

復索循環式索道強度計算書

本計算書は支間(03)~(04)、支柱(03)番に対し計算を行う

施工番号 [No.140]

1. 基本事項

整理番号 [000523]

No. 000523

索道強度計算書

2.0t吊 復索循環式索道

工事件名 新設工事

施工場所 鉄塔番号 No. 号

御中

平成 年 月 日



丸三開発工機株式会社

支 柱 間 距 離	支 柱 号	水平距離(m) L_0	傾斜角 α	斜距離(m) $L = L_0 / \cos \alpha$	径間高低差(m) $h_0 = L_0 \cdot \tan \alpha$	径間荷重数 i	支柱高さ(m) h	支柱水平角 θ
支 柱 間 距 離	1	10.0	0° 0'	10.0	0.0	0	4.0	0° 0'
	2	173.0	11° 36'	176.6	35.5	3	4.0	0° 0'
	3	234.0	6° 42'	235.6	27.5	4	13.5	0° 0'
	4	12.0	7° 8'	12.1	-1.5	0	8.5	0° 0'
	5	10.0	0° 0'	10.0	0.0	0	4.5	0° 0'
	6						4.5	0° 0'
	7							
	8							
	9							
	10							
合 計		439.0		444.3	61.5	7		

2. 使用ワイヤーロープ

用途及び種類	(d)索径(mm)	(W)単位重(Kg)	(A)断面積(mm ²)	(E)ヤング率	(F)切断荷重(t)
主索 (A種) 6x7 C/L	ds 28.0	Ws 2.910	As 327.0	Es 10000	Fs 47.50
復索 (A種) 6x7 C/L	df 18.0	Wf 1.200	Af 133.0	Ef 10000	Ff 19.60
曳索 (B種) 6x7 (29) O/O	dc 14.0	Wc 0.776	Ac 84.6	Ec 9000	Fc 11.80

3. 設計荷重

設計対象	単荷重運搬	多荷重運搬
吊荷重量	$P_0 = 2000 \text{ kg}$	$P'_0 = 800 \text{ kg}$
N'ヶ台重量	P_c	$P_{bc} = 110 \text{ kg}$
搬器重量	$P_c = 50 \text{ kg}$	$P'_c = 25 \text{ kg}$
搬器受風	$A_{p1} = 2.5 \text{ m}^2/\text{個}$	$A_{p2} = 0.4 \text{ m}^2/\text{個}$
搬器間隔	$m = 117.8 \text{ m}$	$m' = 62.04 \text{ m}$

4. 設計係数

動荷重係数	$I = 1.10$
無負荷時中央垂下比	$S_0 = 0.025$
曳索垂下比係数	$C_L = 1.2$
始点~終点総高低差	$H = 61.5 \text{ m}$
摩擦係数	$\mu = 0.05$
搬器受風面積	$A_H = 0.13 \text{ m}^2/\text{個}$
計算対象径間荷重数	$i = 4 \text{ 個}$
主索安全率	$N_1 = 2.7 \text{ 以上}$
復索安全率	$N_2 = 2.7 \text{ 以上}$
曳索安全率	$N_3 = 5.0 \text{ 以上}$

5. 風圧荷重定数

設計対象	作業時/(風速16m/Sec)	暴風時/(風速35m/Sec)
U-ア風圧荷重	$V_1 = 20.4 \text{ kg}$	$V'_1 = 240 \text{ kg}$
吊荷風圧荷重	$V_2 = 17.0 \text{ kg}$	$V'_2 = 200 \text{ kg}$
鉄柱風圧荷重	$V_3 = 27.2 \text{ kg}$	$V'_3 = 320 \text{ kg}$

m は単荷重時搬器にかかる長さである ($m=L/2$)

6. 単荷重主索の強度検討

01	風圧荷重と動荷重係数を考慮した揚力荷重	$P_{el} = \sqrt{(1 \cdot P_o + P_o \cdot W_o \cdot m)^2 + (V_2 \cdot A_p + V_3 \cdot A_H \cdot V_1 \cdot d_o \cdot m \cdot 10^{-3})^2}$	= 2342.772 kg
02	風圧を考慮時主索の自重	$W_{bl} = \frac{10}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{W_s^2 + (V_1 \cdot d_s \cdot 10^{-3})^2}$ (V1=20.4 kg/m ³)	= 698.7097 kg
03	荷重比	$n = \frac{P_{el}}{W_{bl}} = \frac{(1)}{(2)}$	= 3.3530
04	垂下比等価係数	$Z_1 = \frac{1+n}{\sqrt{1+2n+2n^2}}$	= 0.6504
05	無負荷時最大張力係数	$\phi_o = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot S_o \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot S_o}$	= 5.1169
06	無負荷時16m/sec風速時の上部支持点張力	$T_n = W_{bl} \cdot d_o = (2) \times (5)$	= 3575.243 kg
07	単荷重最大張力係数	$\phi_{11} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z_1 \cdot S_o}$	= 7.8140
08	弾性伸張補正をしない場合の主索張力	$T_1 = (W_{bl} + P_{el}) \cdot \phi_{11} = ((1)+(2)) \times (7)$	= 23766.29 kg
09	負荷による弾性伸張率	$\Delta \sigma = \frac{T_1 - T_n}{A_s \cdot E_s} = \frac{(8) - (5)}{A_s \cdot E_s}$	= 0.00617
10	弾性伸張による補正係数	$e_{1e} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{3}{8 \cdot S_o^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta \sigma} \right\}$	= 1.5970
11	単荷重最大張力係数	$\phi_1 = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot e_{1e} \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot e_{1e}}$	= 4.9298
12	補正後の主索高支持点張力	$T_{1e} = (W_{bl} + P_{el}) \cdot \phi_1 = ((1)+(2)) \times (11)$	= 14993.99 kg
13	主索安全率	$N_1 = F_1 \cdot 10^3 / T_{1e}$ (≥ 2.7 ならば OK)	= 3.168

6-1. 単荷重曳索張力の強度検討

14	撹器荷重	$P_t = P_o + P_o \cdot \frac{W_o \cdot l}{s}$	= 2141.417 kg
15	荷が高支持点近くにある場合の主索の傾斜角	$\theta = \tan^{-1} \{ \tan \alpha + 4 \cdot S_o \cdot (1+n) \}$	= 28.93475
16	荷重牽引力	$T_p = P_t \cdot \sin \theta = (14) \times \sin (15)$	= 1036.046 kg
17	線路抵抗	$T_u = \mu \cdot P_t$	= 107.0708 kg
18	曳索中央垂下量	$f_t = C_t \cdot S_o \cdot l_o$	= 7.0200 m
19	基礎張力	$T_q = \frac{W_o \cdot l_o^2}{8 \cdot f_t}$	= 756.600 kg
**	判定	$T_q' = 500 \cdot W_o$ (Tq < 500 · Wo ならば Tq = Tq' とする)	= 388 kg
20	高低差張力	$T_h = W_o \cdot H$	= 47.7 kg
21	曳索最大張力	$T_{1t} = T_p + T_u + T_q + T_h = (16) + (17) + (19) + (20)$	= 1947.44 kg
22	曳索安全率	$N_2 = F_2 \cdot 10^3 / T_{1t}$ (≥ 5.0 ならば OK)	= 6.059

7. 多荷重主索の強度検討

23	風圧荷重と動荷重係数を考慮した揚力荷重	$P_{s2} = \sqrt{(1 \cdot P'_{o2} + P'_{o2} \cdot W_o \cdot m')^2 + (V_2 \cdot A_p' + V_3 \cdot A_H' \cdot V_1 \cdot d_o \cdot m' \cdot 10^{-3})^2}$	= 953.559 kg
**	主索の等価重量	$W_{bl} = (2)$	= 698.7097 kg
24	荷重比	$n = \frac{P_{s2}}{W_{bl}} = \frac{(23)}{(2)}$	= 1.3647
25	撹器間隔係数	$q = m' / l$	= 0.2633
26	垂下比等価係数	$Z_1 = \frac{1+i \cdot n}{\sqrt{1+n \cdot \{3i \cdot (1-i) \cdot (1+i) \cdot q^2 + n^2 \cdot \{3i^2 \cdot Z_1 \cdot (1-i) \cdot (1+i) \cdot q\}\}}}$	= 0.9938
27	多荷重最大張力係数	$\phi_{12} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z_1 \cdot S_o}$	= 5.1484
28	弾性伸張補正をしない場合の主索高支持点張力	$T_1 = (W_{bl} + i \cdot P_{s2}) \cdot \phi_{12} = ((2) + i \times (23)) \times (27)$	= 23234.43 kg
29	負荷による弾性伸張率	$\Delta \sigma = \frac{T_1 - T_n}{A_s \cdot E_s} = \frac{(28) - (5)}{A_s \cdot E_s}$	= 0.00601
30	弾性伸張による補正係数	$e_{2e} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{3}{8 \cdot S_o^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta \sigma} \right\}$	= 1.5855
31	多荷重時最大張力係数	$\phi_1 = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot e_{2e} \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z_1 \cdot S_o \cdot e_{2e}}$	= 3.2912
32	補正後主索高支持点張力	$T_{2e} = (W_{bl} + i \cdot P_{s2}) \cdot \phi_1 = ((2) + i \times (23)) \times (31)$	= 14852.99 kg
33	主索安全率	$N_1 = F_1 \cdot 10^3 / T_{2e}$ (≥ 2.7 ならば OK)	= 3.198

7-1. 多荷重曳索張力の強度検討

34	撹器荷重	$P_t = P'_{o2} + P'_{o2} \cdot W_o \cdot m'$	= 873.1462 kg
35	荷重牽引力	$T_p = P_t \cdot \sum_{i=1}^k i \cdot n \cdot \sin \theta_n$ (注1)	= 934.1912 kg
36	線路抵抗	$T_u = \mu \cdot P_t \cdot \sum_{i=1}^k i \cdot n$	= 305.6012 kg
**	基礎張力	$T_q = (19)$	= 756.6 kg
**	高低差張力	$T_h = (20)$	= 47.7 kg
37	曳索最大張力	$T_{2t} = T_p + T_u + T_q + T_h = (35) + (36) + (19) + (20)$	= 2044.116 kg
38	曳索安全率	$N_3 = F_3 \cdot 10^3 / T_{2t}$ (≥ 5.0 ならば OK)	= 5.773

(注1) $i \cdot n$: 多荷重時荷のついている各段間の撹器個数
 $d \cdot n$: 多荷重時荷のついている各段間の傾斜角度

8. 暴風時主索張力の検討

**	無負荷時最大張力係数	$\phi_o = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot S_o \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot S_o} = (5)$	= 5.1169
39	風圧考慮主索等価荷重	$W_{bl}' = \frac{10}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{W_s'^2 + (V_1' \cdot d_s \cdot 10^{-3})^2}$ (V1'=240 kg/m ³)	= 1725.378 kg
40	暴風時主索張力	$T_{1s}' = W_{bl}' \cdot \phi_o = (39) \times (5)$	= 8828.623 kg
**	無負荷時16m/sec主索張力	$T_n = (6)$	= 3575.243 kg
41	暴風による弾性伸張率	$\Delta \sigma' = \frac{T_{1s}' - T_n}{A_s \cdot E_s} = \frac{(40) - (6)}{A_s \cdot E_s}$	= 0.00161
42	弾性伸張による補正係数	$e_{1e}' = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{3}{8 \cdot S_o^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta \sigma'} \right\}$	= 1.2058
43	無負荷時最大張力係数	$\phi_{bs} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot S_o \cdot e_{1e}' \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot S_o \cdot e_{1e}'}$	= 4.2627
44	暴風時主索張力	$T_{bs} = W_{bl}' \cdot \phi_{bs} = (39) \times (43)$	= 7354.789 kg
45	暴風時主索安全率	$N_{bs} = F_1 \cdot 10^3 / T_{bs}$	= 6.458

8-1. 暴風時曳索張力検討

46	曳索中央垂下比	$Sot = \frac{ft}{\ell_0} = \frac{(16)}{\ell_0}$	= 0.0300
47	無負荷時最大張力係数	$\phi_{tt} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Sot + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Sot}$	= 4.282588
48	風圧考慮曳索等価荷重	$Wbt' = \frac{\ell_0}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{Wc^2 + (V' \cdot dc \cdot 10^{-3})^2}$ (V'=240 kg/m ²)	= 812.4896 kg
49	暴風時曳索張力	$Ttt' = Wbt' \cdot \phi_{tt} = (48) \times (47)$	= 3479.558 kg
50	無負荷時曳索等価重量	$Wbt = \frac{\ell_0}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{Wc^2 + (V \cdot dc \cdot 10^{-3})^2}$ (V=20.4 kg/m ²)	= 194.8233 kg
51	無負荷時曳索張力	$Ttt = Wbt \cdot \phi_{tt} = (50) \times (47)$	= 834.3481 kg
52	暴風による弾性伸張率	$\Delta et' = \frac{Ttt' - Ttt}{Ac \cdot Ec} = \frac{(49) - (51)}{Ac \cdot Ec}$	= 0.00347
53	弾性伸張による補正係数	$e3e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(1 + \frac{3}{8 \cdot Sot^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta et'} \right\}$	= 1.2892
54	無負荷時最大張力係数	$\phi_{bt} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Sot \cdot e3e + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Sot \cdot e3e}$	= 3.3496
55	暴風時曳索張力	$Tbt = Wbt' \cdot \phi_{bt} = (53) \times (54)$	= 2721.527 kg
56	暴風時曳索安全率	$Nbt = \frac{F2 \cdot 10^3}{Tbt}$	= 4.336

9. 単荷重復索の強度検討

57	風圧荷重と動荷重係数を考慮した機器荷重	$Pf1 = \sqrt{(1 \cdot Po + Pc + Wc \cdot m)^2 + (V2 \cdot Ap + V3 \cdot A + V1 \cdot dc \cdot m \cdot 10^{-3})^2}$ (Po=0)	= 162.3201 kg
58	風圧時の復索の等価自重	$Wb1 = \frac{\ell_0}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{Wf^2 + (V1 \cdot df \cdot 10^{-3})^2}$ (V1=20.4 kg/m ²)	= 295.6733 kg
59	荷重比	$n = \frac{Pf1}{Wb1} = \frac{(57)}{(58)}$	= 0.5490
60	垂下比等価係数	$Z1 = \frac{1+n}{\sqrt{1+3n+3n^2}}$	= 0.8220
61	無負荷時最大張力係数	$\phi_0 = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Sot \cdot \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Sot} = (5)$	= 5.1169
62	無負荷時16m/sec風速時の復索張力	$Tn = Wb1 \cdot \phi_0 = (58) \times (61)$	= 1512.937 kg
63	単荷重最大張力係数	$\phi_{t1} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z1 \cdot Sot + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z1 \cdot Sot}$	= 6.2029
64	弾性伸張補正をしない場合の復索高支持点張力	$Ti = (Wb1 + Pf1) \cdot \phi_{t1} = ((58) + (57)) \times (63)$	= 2840.908 kg
65	負荷による弾性伸張率	$\Delta e = \frac{Tt - Tn}{Af \cdot Ef} = \frac{(64) - (62)}{Af \cdot Ef}$	= 0.00100
66	弾性伸張による補正係数	$e1e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(1 + \frac{3}{8 \cdot Sot^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta e} \right\}$	= 1.1358
67	単荷重最大張力係数	$\phi_1 = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z1 \cdot Sot \cdot e1e + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z1 \cdot Sot \cdot e1e}$	= 5.4735
68	補正後復索高支持点張力	$T1f = (Wb1 + Pf1) \cdot \phi_1 = ((57) + (58)) \times (67)$	= 2506.84 kg
69	復索安全率	$N2 = \frac{F2 \cdot 10^3}{T1f}$ (≧ 2.7 ならば OK)	= 7.819

10. 多荷重復索の強度検討

70	風圧荷重と動荷重係数を考慮した機器荷重	$Pf2 = \sqrt{(1 \cdot Pbc + P'c + Wc \cdot m)^2 + (V2 \cdot Ap + V3 \cdot A + V1 \cdot dc \cdot m \cdot 10^{-3})^2}$	= 196.1629 kg
**	復索の等価重量	$Wb1 = (58)$	= 295.6733 kg
71	荷重比	$n = \frac{Pf2}{Wb1} = \frac{(70)}{(58)}$	= 0.6634
72	搬器間隔係数	$q = \frac{m'}{\ell}$	= 0.2633
73	垂下比等価係数	$Z1 = \frac{1+Z \cdot n}{\sqrt{1+n \cdot \{3i-i \cdot (i-1) \cdot (i+1) \cdot q^2\} + n^2 \cdot \{3i^2-2i \cdot (i-1) \cdot (i+1) \cdot q\}}}$	= 0.9974
74	多荷重最大張力係数	$\phi_{t2} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z1 \cdot Sot + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z1 \cdot Sot}$	= 5.1299
75	弾性伸張補正をしない場合の復索高支持点張力	$Ti = (Wb1 + Pf2) \cdot \phi_{t2} = ((58) + i \times (70)) \times (74)$	= 5542.002 kg
76	負荷による弾性伸張率	$\Delta e = \frac{Tt - Tn}{Af \cdot Ef} = \frac{(75) - (62)}{Af \cdot Ef}$	= 0.00303
77	弾性伸張による補正係数	$e2e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(1 + \frac{3}{8 \cdot Sot^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta e} \right\}$	= 1.3472
78	多荷重時最大張力係数	$\phi_1 = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Z1 \cdot Sot \cdot e2e + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Z1 \cdot Sot \cdot e2e}$	= 3.8372
79	補正後復索高支持点張力	$T2f = (Wb1 + Pf2) \cdot \phi_1 = ((58) + i \times (70)) \times (78)$	= 4145.413 kg
80	復索安全率	$N2 = \frac{F2 \cdot 10^3}{T2f}$ (≧ 2.7 ならば OK)	= 4.728

11. 暴風時復索張力の検討

**	無負荷時最大張力係数	$\phi_0 = (61)$	= 5.116922
81	風圧考慮復索等価荷重	$Wb1' = \frac{\ell_0}{\cos \alpha} \cdot \sqrt{Wf^2 + (V1 \cdot df \cdot 10^{-3})^2}$ (V1=240 kg/m ²)	= 1058.376 kg
82	暴風時復索張力	$T1f' = Wb1' \cdot \phi_0 = (81) \times (61)$	= 5405.392 kg
**	無負荷時16m/sec復索張力	$Tn = (62)$	= 1512.937 kg
83	暴風による弾性伸張率	$\Delta e' = \frac{T1f' - Tn}{Af \cdot Ef} = \frac{(82) - (62)}{Af \cdot Ef}$	= 0.0029
84	弾性伸張による補正係数	$e2e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ 1 + \sqrt{1 + \left(1 + \frac{3}{8 \cdot Sot^2 \cdot \cos^4 \alpha} \right) \cdot \Delta e'} \right\}$	= 1.3378
85	無負荷時最大張力係数	$\phi_{b1f} = \frac{\sqrt{1+(4 \cdot Sot \cdot e2e + \tan \alpha)^2}}{8 \cdot Sot \cdot e2e}$	= 3.853836
86	暴風時復索張力	$Tb1f = Wb1' \cdot \phi_{b1f} = (81) \times (85)$	= 4070.887 kg
87	暴風時復索安全率	$Nb1f = \frac{F2 \cdot 10^3}{Tb1f}$	= 4.815

1.2. 想定荷重の計算

θ	= 水平角	= 0° 0'
D	= $ds+df+2 \cdot dc$	= 74 mm
l_x	= 検討する支柱間径間の径間距離	= 173 m
L_n	= $\frac{l_0+l_x}{2}$ (l_0 = 検討する支柱径間距離)	= 203.5 m
h_{hl}	= 支柱の高さ	= 13.5 m
m	= 支柱の本数	= 2 本
$Ap1$	= 単荷重時吊荷1組の受風面積	= 2.5 m ²
$Ap2$	= 多荷重時吊荷1組の受風面積	= 0.4 m ²
A	= 支柱の柱1本の高さ1m当たりの受風面積	= 0.132 m ²
$A3$	= $1.8 \cdot A$ (裏面の風圧を考慮したとき)	= 0.2376 m ²
f_s	= 主索計算対象径間の中央垂下量 = $l_0 \cdot S_0$	= 5.85 m
S_0	= 無負荷時主索中央垂下比	= 0.025
m'	= 多荷重運搬時の搬器間隔	= 62.04
i	= 検討する径間の搬器数	= 4
i_x	= 検討する支柱間径間の搬器数	= 3
$\mu 1$	= 軌索不平均張力係数	= 0.15

水 平 張 力	主 索	$P_{s1} = \sqrt{(l \cdot P_0 + P_0 + Wc \cdot m)^2 + (V2 \cdot Ap1 + V3 \cdot Ah + V1 \cdot dc \cdot m \cdot 10^{-9})^2}$	= 2342.772 Kg	
		$T_{o1s} = \frac{Wb1 + P_{s1}}{8 \cdot S' \cdot l} = \frac{(2) + (1)}{8 \cdot S_0 \cdot (4) \cdot (10)}$	= 14639.48 Kg	
	復 索	$P_{f1} = \sqrt{(l \cdot P' \cdot 0 + P' + Wc \cdot m)^2 + (V2 \cdot Ap1 + V3 \cdot Ah + V1 \cdot dc \cdot m \cdot 10^{-9})^2}$	= 162.3201 Kg	
		$T_{o1f} = \frac{Wb1 + P_{f1}}{8 \cdot S' \cdot l} = \frac{(58) + (57)}{8 \cdot S_0 \cdot (60) \cdot (65)}$	= 2452.893 Kg	
	主 索	$P_{s2} = \sqrt{(l \cdot P' \cdot 0 + P' + Wc \cdot m)^2 + (V2 \cdot Ap2 + V3 \cdot Ah + V1 \cdot dc \cdot m' \cdot 10^{-9})^2}$	= 953.559 Kg	
		$T_{o2s} = \frac{Wb1 + i \cdot P_{s2}}{8 \cdot S' \cdot l} = \frac{(2) + i \cdot (23)}{8 \cdot S_0 \cdot (26) \cdot (30)}$	= 14321.03 Kg	
	復 索	$P_{f2} = \sqrt{(l \cdot P' + P' + Wc \cdot m')^2 + (V2 \cdot Ap2 + V3 \cdot Ah + V1 \cdot dc \cdot m' \cdot 10^{-9})^2}$	= 196.1629 Kg	
		$T_{o2f} = \frac{Wb1 + i \cdot P_{f2}}{8 \cdot S' \cdot l} = \frac{(58) + i \cdot (70)}{8 \cdot S_0 \cdot (73) \cdot (77)}$	= 4019.842 Kg	
	暴 風 時	主索	$T_{obs} = \frac{Wb1 \cdot l_0}{8 \cdot S_0 \cdot e^{1e} \cdot \cos \alpha} = \frac{Wc \cdot l_0}{8 \cdot S_0 \cdot (42) \cdot \cos \alpha}$	= 2823.929 Kg
		復索	$T_{obf} = \frac{Wb1 \cdot l_0}{8 \cdot S_0 \cdot e^{2e} \cdot \cos \alpha} = \frac{Wf \cdot l_0}{8 \cdot S_0 \cdot (84) \cdot \cos \alpha}$	= 1049.548 Kg
		曳索	$T_{obt} = \frac{Wb1 \cdot l_0}{8 \cdot S_0 \cdot e^{3e} \cdot \cos \alpha} = \frac{Wc \cdot l_0}{8 \cdot (46) \cdot (83) \cdot \cos \alpha}$	= 586.9235 Kg

垂 直 荷 重	単 荷 重	主索	$P_{1s} = \frac{P_{s1}}{2} + \frac{(Ws + l \cdot Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot T_{o1s}$ (注1)	= 3220.882 Kg
		復索	$P_{1f} = \frac{P_{f1}}{2} + \frac{(Wf + l \cdot Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot T_{o1f}$	= 714.1396 Kg
	多 荷 重	主索	$P_{2s} = \frac{P_{s2} \cdot (i + i_x)}{2} + \frac{(Ws + l \cdot Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot T_{o2s}$ (注2)	= 5359.03 Kg
		復索	$P_{2f} = \frac{P_{f2} \cdot (i + i_x)}{2} + \frac{(Wf + l \cdot Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot T_{o2f}$	= 1456.941 Kg
	暴 風 時	主索	$P_{bs} = \frac{(Ws + Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot (T_{obs} + T_{obt})$	= 1049.168 Kg
		復索	$P_{bf} = \frac{(Wf + Wc) \cdot (l_0 + l_x)}{2} + \left(\frac{h_0}{l_0} + \frac{h_x}{l_x} \right) \cdot (T_{obf} + T_{obt})$	= 545.6034 Kg

(注1): h_x = 検討する支柱間径間の径間高低差, 検討する支柱が高い場合は正数, 低い場合は負数
 (注2): i = 検討する径間の搬器個数, i_x = 検討する支柱間径間の搬器個数

1.2-1. 水平縦荷重

主索側	$H_{ys} = \mu 1 \cdot T_{s}$ (注1)	= 2249.098 Kg
復索側	$H_{yf} = \mu 1 \cdot T_{f}$ (注2)	= 621.8119 Kg

(注1): $T_s = T_{1s}$ or T_{2s} のいずれか大きい方
 (注2): $T_f = T_{1f}$ or T_{2f} のいずれか大きい方

1.2-2. 水平横荷重

単荷重	$H_{x1} = 2 \cdot (T_{1s} + T_{1f} + 2T_{1i}) \cdot \sin \frac{\theta}{2} + V1 \cdot D \cdot L_n \cdot 10^{-9} + \frac{V2 \cdot Ap1}{2} + \frac{V3 \cdot A \cdot h_{hl} \cdot m}{2}$	= 376.924 Kg
多荷重	$H_{x2} = 2 \cdot (T_{2s} + T_{2f} + 2T_{2i}) \cdot \sin \frac{\theta}{2} + V1 \cdot D \cdot L_n \cdot 10^{-9} + \frac{V2 \cdot Ap2 \cdot L_n}{m'} + \frac{V3 \cdot A \cdot h_{hl} \cdot m}{2}$	= 377.9775 Kg
暴風時	$H_{Lx} = 2 \cdot (T_{bs} + T_{bf} + 2T_{bt}) \cdot \sin \frac{\theta}{2} + V1 \cdot D \cdot L_n \cdot 10^{-9} + \frac{V3 \cdot A \cdot h_{hl} \cdot m}{2}$	= 4184.4 Kg

風圧の加る対象物	作業時 (風速 1.6 m/Sec時)		暴風時 (風速 5.5 m/Sec時)	
ワイヤ	$V1 = 2.0.4$	(Kg/m ²)	$V'1 = 240.0$	(Kg/m ²)
吊荷	$V2 = 1.7.0$	(Kg/m ²)	$V'2 = 200.0$	(Kg/m ²)
鉄柱	$V3 = 2.7.2$	(Kg/m ²)	$V'3 = 320.0$	(Kg/m ²)

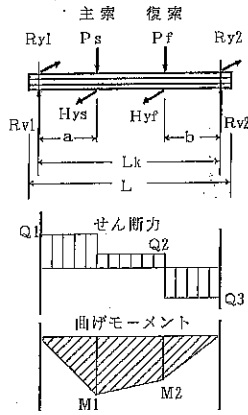
1.2-3. 想定荷重のまとめ

作 業 時 風 速 (1.6m/Sec)	主索垂直荷重	$P_s = 5359.03$	Kg	P_{1s}, P_{2s} の大きい方
	復索垂直荷重	$P_f = 1456.941$	Kg	P_{1f}, P_{2f} の大きい方
	主索水平縦荷重	$H_{ys} = 2249.098$	Kg	
	復索水平縦荷重	$H_{yf} = 621.8119$	Kg	
	水平横荷重	$H_x = 377.9775$	Kg	H_{x1}, H_{x2} の大きい方
	暴風速時	水平横荷重	$H_{Lx} = 4184.4$	Kg

13. 笠木の強度検討

才 3.4 材

(門型柱とする場合)



垂直荷重による支柱反力	$R_p = \{P_s(Lk-a) + P_f \cdot b\} / Lk$	= 4244.148 K _g
垂直荷重による笠木せん断力	$Q_p = R_p$	= 4244.148 K _g
水平縦荷重による支柱反力	$R_h = \{H_{ys}(Lk-a) + H_{yf} \cdot b\} / Lk$	= 1784.159 K _g
水平縦荷重による笠木せん断力	$Q_h = R_h$	= 1784.159 K _g
垂直荷重による笠木曲げモーメント	$M_p = R_p \cdot a$	= 5092.978 K _g m
水平縦荷重による笠木曲げモーメント	$M_h = R_h \cdot a$	= 2140.991 K _g m
笠木材せん断応力度	$\tau = \sqrt{Q_p^2 + Q_h^2} / A$	= 38.8844
笠木材圧縮応力度	$\sigma_p = \omega \cdot \frac{H_x}{A} \left(\frac{M_p}{Z_p} + \frac{M_h}{Z_h} \right) \cdot 10^8$	= 988.1403
笠木材の許容せん断応力度	$\tau_a = 980 \cdot \alpha = 864$ (> τ ならば O.K)	
笠木材許容圧縮応力度	$\sigma_{pa} = 1.450 \cdot \alpha = 1,305$ (> σ_p ならば O.K)	

笠木性能

a	= 1.20 m
b	= 1.20 m
Lk	= 4.20 m

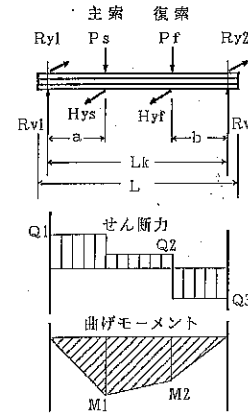
(ω = 笠木慮係数)
($\lambda = Lk/r$)

使用材料	H 300 × 300 × 10 / 15			
断面積 A	= 118.4 cm ²	断面係数	水平方向 Z _p	= 1350 cm ³
ねじり力による係数 α	H鋼補強 = 0.9		垂直方向 Z _h	= 385 cm ³
笠木材最小二次半径 r	= 7.55 cm	細長比 λ	= 55.62914	

13. 笠木の強度検討

才 1.2.5.6 材

(門型柱とする場合)



垂直荷重による支柱反力	$R_p = \{P_s(Lk-a) + P_f \cdot b\} / Lk$	= -571.8456 K _g
垂直荷重による笠木せん断力	$Q_p = R_p$	= -571.8456 K _g
水平縦荷重による支柱反力	$R_h = \{H_{ys}(Lk-a) + H_{yf} \cdot b\} / Lk$	= 1728.657 K _g
水平縦荷重による笠木せん断力	$Q_h = R_h$	= 1728.657 K _g
垂直荷重による笠木曲げモーメント	$M_p = R_p \cdot a$	= -686.2147 K _g m
水平縦荷重による笠木曲げモーメント	$M_h = R_h \cdot a$	= 2074.389 K _g m
笠木材せん断応力度	$\tau = \sqrt{Q_p^2 + Q_h^2} / A$	= 19.91454
笠木材圧縮応力度	$\sigma_p = \omega \cdot \frac{H_x}{A} \left(\frac{M_p}{Z_p} + \frac{M_h}{Z_h} \right) \cdot 10^8$	= 633.4271
笠木材の許容せん断応力度	$\tau_a = 980 \cdot \alpha = 864$ (> τ ならば O.K)	
笠木材許容圧縮応力度	$\sigma_{pa} = 1.450 \cdot \alpha = 1,305$ (> σ_p ならば O.K)	

笠木性能

a	= 1.20 m
b	= 1.20 m
Lk	= 4.20 m

(ω = 笠木慮係数)
($\lambda = Lk/r$)

使用材料	H 250 × 250 × 9 / 14			
断面積 A	= 91.43 cm ²	断面係数	水平方向 Z _p	= 860 cm ³
ねじり力による係数 α	H鋼補強 = 0.9		垂直方向 Z _h	= 292 cm ³
笠木材最小二次半径 r	= 6.32 cm	細長比 λ	= 66.45569	

14. 支線の強度検討

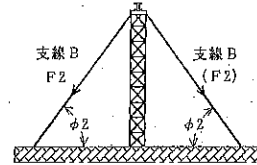
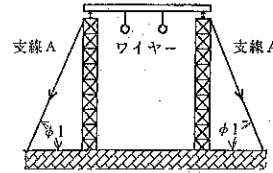
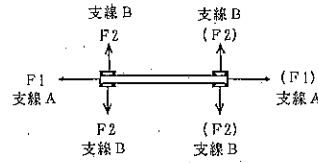
(1) 作業時の支線強度の検討

使用支線性質

	支線 A		支線 B	
支線材料	6x19 0/0 φ 10.0 (A種 × 1本)		6x19 0/0 φ 14.0 (A種 × 1本)	
切断荷重	Bs1 = 5.5 t	t	Bs2 = 10.8 t	t

根柵材料性質

根柵直径	B1 = 0.10 m	m	B2 = 0.20 m	m
根柵長さ	C1 = 1 m	m	C2 = 1.5 m	m
埋設深さ	H1 = 0.9 m	m	H2 = 1.5 m	m
掘削深さ	h1 = 1.00 m	m	h2 = 1.70 m	m
支線角度	φ1 = 45°		φ2 = 45°	
土の単位重量	γ1 = 1600 kg/m³	kg/m³	γ2 = 1600 kg/m³	kg/m³
土の有効角	θ1 = 30°		θ2 = 30°	
支柱の本数	m = 2 本	本	m = 2 本	本



支線張力	F1 = Hx1 / sin φ1	= 534.5409 kg
	F2 = Hx1 / sin φ2	= 2523.182 kg
支線安全係数	Sf1 = Bs1 / F1 (≥ 4 ならば O.K.)	= 10.289
	Sf2 = Bs2 / F2 (≥ 4 ならば O.K.)	= 4.280
支線根柵強度	P1 = γ · H1 · { B1 · C1 + (B1 + C1) · H1 · tan θ + 1/3 · H1² · tan² θ }	= 1485.471 kg
	P2 = γ · H2 · { B2 · C2 + (B2 + C2) · H2 · tan θ + 1/3 · H2² · tan² θ }	= 8653.384 kg
根柵安全係数	Sfp1 ≥ P1 / F1 (≥ 2.5 ならば O.K.)	= 2.779
	Sfp2 = P2 / F2 (≥ 2.5 ならば O.K.)	= 2.637

(2) 暴風時の支線強度の検討

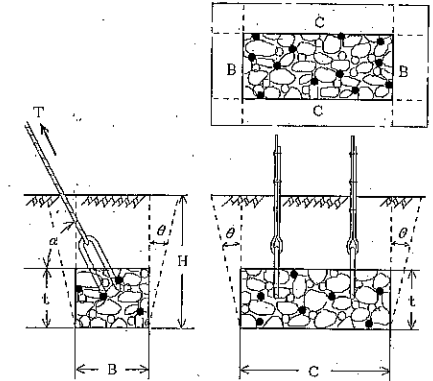
支線張力	Fxb = $\frac{Hxb \cdot 0.7}{\sin \phi}$ (注1)	= 2958.818 kg
安全率	Nb = (Bs1 + Bs2) / Fxb (≥ 4 ならば O.K.)	= 5.509 T

(注1) : Hxb = H2x とする

15. コンクリートブロック基礎

計算係数

土の単位重量	γ = 1600 kg/m³
土の有効角	θ = 30°
圧縮耐力	qf = 40000 kg/m²
支線角度	α = 30° 0'
有効幅	B = 1.0 m
有効長	C = 3 m
基礎体厚さ	t = 1.0 m
埋設深さ	H = 2.6 m



基礎面上倒立錐体の体積	Ve = H · { B · C + (B + C) · H · tan θ + 1/3 · H² · tan² θ }	= 31.2231 m³
地表面下の基礎体の体積	Vc = B · C · t	= 3 m³
基礎体の重量	G = γc · Vc (γc = 2,300 kg/m³)	= 8900 kg
引揚想定引張荷重	T = Ts + Tf + 2 · Ti + Fa (注1)	= 29698.05 kg
引揚引揚力	Ta = T · sin α	= 20284.15 kg
基礎体の引揚耐力	Ft = γ · (Vc - Ve) + G	= 52056.97 kg
向安全係数	SPl = Ft / Ta (≥ 2 ならば O.K.)	= 2.566
水想定引張荷重	T = Ts + Tf + 2 · Ti + Fa (注1)	= 29698.05 kg
水平力	Th = T · cos α	= 20284.15 kg
基礎体の水平耐力	Fh = 0.5 · (γ · (B · C · H - Vc) + G - Ta) + qf · C · t	= 117147.9 kg
向安全係数	SPH = Fh / Th (≥ 2 ならば O.K.)	= 5.775

(注1) : Ts, Tf, Ti は T1s, T1f, と T2s, T2f, T2i の和の大きい方, Fa は F1, F2 のうち大きい方とする。

各種地盤の諸元

地盤の種類	土の有効角 θ	土の単位体積重量 γ	圧縮耐力 q	床板側面圧縮耐力 qf
甲種 地下水位が十分に低く、抵抗力の大きい地盤 (山地、硬い畑、原野)	30°	1600 (kg/m³)	60000 (kg/m²)	40000 (kg/m²)
乙種 多少の湧水はあるが、抵抗力の大きい地盤 (柔らかい畑地等)	20°	1500 (kg/m³)	40000 (kg/m²)	30000 (kg/m²)
丙種 地下水位が高く、抵抗力の小さい地盤 (普通の水田)	10°	1400 (kg/m³)	20000 (kg/m²)	15000 (kg/m²)

16. 引留基礎の検討 (根柢丸太の場合)

(1) アンカーワイヤーの検討

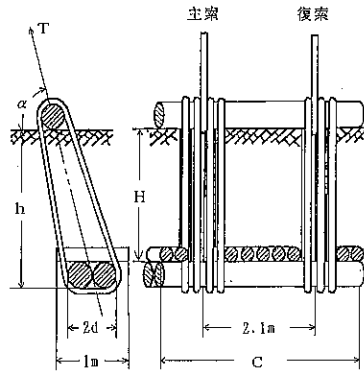
支線材料	8x24 O/O (A種)	ワイヤーの直径	$\phi = 18.0$ mm
切断荷重	$B_s = 16.2$ t	ワイヤーの巻数	$n = 4 + 4 = 8$ 巻

許容切断荷重	$F_n = B_s \cdot n$	$= 129.6$ t
想定引張荷重	$\Sigma T = (T_s + T_f + 2 \cdot T_t + 2 \cdot F_a) \cdot 10^{-3}$ (注1)	$= 28.13301$ t
安全係数	$N = F_n / \Sigma T$ (≥ 4 ならば O.K.)	$= 4.607$

(注1) : T_s, T_f, T_t は T_{1s}, T_{1f}, T_{1t} と T_{2s}, T_{2f}, T_{2t} の和の大きい方、 F_a は F_{11}, F_{12} のうち大きい方とする。

(2) 基礎の強度検討

使用材料	松丸太材 (2本組)
土の単位重量	$\gamma = 1800$ Kg/m^3
土の有効角度	$\theta = 30^\circ$
支線角度	$\alpha = 45^\circ 0'$
丸太直径	$d = 0.30$ m
有効長さ	$C = 4$ m
埋設深さ	$H = 2.5$ m
台付ワイヤ巻巾	$S = 7.2$ cm
掘削深さ	$h = 2.8$ m



想定引張荷重	$T = T_s + T_f + 2 \cdot T_t + 2 \cdot F_a$	$= 28133$ Kg	
引揚力	$T_a = T \cdot \sin \alpha$	$= 19893.04$ Kg	
根柢の引揚耐力	$F_a = \gamma \cdot H \cdot \left\{ B \cdot C + (B+C) \cdot H \cdot \tan \theta + \frac{4}{3} \cdot H^2 \cdot \tan^2 \theta \right\}$ (注2)	$= 47269.23$ Kg	
安全係数	$SP = F_a / T_a$ (≥ 2 ならば O.K.)	$= 2.378$	
根柢材強度	曲げ応力	$\sigma_B = \frac{(\sqrt{2}-1) \cdot C \cdot 10^5 \cdot T_a}{\pi \cdot (d \cdot 10^3)^3}$ (≤ 90 Kg/cm^2 (許容曲げ応力) ならば O.K.)	$= 38.85721$ Kg/cm^2
	せん断力	$\tau = \frac{T_a}{2\pi \cdot (d \cdot 10^3)^2}$ (≤ 12 Kg/cm^2 (許容せん断力) ならば O.K.)	$= 3.518$ Kg/cm^2
	支圧応力	$\sigma_b = \frac{T_a}{2 \cdot S \cdot d \cdot 10^3}$ (≤ 80 Kg/cm^2 (許容支圧力) ならば O.K.)	$= 46.04869$ Kg/cm^2

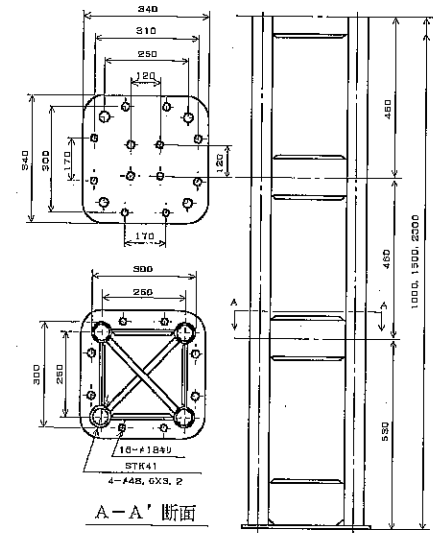
(注2) : 有効直径 $B = d \cdot r$ (本) とする

17-1 支柱の強度検討 (門型柱の場合)

支柱種類 : A-300

個材諸性能表

サイズ	STK41- $\phi 48.6 \times 3.2$
主柱個材断面積	$A_p = 4.562$ cm^2
断面二次モーメント	$I_x = 11.8$ cm^4
回転二次半径	$r = 1.6$ cm
支柱有効長	$l_p = 46$ cm
支柱有効幅	$B = 29.9$ cm
重心位置	$C_x = 2.43$ cm
1/2 重心間距離	$g = 12.5$ cm
支柱細長比	$\lambda_1 = 28.75$
支柱単位重量	$G = 30$ Kg/m
許容圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 1391$ Kg/cm^2
支柱受風圧面積	$A' = 0.132$ cm^2



A-300

(1) 主柱材個材の強度検討

鉄柱重量	$W_t = 405$ Kg	支柱の高さ	$h_{t1} = 13.5$ m
笠木重量	$W_k = 446.4$ Kg	支柱の本数	$m = 2$ 本
支柱反力	$R_p = 4244.148$ Kg		

支柱に加わる荷重	$C2 = R_p + W_t + \frac{W_k}{m} + F_1 \cdot \cos \phi_1 + F_2 \cdot \cos \phi_2$	$= 7034.485$ Kg
組立材許容圧縮力	$P > C2$ ならば O.K.	$= 12203.35$ Kg

(2) 組立材の許容強度検討

組立材断面積	$A = 4 \cdot A_p$	$= 18.248$ cm^2
断面二次モーメント	$I_y = 4 \cdot (I_x + A_p \cdot g^2)$	$= 2898.45$ cm^4
断面二次半径	$i_y = \sqrt{I_y / A}$	$= 12.60304$ cm

計算式	支柱高さ	6m	8m	10m	12m	14m	16m	18m
組立材細長比 ($\lambda_2 = h_{t1} / i_y$)		47.61	63.49	79.35	95.22	111.1	127.0	142.8
等価細長比 ($\lambda = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2}$)		55.55	69.48	84.37	99.44	114.7	130.2	145.7
応屈係数 (ω)		1.16	1.28	1.44	1.68	2.23	2.85	3.60
許容圧縮力 ($F_{cm} = \frac{\sigma_{ca} \cdot A}{\omega}$)		21.9T	19.8T	17.6T	15.1T	11.4T	8.9T	7.1T

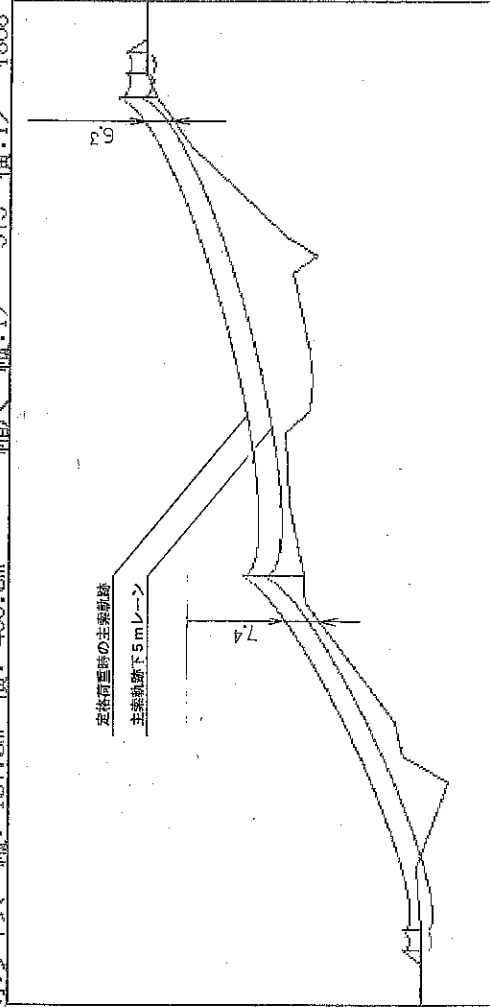
18. 原動機所用馬力の検討

駆動車の巻込側張力	$T_t = 2044.116$	kg
駆動車の巻出側張力	$T_d = 0.00$	kg
駆動装置効率	$\eta = 0.85$	
索道運転速度	$v = 80$	m/min

索道の最小駆動馬力	$P_s = \frac{T_t \cdot v}{76 \cdot 60 \cdot \eta}$	= 42.75	PS 以上
-----------	--	---------	-------

(注.1) : T_t は T_{1t}, T_{2t} の中大きい方とする。

[Sak240.440] 軌道シミュレーション
 整理番号: 000523 (No.140号)
 表示サイズ 縦: 107.0m 横: 439.0m 縮尺 縦: 1/973 横: 1/1868



支柱番号	1	2	3	4	5	6
水平距離	10	173	234	275	355	456
支柱高さ	4	4	13	15	54	10
支持点高低差	0	0	35	5	50	0
傾斜角度	0°	11°35'	6°42'			78°
水平角度						