

# ECVP 埋設設計基準

2022年 1月

塩化ビニル管・継手協会

## はじめに

電線共同溝の設計の基本となる共同溝設計指針（日本道路協会）は、「部材の設計計算の原則」として、『部材の設計は、原則として許容応力度法により行う』としており、また、道路下に埋設する管路の設計指針である道路土工カルバート工指針（日本道路協会）では、たわみ性管である硬質塩化ビニカルバートの設計は、『管に生じる最大曲げ応力およびたわみ率がいずれも許容値を満足することを確認』することとしています。

E C V P の設計計算は、これらの指針に従って行う必要があります、計画する埋設深さ及び活荷重により埋設管に作用する荷重と、基礎構造によって管体に発生する最大曲げ応力及びたわみ率を計算し、そのいずれもが許容値を満足することを確認します。

## 1. 埋設管に加わる荷重

埋設管に加わる荷重は、埋戻し土による荷重及び活荷重とする。

### (1) 土圧分布

埋設管に作用する鉛直土圧と水平土圧の分布は図 1 とする。

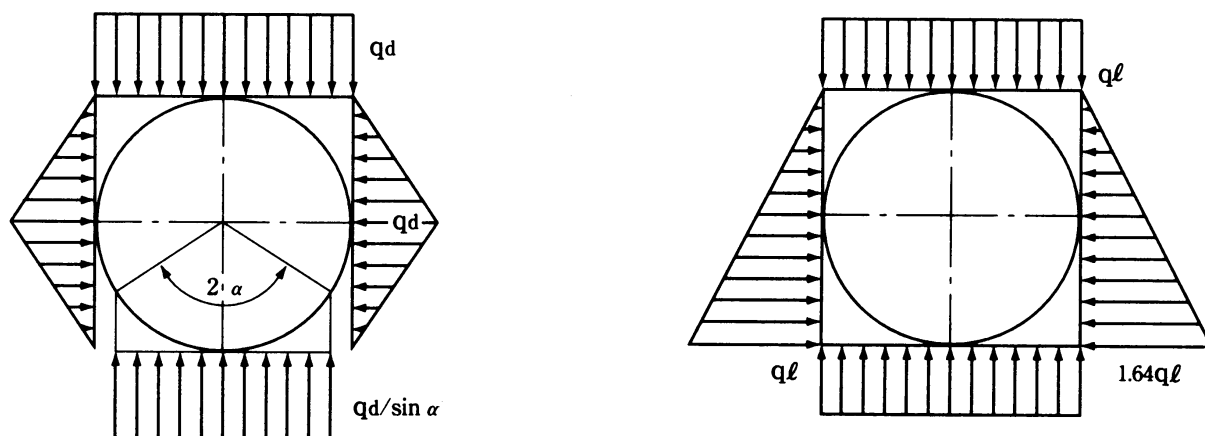


図 1 土圧分布

### (2) 埋戻し土による鉛直土圧

埋戻し土による鉛直土圧は式（1. 1）より求める。

$$q = H \cdot \gamma \quad \dots\dots\dots (1. 1)$$

ここに、 $q$  : 埋戻し土による鉛直土圧  $\text{kN/m}^2$   
 $H$  : 埋設深さ  $\text{m}$   
 $\gamma$  : 埋戻し土の単位体積重量  $\text{kN/m}^3$   
 通常  $19 \text{ kN/m}^3$ （埋戻し砂を適用）

(3) 活荷重による鉛直荷重（「電線共同溝」による。）

a) 埋設深さが 0.4 m 以下の場合

埋設深さが 0.4 m 以下の場合，活荷重は図 2 のように分散するものとし，活荷重による鉛直荷重は式（1. 2）より求める。

$$L = \frac{P}{(2H + a) \cdot (2H + b)} \dots\dots\dots (1. 2)$$

ここに、L : 活荷重による鉛直土圧                    kN/m<sup>2</sup>  
 P : 後輪一輪輪荷重 × (1 + i)                    kN  
       (後輪一輪輪荷重は表 1 による)  
 H : 埋設深さ    m  
 a : 車輪接地長                                        m  
 b : 後輪接地幅                                        m  
 i : 衝撃係数 (表 2 による)

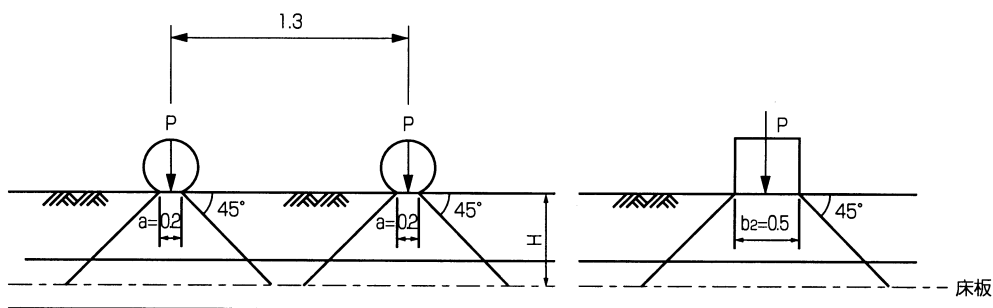


図 2 活荷重の影響（埋設深さが 0.4 m 以下の場合）

b) 埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合

埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合，活荷重は図 3 のように分布するものとし，活荷重による鉛直荷重は式（1. 3）より求める。

$$L = \frac{2P}{(2H + a) \cdot W} \dots\dots\dots (1. 3)$$

ここに、W : 車両の占有幅                    m  
               ここでは 2.75 m とする。

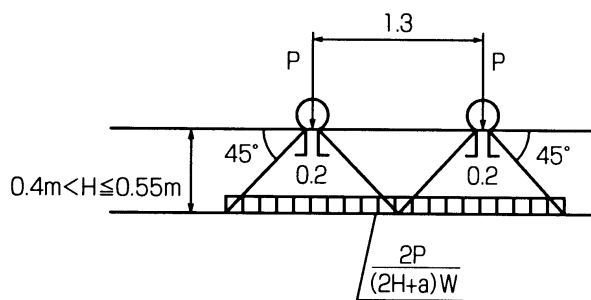


図 3 活荷重の影響（埋設深さが 0.4 m を超え 0.55 m を上回らない場合）

c) 埋設深さが 0.55 m を超える場合

埋設深さが 0.55 m を超え、隣接軸相互荷重が重複する場合、活荷重は図 4 のように分布するものとし、活荷重による鉛直荷重は式 (1. 4) より求める。

$$L = \frac{4P}{(2H+a) \cdot W} \dots\dots\dots (1. 4)$$

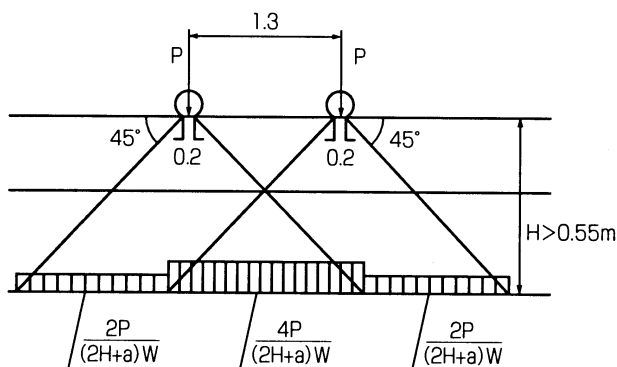


図 4 活荷重の影響 (埋設深さが 0.55 m を超える場合)

表 1 自動車荷重の諸元

荷重	総荷重 (kN)	後輪一軸の軸重 (kN)	後輪一輪の輪荷重 (kN)	隣接軸距離 (m)	後輪接地幅 b (m)	車輪接地長 a (m)
T-25	245	100	50	1.3	0.5	0.2

表 2 衝撃計数

種類	衝撃係数 i
車道 (土被り 1 m 未満)	0.4
車道 (土被り 1 m 以上)	0.3
歩道等 (車両考慮の場合)	0.1

2. 強度計算 (「道路土工カルバート工指針」による)

(1) 曲げ応力の計算

埋戻し土と活荷重により発生する曲げモーメント及び曲げ応力は式 (1. 5) で求める。

$$\sigma = \frac{(k_1 \cdot q + k_2 \cdot L) \cdot r'^2}{Z} \dots\dots\dots (1. 5)$$

- ここに、
- $\sigma$  : 発生する曲げ応力  $N/mm^2$
  - $q$  : 埋戻し土による鉛直土圧  $N/mm^2 = 10^{-3}kN/m^2$
  - $L$  : 活荷重による鉛直土圧  $N/mm^2 = 10^{-3}kN/m^2$
  - $k_1$  : 埋戻し土による曲げモーメント係数 (表 3 による)
  - $k_2$  : 活荷重による曲げモーメント係数 (表 3 による)
  - $r'$  : 管断面の中立軸までの半径 mm (表 4 による)
  - $Z$  : 管長1cm当たりの断面係数  $mm^3/mm$  (表 4 による)

(2) たわみ率の計算

埋戻し土と活荷重により発生する鉛直方向のたわみ量及びたわみ率は、式(1.6)及び式(1.7)で求める。

$$\delta = (K1 \cdot q + K2 \cdot L) \frac{r'^4}{E \cdot I} \dots\dots\dots (1.6)$$

$$V = \frac{\delta}{2r'} \times 100 \dots\dots\dots (1.7)$$

- ここに、 $\delta$  : たわみ量 cm  
 $V$  : たわみ率 %  
 $K1$  : 埋戻し土によるたわみ係数 (表3による)  
 $K2$  : 活荷重によるたわみ係数 (表3による)  
 $E$  : 硬質塩化ビニルの60℃における弾性係数 N/mm<sup>2</sup>  
 ここでは、ECVP管の設計目標値である2000 N/mm<sup>2</sup>とする。  
 $I$  : 管長1mm当たりの断面2次モーメント mm<sup>4</sup>/mm (表4による)

表3 曲げモーメント係数, たわみ係数

施工支承角 $\theta$		90°	180°	360°
有効支承角 $2\alpha$		60°	90°	120°
曲げモーメント 係数	k1 管頂	0.132	0.12	0.107
	管底	0.223	0.16	0.121
	k2 管頂	0.079		
	管底	0.011		
たわみ係数	K1	0.102	0.085	0.07
	K2	0.03		

表4 管の設計諸元

管種・口径	管の外径 (mm)	肉厚 (mm)	管厚中心半径 $r$ (mm)	断面2次 モーメント $I$ (mm <sup>4</sup> /mm)	断面係数 $Z$ (mm <sup>3</sup> /mm)
ECVP $\phi$ 100	114.0	7.1	53.5	29.83	8.40
ECVP $\phi$ 125	142.5	8.5	67.0	51.18	12.04
ECVP $\phi$ 130	147.5	8.9	69.3	58.75	13.20
ECVP $\phi$ 150	170.0	10.0	80.0	83.33	16.67

3. 曲げ応力とたわみ率の許容値

(1) 許容曲げ応力

許容曲げ応力は、8.0 N/mm<sup>2</sup>とする。

これは、硬質塩化ビニルの60℃における曲げ強さ(設計目標値40 N/mm<sup>2</sup>以上)を安全率5で除した値であり設計目標値としていることから、この値を許容応力とした。

(2) 許容たわみ率

許容たわみ率は、管内径の2.5%とする。

これは、配電規程および圧縮強度試験で規定している許容たわみ率を採用した。

#### 4. 計算結果 (例)

有効支承角 ( $2\alpha$ ) =  $60^\circ$  の場合の計算結果を以下に示す。

ECVP  $\phi 100$  車道下 (T-25) / 有効支承角  $2\alpha = 60^\circ$

埋設深さ (m)	土 圧		発生応力 $\sigma$		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	動土圧 L (kN/m <sup>2</sup> )	管頂 (N/mm <sup>2</sup> )	管底 (N/mm <sup>2</sup> )	
0.30	5.70	79.55	2.39	0.73	0.41
0.35	6.65	64.81	2.04	0.75	0.36
0.40	7.60	53.85	1.79	0.78	0.33
0.45	8.55	46.28	1.63	0.82	0.31
0.50	9.50	42.42	1.57	0.88	0.31
0.55	10.45	39.16	1.52	0.94	0.31
0.60	11.40	72.73	2.47	1.14	0.46
0.65	12.35	67.88	2.38	1.19	0.45
0.70	13.30	63.64	2.31	1.25	0.45
0.75	14.25	59.89	2.25	1.30	0.45
0.80	15.20	56.57	2.20	1.36	0.45
0.85	16.15	53.59	2.16	1.43	0.45
0.90	17.10	50.91	2.14	1.49	0.45
0.95	18.05	48.48	2.11	1.55	0.45
1.00	19.00	42.98	2.01	1.60	0.44

ECVP  $\phi 125$  車道下 (T-25)

埋設深 (m)	土 圧		発生応力 $\sigma$		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	動土圧 L (kN/m <sup>2</sup> )	管頂 (N/mm <sup>2</sup> )	管底 (N/mm <sup>2</sup> )	
0.30	5.70	79.55	2.62	0.80	0.47
0.35	6.65	64.81	2.24	0.82	0.41
0.40	7.60	53.85	1.96	0.85	0.38
0.45	8.55	46.28	1.78	0.90	0.35
0.50	9.50	42.42	1.72	0.96	0.35
0.55	10.45	39.16	1.67	1.03	0.35
0.60	11.40	72.73	2.70	1.25	0.52
0.65	12.35	67.88	2.61	1.31	0.52
0.70	13.30	63.64	2.53	1.37	0.51
0.75	14.25	59.89	2.47	1.43	0.51
0.80	15.20	56.57	2.41	1.50	0.51
0.85	16.15	53.59	2.37	1.56	0.51
0.90	17.10	50.91	2.34	1.63	0.51
0.95	18.05	48.48	2.32	1.70	0.52
1.00	19.00	42.98	2.20	1.76	0.51

ECVP φ130 車道下 (T-25)

埋設深 (m)	土 圧		発生応力 $\sigma$		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	動土圧 L (kN/m <sup>2</sup> )	管頂 (N/mm <sup>2</sup> )	管底 (N/mm <sup>2</sup> )	
0.30	5.70	79.55	2.56	0.78	0.45
0.35	6.65	64.81	2.18	0.80	0.40
0.40	7.60	53.85	1.91	0.83	0.36
0.45	8.55	46.28	1.74	0.88	0.34
0.50	9.50	42.42	1.68	0.94	0.34
0.55	10.45	39.16	1.63	1.00	0.34
0.60	11.40	72.73	2.64	1.22	0.51
0.65	12.35	67.88	2.54	1.27	0.50
0.70	13.30	63.64	2.47	1.33	0.49
0.75	14.25	59.89	2.41	1.40	0.49
0.80	15.20	56.57	2.36	1.46	0.49
0.85	16.15	53.59	2.32	1.52	0.49
0.90	17.10	50.91	2.28	1.59	0.50
0.95	18.05	48.48	2.26	1.66	0.50
1.00	19.00	42.98	2.15	1.71	0.49

ECVP φ150 車道下 (T-25)

埋設深 (m)	土 圧		発生応力 $\sigma$		たわみ率 V (%)
	静土圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	動土圧 L (kN/m <sup>2</sup> )	管頂 (N/mm <sup>2</sup> )	管底 (N/mm <sup>2</sup> )	
0.30	5.70	79.55	2.70	0.82	0.49
0.35	6.65	64.81	2.30	0.84	0.43
0.40	7.60	53.85	2.02	0.88	0.39
0.45	8.55	46.28	1.84	0.93	0.37
0.50	9.50	42.42	1.77	0.99	0.37
0.55	10.45	39.16	1.72	1.06	0.37
0.60	11.40	72.73	2.78	1.28	0.55
0.65	12.35	67.88	2.69	1.34	0.54
0.70	13.30	63.64	2.60	1.41	0.54
0.75	14.25	59.89	2.54	1.47	0.53
0.80	15.20	56.57	2.49	1.54	0.53
0.85	16.15	53.59	2.44	1.61	0.53
0.90	17.10	50.91	2.41	1.68	0.54
0.95	18.05	48.48	2.39	1.75	0.54
1.00	19.00	42.98	2.27	1.81	0.53

## 5. 施工上の注意事項

- ECVPの最小土被りは、『舗装厚さ<sup>※1</sup>+10cm』かつ『30cm』以上とします。
- 管上10cmまでは、砂質材料で埋め戻すことを原則とします。(道路土工カルバート工指針において、規定されています)
- 埋設強度計算は、図1に示すような土圧分布状態で成り立つものであり、30cmより浅い位置に埋設される場合、同等の土圧分布が期待できないことから、管に想定以上の応力が発生することが考えられます。
- 平成28年2月22日通知された「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和で、路盤内の設置を許容するケースがありますが、碎石等による局部応力集中が考えられ、管路の破損につながることから、埋設強度計算において適用可能な埋設深さであっても、塩ビ管路盤内への設置は、絶対に避けてください。
- 埋設強度計算結果は、必ずしも管路の安全性を保障するものではありません。適正な埋戻し材料を使用し、十分締固めが行われた状態での強度確認であり、各指針等に則った施工を行ってください。

注 ※1)「舗装厚さ」とは、路面から路盤の下面までの距離をいう。

以上