

(74) 日根野跨道橋の設計・施工

日本道路公団大阪建設局

山田 稔

ビーシー橋梁(株)大阪支店

正会員

畑 孝市郎

ビーシー橋梁(株) 技術部

正会員

中村 明

1. まえがき

日根野跨道橋は、近畿自動車道と歌山線の貝塚I.C.～泉南I.C.間及び関西国際空港線Aランプに架かる橋長50.540mの3径間連続プレストレストコンクリートA型斜張橋である。

本橋は、関西新空港のランドマークとなるようエアポートの頭文字“A”をイメージした構造となっていることが特徴である。ここでは、特に主塔及び斜吊り材に着目し、本橋の設計・施工における留意点について報告を行う。

2. 工事概要

橋梁諸元を表1及び一般図を図1に示す。

また、完成写真を写真1に示す。

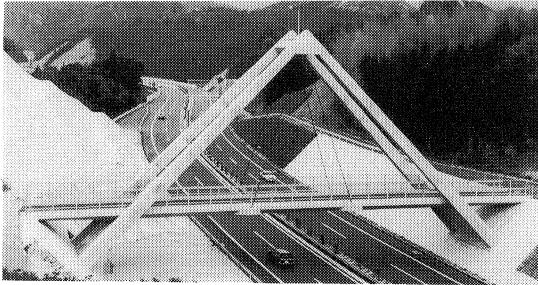


写真1 完成写真

表1 橋梁諸元

橋梁名	日根野跨道橋
道路規格	3種5級
橋種	プレストレストコンクリート道路橋
橋格	2等橋
構造形式	3径間連続PC A型斜張橋
主桁形式	PC中空床版
橋長	50.540m
支間	8.150m + 34.200m + 8.150m
塔高	21.070m
有効幅員	4.000m
施工方法	(主桁) 全支保工 (主塔) トラックレン架設 (フレキシブル部材)
PC定着工法	主ケーブル ----- フレシネー工法 斜吊りケーブル --- NEW-PWS

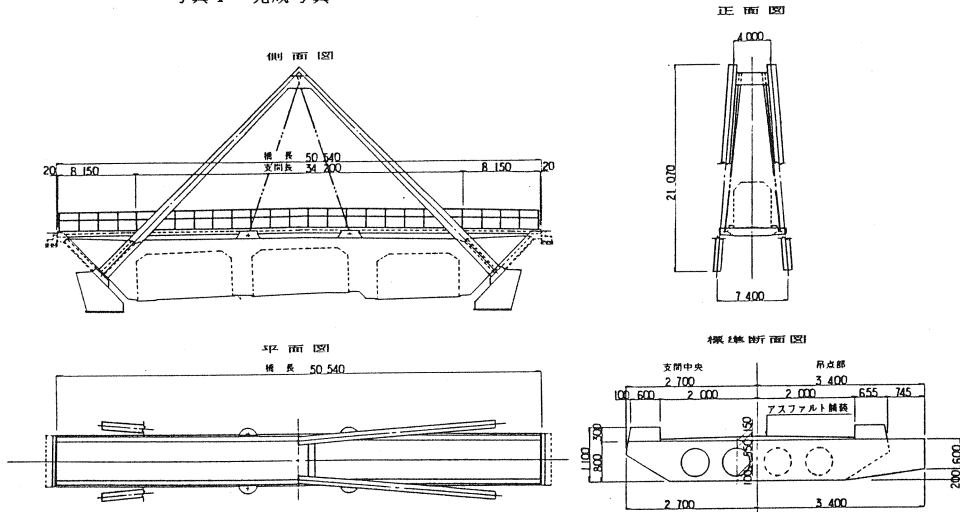


図1 一般図

3. 設計上の留意点

本橋の設計では次の2点を留意して行った。

- ① 主塔はプレキャスト部材のRC構造とし、ひびわれ幅の制御を行った。
- ② 4本の斜吊りケーブルのうち2本交換時に他の2本のケーブルが破断しない事、メンテナンスを考慮して1本取り換え時に主桁及び斜吊りケーブルに有害な応力が発生しない事を前提とした。

3.1 主塔のひびわれ幅制御について

主塔は、景観上、上端の幅を薄く下端の幅を厚くテーバーを付けたスレンダーな形を計画した。設計上では、RC構造とし有害なひびわれが発生しないようひびわれ幅を制御し配筋をおこなった。

曲げひびわれ幅 W 及び許容ひびわれ幅 W_a の算定は、コンクリート標準示方書設計編 7.3.4 曲げひびわれの検討より次式により算出した。

$$W_a = 0.005C \text{ -----(1)}$$

$$W = K_1(4C + 0.7(Cs - \phi))(\sigma_{se}/E_s + \epsilon'_{cs}) \text{ -----(2)}$$

ここで、

- W_a : 許容ひびわれ幅 (cm)
- W : 曲げひびわれ幅 (cm)
- C : かぶり ($C < 10\text{cm}$) (cm)
- K_1 : 鋼材の付着性状の影響を表す定数で一般に異形鉄筋の場合は1.0
- C_s : 鋼材の中心間隔 (cm)
- ϕ : 鋼材径 (cm)
- σ_{se} : 鉄筋応力度の増加量 (kgf/cm²)
- ϵ'_{cs} : コンクリートの乾燥収縮及びクリープによるひびわれ幅の増加を考慮する為の数値
一般の場合、 $\epsilon'_{cs} = 150 \times 10^{-6}$

図2に、死荷重作用時の主塔の曲げモーメント及び軸力を示す。また、表2には、図3に示す配筋状態でのひびわれ幅の算出結果を示す。この表よりひびわれ幅は許容値以下となり図3の配筋とした。

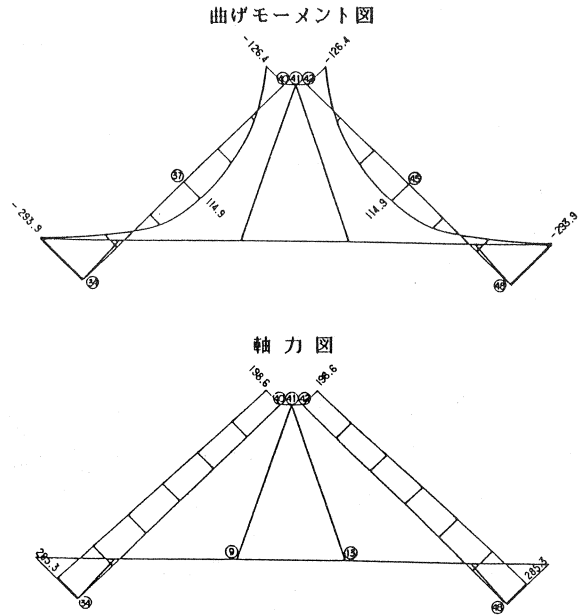


図2 死荷重作用時曲げモーメント及び軸力 (主塔2本当たり)

表2 ひびわれ幅の算出

断面	主塔頭部 ④	主頭中央 ③	主塔付根 ④
K_1	1.0	1.0	1.0
C (cm)	8.25	8.25	8.25
C_s (cm)	13.0	13.0	13.0
ϕ (cm)	3.5	3.5	3.5
σ_{se} (kgf/cm ²)	992	353	1045
E_s (kgf/cm ²)	2.1×10^6	2.1×10^6	2.1×10^6
ϵ'_{cs}	150×10^{-6}	150×10^{-6}	150×10^{-6}
W (mm)	0.247	0.126	0.257
W_a (mm)	0.413	0.413	0.413

W : ひびわれ幅
 W_a : 許容ひびわれ幅

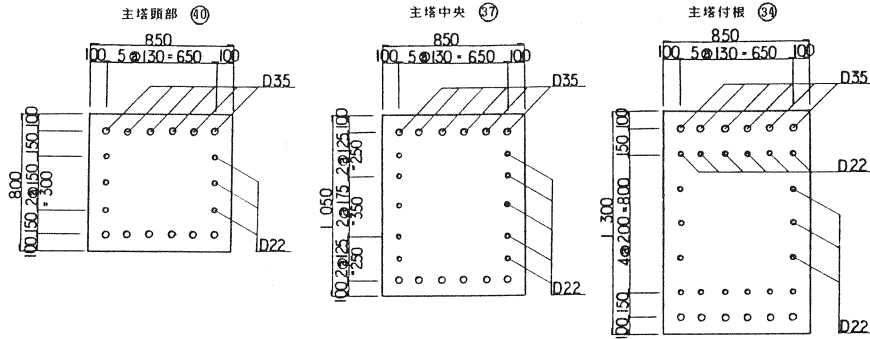


図3 主塔配筋状態

3.2 斜吊りケーブルについて

斜吊りケーブルは、4本のうち2本交換時に他の2本が破断しない事、1本取り替え時に主桁及び斜吊りケーブルに有害な応力が発生しない事を前提として選定した。

斜吊りケーブルの最大発生張力は2本交換時に $P_{max} = 72.1tf$ ($\sigma_{pmax} = 60kgf/mm^2$)、及び1本取り換え時に $P_{max} = 59.6tf$ ($\sigma_{pmax} = 50kgf/mm^2$)となりいずれの場合も許容張力を満足した。

尚、斜吊りケーブルの許容張力 P_a は、破断荷重 ($P_u = 190tf$) の40%とし次のように定めた。

$$P_a = 0.4 \times 190 = 76tf \quad (\sigma_{pa} = 64kgf/mm^2)$$

4. 施工上の留意点

本橋の施工では斜吊りケーブルは、ケーブルの曲げ角度 ψ_0 と疲労強度の関係より据付角度の許容施工誤差を定めた。

斜吊りケーブルの許容施工誤差について

図4に示すようにある傾き ψ_0 を持ったまま引張り荷重を受ける斜吊りケーブルは、以下の問題が考えられる。

- (1) 局所的な曲げ応力が発生し、さらに軸力が加算されるため非常に大きな応力となる。
- (2) (1)のような高応力域では疲労限界の低下が予想される。

そこで、本橋では斜吊りケーブルの安全性を確保するため許容施工誤差を定めた。許容施工誤差を定める斜吊りケーブルの降伏条件としては、

(1) 局部曲げによる曲げ応力度と軸力の加算値が0.7%耐力を越えないこと。ここで0.7%耐力とは、一般に $160kgf/mm^2$ 鋼の降伏応力度と考えられているもので引張りのび量の0.7%に相当する応力度のことをいう。本ケーブルの場合は、 $\sigma_p = 118kgf/mm^2$ である。

(2) 引張り疲労試験より求めた耐久限界図から上記高応力域での疲労限界を越えないこと。を取り上げた。

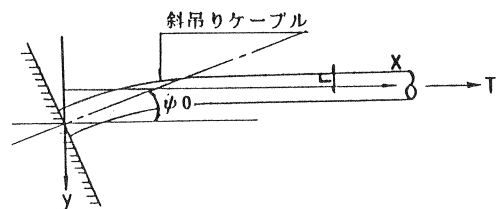


図4 施工誤差により生じる曲げ角度 ψ_0

本橋における最大・最小張力は、

$$T_{max} = 57.8tf \quad (\sigma_{max} = 48.4kgf/mm^2) \quad T_{min} = 47.5tf \quad (\sigma_{min} = 39.8kgf/mm^2)$$

であり、これを基準に曲げ応力度を加算した応力度を求める。

尚、軸力と曲げ応力度を加算した応力度は、次式により算出した。

$$\sigma_{tmax} = \sigma_T + \sigma_B = \sigma_T + 2\psi_0 \sqrt{E_p \cdot 6T} \quad (3)$$

ここで、 σ_T ：軸力(kgf/mm²)

σ_B ：曲げによる応力度(kgf/mm²)

E_p ：ヤング係数($E = 2.0 \times 10^4 kgf/mm^2$) ψ_0 ：施工誤差による曲げ角度(rad)

また、疲労限界は、真破断強度 σ_{T0} 及び完全片振り応力条件における応力範囲 σ_0 より定まり、斜吊りケーブルの疲労試験結果から $\sigma_{T0} = 250kgf/mm^2$ 及び $\sigma_0 = 34kgf/mm^2$ を用いた。

図5に(3)式より求めた本橋の斜吊りケーブルの引張応力度、疲労限界及び0.7%耐力($\sigma_p = 118kgf/mm^2$)の関係を示す。この図から本橋における許容施工誤差は2°以内とした。

斜吊りケーブル定着部は、施工精度を確保する為、図6に示す工場製作のシース及び支圧板を使用し許容施工誤差範囲内に設置することができた。

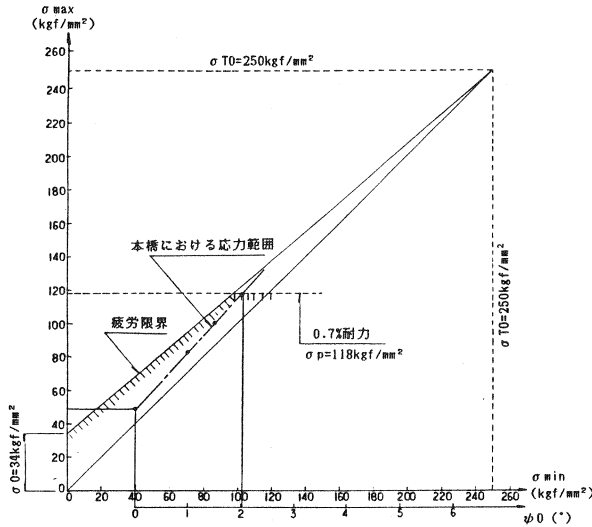


図5 斜吊りケーブルの許容施工誤差

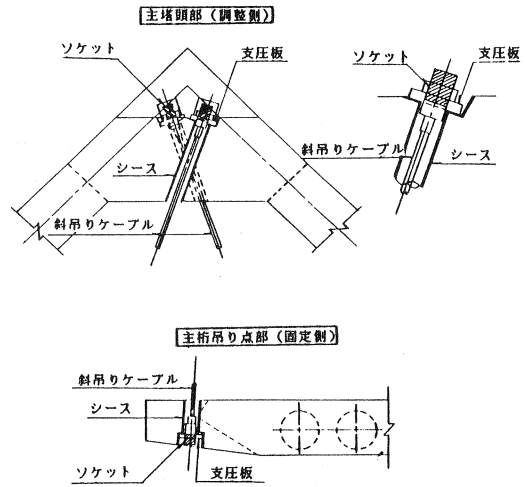


図6 斜吊りケーブル定着部

5. あとがき

本橋は、関西新空港のランドマークとなるよう計画された橋梁である。その為、景観を考慮し設計・施工上様々な観点から検討が行われ、平成元年12月に無事完成した。

最後に関係各位の方々に紙上をお借りして感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1)土木学会,コンクリート標準示方書 設計編,1986,PP.76-79.
- (2)海洋架橋調査会,PC斜張橋に関する調査研究報告書,1980,PP.32-33.
- (3)本州四国連絡橋公団,吊橋ケーブルに関する検討,1978,PP.1-3.