な重ね合せの2階建でないので種々の興味あるアイデアがみられる。⑧の形式は、B区間で通常の2階建トラスで上下をつなぐが、両側径間では、上下箱桁の片側のみをパイプでつなぎ、重ねばりの効果を狙っている。⑨のトラスは、A区間で一面トラスを採用し、上下を連結している点が斬新的である。両者とも継手部分で細かな配慮がみられるが、




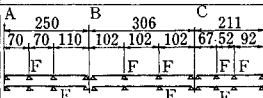



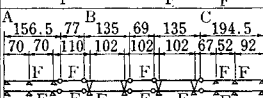



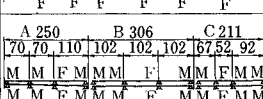



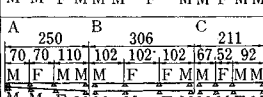



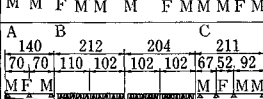



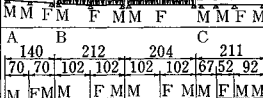



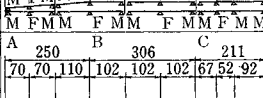



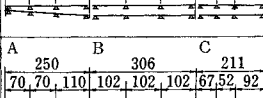



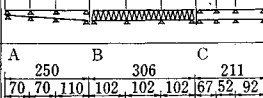



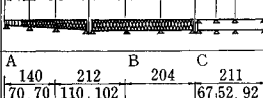



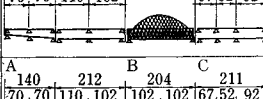



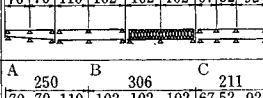



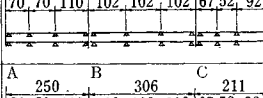



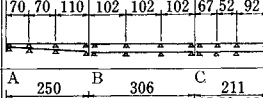



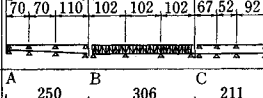
多少改良の余地があり詳細設計での展開が必要である。

⑩のニールセンのみは、支間が200mを越え橋脚を1つとばしている。美観的にはすぐれているが、河川条件により、この径間が河川の左岸寄りにずれるのが難点で、地震時水平力によって基礎工が大きくなりすぎ、やや実際性に乏しい。

⑮のフィーレンディール橋は、剛性の高さを利用して比較的少量のHT80（B区間の鋼重の約30%）を用いたのが特長である。HT80厚板の溶接性、架設に特別な配慮が必要などやや難点があるが、興味ある点も多い。

これらの15アイデアにつき、アイデア自体からくる問題点、設計の深さの程度からくる問題点の2点から検討を行なった。前者に属するものとしてはアイデア・主眼点のよさ、経済性、工期、設計法確立の程度、製作・架設・現場施工の難易度、走行性、将来の維持補修の点などがある。後者に属するものは、主として前者がよければ今後改良できるもので、工費算定の程度、実際構造への対比の程度、下部工への配慮の程度、不等沈下に対しての安全性、施工方法が現場条件に合致しているかなどがある。しかし、提出された書類をそのまま検討すると、設計条件を明示していない面もあり、正しい評価を下せるとは限らない。そこで、提出された反力をもとに下部工の概算工費を算出し、床版を同一条件に直し（コンクリートを鋼に換算）、鋼材を同一材質に換算して全体の工事費を算定しなおした。また、細部構造に検討を加えたり、不等沈下を同一歩調に置き鋼重のアンバランスを是正した。その結果、トラス形式に捨てがたいものがあつたが、②、③、④の箱桁グループが最終的

表-1 競争設計一覧表

記号	断面図			側面図	鋼重(t)		備考
	A 区間	B 区間	C 区間		上部	下部	
①	 連続箱桁	 連続箱桁	 連続箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92 F F F F F F	7 912	455	B区間橋脚は鉄筋コンクリート不等沈下を見込む
②	 連続箱桁	 ラーメンゲルバー桁	 連続箱桁	 A 156.5 77 B 135 69 C 135 194.5 70 70 110 102 102 67.52 92 F F F F F F	8 471	455	V型材は上部工に含む
③	 連続2箱桁	 連続2箱桁	 連続2箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92 M M F M M M F M M F M M M M F M M M F M M F M M	8 557	1 461	不等沈下を見込む
④	 連続箱桁	 連続箱桁	 連続箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92 M F M M M F M M F M M M M F M M M F M M F M M	7 014	49	
⑤	 連続箱桁	 連続トラス	 連続箱桁	 A 140 B 212 C 204 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92 M F M M F M M F M M F M M M M F M F M M F M M F M M	6 341	49	
⑥	 連続箱桁	 連続箱桁	 連続箱桁	 A 140 B 212 C 204 211 70 70 102 102 102 102 67.52 92 M F M M F M M F M M F M M M F M M F M M F M M F M M	8 038	529	
⑦	 連続2箱桁	 連続2箱桁	 連続2箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	8 092	412	
⑧	 連続箱桁	 連続トラス	 連続箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	8 129	376	A,C区間では上下を製材で繋ぎ重ね梁の効果を狙う
⑨	 連続1面トラス	 連続トラス	 連続箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	6 822		
⑩	 連続箱桁	 ニールセン	 連続箱桁	 A 140 B 212 C 204 211 70 70 110 102 67.52 92	8 386		
⑪	 連続箱桁	 連続トラス	 連続箱桁	 A 140 B 212 C 204 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	6 927		
⑫	 連続箱桁	 連続箱桁	 連続箱桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	7 956	352	
⑬	 連続2主桁	 連続2主桁	 連続2主桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	7 010	230	
⑭	 連続2主桁	 連続ワーレントラス	 連続2主桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	6 540		B区間床版は鉄筋コンクリート
⑮	 連続2主桁	 連続フィーレンデール	 連続2主桁	 A 250 B 306 C 211 70 70 110 102 102 102 67.52 92	6 990		B区間床版は鉄筋コンクリート

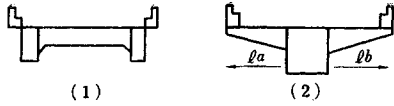


図-4 断面形状の検討

にすぐれているものとして残され、再検討を加えることとした。

#### (4) 最終決定への補遺

三者の比較は、まず図-4の2小箱桁(1)案か1小箱桁(2)案の点で行なわれた。鋼重的にはやや(2)案が有利であるが、過去の例が示すところによると、1小箱桁の場合、カーブ部分を持つと当初目算より細部で鋼重が大目になりがちなので、ほとんど両案とも同じといえる。(2)案の利点である左右の張出し長さを調整して負の反力を逃げた場合、箱の寸法が不定になり、リップの数の調節がやや困難を伴う。これに対し(1)案は、荷重偏載になら手を加えなくとも有利で、箱の寸法を一定にできる。また箱桁重量が軽く、一支間が一度に架設可能で短期間で架設可能である。(2)案は、断面方向に添接が入るので支保工・仮ベントを要し、架設に時間を要するばかりでなく、ハイテンションボルト工・溶接工を多く必要とし、この点でも時間を要する。以上の点から(1)案が望ましいものとされた。

次に、連続桁形式かラーメン形式かで検討された。工費的には立体ラーメン形式がやや有利で、連続桁形式で不等沈下を考慮すると5%ぐらい鋼重増になる。ゲルバーラーメン形式は、外的静定であるので不等沈下による影響がない。別の応力として、ラーメン形式には橋軸方向の温度変化による応力が作用するが、この応力は割増率に十分入る。立体ラーメン形式は、全体を通じて応力を分散でき均一な断面構成にできるのに対し、連続桁形式は均一スパンなので、側径間が中央径間の1.5~2.5倍のモーメントに達し(幅員の差による)、不均一な断面になるばかりでなく、相当な厚板を用いる必要がある。ラーメン形式は、内的不静定であるので細部の設計上の検討が必要であり、また、架設時の応力調整がある程度必要で施工はやや困難である。また伸縮継手の数が多いが、100m間隔に一つというのは、通常の高架に比べては多くはない。以上、全体を考慮して立体ゲルバーラーメン形式が有利とされた。

最後に、ラーメン形式の連結方式を図-5のV形(1)案とI形(2)案)で優劣を論じた。柱の断面力は当然(1)案のほうが少ないが、2本分なので、その分(1)案のほうが鋼重が多くなる。しかし、上側吊支間の支間が短くなり、鋼重が少なくてすみ全体的な鋼重はほとん

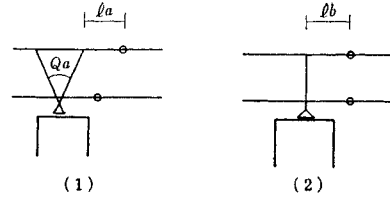


図-5 ラーメン形式の検討

ど差がない。両案とも柱付近の主桁は2軸応力を受けるので設計に注意が肝要であるし施工にも注意がいるが、(2)案のほうは、在来の隅角部と同じ方法で設計・施工とも処理できる。(1)案は、地震時の橋軸方向の変位が少なく、終局耐力の点でも有利で、かつ上下橋梁の固有振動周期が異なり共振の危険もない。そこで全体的に(1)案が有利と判定された。

以上の検討により、最終的に種々のアイディアを組み合わせた2小箱断面を主桁とするV形立体ゲルバーラーメンをB区間に採用し、そのバリエーションでA、C区間を決定した。

## 4. 採用設計

### (1) 構造形式

今回採用された上部構造は、立体ラーメンゲルバー桁という新しい構造形式である。立体の名のとおり(図-7参照)、橋軸直角方向と同時に橋軸方向もラーメン構造になっている。

図-6(1)におもな作用を説明するため、構造を単純化して示した。実際には、図-6(2)に示すように、さらに支点付近にトラス作用を含めたラーメンを組み、力を分散させると同時に剛度を上げている。

この構造のおもな特徴を整理して再掲すると

① 内的には高次の不静定構造物であるが、外的には静定構造物となり、この付近で一番問題となっている橋脚などの不等沈下の影響を避けることができる。ちなみ

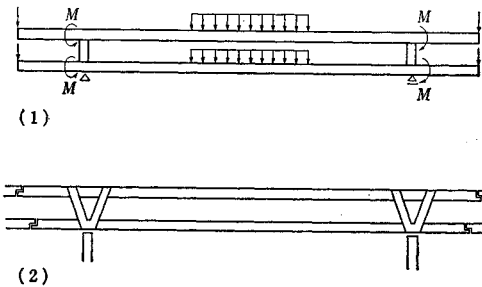


図-6 採用設計説明書

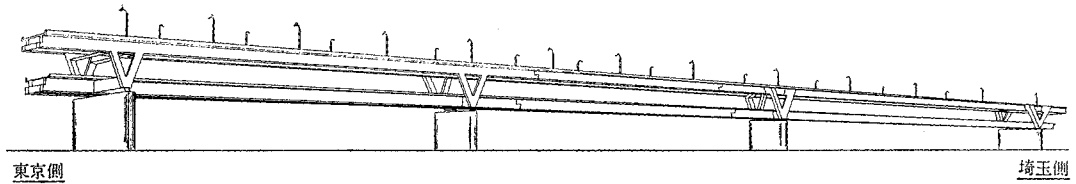


図-7 採用設計立体図

に、荒川にかかる橋梁のほとんどは、外的静定構造である。

② 橋脚に対する橋軸方向地震力の作用点が下がり、橋脚および基礎に対して有利である。

③ 支点付近の剛度が高いので、橋軸方向地震時の上側桁の変位量が小さい。

④ 3径間連続桁では、側径間中央モーメントが中央径間と比べてかなり大きくなるのに対し、この構造では張出し量を調整することによって適当にバランスのとれた応力量になる。

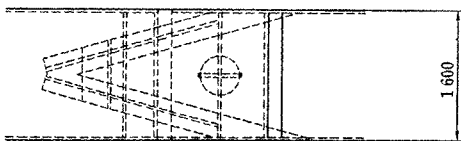
⑤ トラスなどのスルータイプと比べて弦材がないので走行性がよい。

⑥ 上下層で構造が分離した場合や、図-6(1)のように上下層の支間が等しい場合に比べて耐震性がよい。

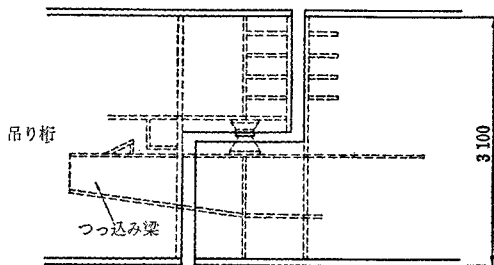
⑦ 上下二層に荷重が最も不利な状態で載荷される確率はきわめて少なく、安全度は高くなる。

## (2) 設計概要

主桁断面決定にあたり、本橋の設計地点である荒川は洪水河川であり、架設期間の制限から箱桁を縦分割することは困難と考えられ、前述のように縦分割せず運搬架設できる鋼重の範囲で箱桁断面を幅 1.6 m × 桁高 3.1 m



(1) 平面図



(2) 側面図

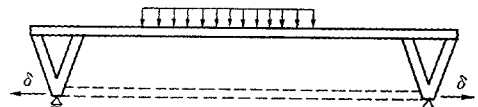
図-8 落下防止装置

とした。主桁本数は、全体でのバランスと同時に、後述する桁落下防止装置、維持補修用検査車の配置なども勘案して、幅員に応じ 2~4 本とした。

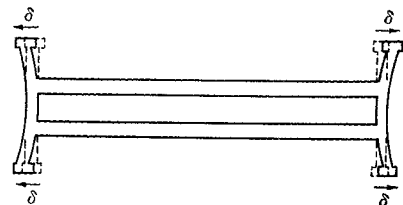
構造計算は、変形法で立体的に解析したが、変形法は構造を棒に置きかえるため、場所によっては危険側になるので、局部的に補正計算を行ない、補強を行なっている。

鋼床版の縦リブは、橋梁幅員の変化が大きいためバルブプレートとした。

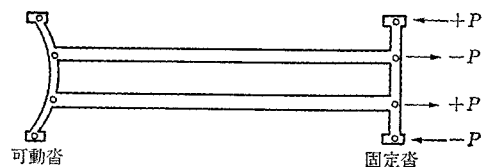
ゲルバー構造は、地震時にヒンジ部が破損する可能性があり、構造物全体の弱点となりがちである。そこで、図-8 に示すように特殊な桁落下防止装置を設けた。それは、吊桁の箱主桁の中に、支持する桁からはりが入り込んだ構造で、万一くつが破壊しても圧縮力に対してはウェブの補強部分で抵抗し、引張力に対しては入り込んだはりに付いた張出し部で抵抗するように二重の安全弁



(1) 側面図



(2) 下層平面(拘束のない場合)



(3) 下層平面(固定沓による拘束)

図-9 垂直荷重による固定くつの水平反力

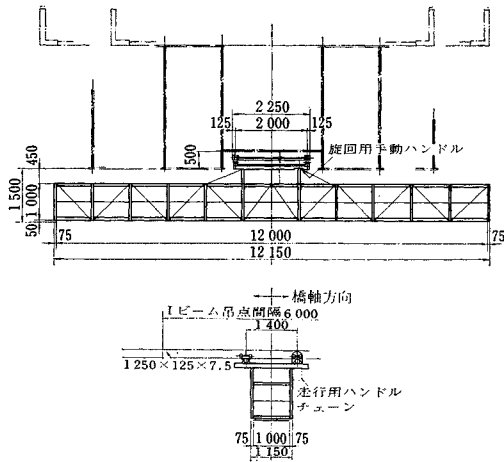


図-10 点検用移動足場

を考えている。横力を受けて、張出し部が破壊したり、複雑で変位が大きい振動を生じた場合に対しても、入り込んだはりとは吊桁がかみ合っているため落下はしない。

そのほか、設計が進むにつれて、種々の新しい問題点が生じているが、大きな問題として常時に固定くつにかなり大きな水平反力が生じた点がある。これは図-9(1)に示すように、上側桁に荷重載荷の場合、柱の下側が外側に開く作用をし、そのため立体構造としての下側桁の変形は図-9(2)のようになる。そして、これを図-9(3)に示すように固定くつ側の多数のくつで固定すると、その拘束によって、相互に打消す方向の水平反力が生ずる。この力は最大 400t となる。解決策としては、固定くつを 2 個にすることがあるが、地震時のくつ反力が 2 つに集中し分散されない欠点もある。一方、もし固定くつが多くても橋脚が上部構造と同じように変形すると、

この水平反力は生じない。ここで用いている橋脚は、厚さ 3m の鉄筋コンクリート橋脚であるが、その水平方向剛度と上部構造の橋軸方向剛度とを比較すると、脚の剛度は考えられるより大きくなく、ほぼ上部工と同じ程度である。そこで脚の変形を期待できるが、設計では安全側で考え、橋脚を剛と仮定したときの反力を用いることとした。橋脚については、集中荷重が作用する片持版の解析をした。死荷重による水平反力は、架設方法を考え応力調整を行なって解消できる。前述のとおり、四ッ木方面へ分岐する部分は、今回架設を行わず将来の架設になるので、その部分につき死荷重水平反力を考慮して設計を行なっている。

また、本橋梁は二層構造であることと、荒川の中に位置していることのため、維持補修のための構造物点検が容易にできない。そこで上下層とも、図-10 に示すように点検用の移動足場を設けることとした。これは、横に広がった足場を橋軸方向に動くようにしたもので、支点付近では 90° 回転し、鋼柱・コンクリート脚を避けて通れる構造である。

## 5. あとがき

以上、新荒川大橋（仮称）の設計について、概略を述べた。本橋の下部工事は、昭和 47 年春の渇水期に主要部分が終る予定で、上部は、47 年秋の渇水期から工事を始める予定である。本橋は特殊な構造であるため、施工においてもいろいろと問題があることと思われるが、その報告も別の機会にしたいと考えている。

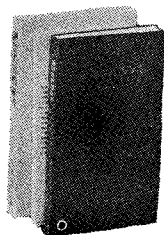
なお、最後に競争設計に参加された 8 社、図面の整理にあたられた大塚洋幸氏に感謝する次第である。

(1972.2.7・受付)

## 構造実験指導書

B5・112 / データシート 36 / 折込付図 2  
450 円 (〒 70 円)

1. 電気抵抗線ひずみ計によるひずみの測定
  2. はりの実験
  3. トラスの部材応力の測定
  4. 柱の実験
  5. 鉄筋コンクリート部材の実験
  6. PC ばりの実験
  7. ラーメンの実験
  8. コンクリート部材の非破壊試験
  9. 光弾性実験
- 付・光弾性実験の原理ほか



## 測量実習指導書

新書・234 / データシート 9 / 折込付図 4  
450 円 (〒 80 円)

1. 測量にあたっての一般的注意
  2. 距離測量
  3. 角測量
  4. トラバース測量
  5. 平板測量
  6. 水準測量
  10. 路線測量
  11. 写真測量
  12. 工事測量
- 付・野帳

## 土質実験指導書

340 円 (〒 70)

## 土木材料実験指導書

490 円 (〒 70)

## 水理実験指導書

250 円 (〒 70)

● 学校教育用に一括購入される場合は、特別な優遇措置がありますから、詳細は下記へお問合せ下さい ●

東京都新宿区四谷 1 丁目 電話 351-4131(直通) 振替東京 16828 番 土木学会刊行物頒布係