

南処理工場煙突部ほか解体工事

02 S56 煙突 確定仕様書・構造計算書

第 7 章 ラ イ ニ ン グ

7.1 材 料

高強度ホスタブル(筒身鋼板内面)	厚さ 20 ^{mm}	TX-400 (東和耐火(株))
断熱ホスタブル(鋼板側)	厚さ 60 ^{mm}	LW-5 (")
耐酸ホスタブル(排ガス側)	厚さ 40 ^{mm}	DP-A (")

7.2 鉄 筋

工場においてリング状に組立てた筒身内面に直径7mm、長さ65mmのスタッドボルトを314mm×375mm間隔で溶接により植付け、これに直径6.0mmの鉄筋を縦横に組合せ溶接します。
この鉄筋に電溶金網32φ×75×75を結束します。

7.3 仮 設 備

材料倉庫、機器上屋、コンプレッサー、ミキサー、セメントガン各種ホース類、ゴンドラ、ウインチ、ワイヤー滑車類などの仮設備をライニング工事用として設けます。

7.4 施工要領

煙突建方完了後，頂部に梁を設け，この梁にガイドワイヤーとメインワイヤーを張りゴンドラを吊り下げます。

ウィンチを操作してゴンドラを昇降させ下部より上部にむけて所定厚さのライニングを吹きつけます。

集煙部は別途丸太足場を組み，足場板を渡して吹きつけ作業を行います。

材料は地上でミキサーにかけ空練りし，セメントガンを経由してエアークンプレッサーによりエアースホースの中を上部まで連続的にはこぶ，また別ルートで水をはこび，材料と水がノズルの先端で良く混合するように吹きつけます。

7.5 ライニング工事完了後，1ヶ月以内は，煙道の継ぎ込みをしないこと。
(理由は，溶接によるラスの電蝕防止のため)

第 8 章 電 気 設 備

8.1 避雷設備 ^{総合}

煙突基部に接地抵抗5Ωの避雷用接地電極を3箇所埋設し、地中導線を筒身にとりつけます。

接地電極、地中導線は当社より供給しますが、埋込みは貴社にて施工願います。

なお、避雷針は特に設置いたしません。

接地抵抗計測

8.2 航空障害灯

(1) 標識灯取付位置と形式

	高 さ	形 式	筒 数	種 類
1	頂部	FX7-200K	3	
2	中間部	FX7-200K	4	
3				
4				
5				

(2) 標 識 灯

形 式	合計台数	Kcd	V	HZ	備 考
FX7-200K	3	200	200	1φ 50Hz	航空局認定品
FX7-200K	4	200	200	1φ 50Hz	同 上

目 次

	(PAGE)
§.1 設計概要	2
§.2 設計方針	6
§.3 立体骨組構造の解析理論	9
§.4 産線と応力の符号	13
§.5 筒身の設計	14
§.6 繫玉梁の設計	23
§.7 脚部の設計	28
§.8 補強筋の設計	36
§.9 煙路部の設計	43

5.1 設計概要

1-1 一般事項

工事名称 : (仮称) 横須賀市南部清掃工場
焼却炉建設工事の内煙突新設工事

建設場所 : 神奈川県横須賀市神明町2-233番地ほか

主要構造

煙突の用途 : 焼却炉用

煙突の型式 : 三脚型

煙突の高さ : 170 m

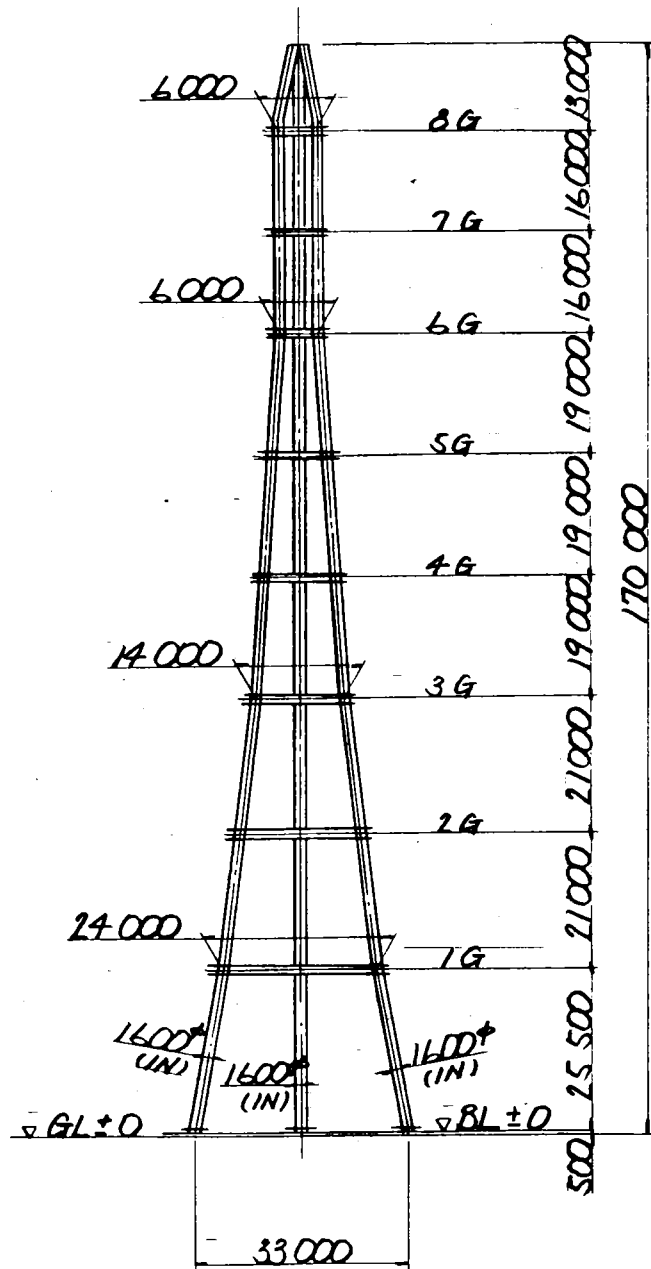
筒身内径 : A, B, C 筒 1.6 mφ (鋼板IN)

筒身上部間隔 : 6.0 m

筒身基部間隔 : 33.0 m

リング仕様 :	高強度キャストブル	20 mm
	断熱キャストブル	60 mm
	耐酸キャストブル	40 mm

1-2 构造概略图



1.3 設計規準

構造計算規準として、日本建築学会、鋼構造計算規準、鋼製煙突構造計算規準ならびに下記の関連する規準に従つて、脚型煙突の構造計算を行う。

- (1) 建築基準法ならびに同施行令
- (2) 薄肉鋼構造計算規準（日本建築学会）
- (3) 鋼管構造計算規準（ " ）
- (4) 建築基礎構造計算規準（ " ）
- (5) 鉄筋コンクリート構造計算規準（ " ）
- (6) 客先仕様書及び設計規準（ " ）
- (7) 当社仕様書及び設計規準（ " ）
- (8) 塔状鋼構造設計指針・同解説（ " ）

1.4 材料の許容応力度

主要構造鋼材

使用板厚により次の区分通りとする。

- $t < 26 \text{ mm}$ SS41
- $26 \text{ mm} \leq t$ SM41A

許容応力度

	長期	短期
引張、圧縮、曲げ	1,600 kg/cm ²	2,400 kg/cm ²
剪断	900 "	1,350 "

アンカーボルト（谷断面に対する許容応力度）

	長期	短期
引張	1,100 kg/cm ²	1,600 kg/cm ²

コンクリート（ $F_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ ）

	長期	短期
圧縮	60 kg/cm ²	120 kg/cm ²
付着	10.8 "	16.2 "

薄肉円筒の局部座屈

次式によって計算したものを長期許容座屈応力度とする。

$$\frac{D}{t} \leq \frac{240}{F} \text{ の時}$$

$$f_c' = \frac{F}{1.5}$$

$$\frac{240}{F} < \frac{D}{t} < \frac{1400}{F} \text{ の時}$$

$$f_c'' = \frac{1.08 - 0.00034 \cdot F \cdot \frac{D}{t}}{1.34 + 0.00065 \cdot F \cdot \frac{D}{t}} \cdot F$$

$$\frac{D}{t} \geq \frac{1400}{F} \text{ の時}$$

$$f_c'' = \frac{373}{D/t}$$

F : F値

D : 筒身外径

t : 筒身板厚

§ 2. 設計方針

2.1 方針

- (1) 節点は十分剛であるとし、三角立体ラーメンとして中立軸をとつて解析する。
- (2) 荷重は各節点間における等分布荷重及び各節点集中荷重とする。
- (3) 集煙部は自由端とする。
- (4) 節点間は等断面とし、平均板厚をとる。
- (5) 応力解析は全て電算機「立体骨組構造プログラム」によつて行い。

2.2 設計条件

(1) 風圧力

$$w = c \cdot 120 \sqrt[4]{h} \text{ kg/m}^2 \quad (h: \text{地上よりの高さ (m)})$$

c 抵抗係数

緊ぎ梁 $c = 1.2$

筒身 $c = 0.7$

(2) 温度応力

稼働中の筒と、稼働停止した筒との温度差を~~4.5~~4.5cとし、温度応力を求める。

(3) 自重

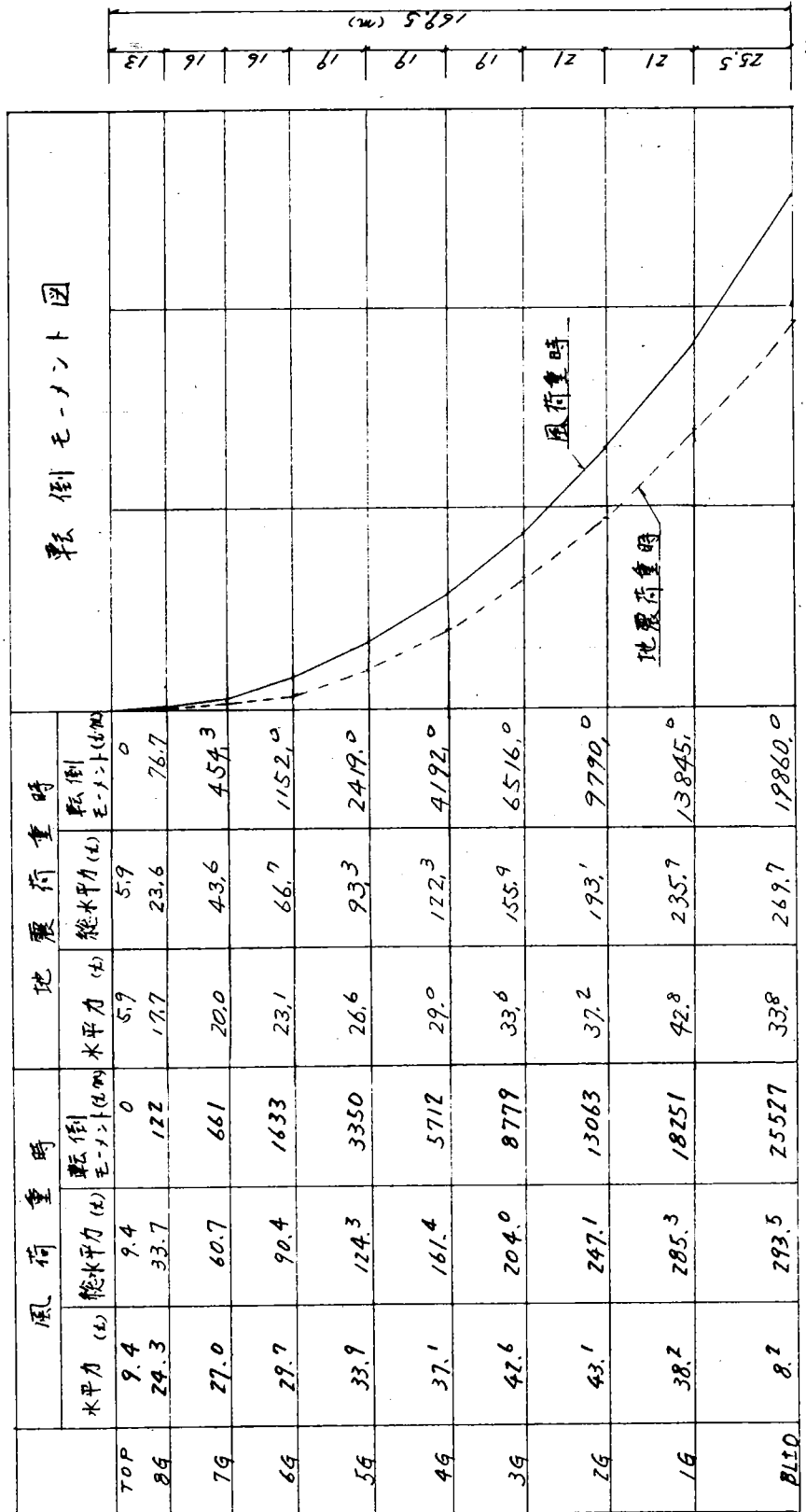
煙突本体、ライニングおよび付属品の自重が荷重として働くものとする。

(4) 地震力

水平震度 $K=0.3$ として各節点に水平力として与える。

2-3 設計応力の決定

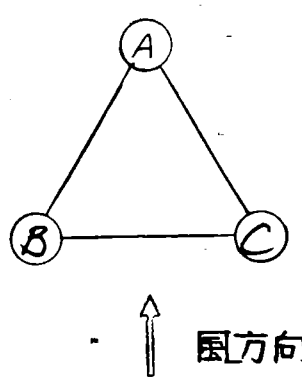
1. 風荷重と地震荷重の比較



風荷重より地震荷重の方が小さいので地震時の校訂可省く。

2. 筒身

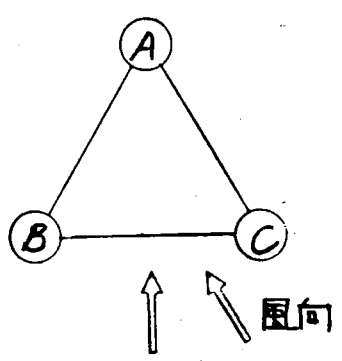
(風荷重 + 自重 + 温度荷重) の値が最大となる様な荷重状態で、応力解析を行い、設計応力を求める。
 A筒の風応力が最大となるのは、図2-1に示した様な風向きの場合である。又、温度応力が最大となるのは、A筒稼働及びB、C筒稼働のいずれかの場合に於てである。



(図2-1)

3. 繋ぎ梁

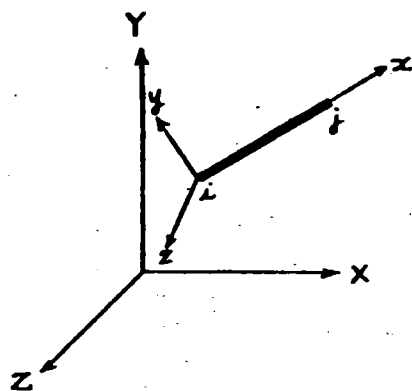
(風荷重 + 自重 + 温度応力) の値が最大となる様な状態にて応力解析を行い、設計応力を求める。A筒、C筒向の繋ぎ梁の風応力が最大となるのは、図2-2に示した様な2方向の風向きの場合である。又、温度応力は、A、B筒稼働及びC筒稼働のいずれかの場合に於てである。



(図2-2)

3-3 立体骨組構造の解析理論

3-1 基本座標と部材座標



基本座標は全部材を考える場合の共通の座標で、右手系とし任意に選ぶことができる。

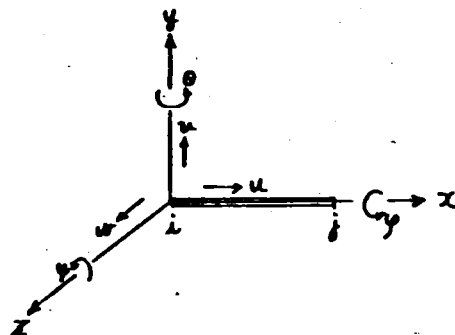
部材座標は各部材を別個に考える場合の、その部材固有の座標で、部材長手主軸方向をX軸にとる右手系座標である。

基本座標系(X, Y, Z)から部材座標系(x, y, z)に移る変換は線形変換であり次式で表わされる。

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = [T_{1j}] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (.1)$$

T_{1j} : 1軸とj軸のなす角の余弦

3-2 部材座標における部材力と変位の関係



力Pと変位sは微小変形を仮定すると、常に比例し次のように表わせる。

$$P = k \cdot s \quad (.2)$$

1, j部材の1, j点の部材力 P_1, P_j は1, j点の変位 s_1, s_j に

よって定まり、節点集中荷重のみの場合は(.2)式を拡張して

$$P_1 = K_{11} s_1 + K_{1j} s_j \quad (.3)$$

$$P_j = K_{j1} s_1 + K_{jj} s_j$$

ことに

$$P = \{X, Y, Z, L, M, N\}$$

$$S = \{u, v, w, \varphi, \theta, \phi\}$$

X : 軸力, Y, Z : y, z 軸のせん断力

L : ねじりモーメント, M, N : y, z 軸回りの曲げモーメント

u, v, w : x, y, z 軸の変位

φ, θ, ϕ : x, y, z 軸の変角

K : 剛性マトリックス (S が単位だけ変化した場合の部材力で
断面剛性と部材長によつて定まる)

3-3 基本座標系における部材力と節点の釣合式

(.3) 式の S を基本座標系の S_A に直すには (.1) 式を使つて

$$P_1 = K_{1j} T_{D1j} S_{A1} + K_{1j} T_{D1j} S_{Aj}$$

(.4)

$$P_j = K_{j1} T_{D1j} S_{A1} + K_{j1} T_{D1j} S_{Aj}$$

1 節点の釣合式は (.4) 式の P_1 を基本座標系に直して 1 節点に集
る全部材の合計が外力 F と等しくなければならないから

$$\sum_{r=1}^n (T_{D1j}^t K_{1j} T_{D1j} S_{A1} + T_{D1j}^t K_{1j} T_{D1j} S_{Aj})_r + F_1 = 0$$

(.5)

(.5) 式を全節点について書並べたものを次のように表わす。

$$KS + F = 0$$

(.6)

上式は構造系全体の弾性挙動を表わしている。変形法では S を未知
量にとり, (.6) 式 (これは連立一次方程式である) を解いて S を
求め, これを (.4) 式に代入すると部材力 P_1, P_j が求まり, 構造
解析ができたことになる。

これらの計算は原理的には比較的単純であるが, 計算回数が非常に
多くなるので電子計算機で行う。

3-4 温度応力

(.5)式は温度応力のような部材間荷重がある場合は荷重項 C_{1j} が加わる。

$$P_i = K_{11}S_i + K_{1j}S_j + C_{1j} \quad (.7)$$

C_{1j} は1, j端を固定した場合の中間荷重による部材力であつて、温度応力の場合は軸力の項のみとなつて

$$X_i = -\frac{EA}{l}u_i + \frac{EA}{l}u_j - EA\alpha t \quad (.8)$$

ここに

EA/l : 剛性マトリックスの要素

$-EA\alpha t$: 荷重項

E : ヤング率, A : 断面積, l : 部材長

α : 線膨張率, t : 温度

中間荷重の荷重項を含まないプログラムを使用する場合は、

$F = -EA\alpha t$ を節点集中外力として計算する。

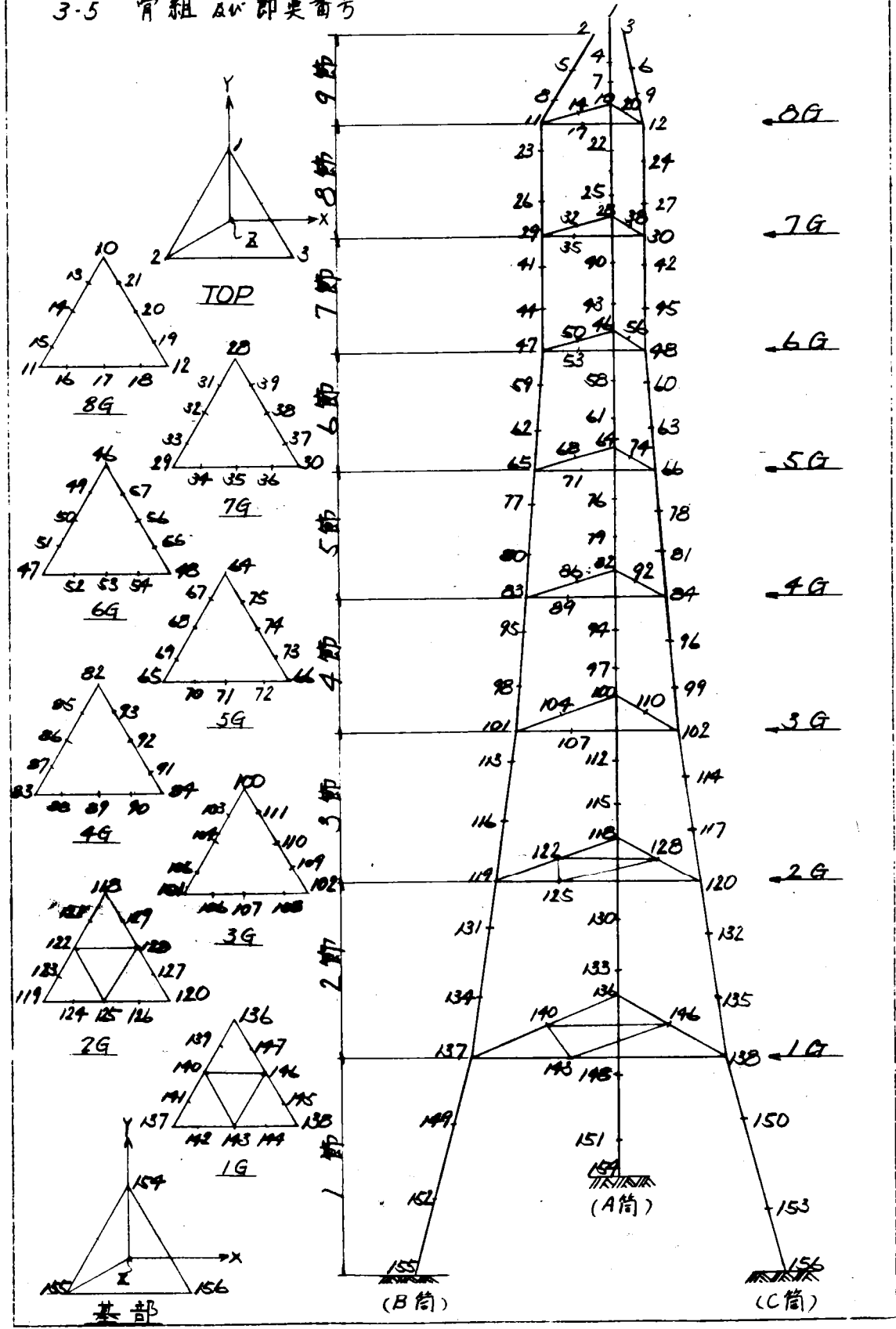
この場合計算された軸力 X_0 は

$$X_0 = -\frac{EA}{l}u_i + \frac{EA}{l}u_j \quad (.9)$$

で求めるので、其の軸力 X は(.8)式によつて求める。

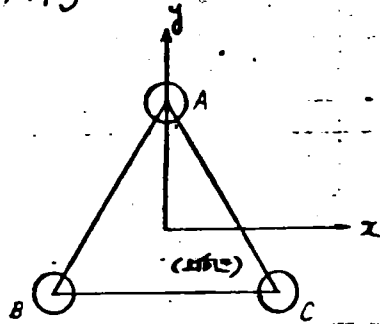
$$X = X_0 - EA\alpha t \quad (.10)$$

3-5 骨組 AN 節夾番号

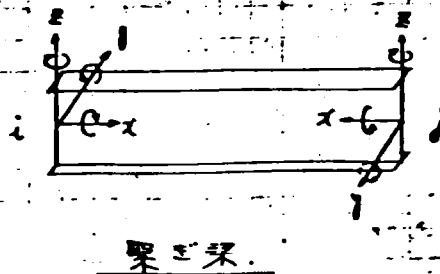
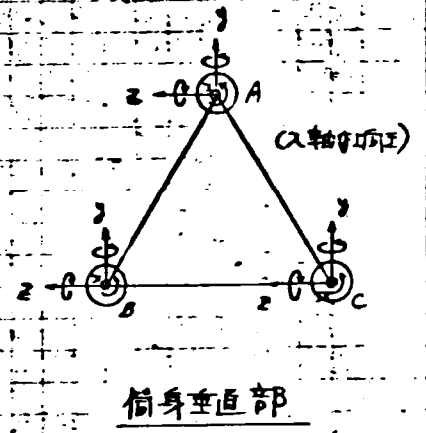
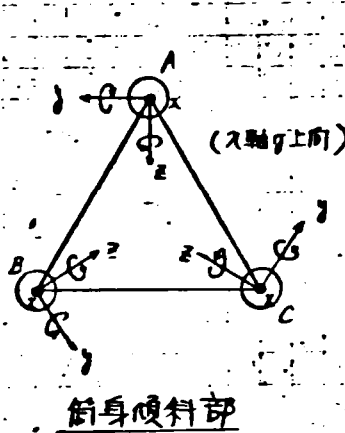
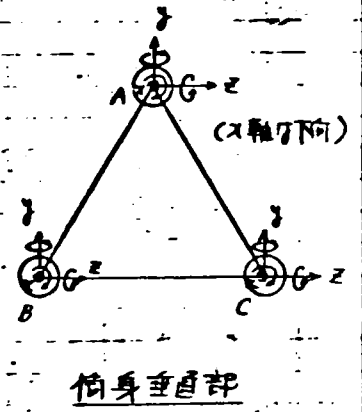
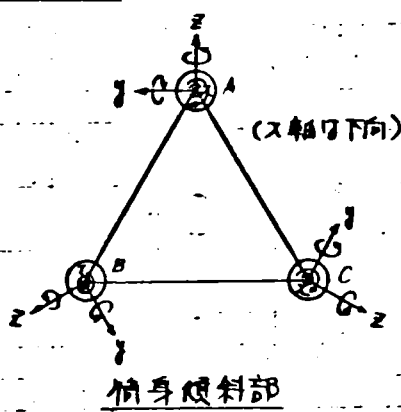


§.4 座標と応力の行方

絶対座標



傾斜座標



35. 筒身の設計

5-1. 筒身の許容応力度

(a) 筒身の許容圧縮応力度 (短期にて検討 ---- 長期 $\times 1.5$)

λ = 圧縮材の細長比 (両端拘束とする。故に $k_1 = k_2 = 1$)

$$\lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 F}} \quad ; \quad \text{限界細長比}$$

として

$$\lambda \leq \lambda \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \frac{\{1 - 0.4(\frac{\lambda}{\lambda})^2\} \times F}{\gamma} \times 1.5$$

$$\lambda > \lambda \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \frac{0.277 F}{(\frac{\lambda}{\lambda})^2} \times 1.5$$

但し f_c : 許容圧縮応力度 (kg/cm^2)

E : ヤング係数 (kg/cm^2)

$$\gamma = \frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{2}{3}(\frac{\lambda}{\lambda})^2$$

(b) 筒身の許容曲げ応力度

$$f_b = 2.4 \text{ kg/cm}^2$$

(c) 薄肉円筒の座圧許容応力度

$$\frac{D}{t} \leq \frac{240}{F} \text{ の時}$$

$$f_c' = 2.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{240}{F} < \frac{D}{t} < \frac{1400}{F} \text{ の時}$$

$$f_c'' = \frac{1.08 - 0.00034 \cdot F \cdot \frac{D}{t}}{1.34 + 0.00065 \cdot F \cdot \frac{D}{t}} \cdot F \times 1.5$$

$$\frac{D}{t} \geq \frac{1400}{F} \text{ の時}$$

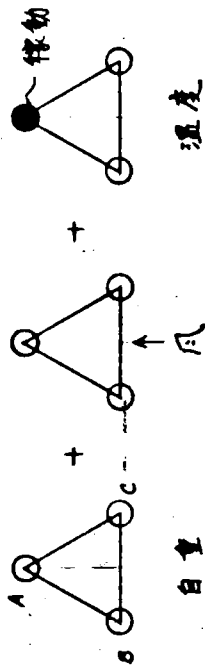
$$f_c'' = \frac{373}{D/t} \times 1.5$$

F : F 値 (2.4 kg/cm^2)

D : 筒身外径

t : 筒身板厚

5.2 筒身の応力集計



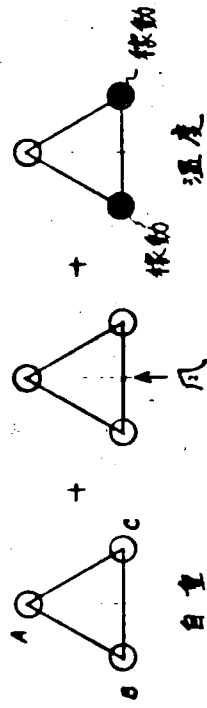
温度

風

自重

No	節点No	N (k)			M _{x-y} (k.m)			M _{x-z} (k.m)					
		自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成
(TOP)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	-4.65	↑	↓	-4.65	4.54	↑	↓	4.54	↑	↑	↑	↑
	7	-9.31	↓	↑	-9.31	18.14	↓	↑	18.14	↓	↓	↓	↓
(89)	10	-14.31	0	0	-14.31	40.73	0	0	40.73	0	0	0	0
	22	-16.29	-65.86	-13.89	-96.04	-124.80	-34.54	-160.3	-160.3	-34.54	-160.3	-160.3	-160.3
8	25	-22.66	↑	↓	-102.41	-44.71	↑	↓	-29.14	-74.22	↑	↓	↑
	28	-28.82	↓	↑	-108.57	48.79	↓	↑	23.74	25.26	↓	↑	↓
(79)	40	-35.39	-65.86	-13.89	-115.14	155.59	-18.34	138.05	-18.34	138.05	-18.34	138.05	138.05
	43	-37.74	-204.36	-20.58	-262.68	-193.02	-35.42	-228.73	-35.42	-228.73	-35.42	-228.73	-228.73
7	46	-44.54	↑	↓	-269.48	-55.03	↑	↓	-36.07	-91.39	↑	↓	↑
	50	-50.91	↓	↑	-275.85	95.99	↓	↑	36.72	58.97	↓	↑	↓
(69)	58	-57.91	-204.36	-20.58	-282.85	-0.31	-0.31	259.93	-37.37	222.25	0	0	0
	61	-60.79	-390.73	-16.81	-468.33	0	0	0	0	2.54	194.18	28.91	225.63
6	64	-69.11	-390.96	↑	-476.88	↑	↓	↑	↑	-1.51	74.54	33.82	106.85
	68	-76.93	-391.18	↓	-484.92	↓	↑	↓	↓	-1.41	-62.90	38.74	-25.57
(59)	64	-85.76	-391.41	-16.81	-493.98	0	0	0	0	2.95	-217.89	43.66	-71.28

月 No	節次 No	N (日)				M-r-Y (日.月)				M-r-E (日.月)			
		自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成
154)	64	-89.69	-525.99	-11.87	-627.55	0	0	0	0	5.37	269.55	27.54	302.46
	76	-98.78	-526.21	↑	-624.99	↑	↑	↑	↑	-0.51	100.04	31.92	132.47
5	77	-107.10	-526.21	↓	-633.31					-1.92	-86.49	36.29	-52.12
	82	-116.69	-526.43	-11.87	-654.99					1.27	-289.78	40.67	-247.84
4		-122.18	-660.35	-8.34	-790.87					6.44	342.33	25.42	374.19
		-131.78	-660.56	↑	-800.68					-0.05	114.26	29.21	143.42
		-140.61	-660.76	↓	-809.71					-1.80	-129.96	32.99	-98.77
		-150.71	-660.96	-8.34	-820.01					1.32	-390.02	36.78	-351.92
3	100	-158.84	-784.12	-4.97	-947.93					11.26	304.91	19.84	336.02
	112	-170.01	-784.48	↑	-959.46					-2.27	148.90	22.63	169.26
2	115	-180.05	-784.83	↓	-969.85					-5.52	-25.51	25.43	-5.6
	118	-191.50	-785.18	-4.97	-981.65					1.67	-217.75	28.23	-187.85
1	130	-201.18	-859.98	-2.84	-1064					21.21	379.99	13.12	414.32
	133	-212.63	-859.98	↑	-1075.45					1.69	175.96	16.84	194.49
161)	136	-222.95	-860.29	↓	-1086.08					-7.25	-44.62	20.55	-31.32
	149	-233.84	-860.59	-2.84	-1097.27					-5.9	-280.97	24.27	-262.6
181)	151	-245.26	-890.18	-2.27	-1137.71					19.52	-36.10	18.12	-1.54
	154	-258.48	-890.67	↑	-1217.75					-3.34	-79.58	16.75	-66.17
	154	-271.01	-891.11	↓	-1164.89					-3.44	-142.77	15.38	-130.83
	154	-284.23	-891.43	-2.27	-1177.93	0	0	0	0	19.21	-222.12	14.02	-191.89



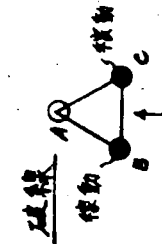
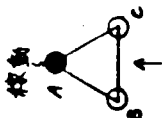
石 No	解法 No	N (kN)			M _{x-y} (kNm)			M _{x-z} (kNm)		
		自重	温度	合成	自重	温度	合成	自重	温度	合成
(TOP)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	-4.65	↑	-4.65	↑	4.54	↑	↑	↑	↑
	7	-9.31	↓	-9.31	↓	18.14	↓	↓	↓	↓
(24)	10	-14.31	0	-14.31	0	40.73	0	40.73	0	40.73
	22	-16.29	-65.86	-68.26	-0.96	-124.80	34.51	-91.25	0	0
8	25	-22.66	↑	-74.63	-0.37	-44.71	29.20	-15.88	↑	↑
	28	-28.82	↓	-80.79	0.21	48.79	23.88	72.88	↓	↓
(74)	40	-35.39	-65.86	-87.36	0.80	155.59	18.57	174.96	↓	↓
	43	-37.74	-204.36	-221.52	-0.29	-190.02	35.87	-154.44	↓	↓
7	46	-44.54	↑	-228.32	-0.29	-55.03	35.89	-19.43	↓	↓
	58	-50.91	↓	-234.69	-0.30	95.99	35.92	131.61	↓	↓
(64)	61	-57.91	-204.36	-241.69	-0.31	259.93	35.95	296.57	↓	↓
	64	-60.79	-390.73	-434.73	0	0	0	0	0	0
6	58	-69.11	-390.96	-443.28	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	61	-76.93	-391.18	-451.32	↓	↓	↓	↓	↓	↓
(54)	64	-85.76	-391.41	-460.38	0	0	0	0	0	0

房 No	節集 No	N (北)				M ₁₋₁ (1.0m)				M ₁₋₂ (1.0m)			
		自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成	自重	風	温度	合成
5	64	-89.69	-525.99	11.86	-603.82	0	0	0	0	5.37	269.55	-26.19	248.73
	76	-98.78	-526.21	↕	-613.13	↑	↑	↑	↑	-0.51	100.04	-31.58	67.95
	79	-107.10	-526.21	↓	-621.45					-1.92	-86.49	-36.98	-125.39
4	82	-116.69	-526.43	11.86	-631.26					1.27	-289.78	-42.37	-330.88
	74	-122.18	-660.35	8.32	-774.21					6.44	342.33	-24.01	324.76
3	112	-131.78	-660.56	↑	-784.02					-0.05	114.26	-28.43	85.78
	115	-140.61	-660.76	↓	-793.05					-1.8	-129.96	-32.85	-164.61
	100	-150.71	-660.96	8.32	-803.35					1.32	-390.02	-37.27	-425.97
2	118	-158.84	-784.12	4.92	-938.04					11.26	304.91	-15.11	301.06
	115	-170.01	-784.48	↑	-949.57					-2.27	148.90	-20.76	125.87
1	133	-180.05	-784.83	↓	-959.96					-5.52	-25.51	-26.40	-57.43
	136	-191.50	-785.18	4.92	-971.76					1.67	-217.75	-32.04	-248.12
	130	-201.18	-856.98	2.86	-1055.30					21.21	379.99	-13.49	387.71
15	148	-212.63	-856.98	↑	-1066.75					1.69	175.96	-15.88	161.77
	151	-222.95	-860.29	↓	-1080.38					-7.25	-44.62	-18.26	-70.13
18	154	-233.84	-860.59	2.86	-1091.57					-5.9	-280.97	-20.64	-307.51
	151	-245.26	-890.18	2.14	-1133.30					19.52	-36.10	-12.52	-29.10
	148	-258.48	-890.67	↑	-1147.01					-3.34	-79.58	-16.82	-99.74
18 (1810)	151	-271.01	-891.11	↓	-1159.98					-3.44	-142.77	-21.12	-167.33
	154	-284.23	-891.43	2.14	-1173.52	0	0	0	0	19.21	-222.12	-25.42	-228.33

5.3 筒身の使用断面の算定.

基礎

基礎



石 種	筒身寸 (mm)	曲げモーメント (kg-cm)	使用 鋼筋 (mm ²)	N (kg)	M (kg-cm)	A (mm ²)	Z (cm ³)	$\left[\sigma = \frac{M}{Z} \right]$ (kg/cm ²)	$\left[\sigma_b = \frac{N}{A} \right]$ (kg/cm ²)	$\left[\sigma = \frac{M}{Z} + \sigma_b \right]$ (kg/cm ²)	$\sigma \cdot \sigma_b < 1.0$
9	9500	454									
	2500	1814	6	10.45	2248	302.7	12109	0.034	0.186	0.22	1.762
	1800	40.73	8	13.21	3552	404.1	16166	0.032	0.220	0.252	1.991
8	2700	160.3	11	14.31	40.73	556.7	22271	0.023	0.183	0.208	2.200
	2700	74.22	11	96.04	160.3	556.7	22271	0.173	0.174	0.892	2.200
	2700	15.88	9	97.71	134.19	454.9	18199	0.214	0.737	0.952	2.073
7	2700	25.26	8	100.56	83.8	404.1	16166	0.248	0.518	0.766	1.991
	2700	72.88	8	103.43	43.50	404.1	16166	0.255	0.269	0.525	1.991
	2700	19.43	8	83.62	98.08	404.1	16166	0.206	0.606	0.813	1.991
7	2700	138.05	10	86.28	152.71	505.8	20233	0.170	0.754	0.925	2.142
	2700	154.44	13	87.36	124.96	658.8	26334	0.132	0.663	0.776	2.293
	2700	58.97	13	262.68	238.33	658.8	26334	0.398	0.867	1.266	2.293
7	2700	19.43	11	264.22	192.91	556.7	22271	0.474	0.866	1.340	2.200
	2700	131.61	9	267.43	118.49	454.9	18199	0.587	0.651	1.238	2.073
	2700	222.55	9	233.92	95.32	454.9	18199	0.514	0.523	1.037	2.073
7	2700	296.57	10	237.0	175.42	505.8	20233	0.468	0.866	1.334	2.142
	2700	296.57	13	240.25	258.59	658.8	26334	0.364	0.981	1.345	2.293
	2700	222.55	15	241.69	295.57	761.1	30447	0.317	0.970	1.288	2.364

乃	竹束	筒身巾	曲町ポイント図	使用枚数	N	M	A	E	f _i	c ₀	σ	f _i	$\frac{\sigma}{f_i} < 1.0$
(64)	46	1662.3	170.73 / 225.63	15	468.33	225.63	761.1	30447	0.616	0.741	1.356	2364	0.573
	58	2700	40.84 / 106.85	13	470.37	194.19	658.8	26354	0.714	0.786	1.450	2293	0.632
				11	473.67	143.13	556.7	22271	0.850	0.642	1.492	2200	0.678
6	61	.	103.3 / 25.57	10	476.92	90.48	505.8	20233	0.942	0.447	1.389	2142	0.648
				10	452.40	88.03	505.8	20233	0.894	0.435	1.329	2142	0.62
				12	456.07	158.21	607.7	24311	0.750	0.650	1.4	2250	0.622
(56)	64	2700	200.42 / 171.28	15	458.93	228.86	761.1	30447	0.603	0.752	1.354	2364	0.573
				18	460.38	260.42	915.0	36607	0.503	0.711	1.215	2400	0.506
				18	627.55	302.46	915.0	36607	0.685	0.826	1.572	2400	0.63
76	.	2700	248.73 / 302.46	15	657.29	260.89	761.0	30447	0.863	0.856	1.719	2364	0.727
				13	633.27	189.05	658.8	26354	0.961	0.717	1.678	2293	0.731
				12	627.61	115.95	607.7	24311	1.032	0.476	1.508	2250	0.670
5	.	.	125.39 / 52.12	12	622.60	101.52	607.7	24311	1.024	0.417	1.441	2250	0.640
				15	626.06	193.49	761.1	30447	0.822	0.635	1.457	2364	0.616
				18	629.57	286.23	915.0	36607	0.688	0.781	1.469	2400	0.612
(44)	81	2700	247.84 / 374.19	21	631.26	330.88	1069.4	42792	0.570	0.773	1.363	2400	0.568
				21	780.87	374.19	1069.4	42792	0.739	0.874	1.613	2400	0.672
				18	792.81	323.69	915.0	36607	0.866	0.884	1.750	2400	0.729
4	94	.	85.78 / 143.42	15	796.67	223.62	761.0	30447	1.046	0.734	1.780	2364	0.753
				14	800.45	122.76	709.9	28399	1.127	0.432	1.559	2331	0.668
				14	783.07	159.47	709.9	28399	1.117	0.491	1.608	2331	0.689
(34)	100	2700	164.61 / 98.77	16	797.02	250.97	812.3	32498	0.981	0.772	1.753	2394	0.732
				19	801.09	363.47	966.4	38666	0.828	0.940	1.768	2400	0.736
				24	803.35	425.97	1224.5	49000	0.656	0.869	1.525	2400	0.635

425.97

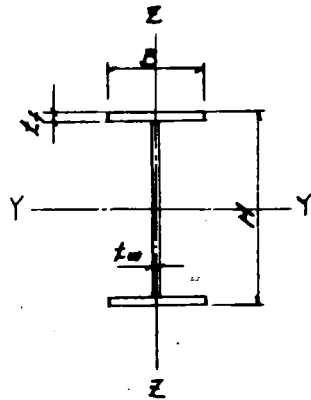
石	質量	筒身中	曲付モ-メント	使用 質量	N	M	A	Z	σ_c	σ_b	σ	f_c	$\frac{\sigma}{f_c} < 1.0$
(34)	100	1697.5	301.06	24	947.93	336.02	1224.5	49000	0.774	0.685	1.459	2400	0.608
		2600		19	950.44	296.20	966.4	38666	0.983	0.766	1.749	2400	0.728
	112	.	125.87	16	954.28	235.22	812.3	32498	1.175	0.724	1.898	2394	0.793
3		.		15	958.13	174.22	761.1	30447	1.258	0.572	1.830	2364	0.774
		.		15	961.67	110.0	761.1	30447	1.263	0.361	1.624	2364	0.687
	115	.	57.43	15	962.68	63.16	761.1	30447	1.264	0.207	1.471	2364	0.622
(24)		.		18	966.31	137.14	915.0	36607	1.056	0.374	1.430	2400	0.596
		248.12		21	969.94	211.13	1069.4	42792	0.906	0.493	1.399	2400	0.583
	118	187.85		24	971.76	248.12	1224.5	49000	0.793	0.506	1.249	2400	0.541
				24	1085.0	414.32	1224.5	49000	0.889	0.845	1.714	2400	0.712
			387.71	21	1065.89	374.66	1069.4	42792	0.996	0.875	1.871	2400	0.779
2	130	.	161.77	18	1069.99	288.85	915.0	36607	1.169	0.789	1.958	2400	0.815
		.		16	1074.1	203.03	812.3	32498	1.322	0.624	1.946	2394	0.813
		.		16	1079.13	111.23	812.3	32498	1.328	0.324	1.670	2394	0.697
(14)	133	.	70.13	16	1081.78	92.32	812.3	32498	1.331	0.284	1.615	2394	0.674
		.		16	1085.88	182.40	812.3	32498	1.336	0.561	1.897	2394	0.792
		.		19	1089.97	272.48	966.4	38666	1.127	0.704	1.831	2400	0.763
	136	1830	262.6	22	1091.51	307.51	1121.0	44338	0.974	0.685	1.659	2400	0.621

307.51

石	節長	筒身中	曲町モソット固	使用 根厚	N	M	A	Z	σ_c	σ_b	σ	f_c^*	$\frac{f_c}{f_c^*} < 1.0$
116)	1752.7		29.1	22	42.7	1121.0	44858	1.013	0.095	1.108	2400	0.461	
	2000			19	64.6	966.4	38666	1.180	0.167	1.347	2400	0.56	
148			99.74	16	86.5	812.3	32498	1.407	0.266	1.673	2394	0.698	
	2551.9			16	106.4	812.3	32498	1.412	0.327	1.74	2394	0.726	
151	2400			16	125.2	812.3	32498	1.417	0.385	1.802	2394	0.753	
	2400			16	143.9	812.3	32498	1.422	0.442	1.865	2394	0.779	
151	2548.1		167.33	16	163.8	812.3	32498	1.427	0.504	1.931	2394	0.806	
	2300			18	181.8	915	36607	1.271	0.496	1.767	2400	0.736	
154				19	199.4	966.4	38666	1.207	0.515	1.723	2400	0.717	
	2300			20	217.4	1017.9	40727	1.149	0.533	1.683	2400	0.701	
	1871.3		191.89	21	228.33	1069.4	42792	1.097	0.533	1.630	2400	0.679	

§6 撃き梁の設計

6-1 撃き梁の断面諸数値及び許容応力度



断面積

$$A = B \cdot H - (B - t_w) \times (H - 2 \cdot Z)$$

Y軸断面二次モーメント

$$I_Y = \frac{B \cdot H^3 - (B - t_w)(H - 2 \cdot Z)^3}{12}$$

Z軸断面二次モーメント

$$I_Z = \frac{B^3 \cdot H - (B^3 - t_w^3)(H - 2 \cdot Z)}{12}$$

Y軸断面係数

$$Z_Y = \frac{2 \cdot I_Y}{H}$$

Z軸断面係数

$$Z_Z = \frac{2 \cdot I_Z}{B}$$

最大せん断面積

$$A_s = \frac{I_Y \cdot t_w}{S}$$

$$S = \frac{(H - 2 \cdot Z)^2}{8} \cdot t_w + S_B$$

ウエジ先端せん断面積 $A_{SB} = \frac{I_Y \cdot t_w}{S_B}$

$$S_B = \frac{H - Z}{Z} \times B \cdot Z$$

許容引張応力度 (短期) $f_t = 2.4 \text{ t/cm}^2$

許容せん断応力度 (短期) $f_s = 1.35 \text{ t/cm}^2$

許容圧縮応力度 (短期)

細長比 $\lambda = \frac{l_k}{i_Z}$

対辺材 無し $\overline{\text{---}} \text{---}$ 座屈長さ $l_k = 0.5L$

対辺材 有り $\overline{\text{---}} \text{---}$ $l_k = 0.7 \times 0.5L$

Z軸断面二次半径 $i_Z = \sqrt{\frac{I_Z}{A}}$

限界細長比 $\lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6F}}$

ただし

$\lambda \leq \lambda$ の時

$$f_c = \frac{1 - 0.4 \left(\frac{\lambda}{\lambda}\right)^2}{\gamma} \times F = 1.5$$

$\lambda > \Lambda$ の時

$$f_c = \frac{0.277}{\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2} \times F \times 1.5$$

∴

$$E = 2100 \text{ t/cm}^2$$

$$V = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2$$

$$F = 2.4 \text{ t/cm}^2$$

許容曲げ応力度 (短期)

$$f_b = \left\{ 1 - 0.4 \frac{(l_b/l_b)^2}{C \Lambda^2} \right\} f_x$$

$$f_b = \frac{900 \cdot B \cdot t_f}{l_b \cdot H} \times 1.5$$

のうち大きい方の値をとる。

∴

対辺材無し 左縮75%の支束間距離 $l_b = L$

対辺材有り

$$l_b = 0.5L$$

$$l_b = \sqrt{\frac{B^3 \cdot t_f}{12 \left\{ B \cdot t_f + \frac{(H - 2 \cdot t_f) \cdot t_w}{6} \right\}}}$$

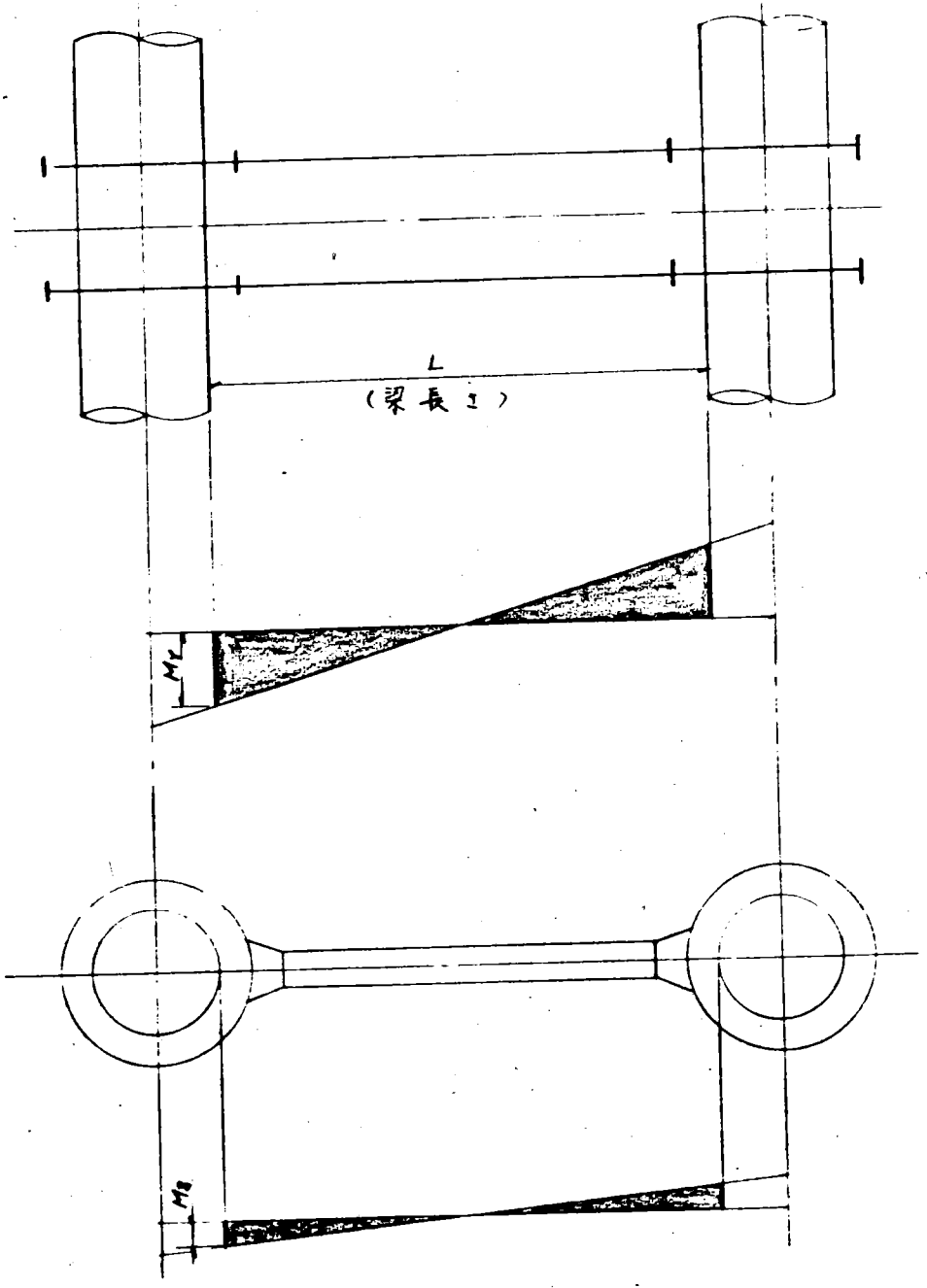
$$C = 1.75 - 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1}\right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^2 \quad \text{但し } 2.3 > X > F$$

対辺材無し $M_1 \begin{array}{|c|} \hline \diagdown \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline \diagup \\ \hline \end{array} M_2 \quad \frac{M_2}{M_1} = -1 \quad \therefore C = 2.3$

対辺材有り $M_1 \begin{array}{|c|} \hline \diagdown \\ \hline \end{array} \sim M_2 \quad \frac{M_2}{M_1} = 0 \quad \therefore C = 1.75$

6-2 応力計算

梁の応力計算は下図の位置にて行う。



6-3 設計応力

節	節号	CASE	N (t)	M ₁ (t-m)	M ₂ (t-m)	Q ₁ (t)
84	21		0.53	99.82	0.38	45.41
74	39		2.11	183.10	0.54	83.75
64	57		6.43	239.0	1.17	108.63
54	75		9.86	287.45	1.58	81.44
44	93		5.49	385.4	1.23	80.46
34	111		11.96	430.05	0.76	70.84
24	129		7.55	365.29	1.15	44.46
14	147		30.1	148.3	0.38	15.5

9

6-4 緊工梁断面諸元

節	梁長 (m)	桁組	断面 (mm)	A (cm ²)	Z _Y (cm ³)	Z _X (cm ³)	A _{SB} (cm ²)	A _S (cm ²)
84	4.400	無	800 × 500 × 13 × 17	269.6	7732	1417	120.8	93.9
74	4.400	・	1200 × 500 × 13 × 17	321.6	12776	1418	140.2	137.7
64	4.400	・	1400 × 500 × 13 × 18	357.3	16206	1501	237.1	159.6
54	7.067	・	1400 × 500 × 13 × 22	396.3	18780	1834	225.5	161.7
44	7.733	・	1600 × 500 × 14 × 24	457.3	24081	2001	285.2	197.3
34	12.400	・	1900 × 500 × 14 × 23	489.6	27151	1918	359.2	230.7
24	17.400	有	1600 × 500 × 14 × 23	447.6	23349	1918	280.4	196.7
14	22.400	有	1800 × 500 × 11 × 17	298.3	12836	1417	161.9	118.0

97.

6-5 梁主梁使用断面之決定

算	使用断面 (mm)	f_c (kg/cm ²)	f_b (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	σ_{br} (kg/cm ²)	σ_{bs} (kg/cm ²)	Z_a (kg/cm ²)	Z_{max} (kg/cm ²)	$\frac{Z_{max}}{Z_a} + \frac{\sigma_{br} + \sigma_{bs}}{f_b + f_c}$
24	800 x 500 x 13 x 17	2,349	2,400	0.002	1.29	0.027	0.325	0.983	1.946
74	1200 x 500 x 13 x 17	2,337	2,365	0.007	1.433	0.038	0.422	0.608	1.614
64	1400 x 500 x 13 x 18	2,336	2,364	0.017	1.474	0.077	0.458	0.680	1.688
54	1400 x 500 x 13 x 22	2,353	2,312	0.012	1.530	0.086	0.361	0.503	1.664
44	1600 x 500 x 14 x 24	2,114	2,220	0.012	1.60	0.061	0.282	0.407	1.684
34	1900 x 500 x 14 x 23	1,907	2,105	0.024	1.47	0.039	0.197	0.307	1.532
24	1600 x 500 x 14 x 23	1,960	2,218	0.016	1.564	0.059	0.154	0.226	1.602
14	1200 x 500 x 11 x 17	1,772	2,113	0.10	1.202	0.026	0.095	0.131	1.312

$$\sigma_c = \frac{N}{A}$$

$$\sigma_{br} = \frac{M}{Z_r}$$

$$\sigma_{bs} = \frac{M}{Z_s}$$

$$Z_a = \frac{Q_Y}{A_{SB}}$$

$$Z_{max} = \frac{Q_Y}{A_S} < f_s$$

$$\sigma_{max} = \sqrt{(\sigma_c + \sigma_{br})^2 + 3(\sigma_{bs})^2} \leq f_c$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_{br}}{f_b} + \frac{\sigma_{bs}}{f_c} \leq 1.0$$

f_c : 許容引張応力度 (2.4 kg/cm²)

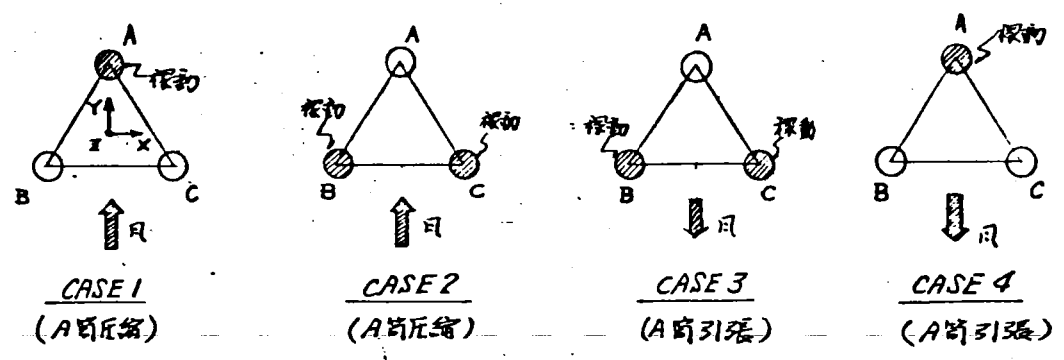
f_b : 許容圧縮応力度

f_s : 許容曲げ応力度

f_s : 許容せん断応力度 (1.35 kg/cm²)

57 脚部 a 設計

7-1 設計忘り

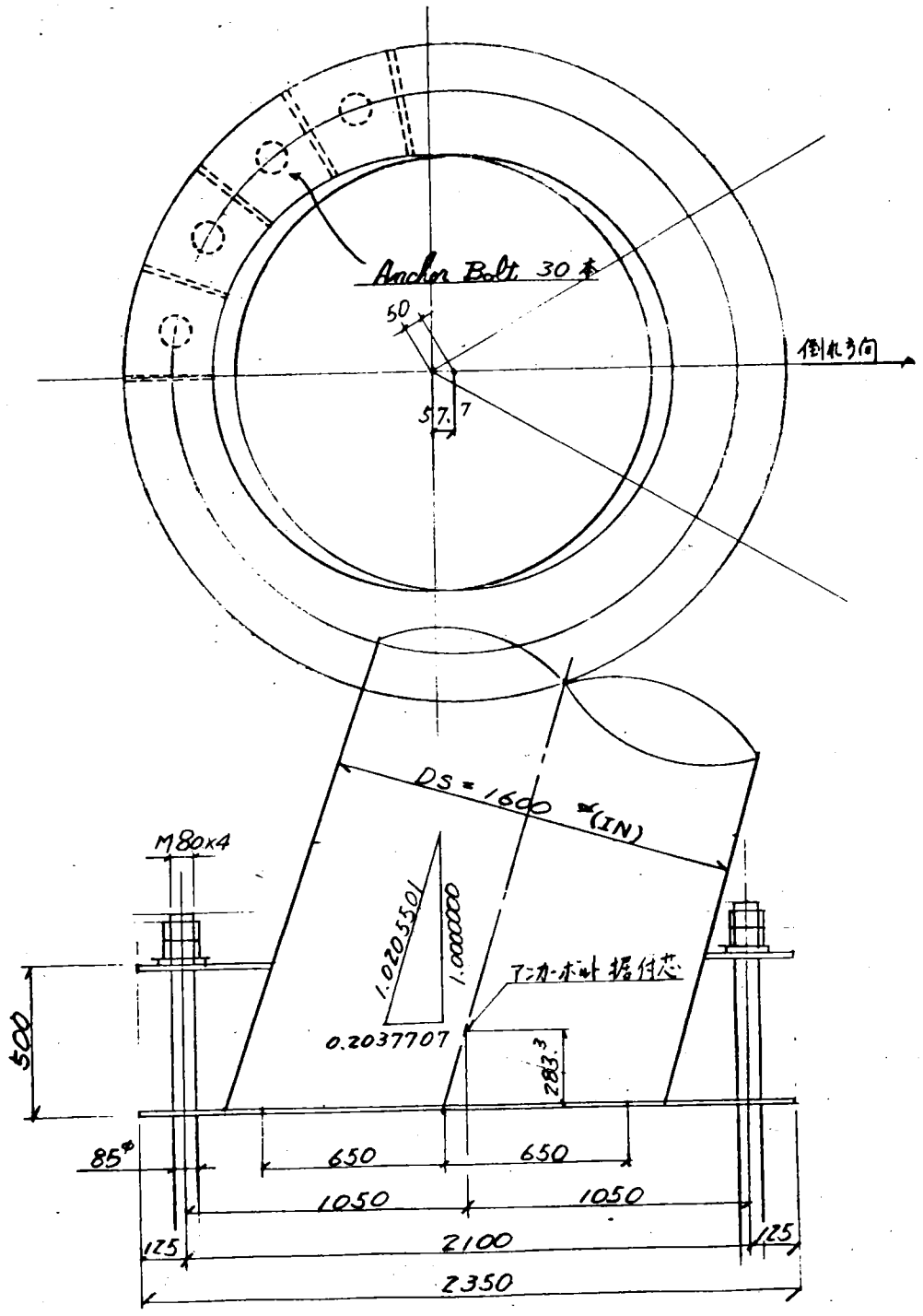


各CASEの集計

筒	CASE	圧縮 or 引張	F_x (t)	F_y (t)	F_z (t)	M_x (t·m)	M_y (t·m)
A筒	CASE 1	圧縮	0	-241.1	1153.0	188.9	0
A筒	CASE 2	圧縮	0	-240.5	1148.6	228.3	0
A筒	CASE 3	引張	0	134.9	-594.4	-215.9	0
A筒	CASE 4	引張	0	134.9	-589.4	-255.3	0

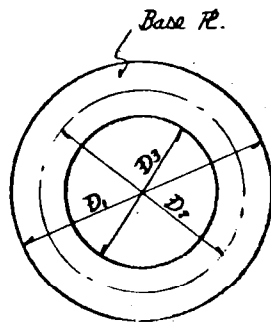
(風荷重より地震荷重の方が小さいので)
地震時の検討は省く。

よって、曲げモーメントの占める割合から、圧縮側最大となるのは CASE 2 の場合であり、引張側最大となるのは CASE 4 である。



7-2 設計条件

設計 応力	圧縮側	圧縮力	1148.6 t
		曲げモーメント	228.3 t·m
	引張側	引張力	589.5 t
		曲げモーメント	255.3 t·m
使用 アンカーボルト 諸元	アンカーボルト本数		$n = 30$ 本
	"	埋込径	$D_2 = 2.1$ mφ
	"	径	$d_1 = 8.5$ cmφ
	"	谷径	$d_2 = 7.56$ cmφ
	"	谷断面積	$A_n = 44.88$ cm ²



$D_1 = 2350 \phi$

$D_2 = 2100 \phi$ (アンカー埋込径)

$D_3 = 1300 \phi$

7-3 アンカ-ボルトの引張応力度

$$\sigma = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A} = \frac{255.3 \times 10^3}{54867.4} + \frac{589.5}{1346.4} = 0.903 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} < 1.6 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2}$$

o.k

$$Z = a z \times m \times D_s \times d_s^2$$

$$= 0.2 \times 30 \times 160 \times (7.56)^2 = 54867.4 \text{ cm}^3$$

$$A = m \cdot A_a$$

$$= 30 \times 44.88 = 1346.4 \text{ cm}^2$$

アンカ-ボルト1本当りに作用する引張力

$$T = \sigma \cdot A_a = 0.963 \times 44.88 = 40.5 \text{ t}$$

7-4 アンカ-ボルト所需埋込長

$$l = \frac{T}{\pi \times d_s \times \sigma_b} = \frac{40.5 \times 10^3}{\pi \times 8.5 \times 16.2} = 93.6 \text{ cm} < 200 \text{ cm}$$

o.k

7-5 ベ-スプレ-ト面圧縮応力度

ベ-スプレ-ト中心に於ける断面係数

$$Z = \frac{\pi}{32} \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}$$

$$= \frac{\pi}{32} \frac{235^4 - 130^4}{235} = 1154782 \text{ cm}^3$$

ベ-スプレ-ト面積

$$A = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2)$$

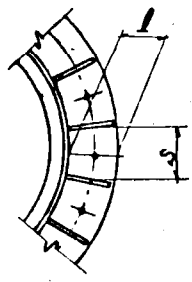
$$= \frac{\pi}{4} (235^2 - 130^2) = 30100 \text{ cm}^2$$

ベ-スプレ-ト面圧縮応力度

$$\sigma_c = \frac{M}{Z} + \frac{N}{A}$$

$$= \frac{228.3 \times 10^5}{1154782} + \frac{1148.6 \times 10^3}{30100} = 57.9 \text{ kg/cm}^2 < 120 \text{ kg/cm}^2$$

7-6 ゲージプレート板厚の検討



三辺の固定支持の1/4板として検討

$$\begin{cases} l = 41.63 \text{ cm (勝心側)} \\ s = 21.99 \text{ cm} \end{cases}$$

$$l/s = 1.893 \longrightarrow k = 0.083$$

$$\begin{aligned} M &= k \cdot \sigma_0 \cdot s^2 \\ &= 0.083 \times 57.9 \times (21.99)^2 \\ &= 2325 \text{ kg} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

所要板厚

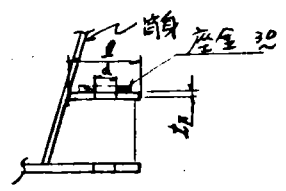
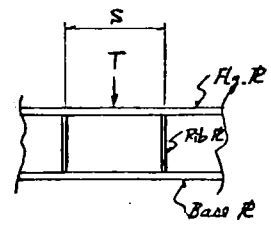
$$\begin{aligned} t_b &= \sqrt{\frac{6 \cdot M}{f}} = \sqrt{\frac{6 \times 2325}{2.400}} \\ &= 2.41 \text{ cm} \longrightarrow 3.0 \text{ cm を使用} \end{aligned}$$

7-7 フランジプレートの検討

筒身に5φ支持を並列し、フランジプレートを無記連続梁とみなして計算する。

$$\sigma_F = \frac{M_F}{Z_F}$$

$$\begin{cases} M_F = 0.6 \times \frac{T \times S}{4} \\ = 0.6 \times \frac{40.5 \times 21.99}{4} \\ = 133.6 \text{ kg} \cdot \text{cm} \\ Z_F = \frac{(l-d) \times t_F^2}{6} \\ = \frac{(31.4 - 10) \times (4.0)^2}{6} \\ = 57.1 \text{ cm}^2 \end{cases}$$



$$\sigma_F = \frac{133.6}{57.1} = 2.34 \text{ kg/cm}^2 < 2.4 \text{ kg/cm}^2$$

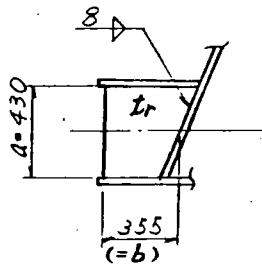
o.k.

フランジプレート上面に圧金(30厚)を使用する。

7-8 脚部リブの検討

リブの圧縮応度許容応力度

$$\sigma_k = k \times \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_r}{b} \right)^2$$



$$\left\{ \begin{array}{l} \nu : \text{ポアソン比} = 0.3 \\ k : 0.42 + \left(\frac{b}{a} \right)^2 \\ t_r : \text{リブの板厚} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 43 \text{ cm}, b = 35.5 \text{ cm} \\ k = 0.42 + \left(\frac{35.5}{43} \right)^2 = 1.102 \\ t_r = 12 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \sigma_k &= 1.102 \times \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^3}{12(1-0.3^2)} \times \left(\frac{1.2}{35.5} \right)^2 \\ &= 2.39 \text{ t/cm}^2 \end{aligned}$$

リブの圧縮応度

$$\begin{aligned} \sigma_{cr} &= \frac{T}{2 \times b \times t_r} = \frac{40.5}{2 \times 35.5 \times 1.2} \\ &= 0.47 \text{ t/cm}^2 < 2.39 \text{ t/cm}^2 \\ &\quad \text{o.k.} \end{aligned}$$

7-9 アンカープレートの検討

(1) アンカーボルトの引張力によるコンクリートの圧縮応力度

$$\sigma_c = \frac{T}{A}$$

A: アンカーボルト1本にかかる引張力を受持つ
アンカープレート面積

$$A = 21.99 \times 24 = 528 \text{ cm}^2$$

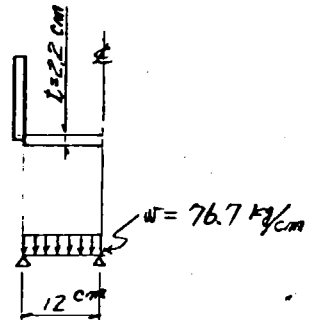
$$\sigma_c = \frac{40.5 \times 10^3}{528} = 76.7 \text{ kg/cm}^2 < 120 \text{ kg/cm}^2$$

(2) アンカープレートの応力検討

コンクリートの圧縮力による土の検討

同じに於けるスパン中心の曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_{max} &= \frac{w l^2}{8} \\ &= \frac{76.7 \times 12^2}{8} \\ &= 1380.6 \text{ kg-cm} \end{aligned}$$



単位巾の断面係数

$$Z = \frac{1 \cdot l^2}{6} = \frac{1 \times (12)^2}{6} = 0.807 \text{ cm}^2$$

曲げ応力度

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{1380.6}{0.807} = 1710.1 \text{ kg/cm}^2 < 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ ok}$$

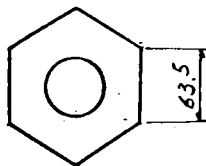
(3) 引張力による局部剪断応力の検討

ナット面・全周部分に於けるアンカープレートの
断面積

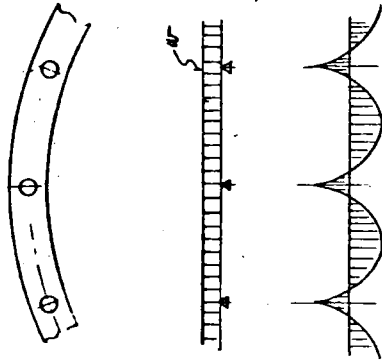
$$A = 6.35 \times 6 \times 2.0 = 76.2 \text{ cm}^2$$

$$\tau = \frac{T}{A} = \frac{40.5 \times 10^3}{76.2} = 531.5 \text{ kg/cm}^2 < 1.350 \text{ kg/cm}^2$$

ok



(4) アンカ-プレート全体を無限連続梁として場合の検討。

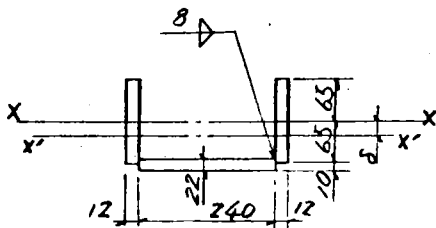


$$M = 0.6 \times \frac{wl^2}{8}$$

$$w = 24 \times 76.7 \\ = 1840.8 \text{ kg/cm}$$

$$M = 0.6 \times \frac{1840.8 \times (21.99)^2}{8} \\ = 66760 \text{ kg-cm}$$

$$S = \frac{wl}{2} = \frac{1840.8 \times 21.99}{2} \\ = 20239.5 \text{ kg}$$



X-X 軸に對する断面性能

		A (cm ²)	z (cm)	Az (cm ³)
1-Web R	240 × 22	52.8	6.4	337.9
2-Flg. R	130 × 12	31.2		
		84.0 cm ²		337.9 cm ³

$$\delta = \frac{337.9}{84.0} = 4.02 \text{ cm}$$

$$I_{x'} = \frac{2 \times 12 \times (13)^3}{12} + \frac{24 \times (2.2)^3}{12} + 52.8 \times (6.4)^2 - 84.0 \times (4.02)^2 \\ = 1266 \text{ cm}^2$$

$$z_{x'} = \frac{1266}{6.5 + 4.02} = 120.3 \text{ cm}^2$$

σ, τ の検討

$$\sigma_b = \frac{66760}{120.3} = 554.9 \text{ kg/cm}^2 < 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{20239.5}{31.2} = 648.7 \text{ kg/cm}^2 < 1350 \text{ kg/cm}^2$$

O.K.

§ 8 補強リングの設計

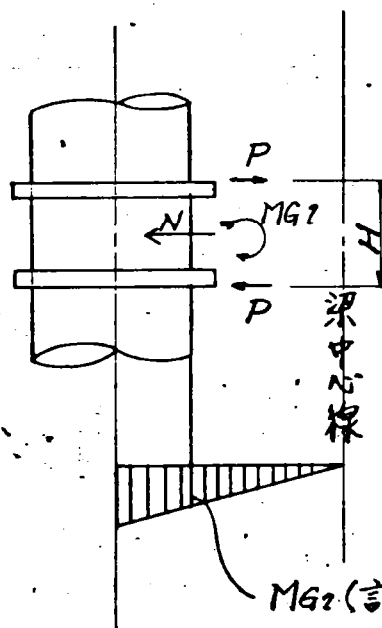
8-1 基礎理論

リングスチフターは 繫梁のフランジに依る直力を受ける。この力に依って筒身の破壊を防ぐためにリングスチフターを設けるわけである。

リングの剛性が ∞ に近づくほどラマンとして機能と発揮するものと思われる。

リングに作用する力は下図の如くなる。

この状態において作用力に対して筒身に生ずるせん断流を反力とし、ラマン計算を行い円周方向最大曲げモーメント (M_G)、軸力 (N)、せん断力 (Q) を求める。



$$P = \frac{M_G}{H} + \frac{N}{2}$$

$$H = \text{繫梁高さ}$$

M_G (設計曲げモーメント: フランジ部)

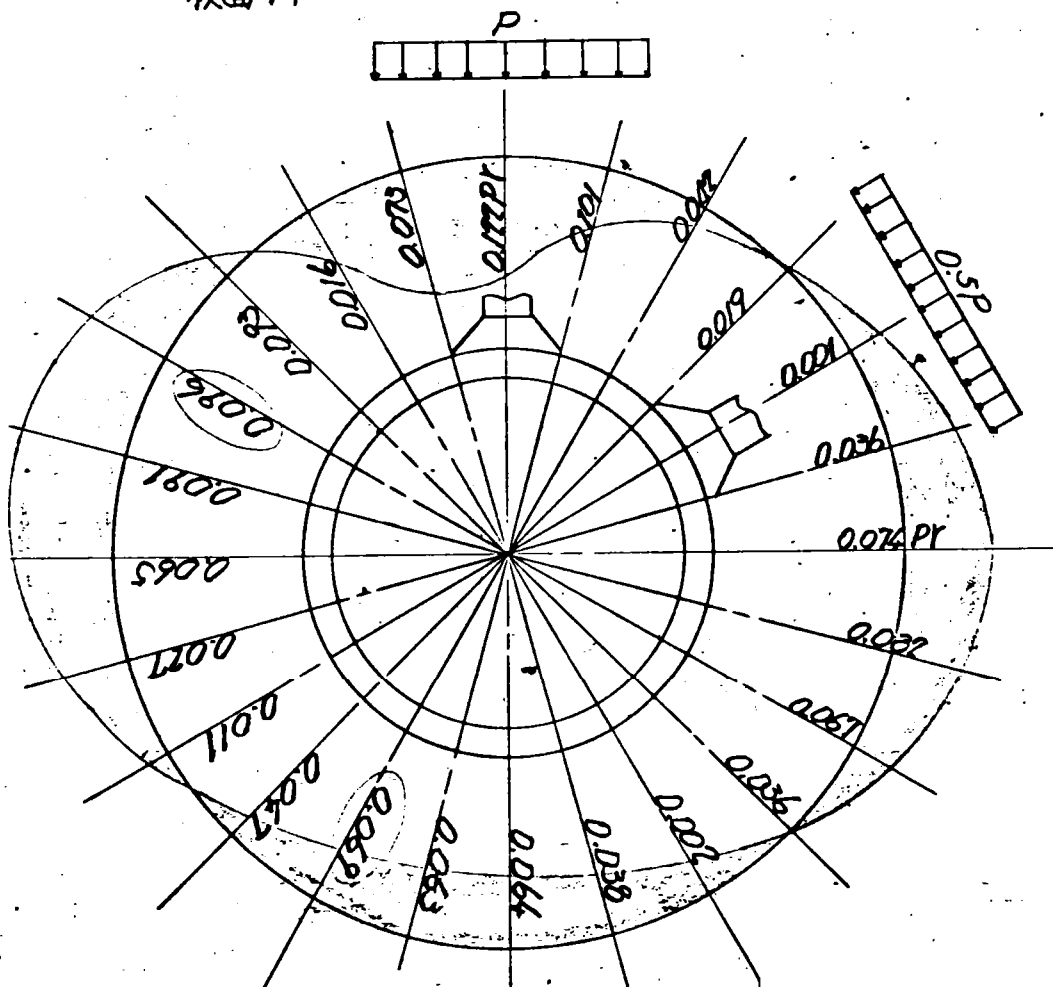
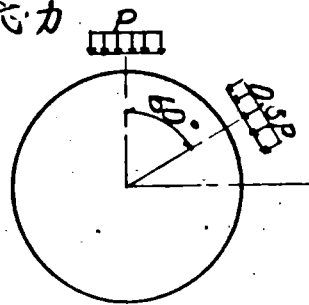
B点の曲げモーメント

8-2 補強リングの応力分布及び設計応力

(a) 曲げモーメント

フリギ梁との取合点で最大となつて
いるがこの点は剛性が大いので

前面 $M = 0.096Pr$
後面 $M = 0.096Pr$ } 与えらるものとする。



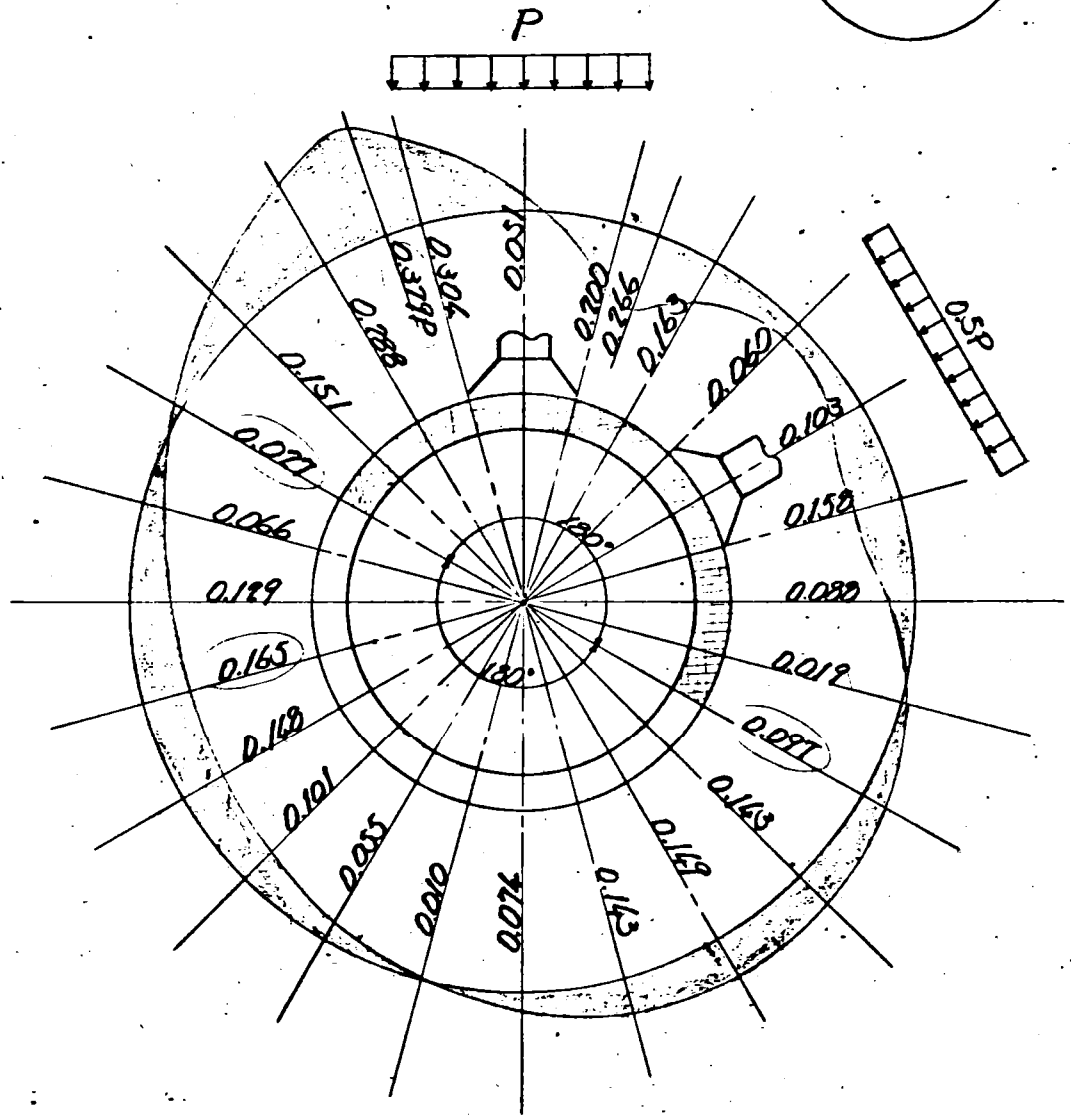
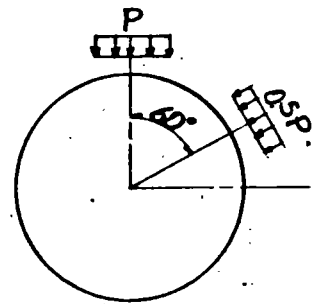
$M = 0.096Pr$ (前面) 但し: 筒身中心からリング重心軸
までの半径

$M = 0.096Pr$ (後面)

(b) せん断力

前面: $Q = 0.38P$

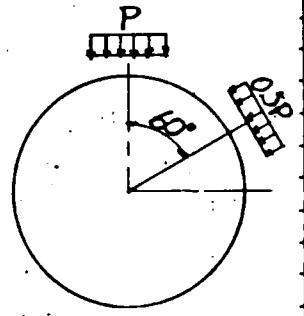
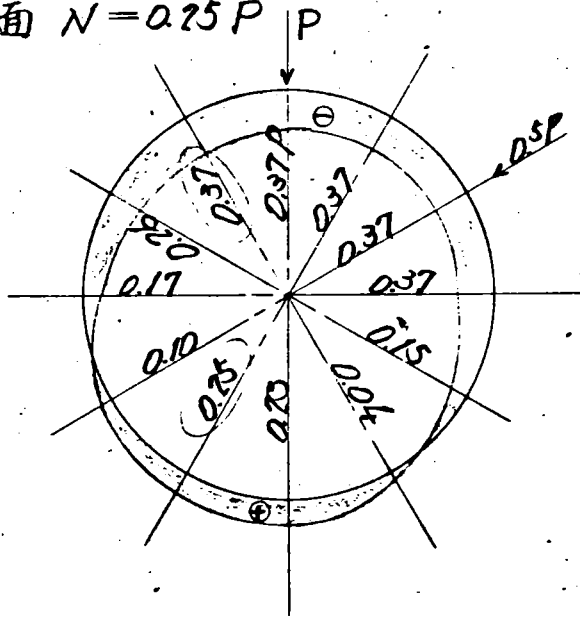
後面: $Q = 0.17P$



(c) 軸力

前面 $N = 0.37P$

後面 $N = 0.25P$

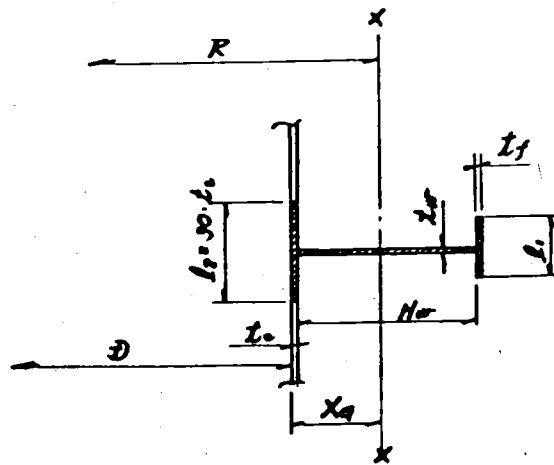


0-3 補強 11-7
 各节点のPの荷重

節	MGz (kg)	N (kg)	H (mm)	MGz/H (kg)	N/2 (kg)	P (kg)
89	99.82	0.53	0.8	124.77	0.265	125.04
79	183.1	2.11	1.2	152.58	1.05	153.64
69	239.	6.43	1.4	170.7	3.21	173.93
59	287.45	9.86	1.4	205.32	2.43	207.75
49	385.4	5.49	1.6	240.87	2.74	243.62
39	430.05	11.96	1.9	226.34	5.98	232.32
29	365.29	7.55	1.6	228.3	3.77	232.08
19	148.3	30.1	1.2	123.58	15.05	138.63

MGz : 梁部 B 点の曲げモーメント

N : 梁の軸力



$M_{r \text{ 左}} = 0.096 PR$

$M_{r \text{ 右}} = 0.096 PR$

$Q_{r \text{ 左}} = 0.38 P$

$Q_{r \text{ 右}} = 0.17 P$

$N_{r \text{ 左}} = 0.37 P$

$N_{r \text{ 右}} = 0.25 P$

曲げモーメント、軸力、せん断力の表

節	L_c (m)	X_G (m)	$D/2$ (m)	R (m)	P (k)	M_r (k-m) (=0.08PP)	Q_r (k) (=0.38P)	N_r (k) (=0.37P)
89		0.273	0.8	1.073	125.04	13.12	47.51	46.26
79		0.266	0.8	1.066	153.64	15.72	58.38	56.84
69		0.246	0.8	1.046	173.73	17.46	66.09	64.35
59		0.236	0.8	1.036	207.75	20.66	78.94	76.86
49		0.212	0.8	1.012	243.62	23.66	92.57	90.12
39		0.207	0.8	1.007	232.32	22.45	88.28	85.95
29		0.252	0.8	1.052	232.08	23.43	88.19	85.86
19		0.239	0.8	1.039	138.63	13.82	52.67	51.29

13

注)

- 1 上表の応力値は平均の値を示す。
- 2 L_c : 筒身長さ
 X_G : 重心距離
 D : 筒身径

8-4 鋼筋127の断面計算

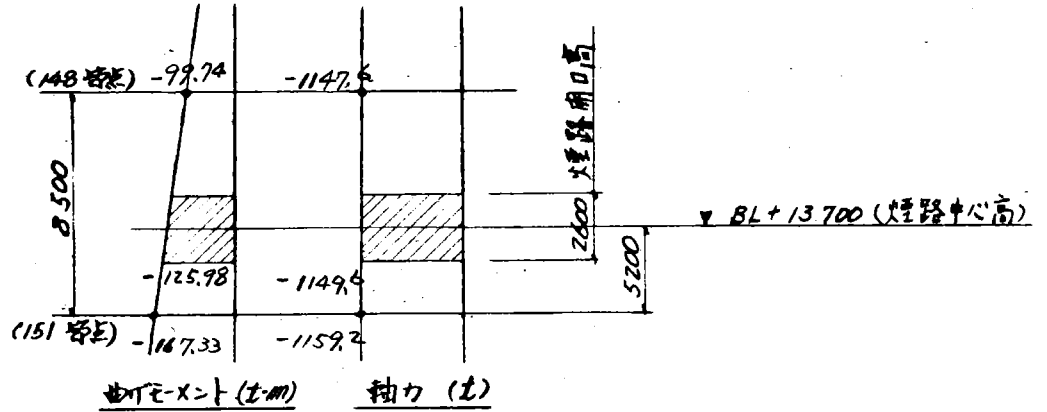
$$\sigma = \frac{M_r}{I} + \frac{M_r}{Z} < 2.4 \frac{f_{cm}}{s}$$

$$\tau = \frac{Q_r}{I_s} < 1.95 \frac{f_{cm}}{s}$$

階	鋼筋127 Hr × L ₁ × L ₂ /s	L _c (cm)	A (cm ²)	Z (cm ³)	A _s (cm ²)	M _r (kg)	Q _r (kg)	f _m (kg/cm ²)	f _m (kg/cm ²)	σ (kg/cm ²)	τ (kg/cm ²)
8F	650 × 200 × 10/12	1.1	123.0	2260	56.10	13.12	47.51	0.376	0.580	0.956	0.846
7F	650 × 200 × 11/12	1.3	143.5	2429	61.50	15.72	58.38	0.396	0.647	1.043	0.949
6F	650 × 200 × 12/12	1.5	172.5	2669	71.72	17.46	66.09	0.373	0.654	1.027	0.921
5F	700 × 200 × 14/12	1.8	215.0	3195	82.01	20.60	78.74	0.357	0.652	1.009	0.962
4F	700 × 200 × 14/12	2.1	249.0	3502	92.15	23.66	92.57	0.342	0.675	1.017	1.004
3F	700 × 200 × 18/12	2.4	322.8	4119.1	116.7	22.45	88.28	0.266	0.545	0.811	0.756
2F	800 × 200 × 20/12	2.7	356.8	5348.4	150.2	23.43	88.19	0.240	0.438	0.678	0.585
1F	800 × 200 × 13/12	2.2	273.2	4188.1	92.7	13.82	52.67	0.188	0.329	0.517	0.539

8.9 煙路部の設計

9-1 設計応力



9-1 設計応力

$$\begin{cases} M = 125.98 \text{ t-m} \\ N = 1149.6 \text{ t} \end{cases}$$

9-2 煙路部の板厚決定

煙路部で筒身が完全円筒であれば、筒身の径次の応力

が得られる。

$$\sigma' = \frac{N}{A} + \frac{M}{Z}$$

板厚 $t_s = 16 \text{ mm}$ とする。(使用板厚)

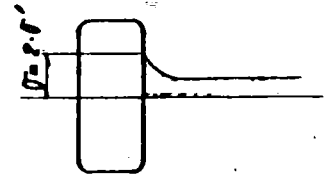
$$\therefore \begin{cases} A = 812.3 \text{ cm}^2 \\ Z = 32498 \text{ cm}^3 \end{cases}$$

故に

$$\sigma' = \frac{1149.6}{812.3} + \frac{125.98 \cdot 10^2}{32498} = 1.802 \text{ t/cm}^2$$

埋設開口部には応力集中に引次ぐれ、応力集中度が低く。

$$\begin{aligned}\sigma &= 2 \times \sigma' \\ &= 2 \times 1.802 = 3.604 \text{ t/cm}^2\end{aligned}$$



埋設開口部周りの応力集中を緩和するためには開口部の板厚が次式を満足する様にす。

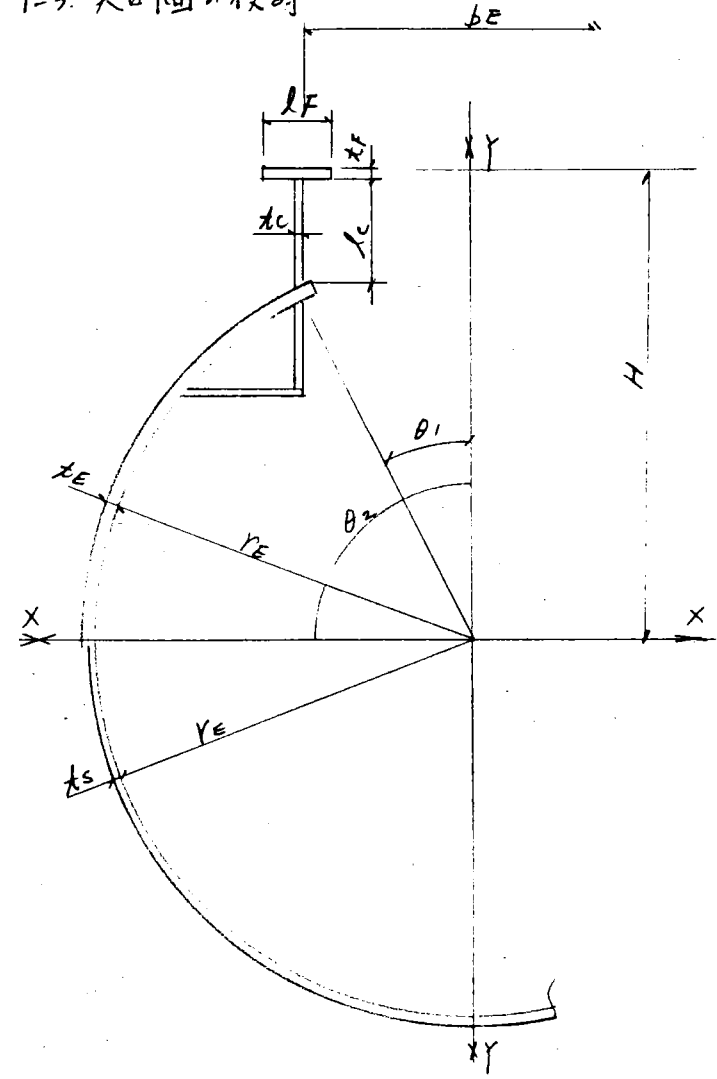
$$\frac{t_s \times \sigma}{t_E} \leq 2.0 \text{ t/cm}^2 (= \sigma_a)$$

t_E : 開口部の板厚

$$t_E \geq \frac{16 \times 3.604}{2.9} = 2.402 \text{ cm}$$

よって $t_E \geq 25 \text{ mm}$ とす。 30 mm を使用

9-3. 突断面の検討



$H = 967.3$

$lc = 253.8, \quad tc = 16, \quad lF = 224, \quad tF = 16$

$bE = 900, \quad YE = 800, \quad tE = 30, \quad ts = 16$

$\theta_1 = 29.35775^\circ = 0.5123866 \text{ rad}$

$\theta_2 = 90^\circ = 1.570788 \text{ rad}$

$\sin \theta_1 = 0.490261, \quad \cos \theta_1 = 0.871576$

$\sin \theta_2 = 1.0, \quad \cos \theta_2 = 0$

1) 断面積

$$\begin{aligned}
 AE &= 2 \left\{ (\theta_2 - \theta_1) t_E \cdot r_E + (\pi - \theta_2) t_S \cdot r_E + l_F \cdot t_F + l_C \cdot t_C \right\} \\
 &= 2 \left\{ (1.570788 - 0.5123866) \times 3.0 \times 80 + (\pi - 1.5708) \right. \\
 &\quad \left. \times 1.6 \times 80 + 22.4 \times 1.6 + 25.38 \times 1.6 \right\} \\
 &= 1063.05 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

2) X軸廻りの断面一次モーメント

$$\begin{aligned}
 Q_{EX} &= 2 \left\{ t_E \cdot r_E^2 (\sin \theta_2 - \sin \theta_1) - t_S \cdot r_E^2 \cdot \sin \theta_2 \right. \\
 &\quad \left. + l_F \cdot t_F (r_E \cdot \cos \theta_1 + l_C) + l_C \cdot t_C (r_E \cdot \cos \theta_1 + \frac{l_C}{2}) \right\} \\
 &= 2 \left\{ 3.0 \times 80^2 (1.0 - 0.4903) - 1.6 \times 80^2 \times 1.0 \right. \\
 &\quad \left. + 22.4 \times 1.6 (80 \times 0.8716 + 25.38) + 25.38 \times 1.6 (80 \times 0.8716 + 12.69) \right\} \\
 &= 12603.4 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$x_G = \frac{Q_{EX}}{AE} = \frac{12603.4}{1063.05} = 11.85 \text{ cm}$$

3) X軸廻りの断面二次モーメント

$$\begin{aligned}
 I_{EX} &= t_E \cdot r_E^3 \left\{ \theta_2 - \theta_1 + \frac{1}{2} (\sin 2\theta_2 - \sin 2\theta_1) \right\} \\
 &\quad + t_S \cdot r_E^3 \left\{ \pi - \theta_2 - \frac{1}{2} \sin 2\theta_2 \right\} + \frac{1}{6} \cdot t_C \cdot l_C^3 \\
 &\quad + 2 l_F \cdot t_F (r_E \cdot \cos \theta_1 + l_C)^2 + 2 l_C \cdot t_C (r_E \cdot \cos \theta_1 + \frac{l_C}{2})^2 \\
 &= 3.0 \times 80^3 \left\{ (1.5708 - 0.5124) + \frac{1}{2} (-0.855) \right\} \\
 &\quad + 1.6 \times 80^3 \left\{ (\pi - 1.5708) - 0 \right\} + \frac{1}{6} \times 1.6 \times 25.38^3 \\
 &\quad + 2 \times 22.4 \times 1.6 (80 \times 0.872 + 25.38)^2 + 2 \times 25.38 \times 1.6 \\
 &\quad \times (80 \times 0.872 + 12.69)^2 \\
 &= 346.11 \times 10^4 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

4) 重心軸 ($x'-x'$ 軸) の断面二次モーメント (I_{Gx}) 及び断面係数 (Z_{Gx})

$$\begin{aligned} I_{Gx} &= I_{Ex} - (AE - X_G^2) \\ &= 346.11 \times 10^4 - (1063.05 \times 11.85^2) \\ &= 331.18 \times 10^4 \end{aligned}$$

$$Z_{Gx} = \frac{I_{Gx}}{H - X_G} = \frac{331.18 \times 10^4}{96.73 - 11.85} = 39017.7 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{AE} + \frac{M}{Z_{Gx}} \\ &= \frac{1149.6}{1063.05} + \frac{125.98 \times 10^2}{39017.7} = 1.40 < 2.4 \text{ t/cm}^2 \end{aligned}$$

3. 一 般 事 項

- 3-1 工 事 番 号 221314
- 3-2 工 事 略 号 < CZG >
- 3-3 工 事 名 称 横須賀市(仮称)南部清掃工場
焼却炉建設工事の内煙突新設工事
- 3-4 煙 突 規 模 形 式 三 脚 型
煙 突 高 さ GL+ 170m
筒 身 内 径 1,600φ, ノズル径 1,100φ
筒身基部間隔 3,300 × 3,300
製 作 数 3 筒
- 3-5 工 事 範 囲 工作図, 製作一式, 塗装, 輸送
- 3-6 工 期 製作開始 昭和57年10月
製作完了 昭和58年 3月
- ※ なお詳細工程は別紙中日程表参照願います。
- 3-7 納 入 場 所 横須賀市神明町2-233番地

※アンカーフレーム納期 昭和57年1月30日

4. 材 料

4-1 鋼 材

- (1) 主鋼造の鋼板は、JIS G 3101に規定する1級構造用圧延鋼材SS41を使用します。但し集煙部には耐流酸性鋼材SUS316Lを使用します。
- (2) アンカーボルト、ナット並びに主構造用形鋼、棒鋼、平鋼は、JIS G 3101に規定する一般構造用圧延用材を使用します。
- (3) 補助構造用鋼板、形鋼、棒鋼、平鋼は普通鋼材を使用します。
- (4) 手摺用小径パイプはJIS G 3452に規定する配管用炭素鋼、鋼管を使用します。

4-2 溶 接 棒

D4301, D4303, D4316, D4327 に規定する軟鋼用及び耐流酸系鋼用溶接棒を使用します。

4-3 塗 料

1次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	1回
下 塗	ウレタン系	2回
中 塗	エポキシ系	1回
上 塗	ウレタン系	1回

8. 組立要領

8-1 工場組立区分

部 材	組立場所	組 立 方 法
アンカーフレーム	工 場	一体組立てとします。
脚 部	"	"
煙 路 部	"	各筒共2リングにコーミング付け一体とします。
(集煙部含) 一 般 筒 身	"	2リング~5リング継ぎブロック組とします。
(仕口含) 補 強 リ ン グ	"	3分割に組立ます。
繋 ぎ 梁	"	1G,2Gは2分割,3G以上は一体組とします。
プラットホーム 階 段 , 踊 場 梯 子	"	発送単位に組立てます。

1. はじめに

貴方に既に御提出しております 見積仕様書 (訂正△ 56-2-27)

第6章 塗装 6.2 塗料 の項にて、使用する塗料は
 エポキシ・エステル系、塩化ゴム系 11すれかの採用というにて
 申出を行っておりますが、
 プラント引渡し後 3年の保証期間を考慮、検討の結果、
 ウレタン系塗料の採用につきまして 追加承認を賜わ
 ります様、御願ひ申し上げます。

2. 申請塗料及び塗料メーカー

日本油脂株式会社

	塗料	塗装回数
下塗	ウレタン系	30μ×2回
中塗	エポキシ系	30μ×1回
上塗	ウレタン系	25μ×1回

中塗は、① 層間密着性を上げ
 ② 防錆性を良くする (特に、耐水性に優れる)
 ことより、エポキシ系を採用いたします。

3. 各種塗料の性能比較表

性能 塗料名	耐候性	耐水性	耐海水性	耐酸性	耐アルカリ性	耐熱温度	美装
ウレタン系	◎	○	◎	◎	○	120℃	◎
エポキシ系	△	◎	◎	◎	○	100℃	○
塩化 ゴム系	◎	○	○	○	△	60℃	◎

◎ 優, ○ 良, △ 可.

工事番号	221314	資料番号	C25-1017
注文主	横須賀市役所 殿		
工事名称	(仮称)南部清掃工場 焼却炉建設工事の内 煙突新設工事		
資料名称	塗装仕様書		
来歴	56.8.3 承認申請		

56.11.19 承認済
 57.2.18 最終承認図
 57.3.2 マニセルマンセル記号を決定
 57.3.30 塗料系列を訂正す。

1. 本塗装仕様書は 横須賀市役所 殿 南部清掃工場 焼却炉建設工事の内 煙突新設工事に 於ける 塗装仕様書です。
 尚 塗料メーカーは 日本油脂株式会社 載ります。

2. 塗装色

一般部 オイルホフ仕 マニセル記号 1Y-8.5/1
 マニセル記号 2.54 5.5/7
 マニセル部 薄グリーン

3. 基本塗装仕様

施工場所	銘 板		塗装回数	塗装間隔	備 考	
	日本油脂(株)					
I 場	錆止め (エポキシ)	セッコク	20μ	1	24月~65月	有様シロアリ対策
	下塗	ウレタンプライマー 黒錆	30	1	24月~35月	ウレタン系
	下塗	ウレタンプライマー 赤錆	30	1	24月~35月	ウレタン系
	中塗	エポキシ中塗	30	1	24月~45月	エポキシ系 (上塗 同色)
	上塗	ハイウレタン ND2800	25	1		ウレタン系

鋼材の下地処理
 鋼板はエポキシに2ショット後 プライマー塗布(錆止め)とし
 型鋼は 酸洗後 プライマー塗布を原則と致す。

3. 見積仕様と 詳細設計仕様 (承認申請仕様) の比較

	見積時	詳細設計時 (承認申請時)				
ライニング仕様	<p>メンブレン塗装 (倍身鋼板内面) 耐酸塗装</p> <p>断熱ライニング (鋼板側) 厚さ 80 mm</p> <p>耐酸ライニング (排ガス側) 厚さ 40 mm</p>	<p>高強度キャスト 厚さ 20 mm</p> <p>断熱キャスト 厚さ 60 mm</p> <p>耐酸キャスト 厚さ 40 mm</p>				
耐酸塗装と高強度キャストの性能	<ul style="list-style-type: none"> 耐酸塗装としては、 <ul style="list-style-type: none"> エポキシ系 (例. RA-150) タール・エポキシ系 (例. ビスコ*1000) シリコン系 (例. サトエ DHX) がありますが、塩酸雰囲気下におくと、フクレ、剥離、クラック等発生の恐れがあります。 耐熱温度 60~80℃ 前後。 	<ul style="list-style-type: none"> 高強度キャスト (TX-400) の液相浸透試験 <ul style="list-style-type: none"> における HCl 浸透量は 0.12% (50℃, HCl 1wt%, 72"浸漬 - 72"放置を1サイクルとし23サイクル繰返す) 気相浸透試験における HCl 浸透量は 0.08% <ul style="list-style-type: none"> (100℃, HCl 15wt%, 72"浸漬 - 72"放置の3サイクル) この HCl 浸透量は、断熱キャスト (LW-5)、耐酸キャスト (DP-A) 等と比べても、一番小さい値であります。 常用使用温度 <table border="1"> <tr> <td>DP-A, TX-400</td> <td>250℃</td> </tr> <tr> <td>LW-5</td> <td>500℃</td> </tr> </table> 	DP-A, TX-400	250℃	LW-5	500℃
DP-A, TX-400	250℃					
LW-5	500℃					
施工上の問題	<p>スタット取付部まわりのケレンを完全に行うことは難しく、このまわりの耐酸塗装にはピンホールが発生しやすい。</p>	<p>高強度キャストは、施工上の難点がない。</p>				
実績		<p>鋼板側には、1:4がけ付又は TX-400 を施工した例は、既に納入済のものが4社、現在、建設中または計画中のものが3社あります。</p>				