

# 名神高速道路 PC 橋の計画と設計について (第3報)

— 第2報 第2編 採用した新形式 PC 橋の説明の続報 —

日本道路公団  
名神高速道路部第二課

## Expressway Bridge Type 3

### 1. 設計要旨

本橋は橋長 47.00 m, 中央に V 型弾性支構を有する 3 径間 (21.15 + 4.70 + 21.15 m) 連続不静定 PC 版橋である。V 型支構の左右支柱は上下端ヒンジの中心軸方向圧縮部材であって、両端支承は可動端構造である。

### 2. 本橋の特徴

本橋のように V 型弾性支構を有する 3 径間連続版構造は、2 径間連続版構造に比し支点上において負の曲げモーメントを軽減せしめ、また下部構造等についても経済的である。また桁高の制限を受けてスレンダーな版構造をえらんだが、これは美観上からもよいものと思う。

### 2. 設計上留意した点

a) 中間支柱は弾性支構で軸方向力による変形を考え

て不静定反力を求めたものである。

b) 地震荷重については水平震度  $K=0.2$  とし、橋体の地震力による影響を小にするために両端可動シユーの摩擦を考慮した。

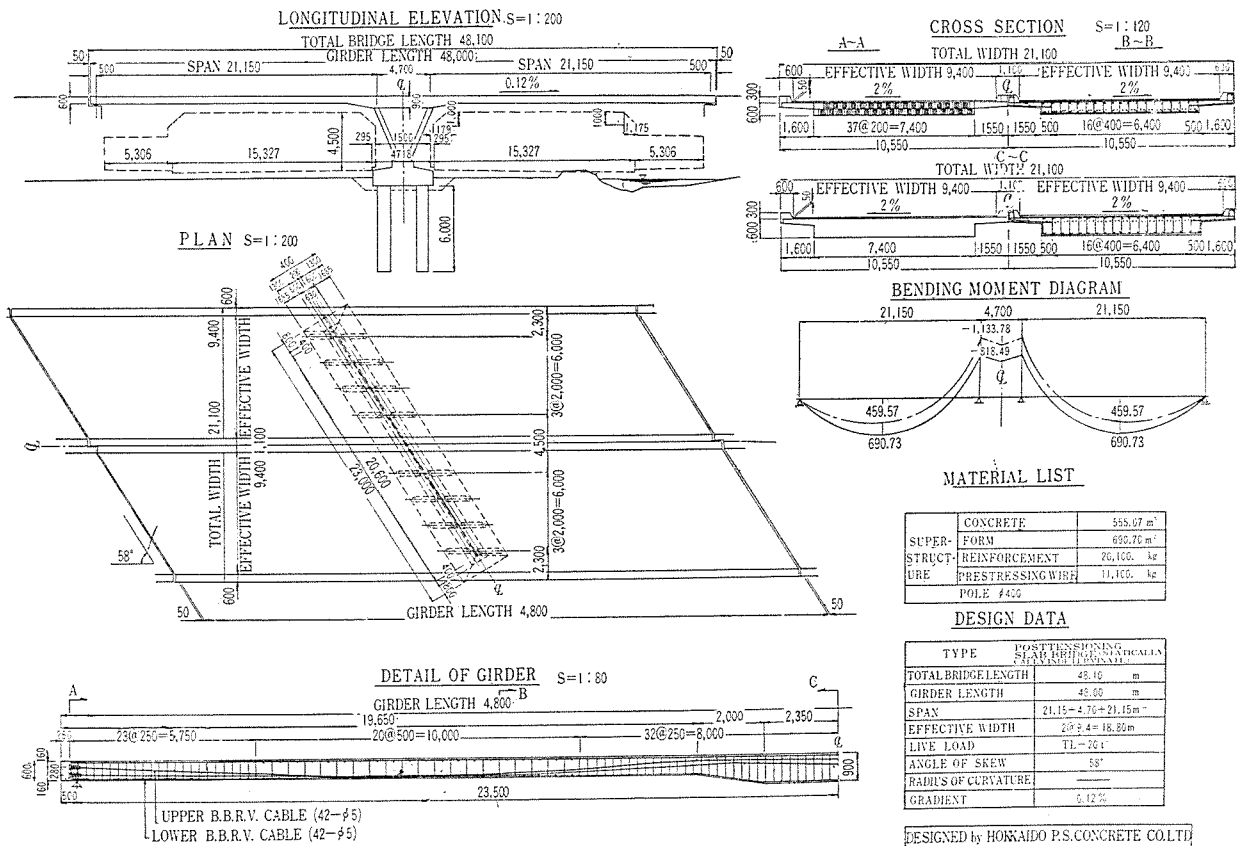
c) 橋軸方向の計算は荷重巾 5.5 m の L 荷重を建築限界一ばい移動させ、Guyon-Massonet の方法により行なった。

d) 横方向は鉄筋コンクリート構造とした。

e) 二次モーメント、二次軸力はプレストレス導入後中間支承を調整することにより消去できるが、本橋においては構造上その調整は困難であるため二次力を考慮して計算を行なった。

f) 中間支承部基礎にはベノト杭を用い支承沈下の悪影響に対処した (図-1 参照)。

図-1 Expressway Bridge Type 3



### Expressway Viaduct Type 1

#### 1. 設計要旨

本橋は、BBRV 工法による片側張出し3径間連続桁（箱型）、吊桁（T型）および張出桁（支点上箱型、中央T型）より構成され、桁長（103.1+21.0+28.2）、橋長 152.45 m 有効巾員 9.40×2 より成る。

#### 2. 本橋の特徴

a) 本設計を行なうにあたり、ラーメン型式および本形式について概略計算を行ない、材料その他を比較した結果、材料については両者はほぼ同程度であるが、連続桁を3ブロックに分けて施工することにより、型ワク、支保工の回転率を良好にし、工期を短縮することにより一そう経済的になり、また美観的にもすぐれていることなどの利点により本形式に決定したものである。また左岸 40 m 付近に軌道があり、このため支保構による架設が不可能であるので、この部分にはプレキャストによる吊桁構造とした。

#### 3. 設計上留意した点

a) 橋軸方向活荷重による曲げモーメントの計算にあたり、L 荷重は 5.5 m 巾をもって橋面上を移動するものと考え、荷重分配については、Guyon-Massonet の理論

を用いた。

b) 床版は連続桁、張出桁においては鉄筋コンクリート構造とし、また吊桁においてはPCケーブルにより横締めを行なった。

c) 連続桁において、曲げモーメントの最少となる点をブロックの継目とし、BBRV 工法による Coupling 形式によりブロックを連結し、連続桁を構成するように設計した。また美観上より各スパン長さを等しくし、これによる曲げモーメントの各点の大小についてはPC鋼線の量の加減により対応させた。

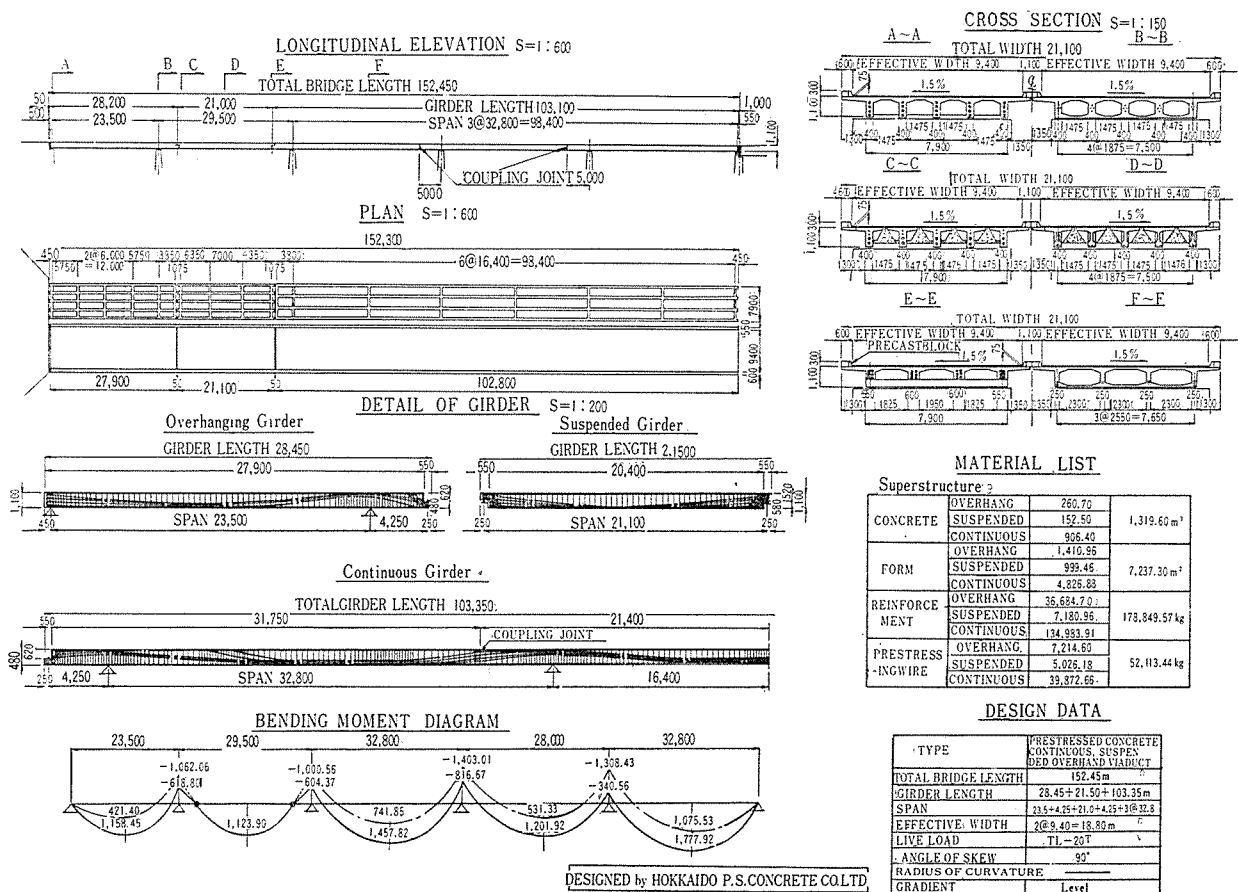
d) 緊張は連続桁において Coupling によるブロック連結形式であるから片側緊張となり、また吊桁、張出桁においてもヒンジ部支承の弱点とならないようにヒンジ部下端に固定着体を埋込み、いずれも片側緊張とした（図-2 参照）。

### Expressway Bridge Type 4

#### 1. 設計要旨

本橋は名神高速道路本線に架設される3径間連続PC桁橋である。構造上の詳細については図-3を参照することにし、ここでは設計上の主要点について述べる。主桁は片側車線（巾員 9.40 m に対して2本とし、穴

図-2 Expressway Viaduct Type 1



あきのT型断面を用いた。これらの主桁はその位置でべつべつに製作施工し、その後に主桁間の床版を施工して横締めプレストレスを行なうものである。プレストレスの導入方式は、主桁、床版ともフレッシュ工法を用いた。

主桁は桁下を3次放物線とした変断面構造とし、外観美を重視してその曲線の選定とすりつけを行なった。

## 2. 設計計算

主桁の応力計算は、断面の変化を考慮した3径間連続桁として算出した。したがって主桁の  $E, I$  を一定と考えた場合の応力と比較すると、支点モーメントについて約10%の増加を示している。プレストレスは、各主桁でべつべつに行ない、その後に床版を施工するので、応力度計算用の断面は、主桁自重および床版横桁荷重に対して単独桁となり、舗装地覆その他荷重および活荷重に対しては床版を主桁に合成させた断面で、おのおの抵抗するものと仮定した。ただし負の曲げモーメントに対しては床版の合成は考えないことにしている。

PC力の配置は任意の形状となっており、プレストレスを導入することによってコンクリートの弾性変形による2次反力が生ずる。試算によってなるべく2次反力が少なくなるように設計したものである。プレストレスによる2次応力は設計荷重によって生ずる全応力の支

約20%、中央スパン中央で約35%の値を示し、これに抵抗できるプレストレスを与えることにした。したがって支点反力の調整は行なう必要がない。支点反力の調整を行なえば、PC鋼材量は約15%程度少なくなるが、支

## 3. 特性と問題点

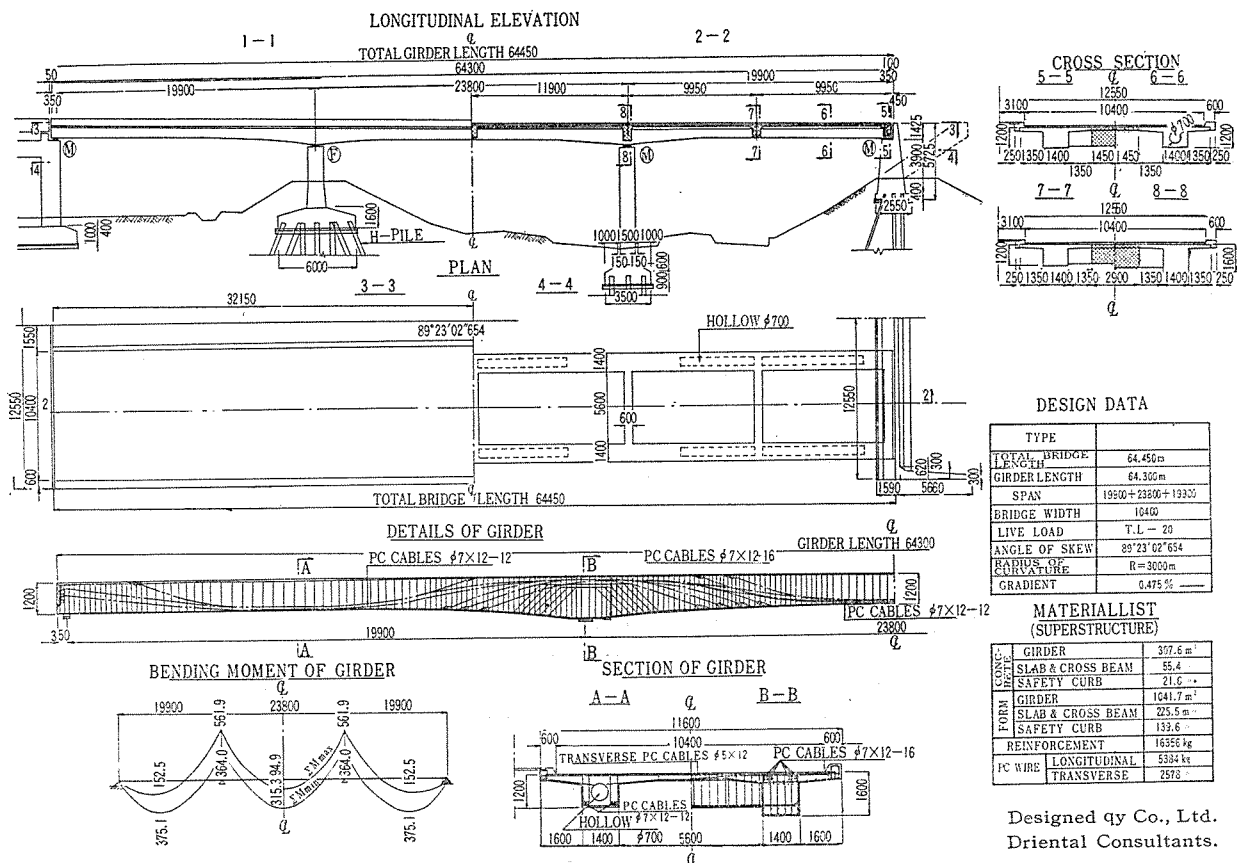
本設計は、巾員の広い橋にもかかわらず主桁数を2本とし、しかもこれらの主桁をべつべつに施工できるところに特徴をもっている。一方また主桁中心間隔が大きいことから床版の有効巾の考え方に研究の余地があり、また施工時期を異にする主桁を組み合わせるためコンクリートのクリープの進行等にも多少問題点があるであろう。

## Expressway Bridge Type 5

### 1. 設計要旨

本橋は 図-4 に示すように斜角  $25^{\circ}00'$ 、スパン 28.00 m にくらべて橋巾 9.400 m とスパンに対して橋巾が広く、通常の斜辺長をスパンとする従来の計算方法を適用することには経済的にも、また力学的にも相当の疑問が生じた。一般に斜橋の応力は、斜角および巾/スパンの比などにより種々変化し、その応力解析は非常に複雑である。等方性板の応力解析には階差方程式を解くなどの方

図-3 Expressway Bridge Type 4



法があることは周知のとおりであるが、この方法での数値計算には多大の時間と労力を要するものである。また斜辺長を計算上のスパンとする方法では、本橋のような形状では断面を不当に大きくしなければならず不経済であるばかりではなく、隅角部の応力解析が不可能であるという欠点がある。また斜橋では鈍角部に相当な負の曲げモーメントが生ずるものである。

従って本設計では新しい試みとして厚さ  $t=3\text{ mm}$  平面的には実物の  $1/50$  のアルミニウム板を用いて、模型実験により応力解析を行なった。その結果と N.J. Nielson の表とを比較検討したのであるが、両者は近似的によく合致しており、実験に対する信用度を十分確信した。

## 2. 本橋の特徴

本設計は、この実験の結果えられた曲げモーメントを設計曲げモーメントとして設計された。従って橋梁の構造が実験の仮定と合致したものを選ぶ必要が生じた。すなわち橋梁の構造を等方性の版とする必要が生じた。

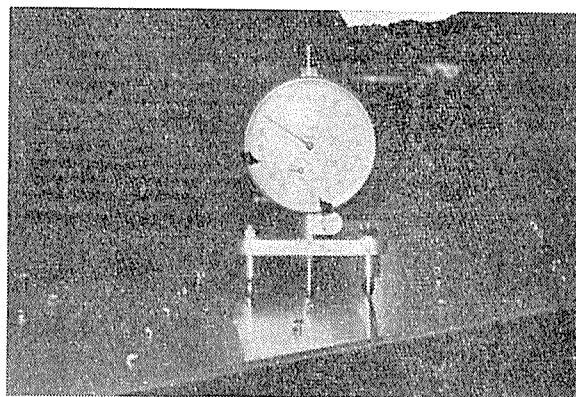
等方性の版としては全部を場所打ちコンクリートで打設して一体の版となす方法が理想であるが、使用コンクリート量が多く、支点反力が大きくなり、上部下部とも本橋の場合は経済的でない。

従って本橋では上下突縁巾の大きい I 型、プレキャスト

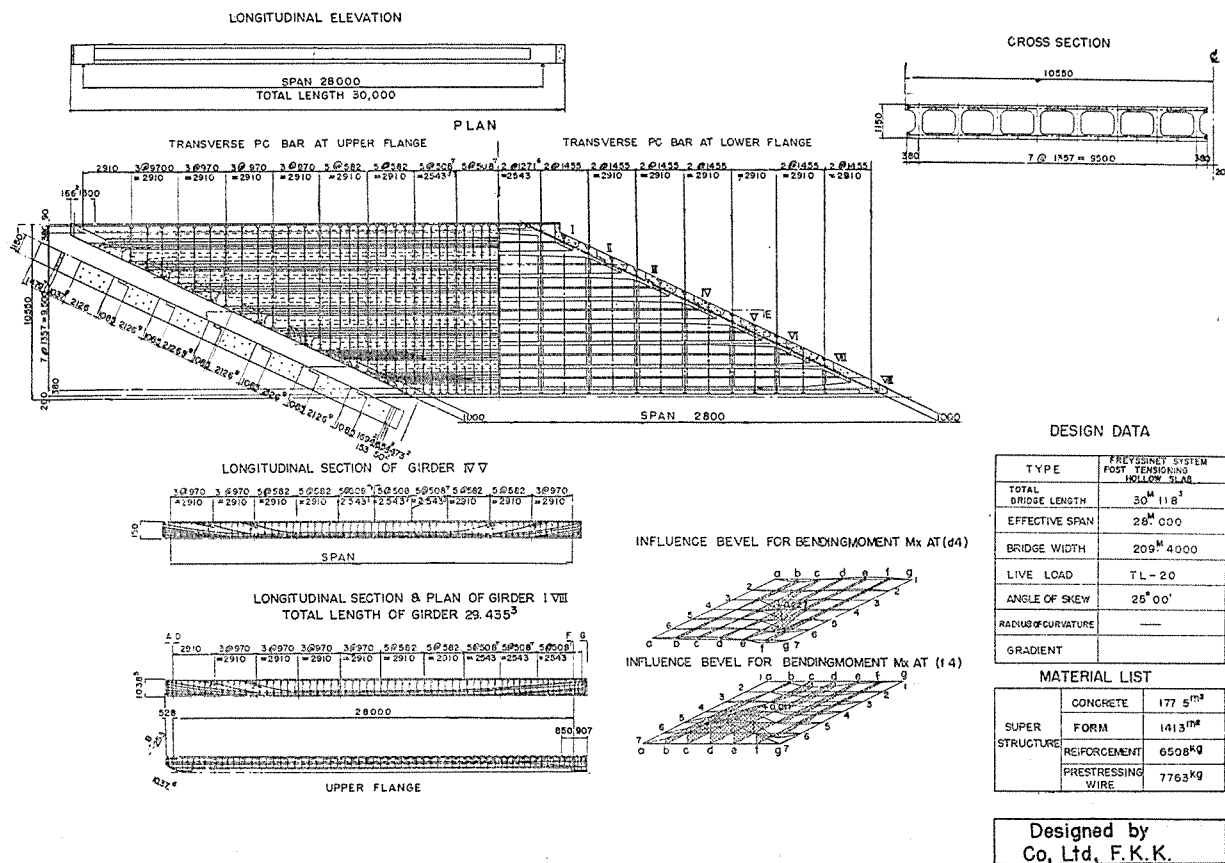
トコンクリート桁を密接して並列し目地コンクリートを打ち、中空断面とし死荷重の軽減を計った。また版の等方性を保持するため橋軸方向剛性と横方向剛性とが等しくなるように荷重分配用横桁を密に配置し、上下両突縁にプレストレスを与え横締めをし、中空斜版とする工法を採用した。

模型実験による斜版の応力解析および実験の方法および結果については紙面の都合で割愛させて頂き、また他の機会にゆづるものとし実験に使用した  $1/1\,000\text{ mm}$  読みダイヤルゲージつき測定装置および供試体の写真を御紹介するにとどめたい。

写真—1 測定装置および供試体



図—4 Expressway Bridge Type 5



### Expressway Bridge Type 6

#### 1. 設計要旨

本橋は高速自動車道路橋で、図-5 に示すように半径  $R=1000\text{ m}$  の曲線上にあり、美観的要素が特に重要視され、サイドのRC連続桁との関係からコンクリート構造で、しかもできるだけ桁高を減少させるため、また完成後の車両が伸縮継手を通過するときの不快感を少なくするために継目の少ない橋梁構造とすることが要求された。この要求に対し、地形、地盤の状況等を検討の上、場所打ちプレストレスト コンクリート連続T桁橋を採用することに決まった。

設計計算書に用いられたスパンは  $16.00+16.00\text{ m}$  および  $16.00+26.00+16.00\text{ m}$  の2径間、および3径間の連続桁であり、主方向(スパン方向)は、 $12-\phi 7\text{ mm}$  PC ケーブルを用いたフレッシュナー式のポストテンション方式で、プレストレスが与えられ、床版は鉄筋コンクリート連続版として設計された。

橋長に比し、曲線半径が大きかったので各主桁は直線状に平行に配置し、上突縁の片持バリ部のスパンで道路曲線は調整された。荷重分配用横桁は、各支間中央に1本ずつ配置し、各主桁にたいする荷重分配の計算には Guyon-Massonet の方法を適用し、この場合、計算上の

支間は等分布荷重による曲げモーメントの反曲点間距離を使用した。

コンクリート打ちは各両区間の全支保工、および型枠を設置し終わったのち、すべて場所打ちとする施工法を採用した。コンクリート打ちに際しては、各径間の中間支点付近の部分(支点をはさんで約  $6\text{ m}$  の区間)のみを残して、コンクリートを打設し、これによる支保工の沈下が完全に終了したのち、中間支保工上部分のコンクリートを打って連続桁とする。

プレストレスはコンクリートの圧縮強度が  $350\text{ kg/cm}^2$  に達したときに実施する。ただし、乾燥収縮によるコンクリートのヒビワレの発生を防止するため、早期にプレストレスを実施する場合には、ケーブル1本当たりの引張力を  $18\text{ t}$  として仮締めする。

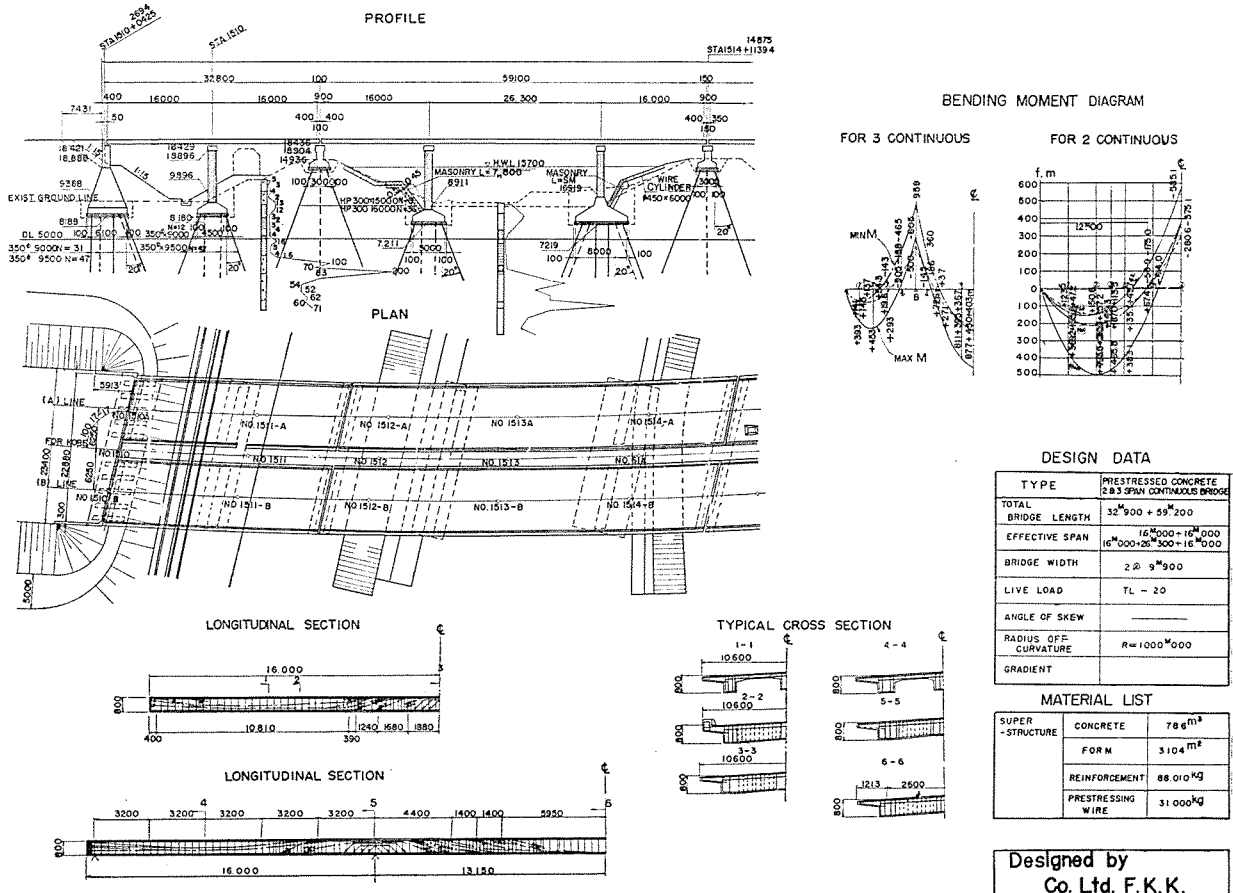
プレストレスによる不静定二次応力はプレストレスと同時に作用するものであるから、時間とともに変化はないものと考えて、外力による応力と同様な取り扱い方により、応力計算に加算した。

### Expressway Bridge Type 7

#### 1. 設計要旨

構造上、往復車線を分けず、一枚の穴あきスラブをV字形の橋脚で支えている。ゆえに橋長に比し、巾員が大

図-5 Expressway Bridge Type 6



DESIGN DATA	
TYPE	PRESTRESSED CONCRETE 2 B 3 SPAN CONTINUOUS BRIDGE
TOTAL BRIDGE LENGTH	32,900 + 59,200
EFFECTIVE SPAN	16,000 + 16,000 16,000 + 26,000 + 16,000
BRIDGE WIDTH	22,900
LIVE LOAD	TL - 20
ANGLE OF SKEW	
RADIUS OF CURVATURE	R=1000,000
GRADIENT	

MATERIAL LIST		
SUPER-STRUCTURE	CONCRETE	786 m <sup>3</sup>
	FORM	3104 m <sup>2</sup>
	REINFORCEMENT	88,010 kg
	PRESTRESSING WIRE	31,000 kg

Designed by  
Co. Ltd. F. K. K.

きくなり、橋軸直角方向の変位を無視しないので、シュウをスラブ中心点から放射状に配列した。

これにともなって伸縮継手も橋軸直角方向の変位を許すようクシ型にしないで、特殊なジョイント フィラーを橋台パラペット—橋端間に注入した。

V字型橋脚部材の両端は両端埋込みの構造であるが、曲げ剛性を橋体に比し無視できる程度に小さくし、設計上は両端ヒンジの部材と考え、長柱として計算した。

この橋梁でPC構造物としての最大の特徴は、全体をRC構造物と考え、部分的にこれを補助する意味でプレストレスを入れたことである。すなわち 図-6 のように、V字型橋脚の支点間に働らく軸方向引張力を打消す大きさのプレストレスを入れるため、この区間に部分的に鋼棒を配置した。また橋台では扶壁の代わりにプレストレスされた部材を用いて壁をささえた。(図-6 参照)。

2. 設計上の特徴

活荷重に対しては本誌前号の Over Bridge Type 3 あるいは本号 Expressway Bridge Type 3 と同様である。ただし往復車線を分離せず、スパンに比して巾員を大きくしたので、同じスパンの巾員の小さな橋の場合とくらべ、版のモーメントが小さくなる。

温度応力の計算は、シュウの構造からして橋長方向については不必要であり、橋軸直角方向の変位に対しての

も橋脚の応力を計算した。

地震による水平荷重は両アバット、V型橋脚に分担される。V型橋脚では、橋軸方向地震水平荷重により、基礎に伝達されるのは水平力だけで、転倒モーメントは起らない。このため基礎杭を少なくできた。

プレストレスされた部分の設計は、これによる軸方向力と曲げモーメントを外力による応力に加え、RCと同じ解き方をした。

V型橋脚の端部は、埋込みであるので実際にはモーメントを生ずる。このためもしヒビワレが入っても、全体としての構造は、この部分をヒンジであると考えたもとの計算仮定に帰るだけで、矛盾は生じないはずである。しかし、部材には一応このモーメントに対し鉄筋を配置した。

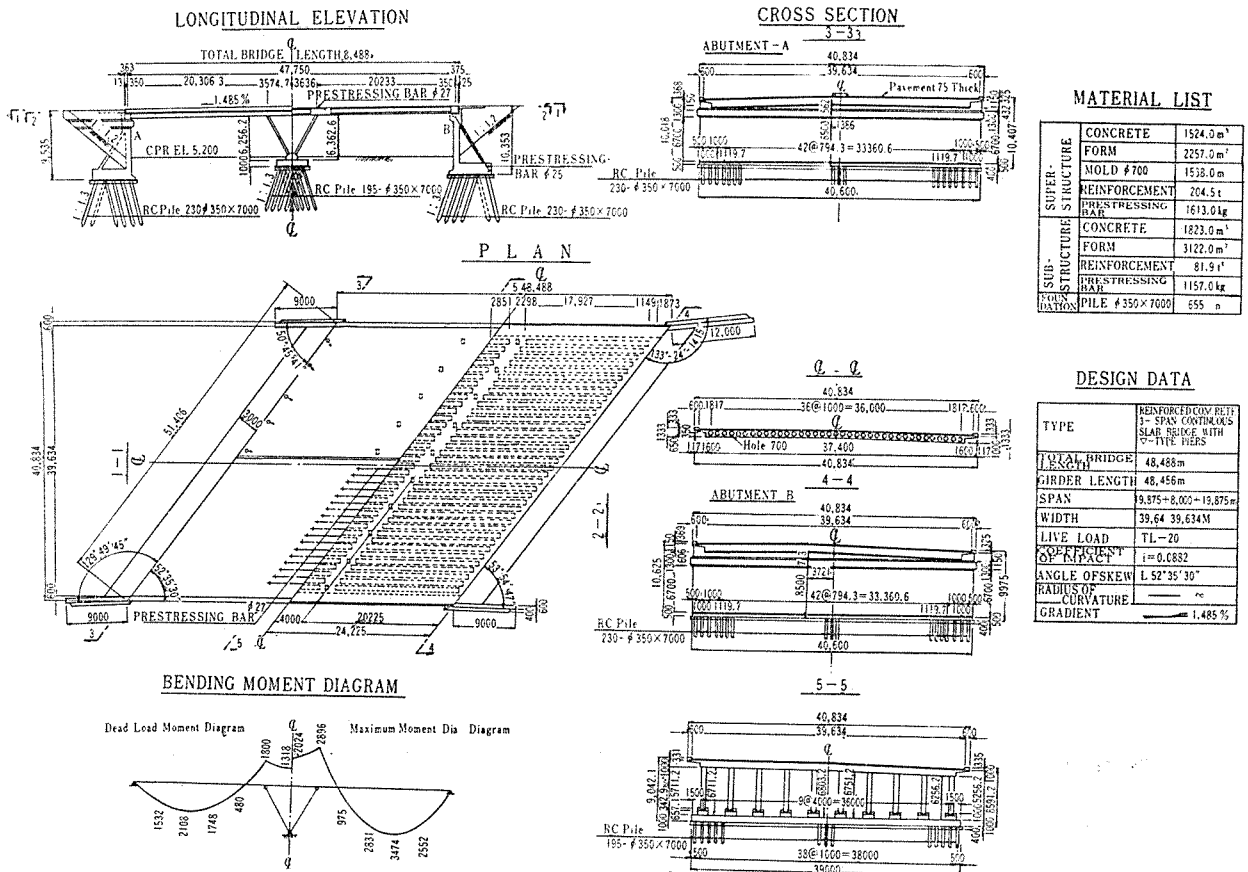
Over Bridge Type 6

1. 構造および設計上の特徴

図-7 に示すように、死荷重に対しては片持バリ、活荷重に対しては両側の片持バリが橋梁中央点でヒンジにより結ばれた一次不静定構造となっている。

そのほか、中央点ヒンジは橋軸方向可動な構造とし、温度変化、クリープによる二次反力を逃がしていること、橋脚は橋桁に比し剛比を無視できる程度に小さく

図-6 Expressway Bridge Type 7



し、全体構造として考えるときにはこれを両端ヒンジの柱として解いてあること等は、すでに架設された Dywidag 式工法による嵐山橋（神奈川県）と同様である。

下部構造では、橋台に働らく土圧を軽減させるために壁面に穴をあけ土を盛りこぼすことにした。フーティング上に盛りこぼした土は橋台の安定計算上、かえって有利に作用するのである。

この橋梁の特徴はむしろ、次に述べるように、Dywidag 式片持バリ工法を発展させた架設法にある。

8. 架設上の特徴

この橋梁ではクリアランスが小さく（5m）橋面下の高速道路は本橋の架設前に路盤処理が終る。ゆえに、Dywidag 式片持バリ工法のように、型ワクをすでに打設した桁上のワーゲンから吊下げる方式をとらず、図-8(a)に示すごとく地面上を移動するステージングによって支えた。

この方法によると Dywidag 式片持バリ工法と比較して次の利点がある。

a) 移動ステージングにかかる荷重は Dywidag 工法のワーゲンにかかる荷重のように無理がない。ゆえに、同じ荷重に対して、移動ステージングはワーゲンより経

済的になる。

b) 上の理由および桁自体の曲げモーメントの点で、Dywidag 方式では一回に打設するコンクリート量をあまり大きくできない。一回に突出する長さは大体3m止まりにおさえられるが、この工法では5m以上にできる。このため突出作業のくり返し回数をへらし施工の繁雑を避けることができる。

普通のステージング工法と比較してみると、次のとおりである。

a) ステージングを組みはずす手間がはぶけ、支保工費を節約できる。

b) コンクリート打設中の支保工の沈下が移動ステージング車にとりつけた指標で確実につかめ、また施工中これを修正することが容易である。

c) 図-8(b)のように支保工を組むと、下の道路の交通を妨げ、関連する工事にも不便な場合が多い。本工法により下の道路には、常に交通、関連工事のための十分なスペースをとれる。

そのほか 図-8(c)に示すように、移動ステージング車は突出工法のみならず何台か並べて普通のステージングの代りに使用することができる。

図-7 Over Bridge Type 6

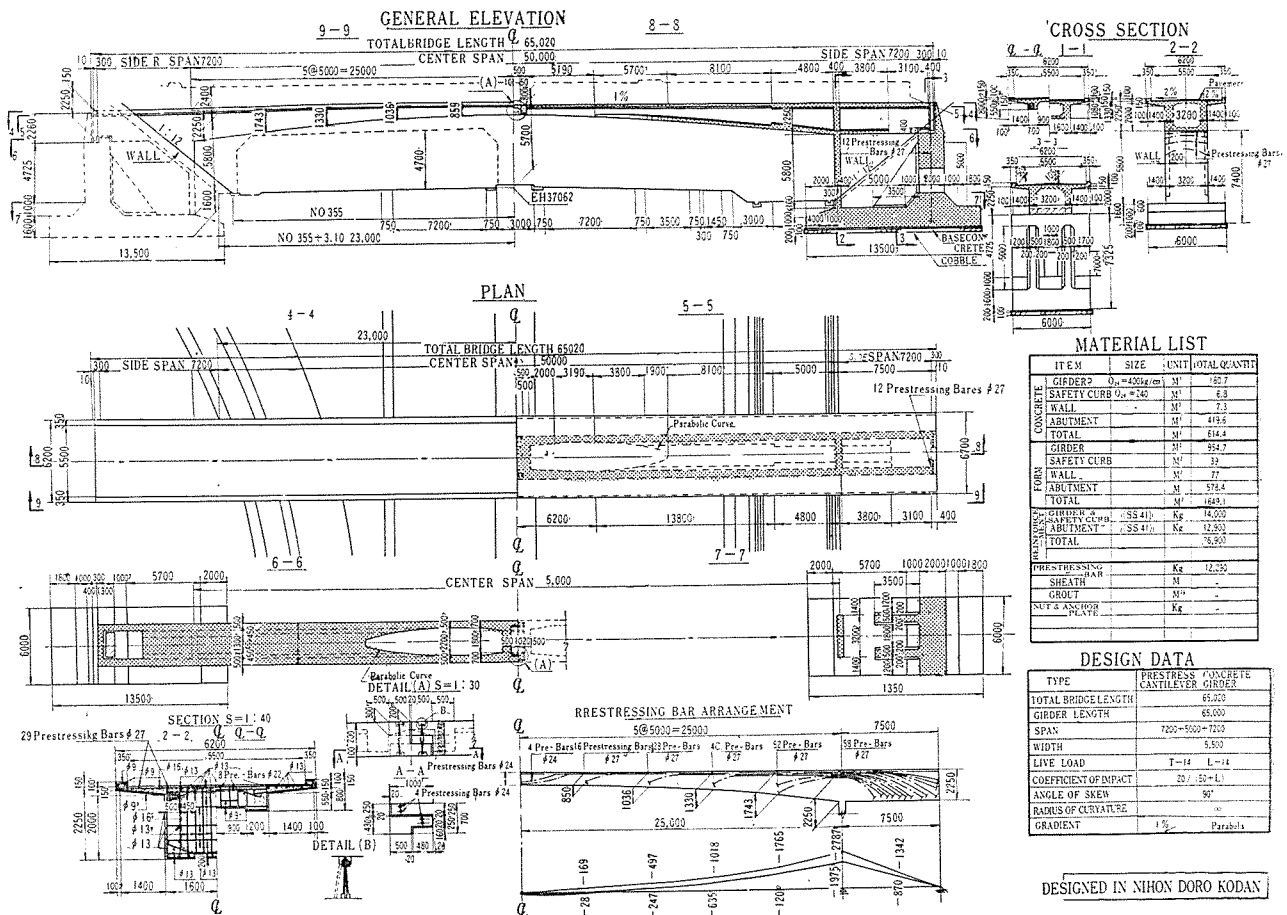


図-8(a) Over Bridge Type 6 施工法説明図

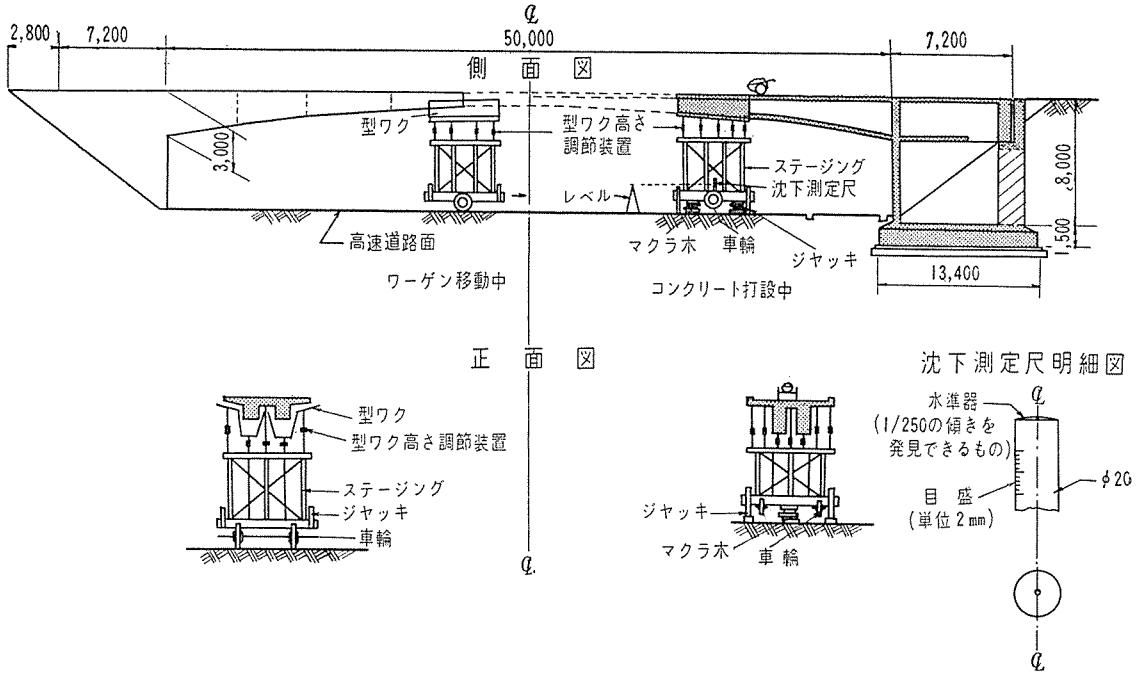


図-8(b)

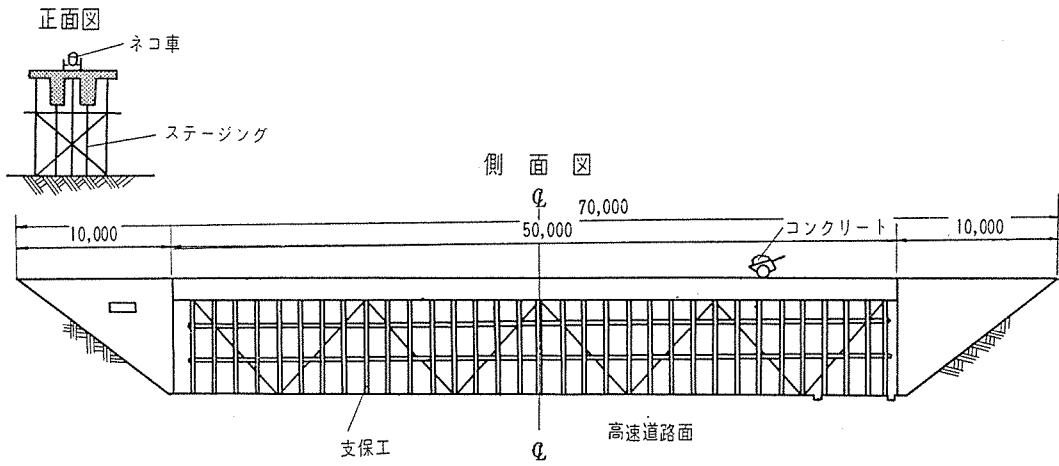


図-8(c)

