

PC スノーシェルターの設計と載荷試験

(設 計 編)

高 橋 勉*
江 田 均**
平 野 厚†
水 城 康 ††
佐 藤 啓 †††

1. 概 要

玉川スノーシェルターは、十和田八幡平国立公園内の一般国道 341 号 田沢湖町玉川に設置するもので、延長 81.0 m を 59, 60 年度に施工したものである。

この路線は、冬期間 (11 月～翌年 3 月) 道路閉鎖される豪雪地帯で、数多くのコンクリートおよび鋼製スノーシェッドが建設されている。今回のスノーシェルターは、現在、建設されている玉川ダム完成に合わせて冬期間の道路閉鎖を無くするための防雪施設の一貫である。

従来のスノーシェルターは、そのほとんどが鋼製であるが、雪に対するコンクリートは保温性による融雪効果、建設の工期の短縮、建設後の維持管理の経済性などを考慮し、プレキャスト部材によるコンクリート製スノーシェルターが採用された。

2. 形式選定

従来の鋼製スノーシェルターと PC スノーシェルターの比較は表-1 に示すような観点から決定された。

3. 設計条件

1) 構造形式：3 ヒンジアーチプレキャストコンクリ

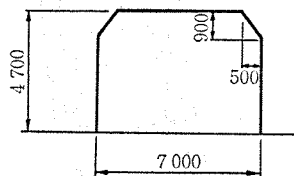


図-1

* 秋田県仙北土木事務所角館出張所所長

** 秋田県仙北土木事務所角館出張所技師

† ピー・エス・コンクリート (株) 仙台支店工務部設計課課長代理

†† ピー・エス・コンクリート (株) 仙台支店工務部設計課主任

††† 前田製管 (株) 本社設計主任

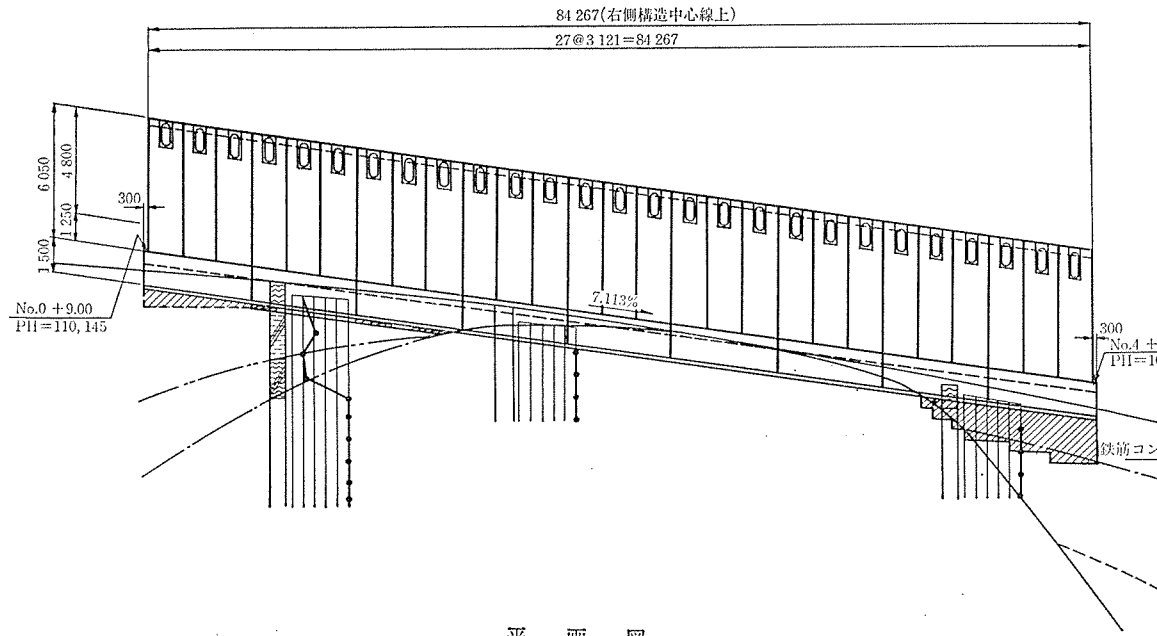
ート製スノーシェルター

2) 建築限界：高さ $H=4.70$ m

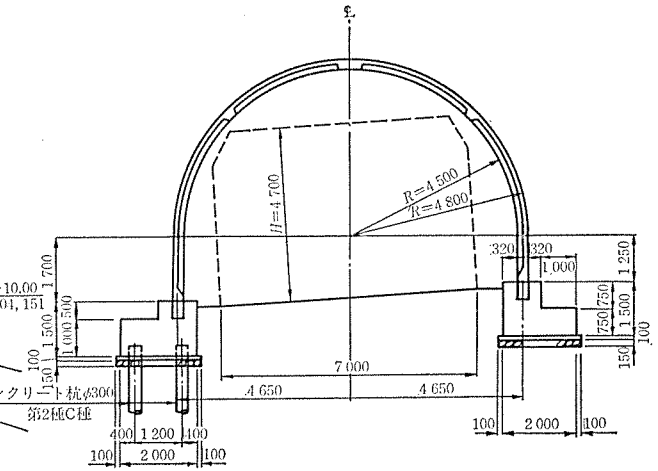
表-1 スノーシェルター比較表

種類 比較項目	PC スノーシェルター	評価	鋼製スノーシェルター	評価
構造形式	3 ヒンジアーチ 2 ヒンジアーチに対して水平力は小さいが、曲げモーメントは大きくなる。	△	2 ヒンジアーチ 3 ヒンジアーチに対して水平力は大きい、曲げモーメントは小さくなる。	○
景観性	重量感があるため、通行者に対して防災に対する安心感を与える。周囲の景観からの調和を図り、外装仕上げも可能。	○	出来上りがスマートで、通行者に重圧感を与えない。現地の風致に合った色彩を選べる。	○
施工性	プレキャスト化組立方式であるので工期が短縮できる。 曲線形状のため、型枠処理等、製作手間がかかる。 自重が重い、架設用トラッククレーンが大きくなる。 壁構造のため、簡単に建て込み、頂部をボルトで締結するだけでアーチ形状にできる。 現地での塗装の必要がない。	○ × × ◎	プレハブ化により工期は短くて済む。 部材の曲げ加工は鋼製のため簡単にできる。 自重が軽い、トラッククレーンは PC に比べて小さくなる。 柱構造のため、横梁、ブレース材等の細かな取付けが多い。 現地で建込み後、上塗りをしなければならない。	○ ◎ ○ × ×
維持管理	主構造物に対して特に必要としない。	◎	塗装の塗りかえが必要。 (建築限界の面からも) 再塗装は不要	×
下部構造物	下部構造物の形状は鋼製に比べて幾分か大きくなる。 (支点反力 $R=9.6t/m$)	△	下部構造物の形状は PC に比べて幾分か小さくなる。 (支点反力 $R=8.2t/m$)	○
経済性	建設費、維持管理費、耐久性を含めたライフサイクルコストが経済的である。		建設費は PC に比べ多少安くなるが、維持管理費が高い。	
総合		◎		○

右側側面図



断面図



平面図

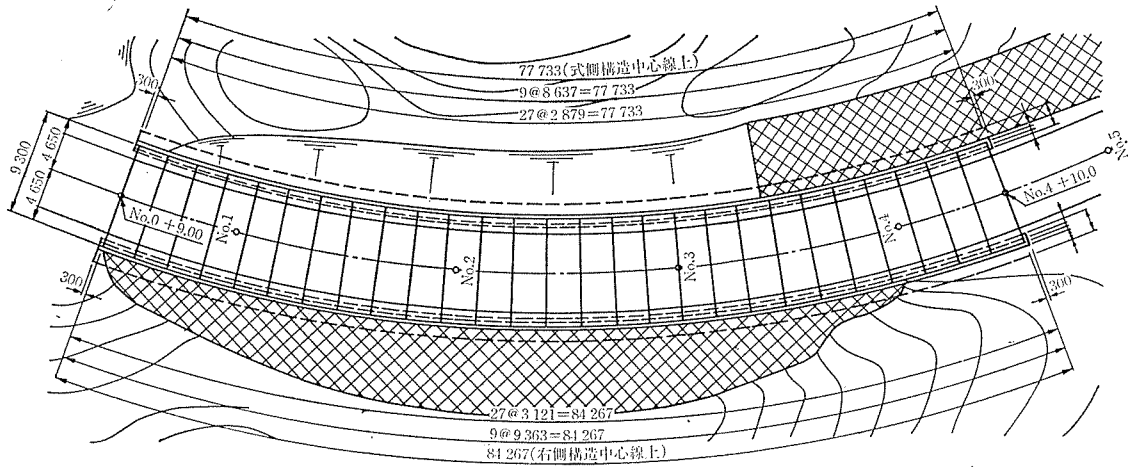


図-2 全体一般図

◇報 告◇

幅 $B=7.00\text{ m}$

- 3) 道路線形：平面曲線 $R=115.0\text{ m}$
 縦断勾配 $i=5.5\% \sim 10.5\%$
 横断勾配 $i=5.0\% \sim 8.0\%$
- 4) 荷 重：積雪深 $H_s=4.00\text{ m}$
 積雪平均密度 $r_s=0.35\text{ t/m}^3$
- 5) 設計水平震度： $K_H=0.17$
- 6) 材料強度：

- a) コンクリート
 設計基準強度 $\sigma_{ck}=750\text{ kgf/cm}^2$
 許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}=205\text{ kgf/cm}^2$
 許容せん断応力度 $\tau_a=6\text{ kgf/cm}^2$
- b) 鉄 筋
 許容引張応力度 $\sigma_{sa}=1\,800\text{ kgf/cm}^2$
 (SD 30)
- c) PC 鋼材
 主構補助ケーブル 1 T 19.3 mm
 連結ケーブル 1 T 19.3 mm

7) 許容応力度の割増し

- a) 積雪時
 自重+積雪 1.00
- b) 地震時
 自重+積雪×1/2+水平力 1.45

4. 部材形状

4.1 主 構

図-3 に示すように主構を構成する部材をシェルター断面を半割りしたパネル形状とし、リブを部材内側に納める構成とした。

4.2 床 版

工場製作の容易さと部材重量を減らすため、RC の片持ち梁として部材厚は 7 cm とした。

4.3 中間連結部

左右のパネルに取り付けられている縦リブに丸鋼を通してピン構造とし、ボルト止めをした。

4.4 支 承

図-3 に示すようにメナーゼヒンジ構造とした。

5. 線形への部材の対応

(1) 水平線形への対応

平面曲線は主構を台形形状として組み合わせることにより対応する(図-4)。

(2) 縦断勾配への対応

縦断勾配および他の要素を加味して 図-5 の方法で対応する。

(3) 横断勾配への対応

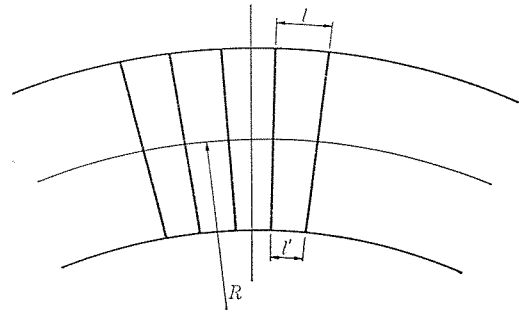


図-4

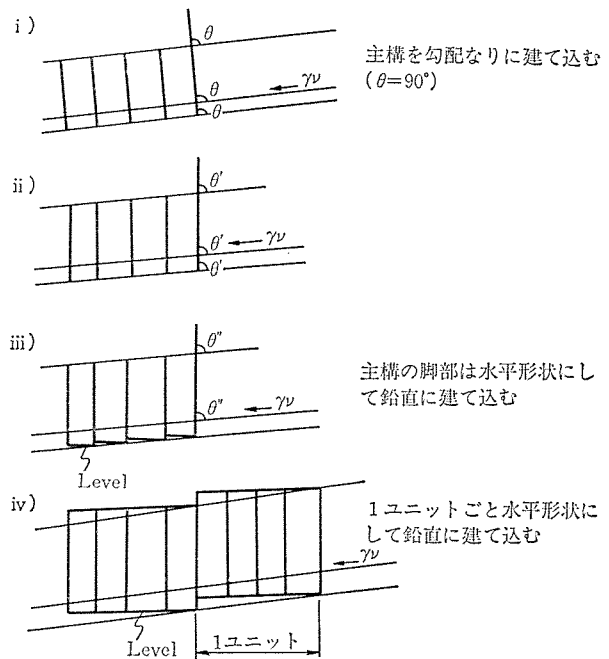


図-5

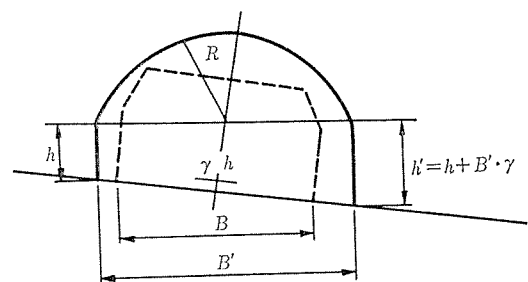


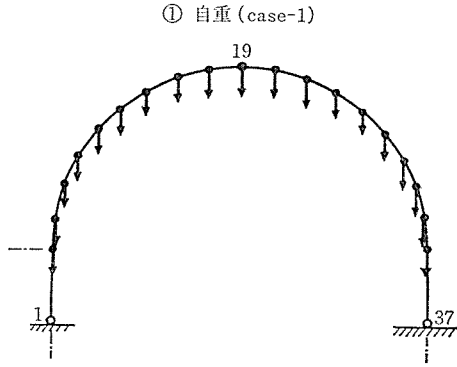
図-6

横断勾配(= $r h$)を考慮して、直線部の長さ(= h')で調整する(図-6)。

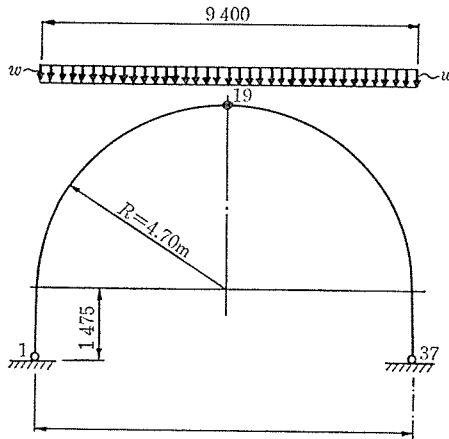
6. 断面力の算出

断面力は任意平面骨組構造(FRAME)を用いて算出した。

(1) 荷重ケース(図-7)



② 積雪荷重 (case-4)



③ 地震荷重 (case-5)

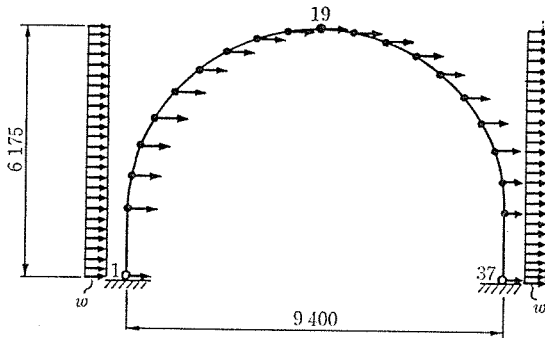


図-7 荷重載荷状態

- | | | |
|------------------------|--------|---|
| 基本
ケー
ス | Case-1 | 自重 |
| | Case-2 | 土圧 |
| | Case-3 | 地表荷重 (積雪) |
| | Case-4 | 積雪荷重 |
| | Case-5 | 地震荷重 (→) |
| 組
合
せ
ケー
ス | Case-6 | 常時 (Case 1+Case 2) |
| | Case-7 | 積雪時 (Case 1+Case 2+Case 3+Case 4) |
| | Case-8 | 地震時 (Case 1 + Case 2×1.4 - Case 3 ×1/2×1.4 + Case 4×1/2 - Case 5) |

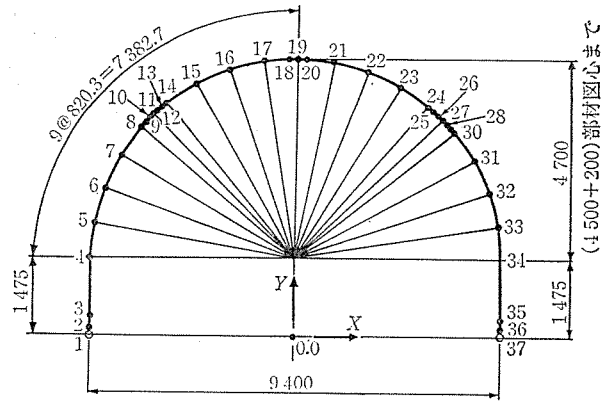


図-8

5)
Case-9 地震時 (Case 1 + Case 2×1.4 + Case 3 ×1/2×1.4 + Case 4×1/2 - Case 5)

(2) 骨組図

図-8 に骨組図を示す。

(3) 組合せによる曲げモーメント

図-9 (次頁) に曲げモーメント図を示す。

7. 部材の検討

7.1 主梁の検討

主梁の検討は張出し床版の有効幅を考慮して全断面有効として積雪時 ($M_{max} = -20.1 \text{ tm}$, $S_{max} = 8.0 \text{ t}$) で行った。

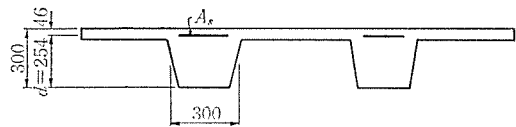


図-10

$$A_s = D 25 \times 12 \text{ 本} = 5.067 \text{ cm}^2 \times 12 \text{ 本} = 60.804 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_c = 203.7 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 205 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 1658.2 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 6.6 \text{ kg/cm}^2 > \tau_{a1} = 6 \text{ kg/cm}^2$$

$$< \tau_{a2} = 27 \text{ kg/cm}^2$$

τ_{a1} を超える区間についてはスターラップを配置した。

7.2 床版の検討

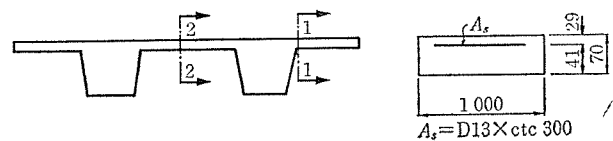


図-11

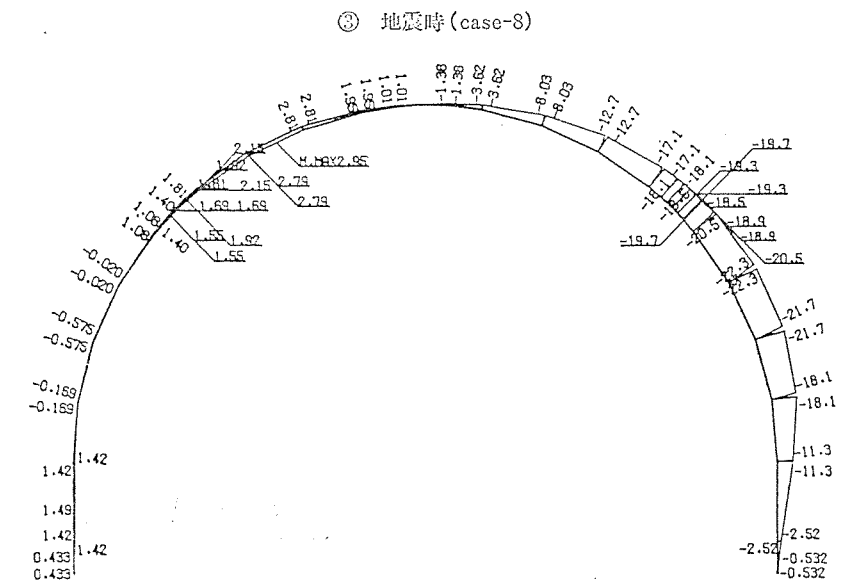
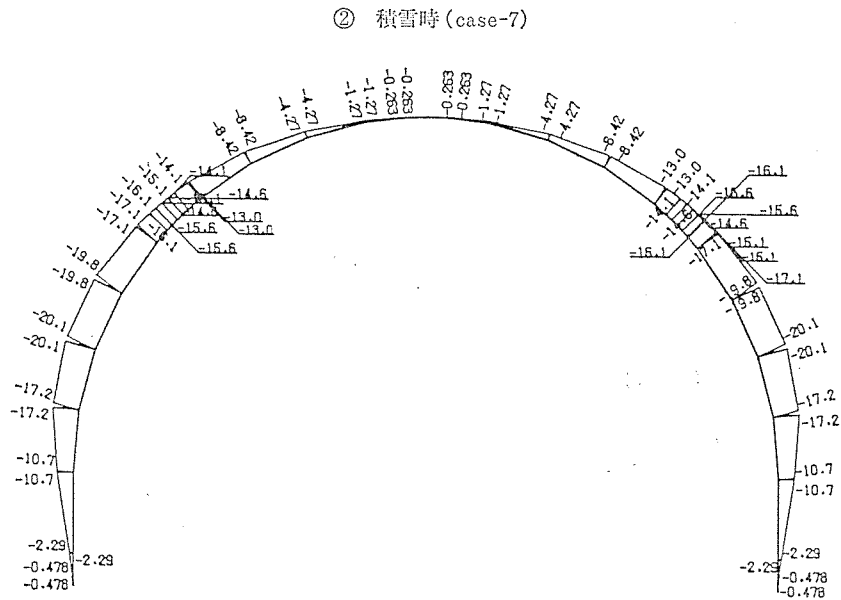
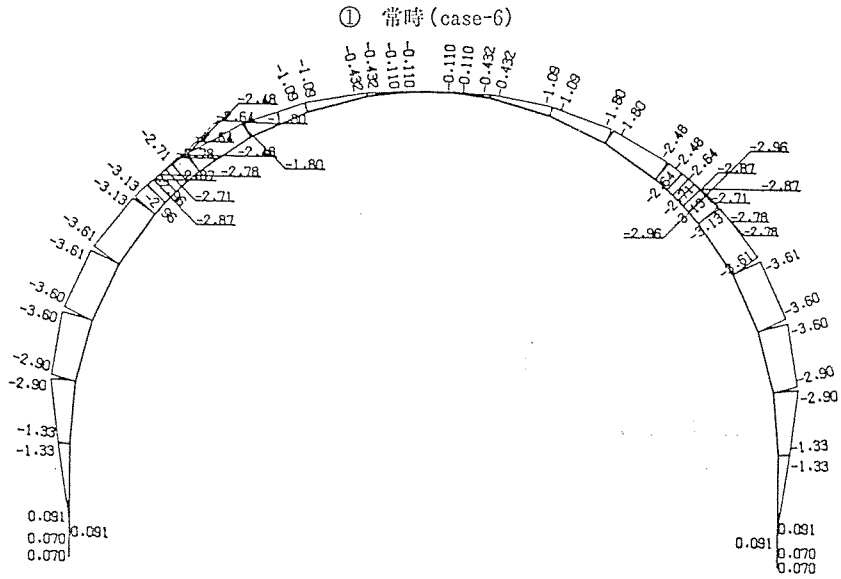


図-9

$$M_{1-1} = -0.256 \text{ tm/m}$$

$$M_{2-2} = 0.208 \text{ tm/m}$$

1-1 断面で検討

$$\sigma_c = 84.0 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca} = 133 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s = 1721 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{sa} = 1800 \text{ kg/cm}^2$$

7.3 横梁の検討

横梁は、主梁の弾性バネに支持された弾性床上の梁として計算する。

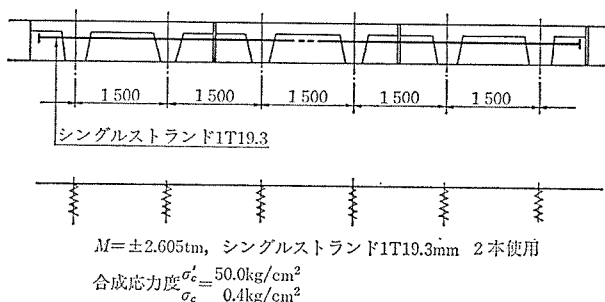


図-12

バネ定数: K

$$K = \frac{w}{s}$$

ここに、 w : 積雪時荷重

s : 積雪時のたわみ

求めた断面力に、PC 構造として検討した。

7.4 支 承

メナーゼヒンジとして検討した。

D 25 mm 1 か所当り 4 本使用

7.5 採光窓用 FRP 板の検討

スノーシェルターの採光窓として積雪荷重に耐えて、耐酸性および耐候性に富む FRP 板を使用した (図-13 参照)。

8. 主要数量

主 構 工	コンクリート	215.2 m ³
		$\sigma_{ck} = 750 \text{ kg/cm}^2$
	鉄筋	55 323.0 kg
	SD 30	
	FRP 板	107.7 m ²
連 結 工	$t = 3 \text{ mm}$	
	SBR ゴム	32.4 m ²
	$t = 20 \text{ mm}$	
主 構 工	PC 鋼材	1 746.9 kg
	1 T 19.3 mm 用	
	(アンボンド加工)	
	PC 鋼材	938.7 kg
連結工	1 T 19.3 mm 用	

9. あとがき

玉川スノーシェルターは昭和 59 年と昭和 60 年の 2 期にわたって施工された。設置場所が十和田、八幡平国立公園に位置するため、周辺への美観的な調和がとれるよう細心の注意を払って造られた。表面塗装は環境庁指定のチョコレート色に仕上げ、軽快な色彩で山合いに合ったものを作ることができた。

今後の課題としては、部材製作費に占める型枠費の比率を下げることに、部材の軽量化にあると思われる。そして、道線形などで部材の形状が違い、型枠の転用が困難な時にどう応用できる型枠を考えるかであろう。

また、外力に対して有効な断面となると外側にリブが付き型枠製作と施工が難しいなどの問題があり、これらを克服することが今後の検討と思われる。

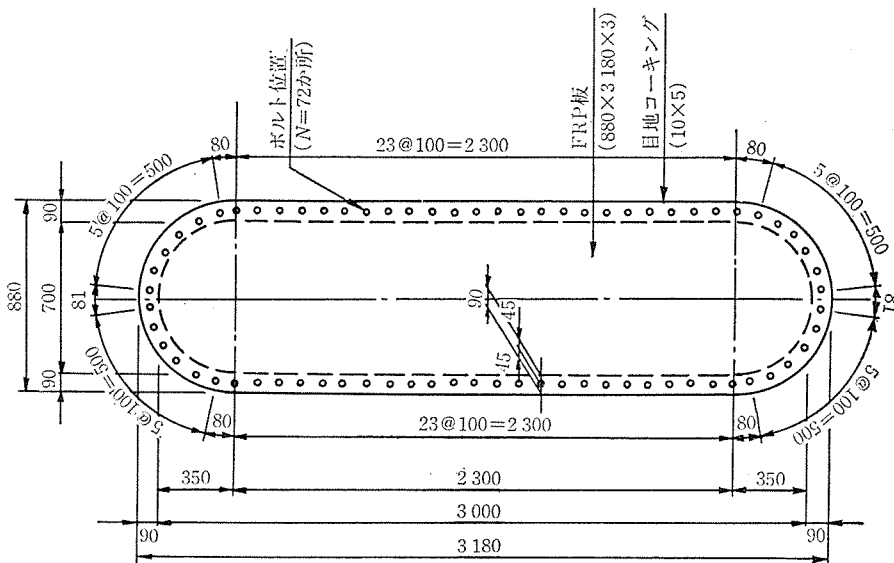


図-13