

首都高速道路公団 正会員 前田 邦夫  
 " " 中川 茂  
 " " 大内 雅博  
 " " 〇 権 泰敏

### §1. ま え が き

PC 構造物の経済的建設、すなわち工事の急速化、省力化、機械化は強く望まれる所であるが、それを実現するには、総合的見地から物事を進めて行かなければならないことは言うまでもない。

我々は、構造物建設経済化の一環として、PC 高架橋の建設における大型建設機械に依る架設を取りあげ、移動式支保工等の開発に努力して来た。その一方、構造形式についても、それを目的とした検討、調査を進めて来た。

こゝにあげる、2 主桁版橋（一般に横桁を有さない）は、施工上極めて有利な特徴を有する構造物で、特に移動式支保工を使用するのに適している。こゝでは、本構造の簡単な紹介と、解析法、設計法および安全性確認のために行、た実験についての概略の報告を行う。

### §2. 構造の特徴

- 1) 構造は、<sup>PC</sup> 図-1 に示すような形状のもので一般に床版厚 35~45cm、桁高 1.8~2.2 (Span 25~40m)、桁巾 (80~150cm) ぐ、形状は極めて単純で、かつ、等断面である。
- 2) 端支点上以外は、スパン中央、中間支点上ともに横桁を有さない。(耐震上の考えから、桁施工後支点上に横桁を設けることもある。)
- 3) ソリッドなウエブ部分が、スヤ折に限定される。
- 4) 床版の中負が広く、桁間隔が極めて広い。(10m 前後)

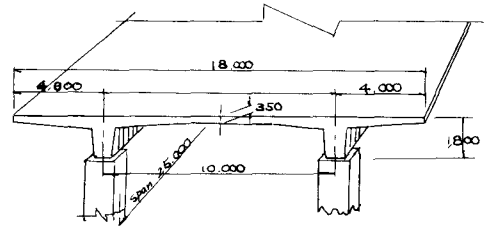


図-1 2 主桁版橋 - 一般図

これらの事実から、施工上からは、①型枠の製作、設置が簡単、②型枠支保工の移動が簡単、③単純なくり返し作業で確実な施工と急速化が期待できる。④主桁部の鉄筋、PC 鋼線をブロック化することにより、それらの組立て、建込みの急速化が可能である。⑤型枠の多数回の転用が可能である。等の長を有することになる。設計においては、簡単な構造形式なので構造解析が明確となる他、次の事項には、十分な検討を加える必要がある。①、床版の横方向断面力、主桁の接り剛性の影響をうけやすく、また、支保条件にも左右される。②、桁の分配性状。③、床版の有効中及びプレストレストに依る応力分布等。

### §3. 実験の目的

前述のように、2 主桁版橋は、施工上極めて多くの長を有するが、設計面においては、いくつかの検討を加えなければならぬ面がある。本実験は、それらの設計上の疑問点を明確にし、尚懸念の解決を計り、設計法、解決法を確立し、かつ構造物としての安全性を理認することを目的としている。

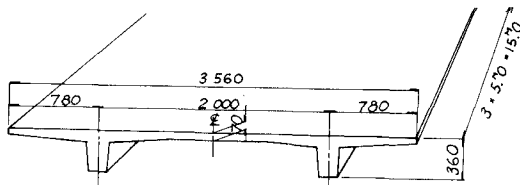
ス主桁版橋の解析として適当と考えられるものには、<sup>1)</sup>Becher理論、<sup>2)</sup>Bieger理論、<sup>3)</sup>Nitzold理論等の3方法があるが、本構造のように特殊な形状に適用した例は、我が国では見えない。本実験では、これらの理論値と実験値との比較を主目的としている。

#### 5.4. 実験の内容

実験に用いた模型桁及び、実験の内容、検討項目は次の通りである。

模型桁は、図-2に示すように、多室間連続桁の実橋の中からの各間方を取り出した場合を想定し設計荷重時の主桁、床版などの応力が実橋とほぼ等しくなるように設計した。筋材は、1号としたが、これは予備実験を行い、桁の製作性、その他あらゆる意味での試験性を確かめた結果である。

実験の検討項目は次各示す通りであるが、それぞれの項目について、横桁のある場合、ない場合及び各種支承条件に関して、表-1に示す組合せについて、測定及び検討を行った。



#### 1). 荷重による模型桁の主検討項目

- 主桁の荷重分配
- 主桁の応力状態
- 中間床版の応力分布
- 張出し床版の応力分布
- 主桁の有効巾
- 主桁および床版の变形、桁の回転角、撓み
- 主桁の曲げ破壊性状、床版の押し抜き破壊

#### 2). フレストレスに関する主検討項目

- PC鋼材の引張力
- フレストレスによる主桁応力値
- フレストレスによる応力分布

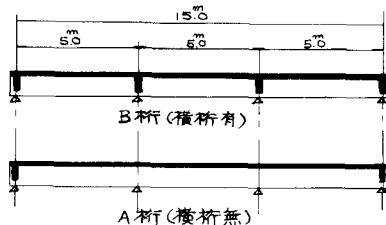


図-2. 模型桁

横桁	支承	支承状態
有	ローラー支承 固定支承	$H \rightarrow   \leftarrow H$
無	ローラー支承	$H \rightarrow   \leftarrow H$
	固定支承	$H \rightarrow   \leftarrow H$
	自由支承	

表-1. 組合せ表

#### 5.5. 実験結果の整理及び検討

本実験では、表-1の組合せについて数多くのデータをとり検討を

加えたが、ここでは紙面の関係もあるので、ス主桁版橋の設計において一般的と考えられる、支承条件、載荷状態を選び、測定値と理論値との比較を行う。

支承条件； 主桁について… ローラー支承(橋軸方向には、移動、回転と可能、橋軸直角方向には、移動不可能、回転可能)

床版について… ローラー支承、ユニバーサル支承、固定支承について、

載荷状態； 3室間中央スパンの中央載荷。

弾性係数；  $E = 2.9 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  とする。この弾性係数は、撓みの測定結果から逆算したものであるが、ちなみに、JIS A 110 Bによって測定した弾性係数は、A桁  $3.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 、B桁  $2.9 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$  であった。

有効巾； 理論値の応力計算の場合の有効巾は、鉄筋コンクリート標準示方書 14.6条による。

Bieger理論; 本来のBieger理論は、単純桁を対象としているので、連続桁に適用する場合にはインフレーションポイント間を有効単純スパンとし、単純桁と仮定する。但し、橋軸方向の断面内力については、Angerによる連続桁の影響線とCombineして求める。

1) 主桁の荷重分配について

図-3に示す、主桁Iの橋軸方向の応力の影響を、荷重分配に着目して整理してみると、表-1のようになる。

この結果から判るように、2主桁版橋においては、極めて分配が悪いと云える。この事実は、主桁の設計が明快なることを意味している。理論値との比較では、Bechert理論が最も良くあうが、Bieger-Anger理論も4~5%の差であり良くあっていると云える。また横桁の有無による分配係数の差もみられない。

2) 主桁の応力

表-1及び図-3からも云えるように、Bechert理論がや安全側の値を与え、Bieger-Anger理論はや小きな値を示しているが、その差は2~7%の問題にならない。

横桁の有無による応力の差は、6~7%あり、しかも横桁を有する方が大きい値を示しているなど、測定範囲とも合致される。主桁の応力においては、横桁が何ら影響与していないことが分る。

3) 中間床版の橋軸直角方向応力

A桁の場合の支承条件の違いによる応力の差が問題となるのであるが、図-4、図-5から判断できる事項をまとめてみる

- (1) 横方向変位が拘束されている固定省とローラ支承とでは、応力の差はなく、また支桌横桁があるB桁と比べてもその差はほとんどない。
- (2) 支点上の横方向変位が全く自由なユニバーサル省では床版の弾性固定度に顕著な影響があらわれている。
- (3) 固定省、ローラ支承の場合の床版固定端モーメントはBieger理論、Nölzgold理論が、実験値に近似する。
- (4) 全上の影響線(図-6)の形状は、床版固定端部付近で、実験値よりや大きな値を与えるが、近似的には、Biegerの理論が、安全側で十分に適用できる。
- (5) 固定省、ローラ支承の場合、床版中央点の応力は、Pucher理論に極めて近いが、安全サイドのBieger理論を適用するのが良いと考えられる。

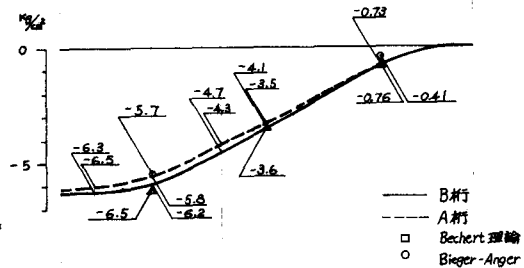
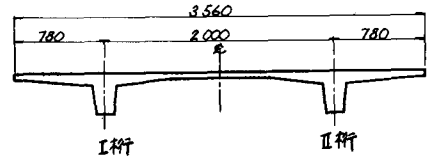


図-3. 主桁Iの橋軸方向応力の影響線

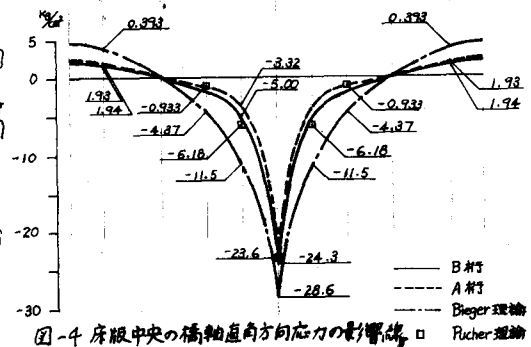


図-4 床版中央の橋軸直角方向応力の影響係

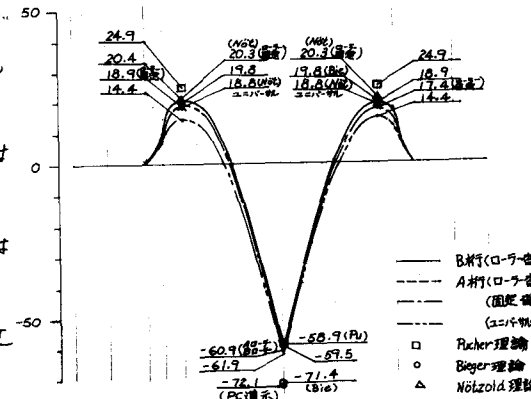


図-5 床版中央載荷時の橋軸直角方向の応力図

6). 床版の固定端モーメントに対する設計においては、支点、上主桁の横方向変位が拘束されている場合には、Bieger理論が適当と考えられるが、拘束が全くない場合、あるいは主桁の捻りモーメントが下部に伝達される構造形式の場合には、Nötzold理論によるのが良いと考えられる。

7). なお、橋軸方向床版~~モーメント~~ <sup>モーメント</sup>については、こ<sup>その</sup>ではデータのゼロが、直交方向モーメントの45%程度の値を示した。

4). 張出床版の固定端モーメント  
 1張出床版の固定端モーメントは、Weatengend理論が実験値に一致した。Bittner理論では、13%程度の上り値を与える。~~その~~

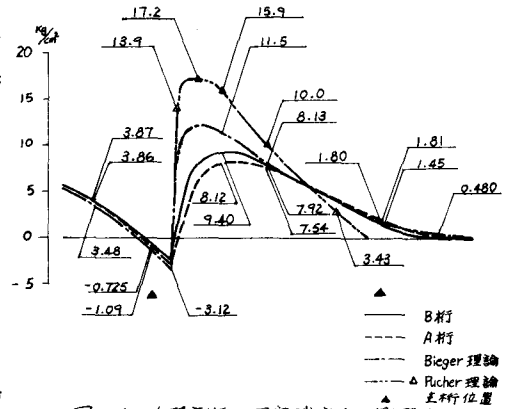


図-6 中間床版の固定端応力の影響線

5) 載荷重による有効巾  
 有効巾についても、その応力分布から検討を加えて来たが、示方書に示す値と比較的良くあつた。

6). プレストレス導入による応力分布  
 導入段階ごとに応力分布を測定し、検討を加えたが、実験結果が計算値よりも小さく値を手元バラツキもあるのでなお検討の余地がある。

7). 破壊性状に関して  
 クラック荷重、破壊荷重の測定を行った。クラック荷重は、計算値によくあつた。破壊荷重については、破壊状態の判定が困難なので、計算値との比較は、かならずしも適当でないが、計算値の1.5~1.6倍以上の耐荷力があつた。

5.6. 設計方針

実験結果の端まとめとして設計方針(案)を整理して見ると

主桁の設計 --- Bechertあるいは、Bieger-Angerの理論により断面力を求めた。また、概略計算では1-0法によつて良い。応力度計算は示方書の定める有効巾にもとづき計算し、断面力は全断面有効としてもとめる。

床版の設計 --- スパン中央、固定端ともBieger理論によつて良い。支点条件が橋脚の場合、Nötzoldの理論によるのが良い。

7. むすび

当初の目的通り、本実験により主桁版橋の安全性を確認し、設計法、解析法を見直すことが出来た。本構造は、今後大いに採用されてしるべき構造と考えられる。本構造は、現在、首都高道路 5号線Ⅱ期<sup>(の一部)</sup>に採用されることになっている。

[参考資料]

- 1) Einflußflächen zweistufiger Plattenbalken - <sup>Beton-Stahlbauten</sup> Heft 1, 1957  
 Von Dr. Ing. H. Bechert
- 2) Vorberechnung zweistufiger Plattenbalken - <sup>B + S Betonbau</sup> Heft 8, 1962  
 Von Dr. Ing. K.W. Bieger
- 3) Berechnung des zweistufigen Plattenbalkens ohne Querträger - <sup>B + S Betonbau</sup> Heft 2, 1969  
 Von Dr. Ing. F. Nötzold

	I桁応力度	II桁応力度	荷重分配率
A 桁	-5.8 <sup>%/cm</sup>	-0.73 <sup>%/cm</sup>	88.8 %
B 桁	-6.2 "	-0.73 "	89.3 "
Bechert理論	-6.48 "	-0.76 "	89.7 "
Bieger-Anger理論	-5.73 "	-0.42 "	93.3 "

表-2 荷重分配率