

## 解析

## 解析

### 1. 鉄骨上弦材 ( R 2 7 ) の温度変化による影響

昼夜の温度差が 1 0 度あるものと仮定し、次の 2 ケースの解析を行った。

ケース 1 全部材が - 1 0 deg 温度変化

ケース 2 鋼部材 ( 斜材ロッド、鉄骨部材 ) のみが - 1 0 deg 温度変化

上記 2 ケースの温度変化によって R 2 7 上弦材に生じる応力変動を表 1.1 に示す。

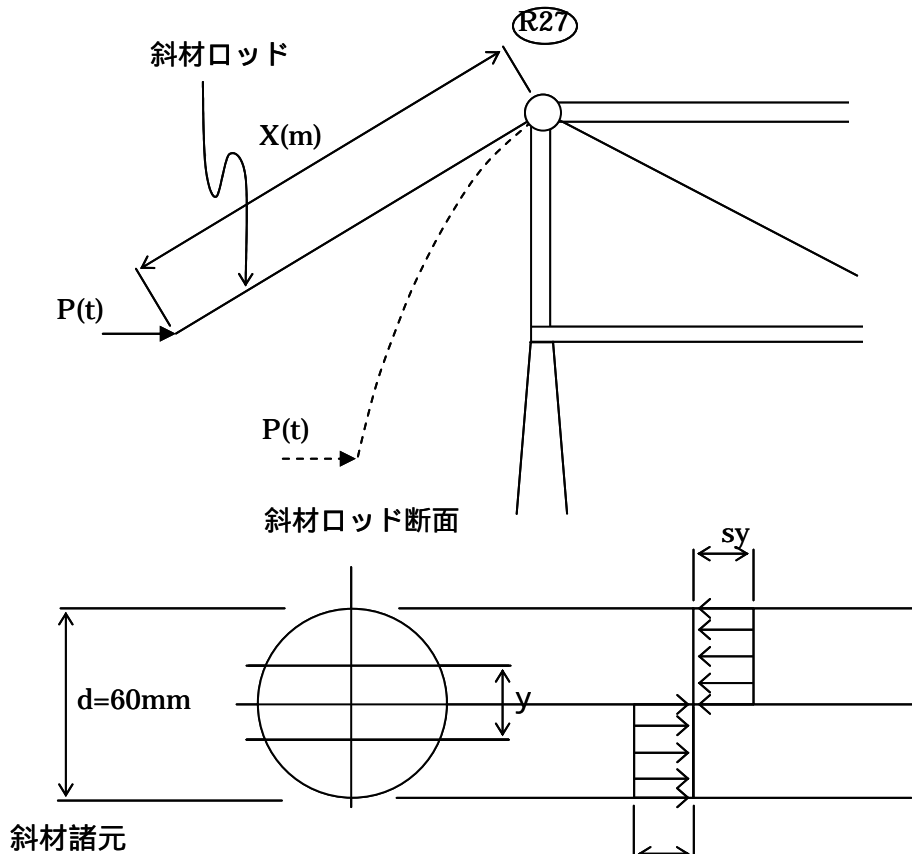
曲げモーメントによる応力度も含めて、R 2 7 上弦材にはケース 1 の場合で約 6 0 ~ 7 0 kgf/cm<sup>2</sup>、ケース 2 の場合で約 3 2 0 ~ 3 8 0 kgf/cm<sup>2</sup> の応力変動が生じる。

表1.1 鉄骨上弦材 ( R 2 7 ) の温度変化(-10deg)による応力

					完成時 断面力	-10deg				
						全体	鉄骨のみ			
入江側	R	26	-	R	27	N	tf	28.929	2.723	14.023
						Mv-J	tfm	-1.745	0.029	0.167
						Qv	tf	-0.715	0.008	0.050
						Mh-J	tfm	-1.335	0.023	0.159
						Qh	tf	-0.596	0.008	0.050
						S-N	kgf/cm <sup>2</sup>	66	47	240
						S-Mv	kgf/cm <sup>2</sup>	-1091	7	38
						S-Mh	kgf/cm <sup>2</sup>	-40	14	99
						S1	kgf/cm <sup>2</sup>	-1065	<b>68</b>	<b>378</b>
						S2	kgf/cm <sup>2</sup>	-984	39	179
						S3	kgf/cm <sup>2</sup>	1117	54	301
						S4	kgf/cm <sup>2</sup>	1197	26	102
						S(+max)/Sy		0.36	<b>0.02</b>	<b>0.11</b>
						S(-max)/Sy		-0.32	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>
信濃川	R	26	-	R	27	N	tf	12.283	2.829	14.293
						Mv-J	tfm	-2.255	0.020	0.127
						Qv	tf	-0.885	0.006	0.039
						Mh-J	tfm	0.364	-0.006	-0.072
						Qh	tf	0.283	0.001	-0.003
						S-N	kgf/cm <sup>2</sup>	28	48	245
						S-Mv	kgf/cm <sup>2</sup>	-1409	5	29
						S-Mh	kgf/cm <sup>2</sup>	11	-4	-45
						S1	kgf/cm <sup>2</sup>	-1370	49	229
						S2	kgf/cm <sup>2</sup>	-1392	<b>57</b>	<b>319</b>
						S3	kgf/cm <sup>2</sup>	1449	40	170
						S4	kgf/cm <sup>2</sup>	1427	48	260
						S(+max)/Sy		0.44	0.02	0.10
						S(-max)/Sy		-0.42	<b>0.01</b>	<b>0.05</b>

## 2. 入江側 R26-R27 斜材ロッド全降伏荷重

斜材ロッドにどの程度の力が加わると折れ曲がるか試算したところ、荷重のかかる位置によって0.3tf ~ 2tf程度の力で全降伏することが分かる。従って、桁が落下するときの屋根の荷重で容易に折れ曲がること分かる。



斜材諸元

規格 : KST-4 (  $s_y = 5500 \text{ kgf/cm}^2$  )  $s_y$

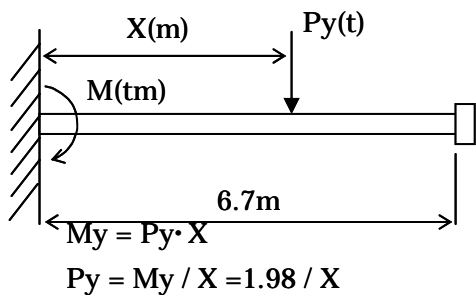
中立軸 :  $y = \frac{2d}{3} \times 2 = \frac{(2 \times 6.0)}{(3 \times )} \times 2 = 2.546 \text{ cm}$

断面積 :  $A = \frac{d^2}{4} = \frac{6.0^2}{4} = 28.274 \text{ cm}^2$

降伏モーメント :  $M_y = s_y \cdot A / 2 \cdot y = 5500 \times 28.274 / 2 \times 2.546$   
 $= 197960 \text{ kgf} \cdot \text{cm} = 1.98 \text{ tm}$

全降伏水平力の算出

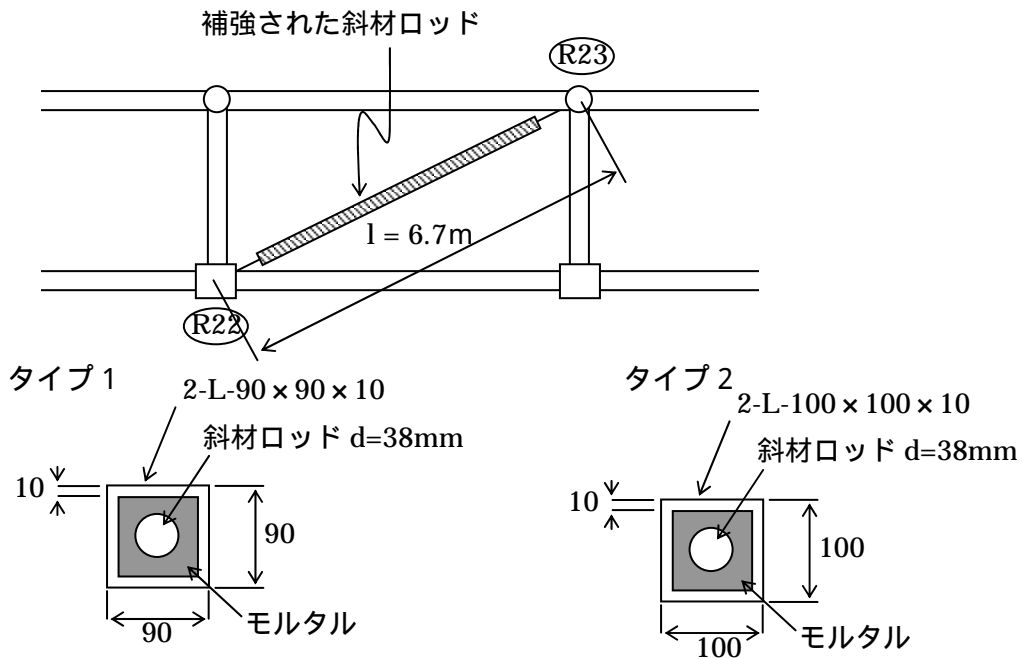
片持梁として降伏モーメント( $M_y$ )が生じる水平力( $P_y$ )を求める。



X (m)	Py (t)
1.0	1.98
2.0	0.99
3.0	0.66
4.0	0.50
5.0	0.40
6.0	0.33
6.7	0.30

### 3. 入江側 R22-R23 斜材ロッド座屈荷重

入江側 R 2 2 定着部の破壊が補強された R 2 2 - R 2 3 ロッドの軸圧縮によるものか座屈耐力を調査したが、ロッドの座屈耐力は下に示すように 17 t f 未満のため、純圧縮による押し抜き破壊ではなく、ロッドが面外に折れ曲がりながら定着部をこじ開けるように破壊したものである。



#### 断面二次モーメント

【 等辺山形鋼 】(角管として計算)

$$\text{タイプ 1 : } I_{11} = 9.0 \times 9.0^3 / 12 - (9.0 - 1.0) \times (9.0 - 1.0)^3 / 12 = 205.417 \text{ cm}^4$$

$$\text{タイプ 2 : } I_{12} = 10.0 \times 10.0^3 / 12 - (10.0 - 1.0) \times (10.0 - 1.0)^3 / 12 = 286.583 \text{ cm}^4$$

【 モルタル 】(鋼換算 : n=7 とする)

$$\text{タイプ 1 : } I_{21} = (8.0 \times 8.0^3 / 12) / 7 - \times 3.8^4 / 64 = 38.527 \text{ cm}^4$$

$$\text{タイプ 2 : } I_{22} = (9.0 \times 9.0^3 / 12) / 7 - \times 3.8^4 / 64 = 67.872 \text{ cm}^4$$

【 斜材ロッド 】

$$\text{タイプ 1 : } I_{31} = \times 3.8^4 / 64 = 10.235 \text{ cm}^4$$

$$\text{タイプ 2 : } I_{32} = \times 3.8^4 / 64 = 10.235 \text{ cm}^4$$

【 合計 】

$$\text{タイプ 1 : } I_1 = I_{11} + I_{21} + I_{31} = 254.479 \text{ cm}^4$$

$$\text{タイプ 2 : } I_2 = I_{12} + I_{22} + I_{32} = 364.690 \text{ cm}^4$$

#### 座屈荷重(Pcr)の算出

$$\text{タイプ 1 : } P_{cr} = \frac{2EI_1}{l^2} = \frac{2 \times 2.1 \times 10^6 \times 254.479}{670^2} = 11750 \text{ kg}$$

12t
-----

$$\text{タイプ 2 : } P_{cr} = \frac{2EI_2}{l^2} = \frac{2 \times 2.1 \times 10^6 \times 364.690}{670^2} = 16838 \text{ kg}$$

17t
-----

#### 4. 束材基部アンカーボルトの損傷状況と耐力

落橋時の状況等から、支柱両端部の耐力の比較を行い、損傷状況の整合性について検証した。

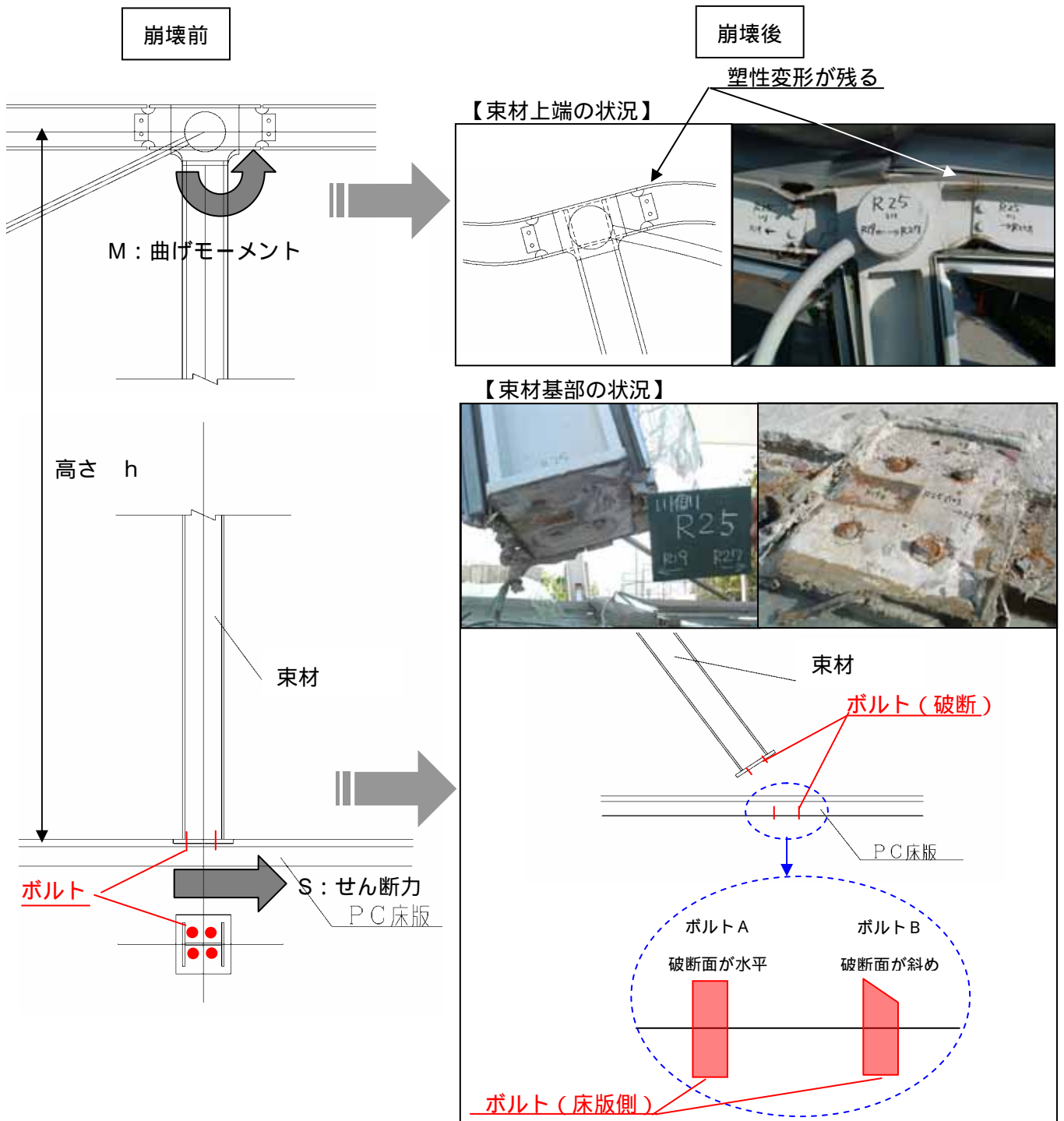


図 4.1 束材上端部および基部に働く力

崩壊後の状況から、先に束材基部のアンカーボルトが破断してしまうと上弦材接合部を損傷させるような力は働かない。従って、先ず上弦材接合部が破損してその次に束材基部のアンカーボルトが破断したものと考えられることから、束材基部の耐力 > 束材上端の耐力であることが予想される。以下に、両者の力のつりあいから、その耐力差を照査した。

・束材上端

**H鋼材の降伏曲げモーメント**

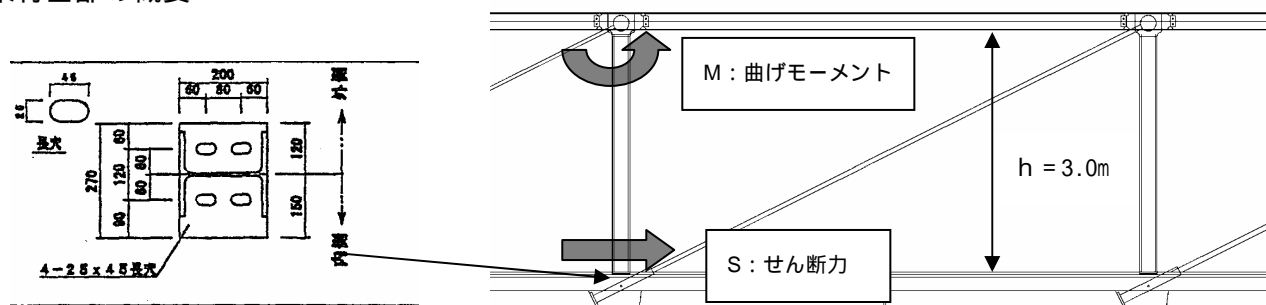
Flg : 250 × 12、web : 176 × 19 ( SM490 )

$$I = 6,172 \text{ cm}^4$$

$$Z = 617 \text{ cm}^3$$

$$M_y = 617 \text{ cm}^3 \times 3200 \text{ kgf/cm}^2 = 1,974,400 \text{ kgf} \cdot \text{cm} = 19.74 \text{ tfm}$$

束材基部の概要



・束材基部

**基部の降伏せん断力**

使用ボルト : M20 × 55 ( DS4.8 )       $y = 340 \text{ N/mm}^2$ 、 $A_e = 245 \text{ mm}^2$

$$N_y = y \times A_e = 83300 \text{ N} = 83.3 \text{ kN} = 8.5 \text{ tf/本}$$

$$\text{降伏せん断力 } S_y = N_y / 3 = 4.9 \text{ tf/本}$$

**上端部の降伏曲げモーメント**

ボルト4本の内、仮に2本が降伏に達するときの束材上端の曲げモーメント  $M_{y1}$  は

$$M_{y1} = 4.9 \text{ tf/本} \times 3 \text{ m} \times 2 = 29.4 \text{ tfm}$$

以上より、次の関係が成り立つため、ボルトの破断状況と束材上端部の損傷状況の整合性が取れていることが分かる。

ボルト2本降伏時の束材上端曲げモーメント 29.4 tfm > 束材上端降伏耐力 19.74 tfm