

# 美々津大橋の架設工事について

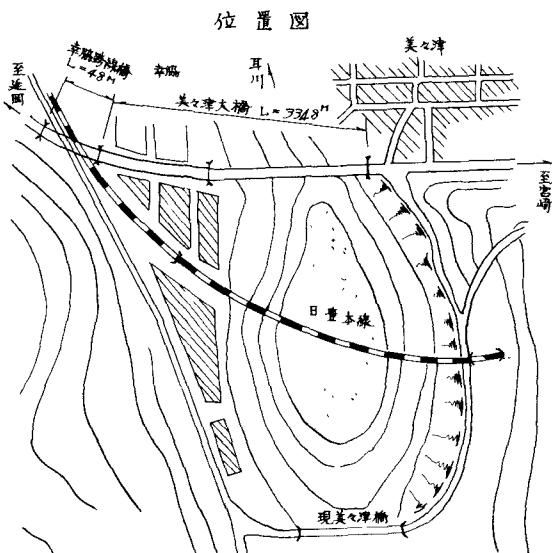
九州地建宮崎工事務所 正会員 岐田正夫

I まえがき 美々津大橋は九州の東岸を走る国道10号線の中間(宮崎市の北約70km)に位置し、神武天皇東征の際この地より船出されたといわれる風光明媚な耳川の河口に位置した。橋長約380mのバイパス橋である。

## II 橋種の選定

1 設計条件 当地は起点側に鉄道があり跨線の必要があること及び耳川を漁船の航行すること及び計画流量5,000t/secの河川であるため、スパンも大きく又橋下高の高いものにする必要があったが、神武天皇ゆかりの神社もあり、風光明媚な地であるため特に風景にマッチした橋にしてほしいという地元の宮崎県、日向市の強い要望があり、橋種選定に当っては特にこの点を考慮した。

- ①橋格 一等橋 設計荷重 TL-ZO
- ②橋長 跨線部  $l_1 = 48m$   
( $l = 383m$ ) 高架部  $l_2 = 105m$   
渡川部  $l_3 = 230m$



尚、渡川部についてはスパン割を  $51.5 + 63.5 + 63.5 + 51.5 = 230m$  とした。

- ③中員 跨線部、高架部  $0.25 \sim 6.5 \sim 0.25 = 70m$   
渡川部  $1.5 \sim 0.25 \sim 6.5 \sim 0.25 = 8.5m$   
(歩道)

2. 比較設計、高架部( $l_2 = 105m$ )及び渡川部( $l_3 = 230m$ )について種々の比較設計を実施した。①高架部については

(1)PC単純桁7連(B115), (2)PC単純桁9連(B112)

(3)PCスラブ9連(S112) (4)鉄筋コンクリート中空床版4至間連続2連

いづれも橋脚は壁式鉄筋コンクリート、基礎は鋼管杭として比較し、(3)の鉄筋コンクリート中空床版が若干安く、この案を採用することにした。

②渡川部については、約60mの長スパンであり、問題があつたが、ピーエスコンクリートのもので(1)レオンハルト工法、(2)フレシネー工法、(3)ディビダーウ工法、施工法をも加味して7種類鋼橋について、Z箱断面及びI箱断面の2種類、計9種類の比較概略設計を実施した。

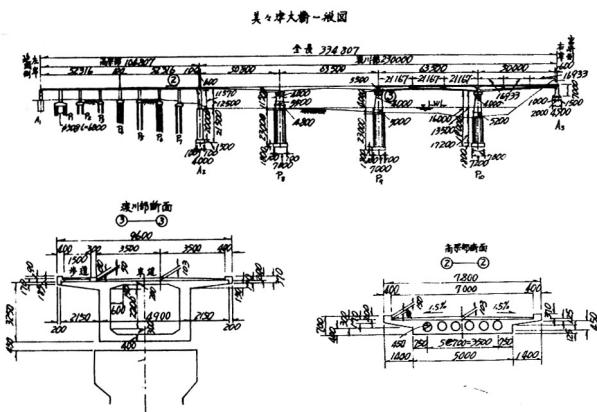
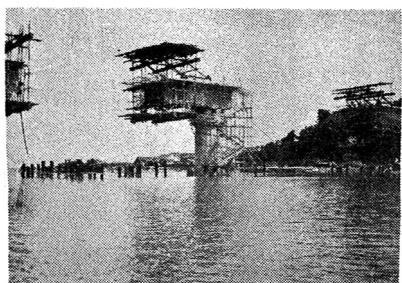
その結果鋼橋は工費の面でPC橋より高く、(美観の点では塗装により甲つけ難いが)不採用とした。次にPC橋についてであるが、7種類のうち、(1)、(2)、(3)の3工法のうち、最もと思われ

る各1種を比較してみると、技術的に問題がなく、どの工法も可能であり、また工費の差も上部、下部工合せて、全体工費も差があるとは言えない結果が出た。また美観上の点で問題があつた桁高、桁下の曲線も同じニセ曲線で可能であった。

3. 設計付入札による橋種選定 以上の様なことで渡川部の橋種選定に苦慮したが、P.C工法であれば、このスパン割ではどの工法でも可能であり、所要のものが得られるという判断と、どの工法が一番有利であるかは実際に三工法で詳細設計をやってみないと判らないという判断に立ち、契約上の問題点も種々検討した結果、指名競争による設計付入札(上下部一緒)という形を採り、入札により橋種の決定を行つた。設計付入札であるので、設計条件を付しこれに対し指名された業者は各自、独自の設計を提出したが、諸々の設計条件に適合しているか審査をし、入札を行つた結果、ディビダーワーク法に決定した。その設計概要は一般図の通りである。

### 渡川部上部工の主要材料

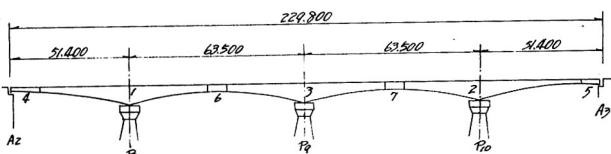
- |           |                    |                                 |             |                     |                                 |
|-----------|--------------------|---------------------------------|-------------|---------------------|---------------------------------|
| (a)コンクリート | $1280 \text{ m}^3$ | (0.65 $\text{m}^3/\text{m}^2$ ) | (c)PC鋼棒(2種) | $90 \text{ ton}$    | (46 $\text{kg}/\text{m}^2$ )    |
| (b)鉄筋 SD  | $120 \text{ ton}$  | (61 $\text{kg}/\text{m}^2$ )    | (d)型枠       | $5.300 \text{ m}^2$ | (2.75 $\text{m}^2/\text{m}^2$ ) |



### III 架設計画及び架設（渡川部）

1. 施工法、施工順序。本橋はP.C 4聖間連続桁( $50.8 + 63.5 + 63.5 + 50.8$ )で中員構成は車道中員 $7.0 \text{ m}$ 、歩道中員 $1.5 \text{ m}$ (片側のみ)全員 $9.6 \text{ m}$ の箱桁断面であるが、前述のようにディビダーワーク法で施工することになった。

架設方法は図の1. 2. 3. の部分を  
フルバーワーゲンを用いて片持梁施工  
工とし、4. 5. の部分をステージング  
工法、6. 7. の部分を吊足場施工とした。



2. 施工中の応力状態及び施工中の配慮。  
(1)施工途中でけたより判るように、(i)橋脚と橋桁を剛結したT型張出しの静定構造 (ii)支保工に側聖間を支えられた一次不静定のラーメン構造 (iii)  $P_9$ 、 $P_{10}$ の仮支承の除去により、Z点支持の片持張りを有する単純梁、(iv)中央連結部の吊足場除去、 $P_9$ 橋脚の仮支承体の除去により、4聖間連続桁となる。

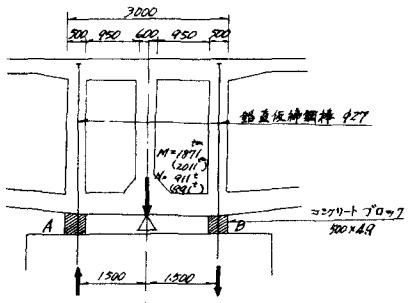
#### ②柱頭部の構造

(a)橋脚と橋桁の1時固定(仮支承体) 1時固定の方法としては右図のように橋脚と橋桁の間にコンクリートブロックを挟み PC鋼棒を垂直に24本配置し圧縮力と引張力に抵抗させる。又可動沓(P<sub>b</sub>, P<sub>o</sub>)では地震時水平力止めとして鉄筋を配置した。荷重 ワーゲン撤去時 N = 911 t

$$M = 1871 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\text{ワーゲン作用時 } N = 991 \text{ t}$$

$$M = 2011 \text{ t} \cdot \text{m}$$



(b)可動沓(P<sub>b</sub>, P<sub>o</sub>)における水平力(地震時)止め。本橋は真中の沓上の沓が固定で他は全て可動沓であるため、沓が完全に繋る迄はP<sub>b</sub>, P<sub>o</sub>橋脚では橋桁との間に水平力止めを必要とする。従って最大水平力作用時に於て その所要鋼材量を橋脚と橋桁の間に配置し鋼材の剪断力によって地震時水平力に抵抗させるようにした。最大地震時水平力 ワーゲン作用時 H = 0.2 × 991 = 198.2 t

$$\text{支間中央連結部打設時 } H = (1,118 + 30) \times 0.2 = 230 \text{ t}$$

$$\text{鋼材の許容剪力(地震時)} \quad C_{sa} = 700 \text{ kg/cm}^2 \times 1.5 = 1,050 \text{ kg/cm}^2 = 1.05 \text{ t/cm}^2$$

$$\text{従って鋼材の所要断面積は } A_s = \frac{230}{1.05} = 219 \text{ cm}^2 \quad D35 \text{ ならば } \frac{219}{9.566} = 23 \text{ 本以上}$$

### ③側空間ステーシング施工

ワーゲン施工区間とステーシング施工区間の長さの決定に当っては次の事項を考慮した。

- (a)橋脚上のアンバランスモーメントが過大にならないように。(b)仮鋼棒量が過大にならないように。
- (c)架設中モーメントと完成後モーメントの差が大きくならないように。(d)ステーシングの基礎並びに支保工組立が簡単に出来る範囲。

④側空間施工後、中央吊支保工部施工後の一次緊張、三次緊張(架設後最終応力状態)

片分括施工した場合の曲げモーメントは、これを単体的に施工した時の曲げモーメントと少し異っている。この差を△Mとする△Mはクリープによって時間と共に変化する。この変化は次式で表わされる。 $M_p = \Delta M (1 - e^{-t})$ 。従って分括施工した時の曲げモーメント状態からクリープによって次第に単体的に施工した時の曲げモーメント状態に近づく。このようなことから架設中のモーメントと完成後モーメントを極力合致させるために側空間端で緊張する鋼棒量の内、その1/2を一次緊張し残りの1/2は支間中央吊支保工部施工後緊張した。次に支間中央の4.5m部(⑯~⑰, ⑯~⑰)は吊支保工上にて施工したが、ここで問題になるのが支間中央部に配置されている連結鋼棒の緊張時期及び地震時水平力止めの切斷時期である。既ち支間中央吊支保工部のコンクリートを打設する段階ではP<sub>b</sub>, P<sub>o</sub>の一時固定は解除されているが水平力止めはまだ切斷されていない。(P<sub>b</sub>, P<sub>o</sub>は可動沓であるから全体が繋って一体となるまでは地震時水平力止めが必要) 従って吊支保工部コンクリート打設後水平力止めを切斷する迄は、乾燥収縮、温度伸縮に対して両端で拘束した状態になるのでこの弊害を少くするために、この部分のコンクリートを一日の温度差の余りない曇りの日を選び、又打設時は一日中で温度が比較的低い午前中を選んだ。又緊張本数及び緊張時期についてには地震時水平力止め導入される応力度から一日後に10本の鋼棒を緊張した後水平力止めを切斷した。その後引続いて残りの中央連結鋼棒を緊張した後、側空間の残りの鋼棒を二次緊張した。一般に如何なる施工法によても

その架設直後の応力状態はクリープによって時間の経過と共に全てを単体的に施工した場合の応力状態に近づいていくものである。従って架設直後の応力状態を出来るだけ全体を単体的に施工した応力状態に近づけることが望ましいわけで、このような目的で二次緊張を行った。その差は右の図の様に最大で337t/mである。しかしこの差も前述のようにクリープにより次第に減少していく。

### 5揚げ越し

揚げ越し計算は次の各段階に分けて計算した。  
1)片持架設時 = ( $\delta_1$ )

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vorbauwagen } \delta_w \\ \text{コンクリート打設 } \delta_g \\ \text{アレストレス導入 } \delta_s \end{array} \right\} \delta_1$$

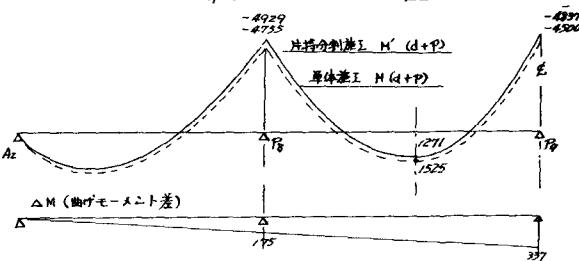
$$2) ワーゲンを撤去 = (\delta_2)$$

$$3) 側梁間支保部施工 = (\delta_3)$$

$$4) 橋脚上拘束を除去 = (\delta_4)$$

$$5) 中央連結部コンクリート打設 = (\delta_5) \quad \text{橋体コンクリート } E_B = 325,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$橋脚コンクリート  $E_p = 300,000 \text{ kg/cm}^2$$$



6) 中央連結部プレストレス側梁間 = 次緊張 ( $\delta_6$ )

7) 静荷重 (舗装、高欄、地覆、歩道) 作用時 ( $\delta_7$ )

8) クリープ変形 ( $\delta_8$ )

$$\text{揚げ越し量 } \delta = \delta_1 + \dots + \delta_8$$

尚 簡略計算に用いた弾性係数は

クリープ係数については実際には各段階で全て算出しクリープの時間的変化を考慮する場合もあるが 本橋は連続橋であり、最大で約6mmであるためクリープ係数を一定にとり  $\varphi_{co} = 1.0$  とした（中央連結部終了後のクリープ量）揚げ越しについては揚げ越し計算に基いて、揚げ越しを行ったが、下記の表に示すように各施工状態の計算値と実測値の間には、さう大きな差は生じなかった。

唯ワーゲン除去後の高さが計算値

よりも低い傾向に出たがこれはワーゲン重量の計算上仮定が少し大き過ぎると、残高差みが或る程度あるためではなかろうかと思われる。

### IV. あとがき

以上美々津大橋上部工架設について概説したが、施工中、下部工

上部工の施工共、台風、出水にも会わず、又請負った住友建設も4空間連続鋼橋といふことで慎重入念なる施工をし近く完工の予定である。尚橋脚頭部の一時固定の構造には特に苦心したが、最初の片持梁施工時から4空間連続となるまで順調に施工出来た。これ等の点より4空間連続PC橋のディビダーワーク法による施工も特に問題なく施工可能だという確信を得た。又架設中ににおける応力の測定・完工後は載荷試験、振動試験、走行試験等も実施中であり、この橋の性状を解明し詳細資料を得たいと考えている。最後に本橋の計画、施工に際し御協力、御指導下さった多くの方々に感謝の意を表す。

美々津大橋橋脚高さの計算値 実測値の比較									
228.00									
ワーゲン支保時	17	9	S	C	8	16	23	25	C4
ワーゲン支保時	16.55	13.673	12.693	13.670	13.663	13.644	13.642	13.635	13.620
ワーゲン支保時	14.42	13.635	-	-	-	13.666	13.652	13.670	13.672
ワーゲン撤去時	16.50	13.671	12.693	13.678	13.663	13.656	13.673	13.670	13.671
ワーゲン撤去時	14.69	12.681	-	-	-	13.664	13.657	13.678	13.675
側梁支保時	16.55	13.672	12.694	13.679	13.667	13.659	-	-	-
側梁支保時	14.42	13.668	-	-	-	13.664	13.654	-	-
中央連結部支保時	16.54	13.692	12.681	13.680	13.663	13.655	13.676	13.671	13.671
中央連結部支保時	14.64	13.667	13.679	13.680	13.671	13.665	13.673	13.674	13.672
実測値	-10	+5	2	+8	+4	+10	+7	-10	-2

(注) 計算値は ±5% Level

実測平均高さは 13.630