

第2章：設計方法

雪寒仮囲いは雪荷重や風荷重などを主荷重にしており、設置地点の条件の相違によって構造が異なってくる。一方、仮囲いは仮設物であり、各部材は条件の異なる各現場間で転用されることになる。このため、部材の種類ならびに形状寸法をあまり多種類にすることは、施工手法の合理性を考えると好ましくない。

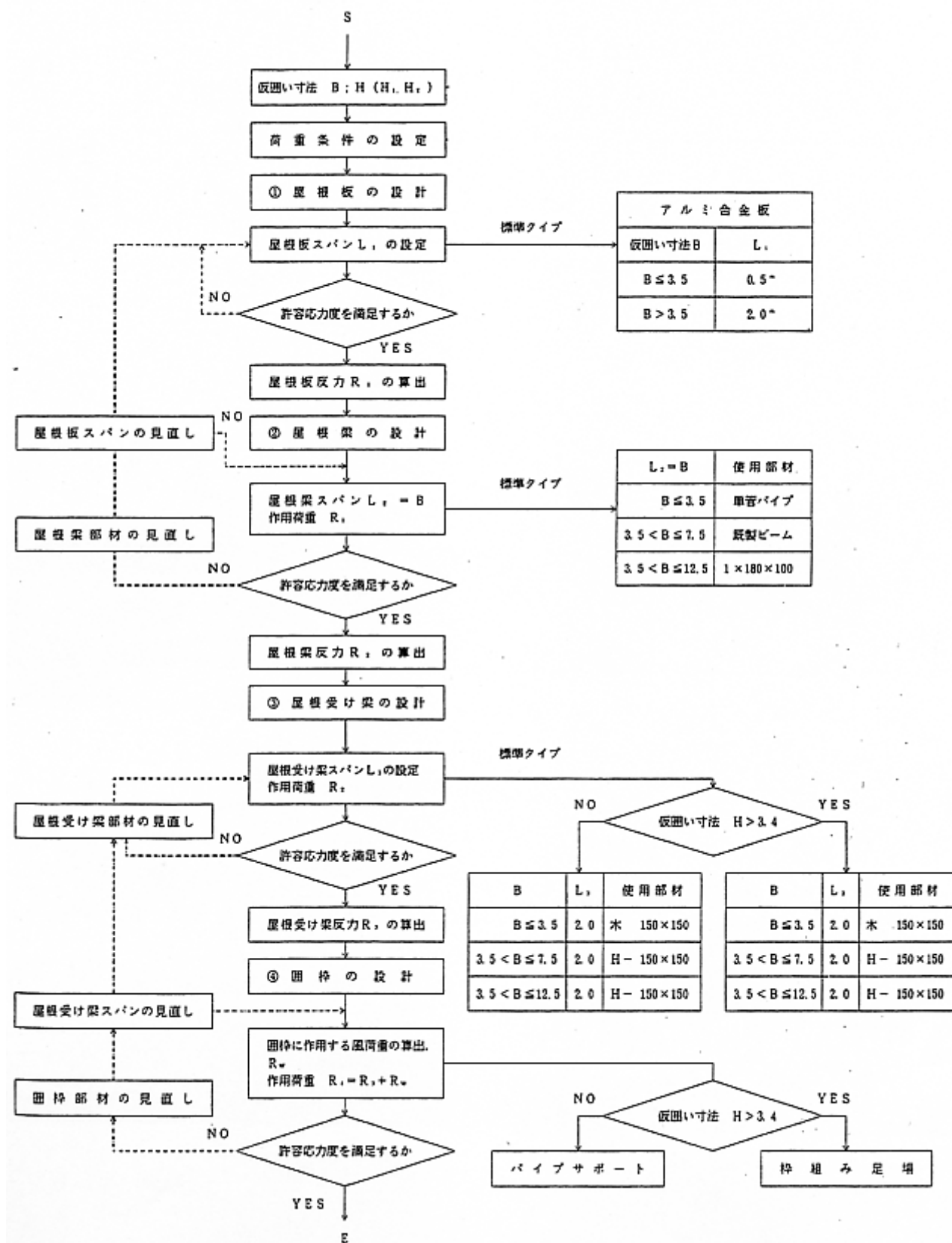
本章では、このような考えをもとに仮囲いの設計条件を降雪密度 981 N / m^3 、設計積雪深 60 cm （山沿いの雪量を考慮し、 50 cm に 10 cm をプラス）を限定し、主要部材について標準化を行ったものである。なお、設計積雪深が 60 cm を超えるような山地部、設計積雪深が少なく（ただし、 50 cm 未満にはしない）かつ、荷重を下げることによって主要部材が1ランク下がるといようなケースでは、構造検討が必要となるが、雪の密度が小さい北海道地方においても、積雪を累積させておいて降ろすような場合は密度が 981 N / m^3 を超えることもあるので、施工状態に留意しなければならない。

また、実際に使用する部材によっては、許容応力度、重量等の設計数値が異なる場合も考えられるので、設計に当たっては十分留意しなければならない。

2 - 1 . 設計フローチャート

次頁に示したものは、標準化された主要部材を基本としたフローチャートである。ただし、荷重の増加および施工上から補強が生じた場合は、フローチャートの破線（-----）を使用する。

設計フローチャート



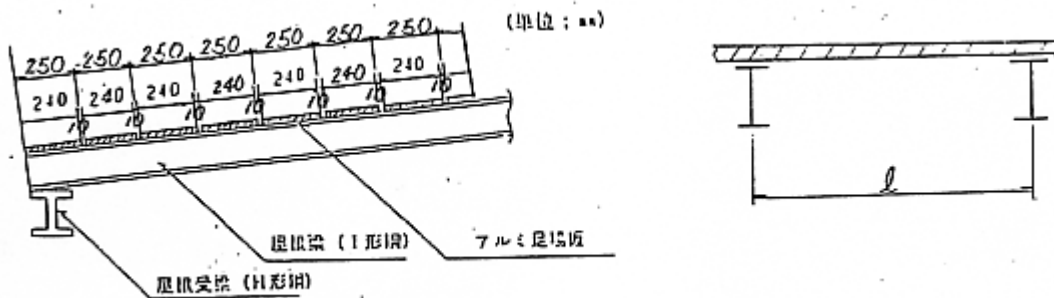
2 - 2 . 屋根部材の設計

2 - 2 - 1 . 屋 根 板

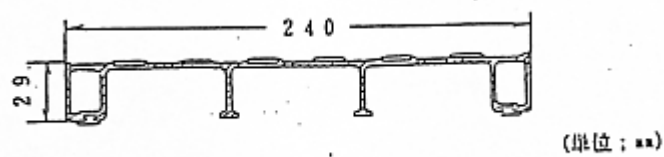
屋根板の材料はアルミ合金板を標準とする配置図及び断面性能を下記に示す。

検討ケース	仮囲い寸法 (B)	アルミ合金板支間 (l)
Case - 1	B 3.5m	0.5m
Case - 2	B > 3.5m	2.0m

屋根板配置図



断面性能



寸法 (mm)	許容曲げ応力度	断面係数	荷重	備考
高 幅 長 29 × 240 × 4,000	107,900kN / m ²	5.21 cm ³	99.0N	

屋根板は、軽量化に伴う死荷重の軽減、施工性の向上に配慮し、アルミ合金板とした。

1 . 荷重計算

死荷重（自重）..... 副部材重量として主桁の10%を割増す。

$$w_d = 99.0\text{N} \times \frac{1}{4.0} \times 1.1 = 27.2\text{N}$$

雪荷重..... 降雪密度 $981\text{N} / \text{m}^3$ 、積雪深 0.6m 、屋根板分担巾 0.25m

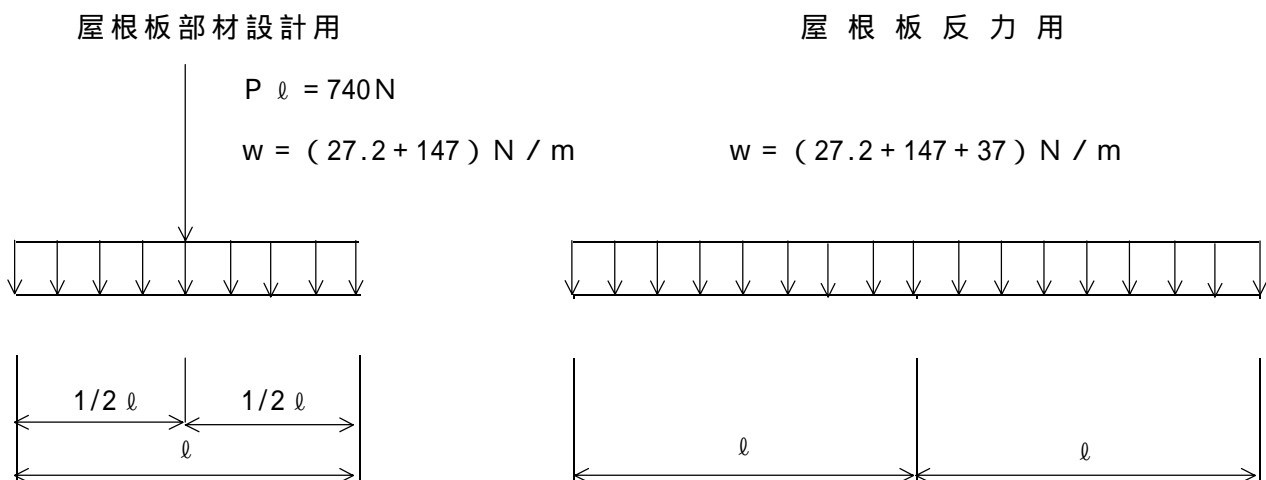
$$w_s = 981\text{N} / \text{m}^3 \times 0.6\text{m} \times 0.25\text{m} = 147\text{N} / \text{m}$$

作業荷重

屋根板設計用 $P_l = 740\text{N}$ （集中荷重）

屋根板反力用 $w_l = 147\text{N} / \text{m}^2 \times 0.25\text{m} = 37\text{N} / \text{m}$

荷 重 図

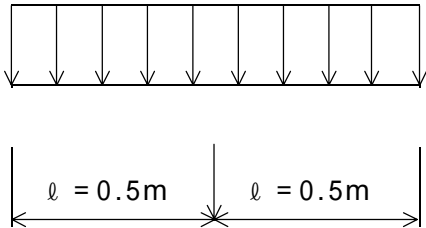
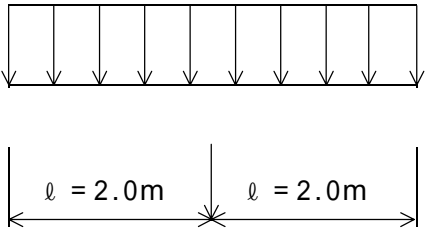


2. 断面力及び応力度計算

屋根板の支間は、仮囲い寸法 B より 2 Case について計算する。

		Case - 1	Case - 2
荷重状態		<p style="text-align: center;">$P_l = 740\text{N}$ $w = 174.2\text{N}$</p> <p style="text-align: center;">$l = 0.5\text{m}$</p>	<p style="text-align: center;">$P_l = 740\text{N}$ $w = 174.2\text{N}$</p> <p style="text-align: center;">$l = 2.0\text{m}$</p>
荷重条件	死荷重	$w_d = 27.2\text{N/m}$	$w_d = 27.2\text{N/m}$
	雪荷重	$w_s = 147\text{N/m}$	$w_s = 147\text{N/m}$
	作業荷重	$P_l = 740\text{N}$	$P_l = 740\text{N}$
M max (N・m)		$M = \frac{1}{8} \cdot w \cdot l^2 + \frac{1}{4} P_l \cdot l$ $= \frac{1}{8} \times 174.2 \times 0.5^2 + \frac{1}{4} \times 740 \times 0.5$ $= 97.9\text{N} \cdot \text{m}$	$M = \frac{1}{8} \cdot w \cdot l^2 + \frac{1}{4} P_l \cdot l$ $= \frac{1}{8} \times 174.2 \times 2.0^2 + \frac{1}{4} \times 740 \times 2.0$ $= 457.1\text{N} \cdot \text{m}$
応力度	断面係数 Z	5.21cm^3	5.21cm^3
	$= \frac{M}{Z}$	$\frac{97.9 \times 10^3}{5.21 \times 10^{-6}} = 18800\text{kN/m}^2 < 107900\text{kN/m}^2$	$\frac{457.1 \times 10^3}{5.21 \times 10^{-6}} = 87700\text{kN/m}^2 < 107900\text{kN/m}^2$
備考		屋根板支間は屋根梁の応力度から決定される。	

3. 屋根板反力の計算

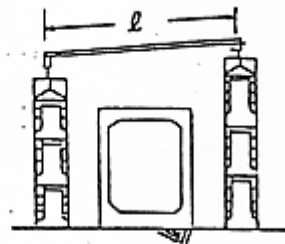
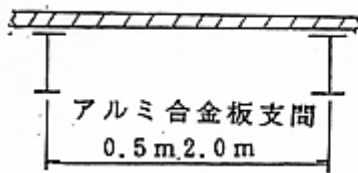
		Case - 1	Case - 2
荷重状態		$w = w_d + w_s + w_l$ 	$w = w_d + w_s + w_l$ 
荷重条件	死荷重	$w_d = 27.2 \text{ N / m}$	$w_d = 27.2 \text{ N / m}$
	雪荷重	$w_s = 147 \text{ N / m}$	$w_s = 147 \text{ N / m}$
	作業荷重	$w_l = 37 \text{ N / m}$	$w_l = 37 \text{ N / m}$
屋根板反力	死荷重	$R_{1d} = w_d \times l = 27.2 \times 0.5 = 13.6 \text{ N}$	$R_{1d} = w_d \times l = 27.2 \times 2.0 = 54.4 \text{ N}$
	雪荷重	$R_{1s} = w_s \times l = 147 \times 0.5 = 73.5 \text{ N}$	$R_{1s} = w_s \times l = 147 \times 2.0 = 294 \text{ N}$
	作業荷重	$R_{1l} = w_l \times l = 37 \times 0.5 = 18.5 \text{ N}$	$R_{1l} = w_l \times l = 37 \times 2.0 = 74 \text{ N}$
	合計	$R = 105.6 \text{ N}$	$R = 422.4 \text{ N}$

2 - 1 - 2 . 屋 根 梁

屋根梁の材料は単管、既成ビーム材、I形鋼を標準とする。配置図及び断面性能を下記に示す。

検討 Case	仮囲い寸法 (B)	屋根梁支間 (l)	屋根梁材料
Case - 1	B 7.5	l 3.5	単管
Case - 2	3.5 < B 7.5	3.5 < l 7.5	既成ビーム材
Case - 3	7.5 < B 12.0	7.5 < l 12.0	I形鋼

屋根梁配置図

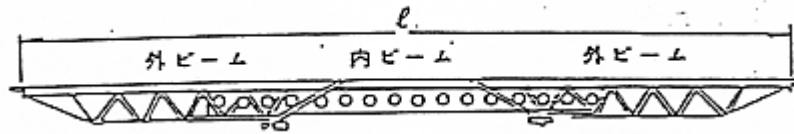


注) 中間支間を設ける場合はその位置からの支間とする。

断 面 性 能

屋根梁材料	寸 法	許容曲げ 応 力 度	断面係数	荷重 N/m	備 考
単 管	STK500 48.6 × 2.4	235400kN / m ²	3.83 cm ³	26	
既 成 ビーム	L max = 7.5m	13730 N · m	-	147	
I 形 鋼	SS400 H - 180 × 100	156900kN / m ²	186 cm ³	231	許容応力度割 増し率 =

屋根梁の材料は、汎用仮設材である単管ならびに既成ビーム材（ペコビーム等：下図参照）を標準とした。



ただし、既成ビーム材は概ね 7.5m程度を限度としているので、それを超えるスパンについてはI形鋼を用いることとした。長スパン用の仮設ガーダーも開発されているが、仮囲いの屋根に使用した場合、ガーダーの下部に取付けられる補強材が作業の障害となるので、ここでは使用しないものとした。

1. 荷重計算

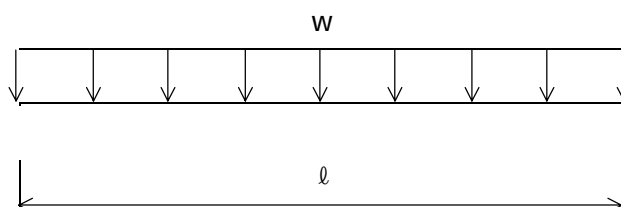
荷重は、屋根板反力と屋根梁自重を作用させる。ただし、屋根板自重は、副部材自重として主部材の 10%と割増す。

単位：N / m

		Case - 1 単 管	Case - 2 既成ビーム材	Case - 3 I 形 鋼
屋根梁自重		$w_{d1} = 26 \times 1.1$ = 29	$w_{d1} = 147 \times 1.1$ = 162	$w_{d1} = 231 \times 1.1$ = 254
屋根板反力	死荷重	$w_{d2} = 13.6 \div 0.25$ = 54	$w_{d2} = 54.4 \div 0.25$ = 218	$w_{d2} = 54.4 \div 0.25$ = 218
	雪荷重	$w_s = 73.5 \div 0.25$ = 294	$w_s = 294 \div 0.25$ = 1176	$w_s = 294 \div 0.25$ = 1176
	作業荷重	$w_l = 19 \div 0.25$ = 76	$w_l = 76 \div 0.25$ = 304	$w_l = 76 \div 0.25$ = 304
合 計		$w = 453$	$w = 1860$	$w = 1952$

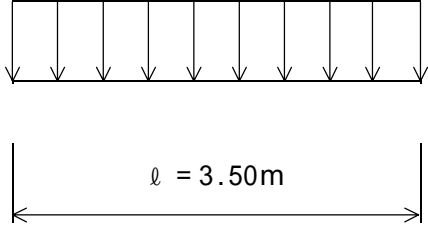
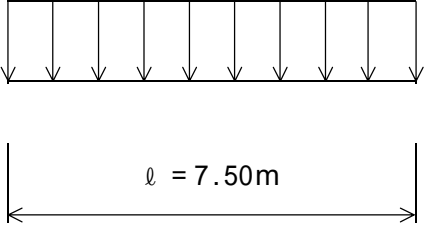
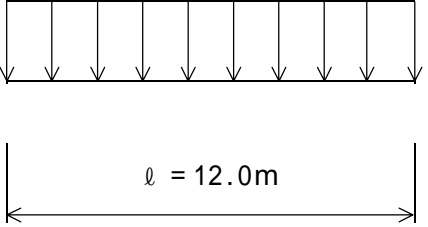
荷 重 図

屋根梁設計用及び反力用

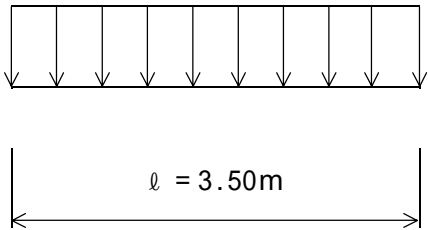
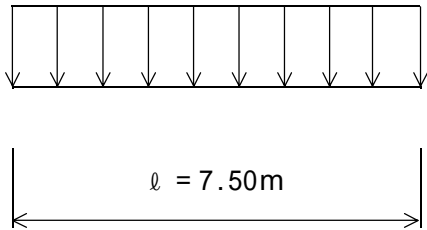
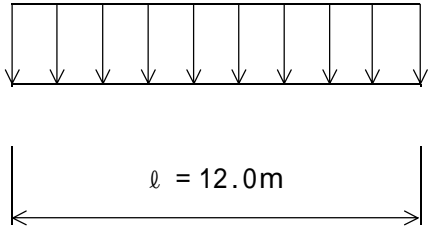


2. 断面力及び応力度計算

屋根梁の支間は、仮囲い寸法Bより3Caseについて計算する。

		Case - 1	Case - 2	Case - 3
荷重状態		$w = 453 \text{ N / m}$ 	$w = 1860 \text{ N / m}$ 	$w = 1952 \text{ N / m}$ 
荷重条件	死荷重	$w_d = w_{d1} + w_{d2} = 83 \text{ N / m}$	$w_d = w_{d1} + w_{d2} = 380 \text{ N / m}$	$w_d = w_{d1} + w_{d2} = 472 \text{ N / m}$
	雪荷重	$w_s = 294 \text{ N / m}$	$w_s = 1176 \text{ N / m}$	$w_s = 1176 \text{ N / m}$
	作業荷重	$w_l = 76 \text{ N / m}$	$w_l = 304 \text{ N / m}$	$w_l = 304 \text{ N / m}$
	合計	453 N / m	1860 N / m	1952 N / m
Mmax (N・m)		$= \frac{1}{8} w \times l^2$ $= \frac{1}{8} \times 453 \times 3.50^2$ $= 694$	$= \frac{1}{8} w \times l^2$ $= \frac{1}{8} \times 1860 \times 7.50^2$ $= 13078$	$= \frac{1}{8} w \times l^2$ $= \frac{1}{8} \times 1952 \times 12.0^2$ $= 35136$
応力度	断面係数 Z 又は抵抗MR	3.83 cm^3	$13730 \text{ N} \cdot \text{m}$	186 cm^3
	$= \frac{M}{Z}$ 、 M_R	$181200 \text{ kN / m}^2 < \sigma_a = 235400 \text{ kN / m}^2$	$13078 \text{ N} \cdot \text{m} < M_R = 13730 \text{ N} \cdot \text{m}$	$188900 \text{ kN / m}^2 < \sigma_a = 235400 \text{ kN / m}^2$ (156900×1.5)

3. 屋根梁反力の計算

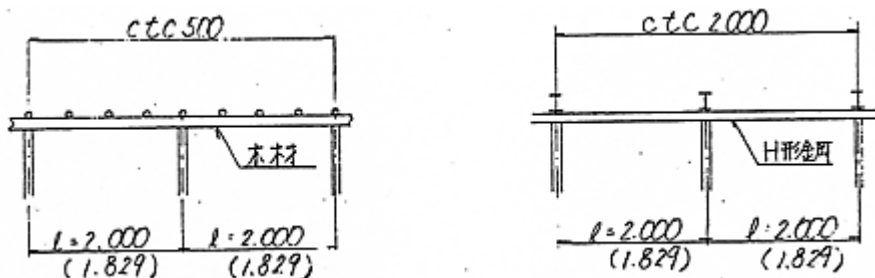
		Case - 1	Case - 2	Case - 3
荷重状態		<p style="text-align: center;">W</p>  <p style="text-align: center;">$l = 3.50\text{m}$</p>	<p style="text-align: center;">W</p>  <p style="text-align: center;">$l = 7.50\text{m}$</p>	<p style="text-align: center;">W</p>  <p style="text-align: center;">$l = 12.0\text{m}$</p>
荷重条件	死荷重	$w_d = 83\text{ N / m}$	$w_d = 380\text{ N / m}$	$w_d = 472\text{ N / m}$
	雪荷重	$w_s = 294\text{ N / m}$	$w_s = 1176\text{ N / m}$	$w_s = 1176\text{ N / m}$
	作業荷重	$w_l = 76\text{ N / m}$	$w_l = 304\text{ N / m}$	$w_l = 304\text{ N / m}$
屋根梁反力	死荷重	$R_{2d} = 1/2 \times w_d \times l$ $= 1/2 \times 83 \times 3.5$ $= 145\text{ N}$	$R_{2d} = 1/2 \times w_d \times l$ $= 1/2 \times 380 \times 7.5$ $= 1425\text{ N}$	$R_{2d} = 1/2 \times w_d \times l$ $= 1/2 \times 472 \times 12.0$ $= 2832\text{ N}$
	雪荷重	$R_{2s} = 1/2 \times w_s \times l$ $= 1/2 \times 294 \times 3.5$ $= 515\text{ N}$	$R_{2s} = 1/2 \times w_s \times l$ $= 1/2 \times 1176 \times 7.5$ $= 4410\text{ N}$	$R_{2s} = 1/2 \times w_s \times l$ $= 1/2 \times 1176 \times 12.0$ $= 7056\text{ N}$
	作業荷重	$R_{2l} = 1/2 \times w_l \times l$ $= 1/2 \times 76 \times 3.5$ $= 133\text{ N}$	$R_{2l} = 1/2 \times w_l \times l$ $= 1/2 \times 304 \times 7.5$ $= 1140\text{ N}$	$R_{2l} = 1/2 \times w_l \times l$ $= 1/2 \times 304 \times 12.0$ $= 1824\text{ N}$
	合計	$R = 793\text{ N}$	$R = 6975\text{ N}$	$R = 11712\text{ N}$

2 - 2 - 3 . 屋根受け梁

受け梁は屋根及び囲枠との接合性を考慮して木材及びH形鋼を標準とする。配置図及び断面性能を下記に示す。

検討ケース		仮囲い寸法 (B)	屋根梁支間 (l)	受け梁材料
パイプサポ ート材	1	B 3.5	(m) 2.00	木材
	2	3.5 < B 7.5	2.00	H形鋼
	3	7.5 < B 12.0	2.00	H形鋼
枠組足場材	4	B 3.5	1.829	木材
	5	3.5 < B 7.5	1.829	H形鋼
	6	7.5 < B 12.0	1.829	H形鋼

配 置 図



断 面 性 能

受け梁材 料	寸 法	許容応力度	断面係数	荷 重	備 考
木 材	150 × 150	10300kN / m ²	562cm ³	177 N / m	
H形鋼	SS400 150 × 150	156900kN / m ²	219cm ³	309 N / m	許容応力度の割 増率 = 1.5

1. 荷重計算

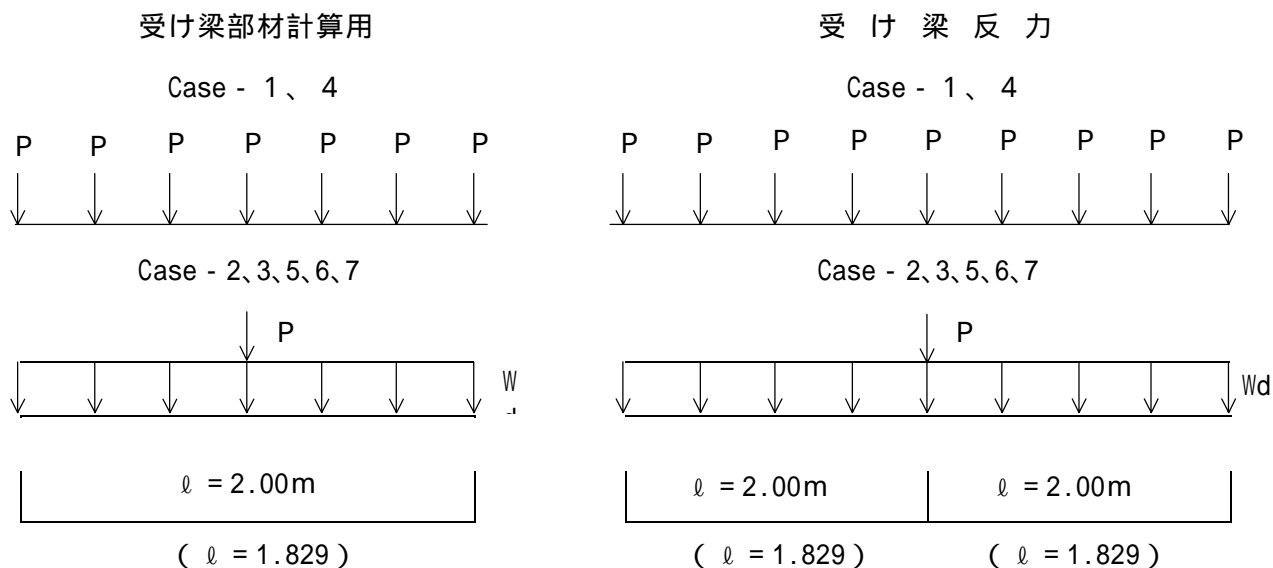
荷重は屋根梁反力と受け梁自重を作用させる。

但し受け梁自重は、副部材重量として主部材の10%を割増す。

		Case - 1、4 木 材	Case - 2、5、7 H形鋼	Case - 3、6 H形鋼
受け梁自重		$w_{d3} = 177 \times 1.1 = 195 \text{ N / m}$	$w_{d3} = 309 \times 1.1 = 340 \text{ N / m}$	$w_{d3} = 309 \times 1.1 = 340 \text{ N / m}$
屋根 板 反 力	死 荷 重	$P_d = 148 \text{ N}$	$P_d = 1431 \text{ N}$	$P_d = 2848 \text{ N}$
	雪 荷 重	$P_s = 515 \text{ N}$	$P_s = 4413 \text{ N}$	$P_s = 7061 \text{ N}$
	作 業 荷 重	$P_l = 130 \text{ N}$	$P_l = 1118 \text{ N}$	$P_l = 1789 \text{ N}$
	合 計	$P = 793 \text{ N}$	$P = 6962 \text{ N}$	$P = 11698 \text{ N}$

荷 重 図

屋根梁設計用及び反力用



(注) () 内は、囲枠材に枠組足場材を使用した場合

2. 断面力及び応力度計算

受け梁の断面力は、仮囲寸法 B 及び囲枠材の種類により 6 Case について計算する。Case 7 は、Case 2 と Case 5 の組合せとなるため、計算は省略する。

応力度計算結果(1) (囲枠にパイプサポート使用)

		Case 1	Case 2	Case 3
荷重状態				
荷重条件	死荷重	$Wd = 195 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$
	屋根梁反力			
	死荷重	$Pd = 148 \text{ N}$	$Pd = 1431 \text{ N}$	$Pd = 2848 \text{ N}$
	雪荷重	$Ps = 515 \text{ N}$	$Ps = 4413 \text{ N}$	$Ps = 7061 \text{ N}$
	作業荷重	$P_l = 130 \text{ N}$	$P_l = 1118 \text{ N}$	$P_l = 1789 \text{ N}$
	合計	$P = 793 \text{ N}$	$P = 6962 \text{ N}$	$P = 11698 \text{ N}$
M_{\max} (N · m)		$= \frac{1}{8} Wd \cdot l^2 + RA \times \frac{1}{2} - P \times 0.5$ $= \frac{1}{8} Wd \cdot l^2 + \left(\frac{3}{4} l - 0.5 \right) \cdot P$ $= \frac{1}{8} \times 195 \times 2.0^2 + \left(\frac{3}{4} \times 2.0 - \frac{1}{2} \right) \times 793 = 891$	$= \frac{1}{8} Wd \cdot l^2 + \frac{1}{4} P \cdot l$ $= \frac{1}{8} \times 340 \times 2.0^2 + \frac{1}{4} \times 6962 \times 2.0 = 3651$	$= \frac{1}{8} Wd \cdot l^2 + \frac{1}{4} P \cdot l$ $= \frac{1}{8} \times 340 \times 2.0^2 + \frac{1}{4} \times 11698 \times 2.0 = 6019$
応力度	断面係数 Z	562 cm^3	219 cm^3	219 cm^3
	$= \frac{M}{Z}$	$1585 \text{ kN / m}^2 < a = 10300 \text{ kN / m}^2$	$16671 \text{ kN / m}^2 < a = 235400 \text{ kN / m}^2$ (156900×1.5)	$27484 \text{ kN / m}^2 < a = 235400 \text{ kN / m}^2$ (156900×1.5)

応力度計算結果(2) (囲枠に枠組足場使用)

		Case 4	Case 5	Case 6
荷重状態				
荷重条件	死荷重	$Wd = 195 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$
	屋根梁反力			
	死荷重	$Pd = 148 \text{ N}$	$Pd = 1431 \text{ N}$	$Pd = 2848 \text{ N}$
	雪荷重	$Ps = 515 \text{ N}$	$Ps = 4413 \text{ N}$	$Ps = 7061 \text{ N}$
	作業荷重	$P\ell = 130 \text{ N}$	$P\ell = 1118 \text{ N}$	$P\ell = 1789 \text{ N}$
	合計	$P = 793 \text{ N}$	$P = 6962 \text{ N}$	$P = 11698 \text{ N}$
M_{\max} (N · m)		$= \frac{1}{8} Wd \cdot \ell^2 + RA \times \frac{1}{2} - P \times 0.5$ $= \frac{1}{8} Wd \cdot \ell^2 + \left(\frac{3}{4} \ell - 0.5 \right) \cdot P$ $= \frac{1}{8} \times 195 \times 1.829^2 + \left(\frac{3}{4} \times 1.829 - \frac{1}{2} \right) \times 793 = 773$	$= \frac{1}{8} Wd \cdot \ell^2 + \frac{1}{4} P \cdot \ell$ $= \frac{1}{8} \times 340 \times 1.829^2 + \frac{1}{4} \times 6962 \times 1.829 = 3326$	$= \frac{1}{8} Wd \cdot \ell^2 + \frac{1}{4} P \cdot \ell$ $= \frac{1}{8} \times 340 \times 1.829^2 + \frac{1}{4} \times 11698 \times 1.829 = 5491$
応力度	断面係数 Z	562 cm^3	219 cm^3	219 cm^3
	$= \frac{M}{Z}$	$1375 \text{ kN / m}^2 < a = 10300 \text{ kN / m}^2$	$15187 \text{ kN / m}^2 < a = 235400 \text{ kN / m}^2$ (156900×1.5)	$25073 \text{ kN / m}^2 < a = 235400 \text{ kN / m}^2$ (156900×1.5)

3. 受け梁反力の計算

その1 (囲枠にパイプサポート使用)

		Case 1	Case 2	Case 3	
荷重状態					
荷重条件	死荷重	$Wd = 195 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$	$Wd = 340 \text{ N / m}$	
	屋根梁反力	死荷重	$Pd = 148 \text{ N}$	$Pd = 1431 \text{ N}$	$Pd = 2848 \text{ N}$
		雪荷重	$Ps = 515 \text{ N}$	$Ps = 4413 \text{ N}$	$Ps = 7061 \text{ N}$
		作業荷重	$P\ell = 130 \text{ N}$	$P\ell = 1118 \text{ N}$	$P\ell = 1789 \text{ N}$
受け梁反力	死荷重	$= Wd \times \ell + Pd + \frac{3}{2} \times Pd \times 2$ $= 195 \times 2.0 + 148 + 3 \times 148$ $= 982 \text{ N}$	$= Wd \times \ell + Pd$ $= 340 \times 2.0 + 1431$ $= 2111 \text{ N}$	$= Wd \times \ell + Pd$ $= 340 \times 2.0 + 2848$ $= 3528 \text{ N}$	
	雪荷重 + 作業荷重	$= (Ps + P\ell) + \frac{3}{2} (Ps + P\ell) \times 2$ $= 645 + 3 \times 645$ $= 2580 \text{ N}$	$= Ps + P\ell$ $= 4413 + 1118$ $= 5531 \text{ N}$	$= Ps + P\ell$ $= 7061 + 1789$ $= 8850 \text{ N}$	