

金山シェルターの設計と施工

吉田 恒巳*1・高橋 忠夫*2・森 哲哉*3・竹本 伸一*4・木村 紀栄*5

1. はじめに

このスノーシェルターは、金山幾寅（停）線防雪工事の一環として北海道旭川土木現業所富良野出張所が発注したものである。

場所は、札幌より車で3時間ほどの所で、はまなす国体でカーヌー競技が行われた金山湖に面した峠である（図-1）。

このシェルターは、先頃発表された“北海道におけるPCスノーシェルター 標準設計図面集 北海道土木技術協会コンクリート研究委員会発刊”に基づく、標準設計仕様による施工例の第1号となった。

この標準設計は、これまで各PCメーカーが有していたオリジナルタイプを全国的に統一し、PCスノーシェルターをより多く全国に広めるために、数年間官学民共同でワーキングを行い、平成3年2月に北海道より、同

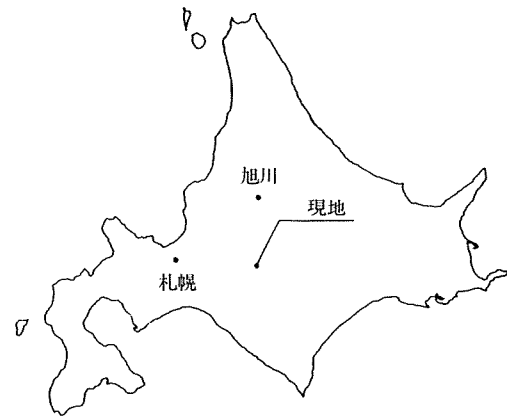


図-1 金山シェルターの位置

年4月に北陸より、発表されたものである。

今回の報告では、金山スノーシェルターの工事報告と標準設計の概要について説明を行う。



写真-1 完成写真（起点側より）

*1 Tunemi YOSHIDA : 北海道旭川土木現業所富良野出張所第1技術係長
*2 Tadao TAKAHASHI : 北海道旭川土木現業所富良野出張所第1技術係
*3 Tetsuya MORI : ドービー建設工業（株）北海道本店技術部技術課
*4 Shinichi TAKEMOTO : ドービー建設工業（株）北海道本店技術部技術課
*5 Norie KIMURA : ドービー建設工業（株）美唄工場工事係

◇工事報告◇

断面形状……矩形

側面形状……円の1/4に近似させた多角形

④ 部材は工場製品とし、施工はそのプレキャスト部材を現場で組み立てるプレハブ工法である。

⑤ 部材の構成

左右一対の部材すなわち2ピースで1セットを構成する。

1セットの構造基本幅は、2.5 m である。

複数のセットを組み立てて、1ブロックを構成する。ブロックは、構造体として独立しており、前後のブロックとは構造的に縁が切れている。1ブロックの基本構成は4セットで、長さは10.0 m である。

⑥ 部材の連結は、以下のとおりである。

頂部は、ゴムパッキンをはさみ、連結ボルトで緊結する。部材間は、ブロック単位ごとにアンボンドPC鋼より線(T 12.4 mm)で横締めを行う。

⑦ 支承は、ゴム支承とアンカーバーによるヒンジ結合である。

⑧ 防水は、頂部・部材間および脚部を対象に行い、弾性シーリング材と塗膜防水工法による二重処理を行う。

塗膜防水の材質は、軟質不飽和ポリエステル樹脂である(MT フレックス SP 工法と呼ぶ)。

表-1 主要材料の許容値

i) コンクリート

設計基準強度(kgf/cm ²)	600	
プレストレス導入時圧縮強度(kgf/cm ²)	400	
許容曲げ圧縮応力度(kgf/cm ²)	プレストレッシング直後	230
	常時または積雪時	190
	地震時	285
許容せん断応力度(kgf/cm ²)	常時または積雪時	6 ^{注)}
	地震時	9 ^{注)}

注) スターラップを考慮する場合は 27 kgf/cm²

ii) PC鋼材

種類	SWPR 7 A	SWPR 19	
呼び名	T 12.4	T 19.3	
引張荷重(kgf)	16 300	46 000	
降伏点荷重(kgf)	13 900	39 500	
許容引張荷重(kgf)	プレストレッシング中	12 510	35 550
	プレストレッシング直後	11 410	32 200
	その他	9 780	27 600

iii) 鉄筋

種類	SD 295 A	
降伏点応力度(kgf/cm ²)	3 000	
許容引張応力度(kgf/cm ²)	常時または積雪時	1 200
	暴風時または施工時	2 250
	地震時	2 700

⑨ 採光窓は、部材の中央部分をくり抜き、両側の脚部付近に設置するのを基本とするが、地形条件等により必要に応じてその設定位置を変更することもできる。

窓の材質は、ポリカーボネイト板(厚さ5 mm)である。

(2) 使用材料の許容値および特性値

標準設計で使用する主な材料の許容値および特性値は、以下のとおりである(表-1, 表-2)。

3.2 詳細設計

本設計の内容について以下に示す。

(1) 設計条件

設計積雪深	$H_s=1.50$ m
積雪単位重量	$\gamma_s=0.35$ tf/m ³
スパン	$L=9.00$ および 11.00 m
コンクリート単位重量	$\gamma_c=2.5$ tf/m ³
水平震度	$K_h=0.17, 0.21$
縦断勾配	$i=10.10$ %
平面線形	$R=100$ m, $A=60$

(クロソイド)

(2) 荷重

荷重については、以下の条件に従い検討を行った。

表-2 主要材料の特性値

i) コンクリート

設計基準強度(kgf/cm ²)	600	
ヤング係数(kgf/cm ²)	プレストレッシング時	3.1×10^5
	その他	3.5×10^5
クリープ係数	2.6 ^{注)}	
乾燥収縮度	20×10^{-5} ^{注)}	
単位重量(tf/m ³)	2.5	

ii) PC鋼材

種類	SWPR 7 A	SWPR 19
呼び名	T 12.4	T 19.3
ヤング係数(kgf/cm ²)	2.0×10^6	
リラクセーション率(%)	5.0	

iii) 鉄筋

種類	SD 295 A
ヤング係数(kgf/cm ²)	2.1×10^6

表-3 荷重の組合せと許容値

区分	検討状態	荷重の種類			コンクリート割増し係数
		死荷重	積雪・雪圧	地震慣性力	
長期	常時	○			1.0
	積雪時	○	○		1.0
短期	地震時	○	○ ^{1/2}	○	1.5

表-4 荷重の載荷方法

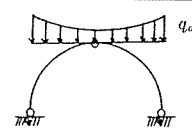
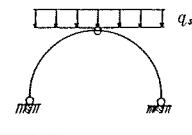
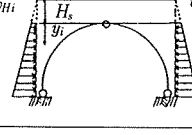
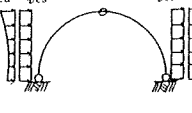
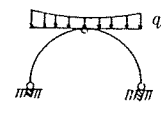
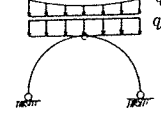
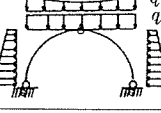
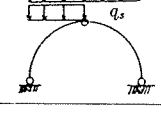
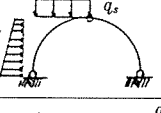
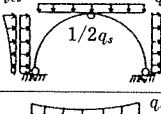
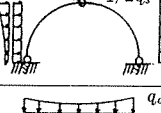
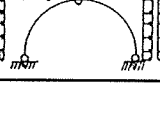
荷重の種類	載荷方法	設計荷重の計算
荷重 I	死荷重 	$q_d = A_c \cdot \gamma_c$ A_c : 部材断面積 γ_c : 単位重量
	積雪荷重 	$q_s = H_s \cdot \gamma_s$ H_s : 設計積雪深 γ_s : 単位重量
	平地雪圧 	$w_{Hi} = \frac{\nu}{1-\nu} \cdot (H_s + y_i) \cdot \gamma_s$ y_i : 頂部より載荷位置までの距離 ν : ポアソン比
	地震慣性力 	$q_{ed} = q_d \cdot k_H$ $q_{es} = 1/2 \cdot q_s \cdot k_H$ q_d : 部材自重 q_s : 積雪荷重 k_H : 水平震度

表-5 荷重の組合せと載荷方法

荷重	荷重の組合せ	載荷方法
常時	q_d	
積雪時	1 $q_d + q_s$	
	2 $q_d + q_s + w_H$	
	3 $q_d + q_s$ (左)	
	4 $q_d + q_s$ (左) + w_H (左)	
地震時	1 $q_d + \frac{1}{2} q_s + q_{ed} + q_{es}$	
	2 $q_d + \frac{1}{2} q_s$ (左) + $q_{ed} + q_{es}$ (左)	
	3 $q_d + \frac{1}{2} q_s$ (右) + $q_{ed} + q_{es}$ (右)	

- ・荷重の組合せと許容値 (表-3)
- ・載荷方法 (表-4)
- ・荷重組合せと載荷方法 (表-5)

(3) 道路線形について
道路線形の平面線形と縦断勾配に対しては、以下のように対応して形状を決定した。

- a) 平面線形については図-4のとおりである。
- b) 縦断勾配については図-5のとおりである。

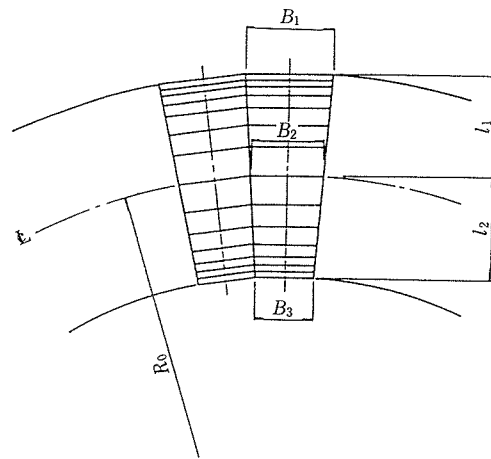


図-4 平面線形による形状決定

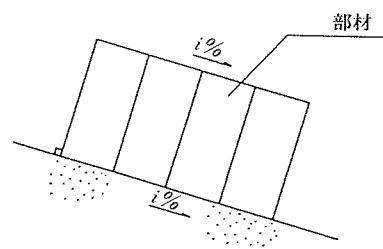


図-5 縦断勾配による形状決定

◇工事報告◇

今回の設計では、平面線形に直線・クロソイド・単カーブ・拡幅クロソイド、縦断線形では、バーチカルカーブが2箇所含まれている。

これらの線形要素を考慮し、図-4のように部材を分割することになる。

この分割に際し困難なのは、直線でできたプレキャスト部材を、立体線形にあわせることである。立体線形の中に含まれる、ねじれや凹凸に対し、どのような直線分割を行うかが問題である。従来では、平面線形プログラムで解析した後、ねじれ部分の誤差を吸収させるために、ブロック間に段差（各ブロック間ごとに一定変化させるため）を生じていた。しかし、本設計のように各線形要素の数値が、標準設計の枠を超えて大きい場合、ブロック間段差が大きくなること、また、平面線形計算から算出した値を用いて立体座標を計算する際、誤差が大きくなることが分かった。そこで、線形計算を最初から3次元で計算することができれば、誤差も小さくすることで、ブロック間だけでなくセットごとに、実際の線形に近づけることが可能だと考えた。

プログラムは、本構造の解析用に新たに開発した立体解析用線形プログラム“SLINE”を用い、本設計に使用することにした。立体線形計算にあたり、データの入りは図-6に示す各ライン（○印）位置ですべて入力した。道路方向に対しては、道路センター上P点より左右に延ばした沓ライン点L・Rで、同じELを保つように、クロス面を道路センターラインに直角に設定した。立体線形では、道路線形なりの各ラインを横断方向で、線で切るのではなく、一つの面で切ることになる。この面と面の間に存在する、シェル体を各立体曲線の弦で表現するのである。この方法を用いると、うねりを持ったシェル体を1ピースあたり長さにおいて数mm以内の精度で表現でき、ブロック間誤差も同様に処理することができる。また、下部の構造体も同様に処理できた

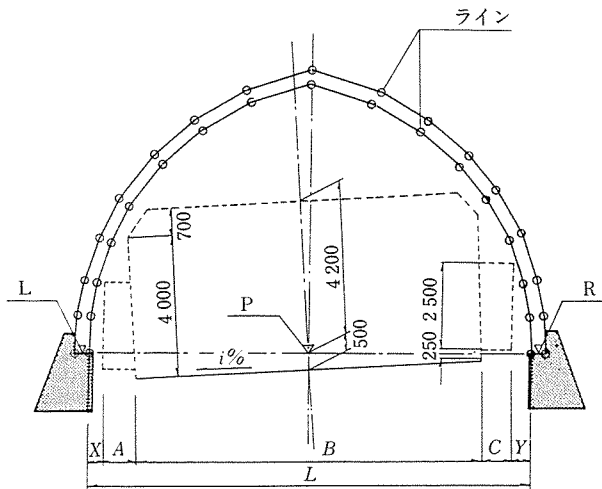


図-6 立体線形計算用入力位置

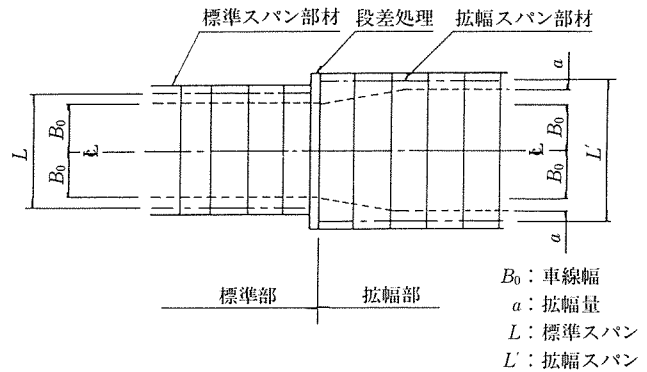


図-7 幅員変化区間の構造

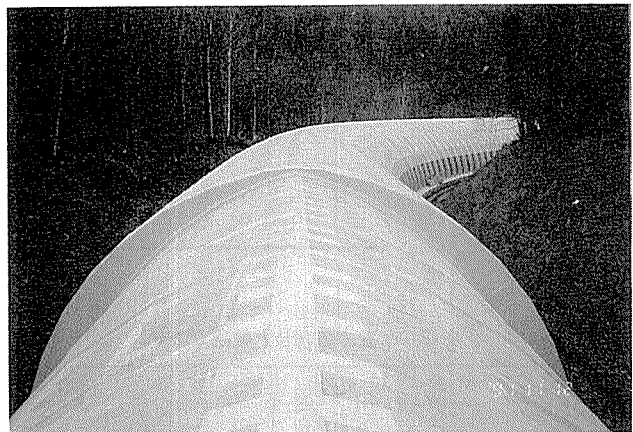


写真-2 拡幅部分

め、上・下部同一座標点での誤差を無くすることができる。

この方法は、単に設計計算の精度の問題だけではなく、実際の工事に即した設計ができ、美観上にも十分な配慮ができる。

また、幅員変化区間は、図-7のように対処した。

4. 部材製作

4.1 部材製作について

実施にあたり、試験体を製作することにした。この段階でコンクリート表面に多くの目立つ気泡が発生した。これを除去するために、場所打ちコンクリート型枠に多

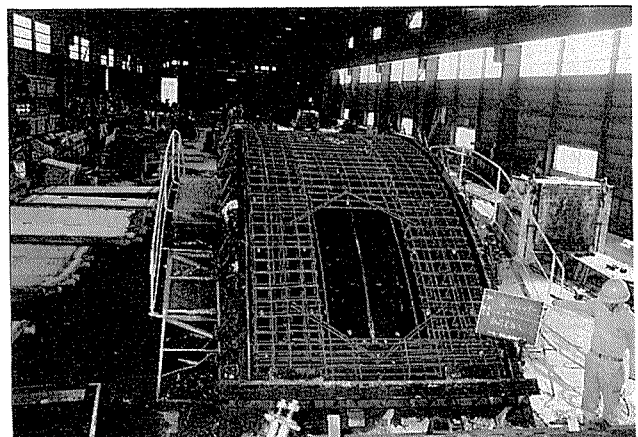


写真-3 部材製作（配筋状況）

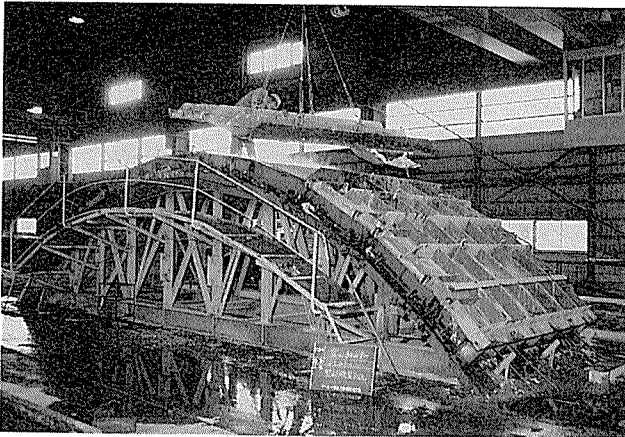


写真-4 型枠設置

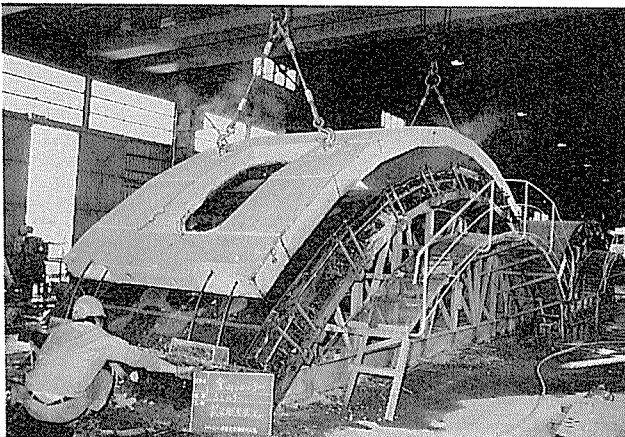


写真-5 部材取出し



写真-6 プレストレス導入

く使用されている、気泡防止シートを今回の製作に使用することにした。シートは、メタル型枠専用のフォーレッシュシートを使用した。このシートにより、コンクリート表面の気泡が消失し、シート地の織目模様がコンクリートの表面に転写され（光の乱反射により）、従来のコンクリート製品に比べ明るい色の製品になった。

5. 施 工

5.1 概 要

本工事は、シェルター部材を工場で作製し、適時現場

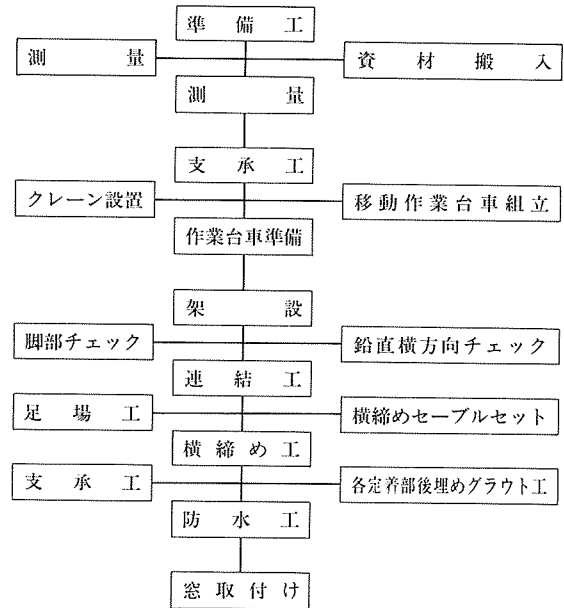


図-8 作業手順

に搬入し架設・組立を繰り返して、構造物をブロックごとに一体化させるプレキャストブロック工法である。

主な工事内容は、大きく分けると下記の9項目である。

- ① 測 量：支承モルタルの施工に先立ち、下部工の出来形を考慮した所定の必要厚さ、および設置位置を測量にて決める。
- ② 支 承 工：沓座モルタルの施工およびゴム沓のセット。
- ③ 架設準備工：シェルター部材を仮受けし、架設作業足場となる移動作業台車を所定の場所に設置する。
- ④ 架 設 工：部材をトレーラーの荷台に積まれた状態のまま吊り上げ、反転機を始動させて所定の角度に反転させる。反転された部材は、移動作業台車の上に据えられたジャッキと脚部の支承にて仮受けする。
- ⑤ 連 結 工：頂部において向い合わせの部材相互を、連結ボルトにて緊結し、仮受け状態を解除する。
- ⑥ 横 締 め 工：部材道路縦断方向にプレストレスを導入し、部材相互を一体化させる。本工事では、4セットで1ブロックとしている。
横締め終了後、脚部アンカーバーをセットする。
- ⑦ 足 場 工：横締め工とほぼ同時に、防水工のための足場を部材表面に設置する。

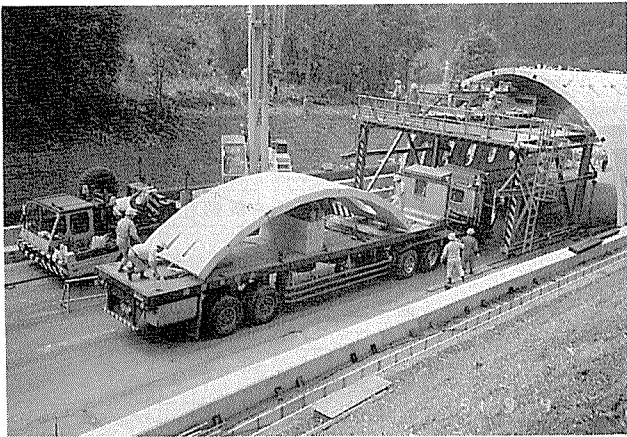


写真-7 部材搬入

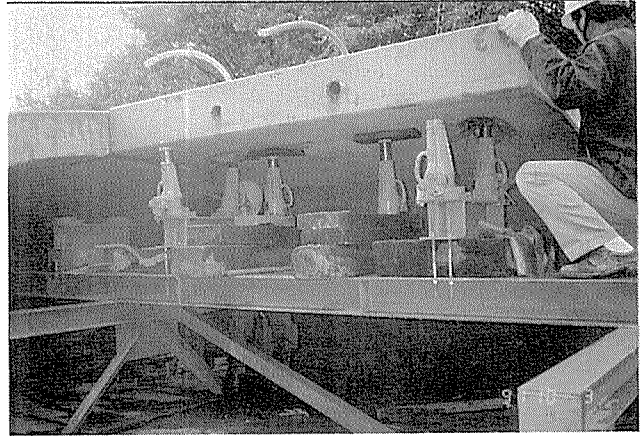


写真-9 架設状況(頂部)

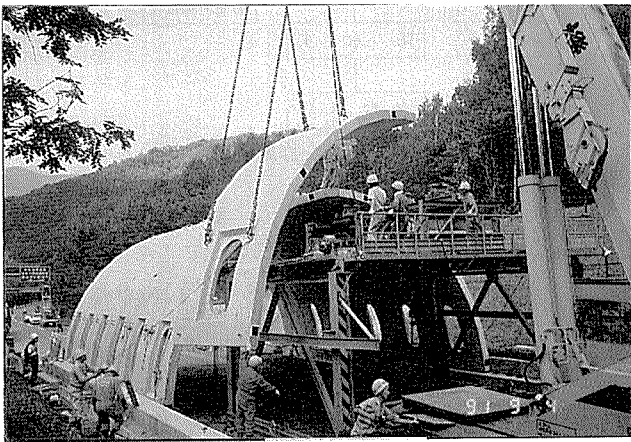


写真-8 架設状況



写真-10 防水工

- ⑧ 防水工：頂部、部材間および脚部を塗膜防水材と弾性シーリング材にて防水する。
- ⑨ 窓取付け：部材脚部付近にポリカーボネイトの窓を取り付ける。窓枠とシェルター部材は弾性シーリング材で防水する。

5.2 実施工程

実施工程は、表-6のとおりである。

7月中旬より11月下旬にかけて施工を行った。現地

表-6 実施工程表

	第一工区			第二工区	
	7	8	9	10	11
	10 20	10 20	10 20	10 20	10 20
準備工(測量)	—				
支承工		—			
架設工			—		
連結工			—		
横締め工			—		
支承工(アンカー工)			—		
連結工(後埋め工)			—		
足場工			—		
防水工			—		
採光窓工				—	
後片付け				—	

は、観光シーズンでもあり相当数の交通量で、架設および移動台車の準備作業は円滑な交通を確保するために、ときどき作業を中断しなければならなかった。また、現地は酷寒の地占冠(トマリリゾート)に近く、冬が来るのが早く、当工事の課題の一つである防水工を自然条件の良い時期に施工できるように、行程の管理に全力を尽くした。

5.3 架設工

部材は、2ピースで1セットになっており、1日3セットの行程で架設を行い、4セット目で1ブロックを横締め緊張を行った(頂部連結も同時に行う)。

また、複雑な道路線形に対する実施工程の管理として以下のことに注意した。

- ① 各ブロック間の幅および延長距離の管理として、下部工の出来高よりも計算書の数値を重視し、確実なスミ出しを行った。
- ② ブロック内の左右の各支承高の誤差は5mm以内とし、縦断方向はそれ以下とした。
- ③ 桁設置時における部材間のズレのチェック箇所は、各セット間の継目と4ピースの集合部分である頂部とした。道路勾配の変化に合わせて、1ブロック間ごと、バーチカル部では全箇所、部材の内外で

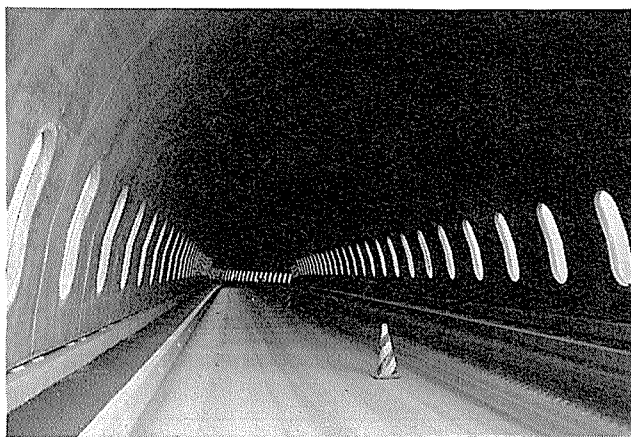


写真-11 シェルター内部

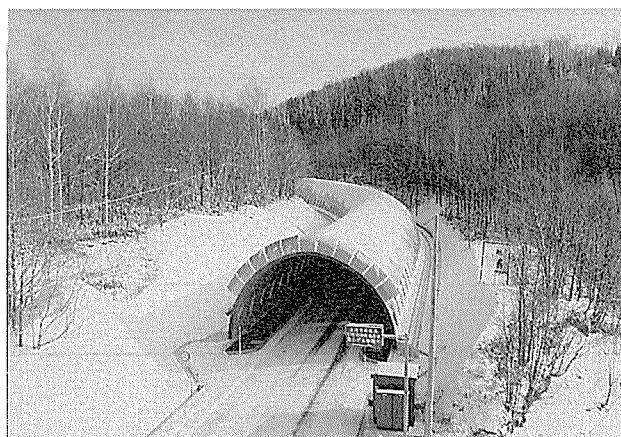


写真-12 シェルター全景

行った。

- ④ 横締め緊張による桁間の移動量はそのつど記録し、次の架設で補正を行った。

以上を繰り返し行い、全体の精度向上につとめた。

6. あとがき

北海道における冬期間の道路交通確保は非常に重要なものであり、特に山間部ではスノーシェッド・スノーシェルターの役割は大きなものとなってきている。

今後、施工性・美観性および維持管理の面で優れた機能を持つPCスノーシェルターが広く普及するうえで、標準設計施工例第一号となった本工事が設計施工面で参考になれば幸いである。

最後に、本工事の設計・施工に御尽力いただいた北海道土木設計（株）とCRC総合研究所の方々に感謝いたします。

【1992年12月21日受付】

◀刊行物案内▶

第 2 回 プレストレストコンクリートの 発展に関するシンポジウム 論 文 集

(平成3年11月)

本書は、平成3年11月に奈良で開催された標記シンポジウムの講演論文集である。

頒布価格：6 000 円（送料 450 円）

体 裁：B5判，箱入り

内 容：特別講演2編（10頁），講演論文集72編（350頁）