

(49) 転倒モーメントの大きいPC桁の支承構造に関する考察

(株)ピー・エス 正会員 ○大泉 雄一  
 (株)ピー・エス 正会員 河村 哲男

1. まえがき

新交通などの都市内又は都市間交通機関は専用的高架橋上を走行し、他の交通手段とは立体交差する。又、上・下線が分離され一車線(一軌道)のみの狭い桁上を走行し、既成の街路に沿って建設されることが多いため、平面曲線半径も相当小さくなる。この様な高架橋の場合の桁は、一主桁のみの曲線桁構造となり、自重、活荷重によるねじりモーメントの他、横方向風荷重により大きなねじりモーメントが作用し、支承構造が問題となる。又、架設時の桁の転倒に対する安全性の検討方法および考え方も重要である。本研究は、この様に大きな転倒モーメントが作用する主桁のPC箱桁の支承にゴム沓と浮上り防止沓を組み合わせて使用した場合の設計において検討した数項目について報告する。

2. 小さい平面曲線部の最適PC桁形状

平面曲線のPC桁形状を選定するために、曲線半径100m、橋脚間隔20m、横断勾配8%のケースについて、図-1の様な3種類のPC桁形状について、設計および施工上の問題に関して比較検討した。

2-1 断面力

3種類のPC桁形状について、支間中央の曲げモーメントの比較表を表-1に示す。PC桁自重は、カント部分を除いて1.667t/m、それ以外の死荷重は0.30t/mとして計算した。但し、表-1のPC桁の自重の値には、カント部分のコンクリート重量も含んでいる。

桁端のねじれモーメントは、下式で計算した。

$$M_t = W_a \times R^2 \times \left( \frac{1}{4} \sin 2\theta + \frac{\theta}{2} - \cos \theta \cdot \sin \theta \right)$$

ここに、R=100m、 $\theta=5.73^\circ$ (中心角)

表-1によれば、曲げモーメントに関しては、PC桁3が重量の軽い分小さい。ねじりモーメントに関しては、PC桁3の重心が内側に89mm偏心しているため、他の桁の約2/3と小さい。PC桁1はカントコンクリートの重心がPC桁より外側になるので、ねじりモーメントが一番大きい。

死荷重以外の荷重による断面力は、PC桁形状に無関係で同一である。風荷重および遠心力によるねじりモーメントは、死荷重に比べて大きいため、PC桁形状の差によって、支承寸法に与える影響は小さい。

2-2 施工性

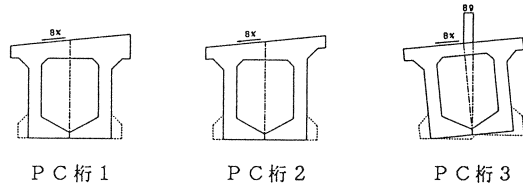
(1) 型枠 PC桁1は特に問題はない。

PC桁2はカントが変化する場合、上フランジ型枠上に木製の台型枠を置いて対応できる。PC桁3は、カントが変化する場合、桁端部の底板および拡巾部側枠を別枠を据え付けなければならないため施工手間がかかる。

(2) 架設トラック・クレーンなどでPC桁を吊って架設する場合、PC桁1および2は、D.Hアンカーの位置を平面の重心位置に合致させて、桁を水平状態で架設する。PC桁3の場合、桁を8%傾いた状態で据え付ける必要があるため、左右の吊りワイヤーの長さを調節する。左右のワイヤーの張力は相当異なり、架設中細心の注意が必要である。

2-3 その他

集電装置などをPC桁の側面に取り付ける場合は、PC桁1は空間的に問題がある。以上、総合判断して比



波線は支承部の桁拡幅断面

図-1 PC桁形状

表-1 PC桁形状別断面力 (単位 t・m)

		PC桁1	PC桁2	PC桁3
曲 モ ー メント	PC桁自重	88.9	83.3	78.1
	それ以外の死荷重	14.0	14.0	14.0
	死荷重合計	103.9	97.3	92.1
ね じ り モー メント	PC桁自重	6.82	6.13	4.11
	それ以外の死荷重	1.00	1.00	0.74
	死荷重合計	7.82	7.13	4.85

較的問題点の少ないPC桁2が妥当と考えられた。

3. 支承反力と変形量

図-2および写真-1に示す様なゴム沓と浮上り防止装置の組み合わせからなる支承構造に最も危険な状態となる風速30m/secの風荷重を作用させた時の各々の反力および変形量を各種計算手法で比較検討した。又、この支承構造を使用する場合に、安全に架設可能なPC桁の平面曲線半径、支間長の範囲を求めた。

3-1 支承部断面力

風荷重時の鉛直方向荷重および橋軸直角方向荷重による支承位置における断面力の計算結果を表-2に示した。

3-2 支承反力および変形量の計算式

(1) 浮き上がり防止沓据付前

PC桁自重による断面力は2個のゴム沓で受け持たれる。

ゴム沓の反力は

$$R_{1,0} = \frac{N_{t,0}}{2} \pm \frac{M_{t,0}}{l} \quad : (3-1)$$

ゴム沓のひずみ量は

圧縮ひずみ量

$$\epsilon_{c,0} = \frac{N_{t,0}}{2AE} \quad : (3-2)$$

回転変形量

$$\delta_{r,0,1} = \frac{\alpha}{2} \times (l - b) \quad : (3-3) \quad \delta_{r,0,2} = \frac{\alpha}{2} \times (l + b) \quad : (3-4)$$

PC桁自重によるねじりモーメントによって、ゴム沓の回転変形を生じるから

$$M_{t,0} = \frac{EA}{\sum t_s} \{ \delta_{r,0,1} A l + (\delta_{r,0,2} - \delta_{r,0,1}) \cdot A \cdot (l + \frac{b}{3}) \} \quad : (3-5)$$

式(3-3), (3-4), (3-5)よりゴム沓の回転角 $\alpha$ は

$$\alpha = \frac{2M_{t,0} \cdot \sum t_s}{EA(l^2 + bl + 2/3b^2)} \quad : (3-6)$$

ゴム支承の最大・最小応力度 $\sigma_{max,min}$ は

$$\sigma_{max,min} = \epsilon_{c,0} E \pm \frac{\delta_{r,0,2}}{\sum t_s} = \frac{N_{t,0}}{2A} \pm \frac{M_{t,0}(l+b)}{A(l^2 + bl + 2/3b^2)} \quad : (3-7)$$

(2) 浮き上がり防止沓据付け後

PC桁架設後、写真-1の様な浮き上がり防水沓を据え付け、それ以後に載荷される荷重にたいしては、図-4に示されている様にゴム沓と浮き上がり防止沓で外力モーメント $M_t$ と鉛直力 $N$ に抵抗する。力と変形の釣合いから以下の3式が成り立つ。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad : (3-8)$$

$$R_1(l_1 + l_2) + R_2 l_2 + M_t - \frac{l}{2} \cdot N = 0 \quad : (3-9)$$

$$\frac{\delta_B - \delta_A}{\delta_C - \delta_A} = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \quad : (3-10)$$

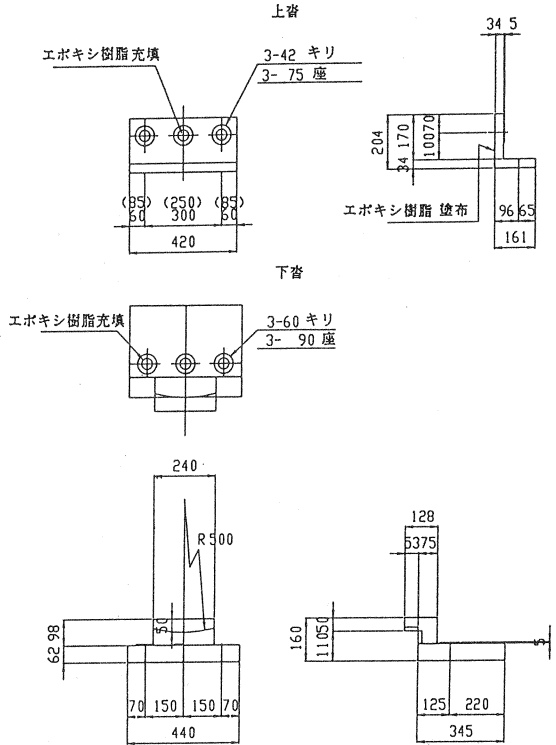


図-2 浮き上がり防止装置 ポステン L=20<sup>m</sup> R=100<sup>m</sup>

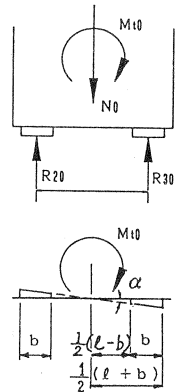


図-3 ゴム支承に作用する力と変形の記号

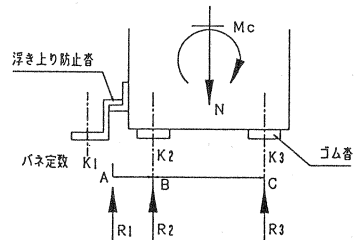


図-4 支承構造に作用する力と記号

浮き上り防止柵とゴム柵のパネ定数を考慮し、各 $K_1, K_2, K_3$ とすると

$$\delta_1 = \frac{R_1}{K_1} \quad : (3-11)$$

但し、 $\delta_A > 0$  時、浮き上り防止柵には隙間が生じ、効かないので $R_1 = 0$ となり $R_2, R_3$ は式(3-8), (3-9)より求まる。又、 $\delta_B, \delta_C$ も(3-11)より求まる。式(3-10), (3-11)より

$$\frac{R_2}{K_2} - \frac{R_1}{K_1} = \frac{\ell_1}{\ell_1 + \ell_2}$$

$$\frac{R_3}{K_3} - \frac{R_1}{K_1} = \frac{\ell_1}{\ell_1 + \ell_2} \quad : (3-12)$$

式(3-8), (3-9), (3-12)より $R_1$ が求まり、それを式(3-11)に代入して $\delta_1$ が求まる。

(3) ゴム柵と浮き上り防止柵のパネ定数

式(3-11)で使用するゴム柵のパネ定数は支承便覧により下式にて計算する。

$$K_c = \frac{EA}{\Sigma t} \quad \text{ここに、} E = (3+6.58S^2)G, G = 8.0\text{kg/cm}^2, S = \frac{ab}{2(a+b)t}, 0.5 = \frac{b}{a} \leq 2$$

式(3-11)で使用する浮き上り防止柵のパネ定数は、上柵および下柵のパネ定数 $K_{s1}, K_{s2}$ の和として次式により計算する。

$$K_s = \frac{1}{\frac{1}{K_{s1}} + \frac{1}{K_{s2}}}, \quad K_{s1} = \frac{A_1 E}{\ell}$$

計算結果を表-3, 表-4に示した。

表-3, 表-4より、浮き上り防止柵のパネ定数はゴム柵に比べ約100倍大きいので、固定と考えた場合も検討比較した。

### 3-3 支承反力および変形量の計算結果と考察

浮き上り防止柵(A)およびゴム柵(平面曲線の

外側をB, 内側をC)の反力および変形量を、最も危険側となる風荷重作用時について計算した結果を表-5に示した。PC柵自重はゴム柵のみで支持し、その後には載荷される荷重に対しては、浮き上り防止柵と共同で支持する。

表-5によれば、可動支承と固定支承のゴム柵のパネ定数の違いによって、反力にはほとんど差はないが、変形量は式(3-11)でも表わされている様にパネ定数に反比例する。

$R = 100\text{m}$ の曲線柵は、直線柵に比べ支点部の柵幅を80cmから110cmに拡巾し、支承間隔を広くしているにもかかわらず、ねじりモーメントが大きいいため反力はゴム支承で1.7倍、浮き上り防止柵で2.4倍と大きくなっ

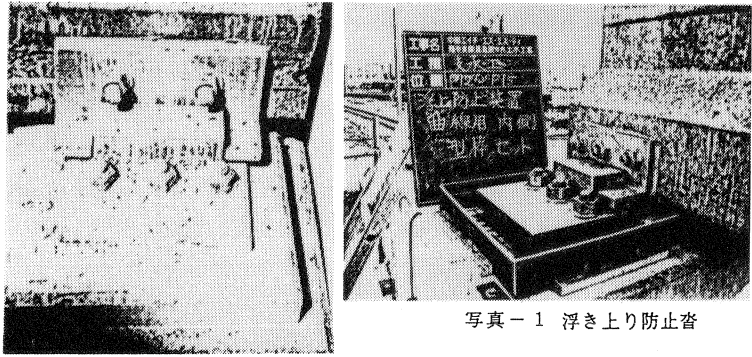


写真-1 浮き上り防止柵

表-2 風荷重時 ( $v = 30\text{m/sec}$  列車走行時) 支承部断面力

	断面力	主桁		列車荷重	遠心力	車輪衝撃重	主桁以外計	常時計	風荷重	風荷重時計
		自重	その他の荷重							
プレテン $Q = 20\text{m}$ $R = \infty$	N (t)	14.17	3.0	20.0	-	3.0	26.0	40.2	-	40.2
	H (t)	-	-	-	-	2.4	2.4	2.4	3.4	5.8
	Mt (tm)	-	-	-	-	3.6	3.6	3.6	6.8	10.4
ポステン $Q = 20\text{m}$ $R = 100\text{m}$	N (t)	16.77	3.0	20.0	-	3.0	26.0	42.8	-	42.8
	H (t)	-	-	4.4	2.4	2.4	9.2	9.2	3.4	12.6
	Mt (tm)	5.04	1.0	12.6	3.6	3.6	20.8	25.8	6.8	32.6

表-3 ゴム支承のパネ定数

	a	b	A	$\Sigma t_e$	S	E	$K_c$	
プレテン $Q = 20\text{m}$ $R = \infty$	20cm	25cm	500cm <sup>2</sup>	2×14mm	3.97	854kg/cm <sup>2</sup>	153t/cm	可動
	20	25	500	14	3.97	854	305	固定
ポステン $Q = 20\text{m}$ $R = 100\text{m}$	25	25	625	2×14	4.46	1060	237	可動
	25	25	625	14	4.46	1060	473	固定

表-4 浮き上り防止柵のパネ定数

		b	t	A	Q	$K_{s1}$	$K_s$	$Q_1$	$Q_2$
プレテン $Q = 20\text{m}$ $R = \infty$	上柵	34cm	2.6cm	88.4cm <sup>2</sup>	9.0cm	$2.06 \times 10^4$	$1.45 \times 10^4$	23.3	45.0
	下柵	24	4.5	108	4.6	$4.93 \times 10^4$			
ポステン $Q = 20\text{m}$ $R = 100\text{m}$	上柵	42	3.4	143	10.0	$2.99 \times 10^4$	$2.17 \times 10^4$	24.6	75.0
	下柵	24	7.5	180	4.8	$7.88 \times 10^4$			

表-5 柵反力および変形量 (風荷重  $v = 30\text{m/sec}$  作用時)

柵位置	反力 (t)	プレテン (支間: 20m, 曲線半径: ∞)						ポステン (支間: 20m, 曲線半径: 100m)					
		可動支承			固定荷重			可動支承			固定荷重		
		主桁自重	その他の自重	合計	主桁自重	その他の自重	合計	主桁自重	その他の自重	合計	主桁自重	その他の自重	合計
A	-	-13.2	-13.2	-	-13.1	-13.1	-	-31.3	-31.3	-	-31.2	-31.2	
B	7.1	9.9	17.0	7.1	9.8	16.9	1.7	11.2	12.9	1.7	10.9	12.6	
C	7.1	29.3	36.4	7.1	29.3	36.4	15.1	46.2	61.3	15.1	46.2	61.3	
変形量 (mm)	A	-0.0091	-0.0091	-	-0.0091	-0.0091	-	-0.0144	-0.0144	-	-0.0144	-0.0144	
	B	0.46	0.65	1.11	0.23	0.32	0.55	0.07	0.47	0.54	0.04	0.23	0.27
	C	0.46	1.91	2.37	0.23	0.96	1.19	0.64	1.95	2.59	0.32	0.97	1.29

ている。浮き上り防止装置のバネ定数を $\infty$ とし、変形しないと仮定し、主桁自重を除くその他の荷重に対して、支承の反力と変形量を風荷重用時について、計算した結果を表-6に示した。表-5のその他の荷重と表-6を比較すると、ほぼ同値で浮き上り防止桁は鉛直方向に変形しないと仮定しても良いと言える。

表-6 浮き上り防止桁の反力および変形量 (浮き上り防止以外の荷重について)

	桁位置	プレテン		ポステン	
		可動	固定	可動	固定
		反力 (t)	A -13.2	-13.2	-31.5
	B	10.0	10.0	11.4	11.4
	C	29.3	29.3	46.1	46.1
変形量 (mm)	A	0.00	0.00	0.00	0.00
	B	0.65	0.33	0.48	0.24
	C	1.91	0.96	1.95	0.97

表-7 反力および変形量 (施工順序による差を無視、風荷時)

	桁位置	プレテン		ポステン	
		可動	固定	可動	固定
		反力 (t)	A -10.4	-10.4	-26.8
	B	12.8	12.8	13.6	13.4
	C	37.8	37.8	56.1	56.1
変形量 (mm)	A	-0.0072	-0.0072	-0.0124	-0.0123
	B	0.84	0.42	0.57	0.28
	C	2.47	1.24	2.37	1.19

PC桁は、ゴム沓上に架設され、その後、浮き上り防止桁を据付ける。従って、その後に載荷される荷重は、ゴム沓と浮き上り防止桁の共働の支承構造によって支持される。この施工順序による荷重の橋脚への伝達方法の違いを無視して、全ての荷重がゴム沓と浮き上り防止桁に支持されると仮定し、風荷重時について計算した結果を表-7に示した。表-5の荷重合計と表-7を比較すると、反力および変形量共にプレテンで75~104%、ポステンで86~91%となり、相当の誤差が生じた。

ゴム沓と浮き上り防止桁の組合せ支承構造の反力の簡易計算法として、PC桁自重に対してはゴム支承のみで支持するから式(3-1)を用いる。又、それ以外の荷重に対しては、鉛直力はゴム沓で支持すると ( $R_1 = \frac{N_1}{2A}$ ) で計算し、ねじりモーメントは浮き上がり防止桁と外側のゴム沓で支持する ( $R_1 = \frac{M_1}{l}$ ) として計算する。この方法による計算結果を反力のみについて表-8に示した。変形量については式(3-11)により求まる。表-5の荷重合計と表-8を比較すると、プレテンで98~120%、ポステンで99~117%となり誤差はあるものの、表-7の施工順序を無視した値よりは、安全側で正確であり、簡易計算として使用可能と考えられる。

表-8 簡易計算法による反力 (風荷重時、可動・固定沓ともに同値)

	桁位置	プレテン L=20m, R= $\infty$				ポステン L=20m, R=100m			
		主桁自重	その他の荷重	ねじりモーメント	合計	主桁自重	その他の荷重	ねじりモーメント	合計
		反力 (t)	A 0.0	0.0	15.2	15.2	0.0	0.0	32.7
	B 7.2	13.0	0.0	20.2	1.7	13.0	0.0	14.7	
	C 7.2	13.0	15.2	35.4	15.1	13.0	32.7	60.8	

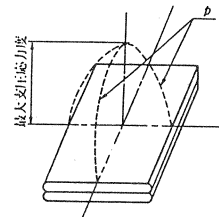


図-5 支圧応力度分布

### 3-4 ゴム沓の応力分布と反力計算法

ゴム支承の支圧応力度分布は、鉛直荷重を受けると図-5に示す様に、支承中央で最大となり、平均支圧応力度の2倍程度に達する。これにねじりモーメントが加わると、最大値の中心が偏ってくるが、補強材によって変形を拘束されているので、ゴム沓反力および応力度の計算は、極限荷重まで載荷した時の実験結果より、平均値で行っても良いと思われる。本論文では、反力は沓中心線で計算している。

### 4. 製作・架設可能な曲線PC桁の範囲

曲線PC桁は、PCケーブルの横方向配置を横方向図心に関し、常に対称に配置すれば、横方向変形は生じない。PC桁製作は、製作台上では、型枠が製作可能な限り、小さな曲線半径まで製作できる。安全に架設するために、PC桁を吊る時に横方向に水平状態で吊る必要がある。吊り装置により、可能な桁端吊り位置での平面上の偏心距離が決まる。吊り装置のPC桁埋込みアンカーとしてデーハーアンカーを使用する場合は、最少必要なコンクリートの縁辺距離(12cm)およびデーハーアンカーの中心間距離より、可能な横方向偏心距離eは、転倒に対する抵抗モーメントも必要であるため、図-6に示す様に約0.3mとした。一方、表-2より、ポステン(L=20m, R=100m)のPC桁自重の場合には  $e = \frac{M_{t.o}}{N} = \frac{5.04}{16.77} = 0.30\text{m}$  となり、D.Hアンカーの埋込み配置は可能である。

安全にPC桁をゴム支承に据え付ける時の条件として、同一橋脚上の2個のゴム沓からPC桁が横方向に浮き上がらないこととする。何故なら、ねじりモーメントにより、左右のゴム沓の圧縮変形量が異なり、PC桁の回転により二次的な転倒モーメントが発生することおよび架設・施工誤差などを考慮し、決定した。この値はゴム支承が横方向に隙間なく存在すると仮定した場合の荷重の合力の作用点がゴム沓の中心よりゴム沓幅の

1/6以内と同じ意味である。基礎の転倒を検討する時の常時の許容値と同じ考えである。平面曲線内側のゴム沓の内側端からPC桁が浮き上がらない条件は、ゴム沓の圧縮変形量>回転変形量で表される。式(3-2),(3-4)および(3-6)より  $\delta_{\infty} > \delta_{r\theta}$ 、即ち

$$\frac{M_{t0}}{N_0} = e < \frac{(\ell^2 + b\ell + \frac{2}{3}b^2)}{2(\ell + b)} \quad : (4-1)$$

又は、式(1-1), (4-1)より、

$$\frac{M_{t0}}{N_0} = e = \frac{R}{\theta} \times \left[ \frac{1}{4} \times \sin 2\theta + \frac{\theta}{2} \cos \theta \times \sin \theta \right] < \frac{\ell^2 + b\ell + \frac{2}{3}b^2}{2(\ell + b)} \quad : (4-2)$$

式(4-2)より、R,  $\ell$ , bが既知の場合 $\theta$ (接線角)即ちL(曲線桁長)が求まる。又、R, L( $\theta = L/2R$ ), bが既知の場合 $\ell$ (支承間隔)が求まる。計算例を2ケースの場合について表-9に示した。

表-9 製作・架設可能な曲線PC桁の範囲の例

既知寸法				未知寸法		
R m	$\widehat{L}$ m	b m	$\ell$ m	$\theta$ rad	$\widehat{L}$ m	$\ell$ m
曲線半径	曲線桁長	ゴム沓幅	ゴム沓間隔	接線角	曲線桁長	ゴム沓間隔
100	—	0.25	0.75	<0.109	<21.8	—
100	20	0.25	—	—	—	>0.617

5. ゴム沓の変形とPC桁の変形

PC桁の鉛直方向が生じると、車両は鉛直方向の振動を生じ乗り心地が悪くなる。又、衝撃係数も大きくなる。PC桁の橋軸方向の伸縮が大きいと、レールの間隙も大きくなり、車両に影響が生じる。又、車両の長さが、2径間以上に及ぶ場合は、両PC桁の折れ角が車両の鉛直方向蛇行を引き起こし、乗り心地に影響する。ゴム沓の変形量、変形方向とPC桁の変形の関係について考察する。

5-1 鉛直方向荷重による影響

ゴム沓の鉛直方向変形量およびPC桁間の段差について PC桁自重によるゴム沓の鉛直方向変形量は、表-5に示される様に、可動沓で0.46mm~0.64mm、固定沓でその1/2と小さい。この量は、その後に施工する軌道の高さ調整代で補正することができる。従って風荷重時のゴム沓の変形量は、その他の荷重分のみ考えれば良い。同一橋脚上の可動支承と固定支承の変形量の差はプレテン、ポステンの場合、曲線外側で風荷重時に0.95mm, 0.98mmの段差が生じ、軌道にも橋脚上で約1mmの段差が生じる。曲線内側では、この差は小さく0.33mm, 0.24mmと小さい。

5-2 橋軸方向荷重による影響

橋軸方向水平荷重のうち、列車の制動荷重および地震力は、固定側の浮き上がり防止沓の移動制限装置により、橋脚へ伝達され、ゴム沓のせん断変形は生じない。可動側ゴム沓のせん断変形を引き起こすのは、PC桁自身の伸縮によってであり、温度変化( $\pm 20^\circ\text{C}$ )、クリープおよび乾燥収縮、活荷重による桁のたわみがそれである。プレテンの場合16.8mm、ポステンの場合15.0mmの桁の最大短縮量が生じるが、ゴム沓の許容せん断変形量(厚さの70%)である19.6mmである。又、既応のゴム沓の「せん断試験における圧縮荷重と圧縮ひずみ量」の実験によれば、圧縮ひずみ量はせん断の大きさにかかわらずほぼ一定である。従って、PC桁の上縁の高さ即ち軌道の高さは変化しないが、軌道の橋軸方向の遊間は、PC桁の短縮量だけ広がることになる。

5-3 PC桁の平面曲線の変形とゴム支承

温度変化、クリープ、乾燥収縮および活荷重による桁のたわみによって、曲線PC桁は、固定支承を中心として、可動側が移動する。PC桁各部分のひずみは接線方向に生じるが、可動支承の変形方向は、その累計として図-7の様に平面曲線の弦方向に生じる。L=20m, R=100mのポステンPC桁の可動支承の変形量は、弦X-Yと平行方向にA支承は16.86mm, B支承は16.74mm、変形しA', B'の位

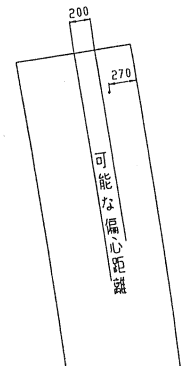
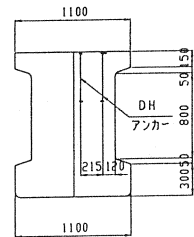


図-6 D.Hアンカー埋込可能位置

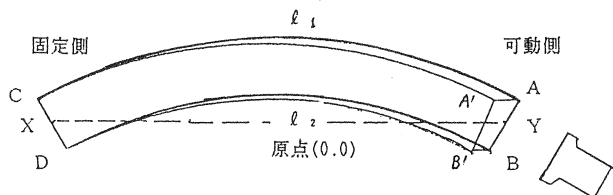


図-7 曲線PC桁の平面曲線の変形

置へせん断変形する。ゴム沓は、方向性がないので、軸方向とずれた方向へもせん断変形は可能である。

6. アンカーボルトの締め付け力と許容値

浮き上がり防止沓は、設計荷重時にPC桁の転落を防止する非常に重要な装置であり、設計・施工に当たり、以下の様な検討を行った。

6-1 浮き上がり防止沓の上沓アンカーボルト

浮き上がり防止沓の上沓はPC桁に埋め込まれたアンカーボルト(φ32~φ38)によって、PC桁に固定される。上沓の鉛直プレートに開けたアンカーボルト孔は、施工誤差を吸収するため(φ36~φ42)と大きく間隙が生じる。又、鉛直プレートとナットとの間に遊びがあるとアンカーボルトに曲がりが生じたり、各製品の接点付近に局部的に応力集中が起こり、破損の原因となる。従って、ナットにUナットを使用し、締め付けることにした。又、締め付ける前にエポキシ樹脂を塗布し間隙を埋めた。締め付けは許容引張応力度の50%の700kg/cm<sup>2</sup>とし、トルクレンチで締め付けた。アンカーボルトの応力度の照査は式(6-1)にて行った。

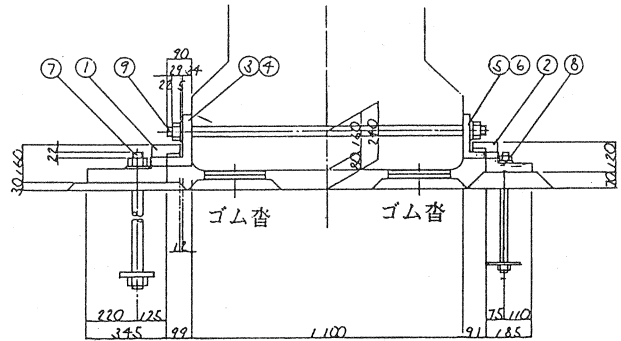


図-8 浮き上がり防止沓

$$\left( \frac{\sigma_t}{\sigma_{t_a}} \right) + \left( \frac{\tau_w}{\tau_{w_a}} \right) \leq 1.2 \quad : (6-1)$$

ここに、 $\sigma_{t_a}$ : 引張応力度の許容値 (SS41に対し1400kg/cm<sup>2</sup>)

$\tau_{w_a}$ : せん断応力度の許容値 (600kg/cm<sup>2</sup>)

上沓および下沓の防錆は、溶融亜鉛メッキを行った。

6-2 浮き上がり防止沓の下沓アンカーボルト

下沓を橋脚に固定するアンカーボルトは、円筒厚紙などで穴抜きをし、下沓設置後、無収縮モルタルを充填するため、締め付けを与えないことにした。アンカーボルトにあらかじめ引張力を与えておくと、常時アンカーボルトには引張力が働いており、モルタルとの付着力がその分小さくなってしまふことと、アンカーボルト自身も荷重による引張力に加えて、初期締め付け力が加算されるからである。但し、上沓のアンカーボルトと同様に、Uナットを使用しエポキシ樹脂モルタルを充填し、パイレンによる手締めを行い、ナットが緩まないようにした。

アンカーボルトには、風荷重作用時に最大の引張力とせん断力が作用し、式(6-1)により合成応力度の照査を行った。アンカーボルトと無収縮モルタル間の許容付着応力度は、アンカーボルトに螺旋鉄筋を溶接した簡単な構造とし、 $\sigma_{c_n} = 240\text{kg/cm}^2$ のコンクリートに対して異形鉄筋の許容付着応力度である16kg/cm<sup>2</sup>を使用した。風荷重作用時には割増し係数1.25を掛け20kg/cm<sup>2</sup>とした。今後、半永久的使用を考える時には、付着力を増すためアンカーボルトの形状は改善の余地がある。