

PC スノーシェットの標準設計

建設省北陸地方建設局道路部
北陸 PC 防雪技術協会

標準化の背景——まえがきにかえて

豪雪地における道路交通の確保は、主として雪に対する対策に尽きる、と言っても過言ではない。とりわけ山間道路での雪崩は、その発生が突発的で、現状では予知が困難なばかりでなく、ひとたび発生すると、大きな災害をもたらす可能性を秘めていることから、特に注意が払われている。

その結果、山間道路の景観を特色づけているように、雪崩対策のための防災施設がいろいろ造られてきたが、昨今では、雪崩が道路に達する走路には、道路を覆う形式のスノーシェットが最も効果的な防災施設として定着しつつある。

現在建設されているスノーシェットは、その主材料から、コンクリート系と鋼系に分けることができるが、施工を供用中の道路で行うことが多いため、交通確保上、現場での工期短縮が求められ、一部または全部をプレキャスト化する傾向にある。そのためコンクリート系は PC 構造が増加しており、最近では PC が鋼を凌ぐ普及状況となっている。

PC スノーシェットが急増している背景には、業界の

努力もさることながら、経済性、耐久性にすぐれ、完成した構造物が景観に適合している点が大きな要因であり、これに加えて、スノーシェットのような構造物は、設計荷重の設定が必ずしも明確でないため、予期しない超過荷重が作用することもあり、このような場合、直ちに大きな崩壊につながるものがあってはならないわけで、PC スノーシェットは今までの実績を通じて、この点の信頼を保っていることがもうひとつの理由と思われる。

しかし、PC スノーシェットも普及のうえでひとつの障害があった。それは製造業者ごとの標準化にとどまっていたため、構造あるいは品質規格等がまちまちであり、発注者として計画設計を進めるうえで、その選定には苦慮せざるを得ず、品質等部分的でも統一化が図れないかとの呼びかけがくり返されていた。

このような現状から、PC スノーシェットに関する統一的な標準化の要請が高まり、昭和 59 年からメーカーによるグループ研究が始まった。

これが北陸 PC 防雪技術協会（会長 天城幹郎）の発足に発展すると同時に、積雪寒冷地域の発注側の多くの技術者の関心を呼んで、官民共同研究に進展し、標準化

雪崩防止施設検討委員会

委員長	後藤 巖	長岡技術科学大学
委員	土屋 雷蔵	(社)北陸建設弘済会
委員	中俣 三郎	元新潟大学
委員	米山 紘一	新潟大学
委員	大川 秀雄	新潟大学
委員	橋本 親典	長岡技術科学大学
委員	吉田 博	金沢大学
委員	松原 重昭	北陸地方建設局
委員	松郷 文人	新潟県土木部
委員	井上 靖武	富山県土木部
委員	安達 實	石川県土木部
委員	大家 健	(社)北陸建設弘済会
委員	天城 幹郎	北陸 PC 防雪技術協会
委員	阿部 勉	関越ロードメンテナンス(株)

雪崩防止施設検討幹事会

幹事	丸山 幹雄	北陸地方建設局
幹事	大林 厚次	北陸地方建設局
幹事	佐藤 秀雄	新潟県土木部
幹事	佐藤 和雄	新潟県土木部
幹事	斉藤 覚	富山県土木部
幹事	四木 美二	石川県土木部
幹事	松原 敏明	(社)北陸建設弘済会
幹事	石塚 賢吉	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	糸川 裕	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	宇都宮 辰也	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	久保 明英	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	長尾 晃	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	信田 謙二	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	原 千里	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	平山 邦夫	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	保坂 誠治	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	松葉 美晴	北陸 PC 防雪技術協会
幹事	若林 修	北陸 PC 防雪技術協会

期間中の異動

船越 洋一 → 松原 重昭

が一層加速化されることになった。

本標準設計は以上の過程を経て、北陸地方建設局、新潟県、富山県、石川県および北陸 PC 防雪技術協会の共同で原案を作成するとともに、学識経験者の集まりである雪崩防止施設検討委員会（事務局；北陸建設弘済会、前頁脚注）の審議を経て、「PC スノーシェッド標準設計」として刊行されたものである。

本小文は、主に PC スノーシェッドの計画設計にたずさわる人々に、新しい標準設計の概要を紹介するためにまとめたものである。

1. 標準設計の基本

1.1 標準化の方向

昨今の建設業界では省力化、急速施工化の要請から、プレキャスト化、施工の機械化等の方向にある。

PC スノーシェッドの標準化に当たっても、これらの要請に配慮する必要がある。特にスノーシェッドの場合、山間地の供用中の道路での施工が多く、迂回路もないことから、現場施工の省力化と単純化が最も重要であり、結果として全プレキャスト化の工法を基本とした。

1.2 標準化の範囲

標準設計は図面集としてまとめられているが、標準化に当たっては以下の項目について言及している。

設計思想——基本となる構造形式と部材構成、適用基準と許容値、荷重の考え方、構造モデルの妥当性、各限界状態の設計法、標準工法

設計手法——適用荷重とその組合せ、断面力算出法、設計上の仮定、構造細目、部材の組合せ

使用材料——コンクリート、PC 鋼材、鉄筋、支承、アンカー、防水等の各材料特性

形状寸法——床版幅、ウェブ高、床版厚、横梁配置

等の主梁の主要寸法、柱頭幅、柱脚幅、柱高、柱厚等の柱の主要寸法、支承、防水等の細目の主要寸法

製造・施工法—材料、管理と検査方法、製造・施工手順等

積算——積算体系、標準歩掛り等

1.3 構造上の特徴

標準設計で対策とするスノーシェッドの構造形式は、現在までに最も多く採用されている“逆L形”の1種類とした。

逆L形シェッドは図-1に示すように、主要部材はプレテンション方式で製造された主梁とアンボンド PC 鋼材を用いたポストテンション方式で製造された柱の2部材から成るもので、柱のアンボンド PC 鋼材を主梁内に通して緊張することにより2部材を剛結した（以後、剛接工とよぶ）2ヒンジラーメン構造である。2つの部材はいずれも工場で製造されたプレキャスト部材である。

ヒンジの一方は柱部材の中にあらかじめ設置されているコンクリートヒンジであり、谷側受台の天端面にヒンジ部分が位置するように柱下端を受台の中に埋設している。ヒンジの他方は山側受台上に設置されたアンカーボルトによるヒンジであり、主梁の端部と山側受台をアンカーボルトにより連結している。

このようにして組み立てられた一対の主梁と柱から成るシェッドを1セットとよび、セット間隔2mを標準値としている。道路方向には主梁と柱を複数セット、組み立てた後、3箇所横梁にあらかじめ設けてあった孔にPC鋼材を通して緊張し（以後、横締め工とよぶ）各セットを一体化する。このようにして施工された複数セットから成るシェッドを1ブロックとよぶ。各ブロックは構造的にそれぞれ独立しており、標準設計では5セット（ $L=10\text{m}$ ）を1ブロックの標準値としている。

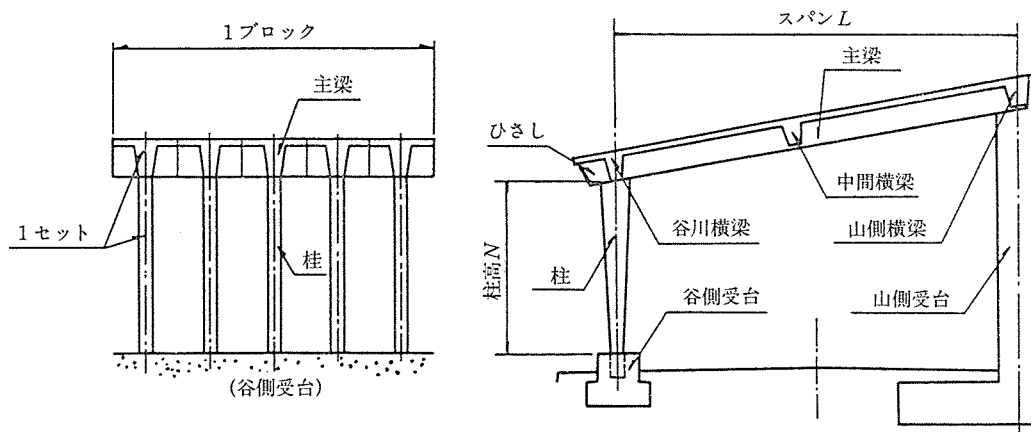


図-1 基本構造と名称

◇報告(投稿)◇

1.4 解析上の特徴

標準設計で適用した解析法は主構（主梁および柱）面内での二次元骨組解析を基本とした。ただし、一部の荷重に対しては道路方向を含めた三次元モデルによる試算や実験結果等を参照して道路方向の二次元モデルを想定し、そのモデル化の妥当性を照査している。

1.5 主要部材の特徴

主梁はT形断面とし、プレテンションボンドコントロール工法を採用した。

柱は主構面内ではテーパ付き矩形断面であり、ポストテンションアンボンド工法を採用した。柱下端のコンクリートヒンジは柱部材の一部として製造時にあらかじめ設置されている。

いずれの部材も高強度コンクリート ($\sigma_{ck}=600 \text{ kgf/cm}^2$) を使用している。なお、塩害対策が必要な場合は塗装を行うことを原則とした。

1.6 部材の形状寸法

(1) 主 梁

主梁断面は共通的な寸法設定を行っている。

すなわち、図-2に示すように最も梁高の高い700mmの断面を基本とし、これよりも梁高が低くなる場合はウェブ下端を100mmきざみで切りおとし、500mmまでの3種類を標準とした。したがって、主梁断面で変化する部分は梁高とウェブ下端幅のみである。上フランジはすべて共通で標準幅が1990mmである。

各セットは芯々2000mmが標準であるので、セット間は上フランジに10mmのすき間が設けられる。

横梁に関しても主梁の梁高変化に応じて下端を切りおとし同様の操作を行う。

横梁間隔については、谷側横梁と中間横梁の位置をスパンに関係なく固定（梁長方向で4.5m）しており、梁長変化は中間横梁と山側横梁間で調節する。このため、山側横梁は工場内で後打ちを行うことを原則とする。

(2) 柱

柱長は4.8mとし、道路直角方向の柱幅は柱中心軸に対称にテーパをつけた台形とし、下辺300mm、上辺500, 600, 700mmの3種類を標準とした。ただし、

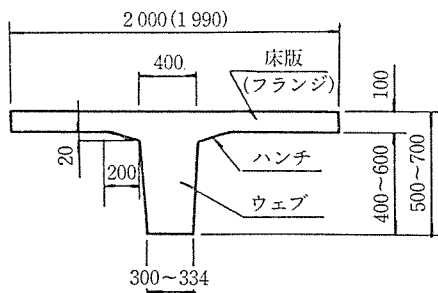


図-2 主梁断面寸法

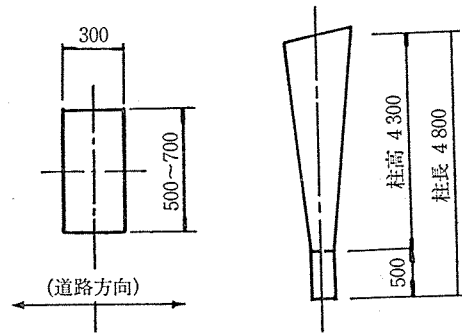


図-3 柱 寸 法

道路方向の柱厚は300mmの等厚である。

柱下端のヒンジ部断面は、300×300mmを基本とした。なお、ヒンジより下側の基礎埋込み部は長さ500mm、断面は300×300mmの等断面とした。

1.7 主要設計条件

標準化に当たっては、過去の施工実績を調べるとともに防雪構造物に関する各種の報告書を参照して、主要設計条件をまとめた。

設計積雪深 2m, 3m, 4m

主梁スパン 8m, 9m, 10m, 11m, 12m

これらの設計条件を組み合わせると、15通りになる。

2. 標準設計資料の構成

標準設計資料は、以下に示すように図面集と解説書の2分冊から成る。

標準設計資料	標準設計図面集	
	標準設計解説書	<ul style="list-style-type: none"> 第1章 概論 第2章 設計条件 第3章 材料と強度 第4章 設計 第5章 標準設計の使用方法 第6章 製造 第7章 施工 第8章 資料 参考資料 積算

なお、図面集は標準設計図を集録したもので、15通りの設計条件について、一般図、主梁配筋図、柱配筋図、部分詳細図等の図面から構成されている（表-1参照）。

表-1 標準設計図面集の構成

図面の名称	集録枚数	摘 要
一 般 図	15	標準 15 ケースの一般図
主 梁 配 筋 図	6	中梁、外梁、各3種類
柱 配 筋 図	3	柱、3種類
部 材 寸 法 表	2	主梁：3種類、柱：3種類
詳 細 図	3	
部材重量表・反力表	1	

3. 適用基準類

標準設計を作成するに当たって参照した基準類を以下に示す。

- プレストレストコンクリート標準示方書, S53年・土木学会
- 道路橋示方書 (I~V), S53年・日本道路協会
- コンクリート標準示方書, S55年・土木学会
- 道路防災覆工設計マニュアル(案), S59年・建設省北陸地方建設局
- 新防雪工学ハンドブック, S57年・日本建設機械化協会
- コンクリート道路橋施工便覧, S59年・日本道路協会
- JIS A 5316 1980年, けた橋用プレストレストコンクリート橋げた

4. 設計条件

4.1 設計条件

標準設計に適用した設計条件をまとめると以下のようになる。

道路平面線形	$R \geq 60 \text{ m}$
道路縦断勾配	$i \leq 8\%$
道路の建築限界高さ	$H_0 = 4.7 \text{ m}$
斜面勾配	$\alpha = 30 \sim 50^\circ$
屋根勾配	$\theta = 10^\circ$
構造形式	逆L形ラーメン
スパン	$L = 8, 9, 10, 11, 12 \text{ m}$
柱高	$H = 4.3 \text{ m}$
ひさし長	$L_c = 1 \text{ m} (\leq 2 \text{ m})$
設計積雪深	$H_s = 2, 3, 4 \text{ m}$
積雪単位重量	$\tau_s = 0.35 \text{ tf/m}^3$
雪崩単位重量	$\tau_a = 0.45 \text{ tf/m}^3$
水平震度	$k_H = 0.2$

4.2 荷重条件

PC スノーシェッドの設計で想定される荷重群と標準設計で考慮した荷重を表-2に示す。

荷重IIについては個別設計で検討する必要も考えられるので、解説書に計算式および計算結果等を示している。また荷重IIIについては除外した理由等について付記した。

荷重Iのうち、道路方向の地震については立体解析による計算結果を示し、個別設計ではこれを省略してよいとしているが、もし検討する場合は平面ラーメンに置換し、次に簡易計算を行うことを提案し、設計の繁雑さをさけるようにした。

表-2 荷重の種類

荷重の種類		荷重の採否
死荷重	自	○
	緩衝材	×
雪荷重	積雪	○
	雪崩	○
	崩壊	□
	デブリ	×
	巻だれ	×
	沈降力	×
その他	地震	○
	温度変化	×
	風荷重	×
	衝突荷重	×
	施工時	□
	クリーブ二次力	□

注) ○: 標準設計で考慮した荷重 (荷重I)
 □: 標準設計で共通的に考慮した結果、個々の設計計算に反映する必要がなくなった荷重 (荷重II)
 ×: 標準設計では考慮していない荷重 (荷重III)

4.3 荷重の組合せ

標準設計における荷重の組合せと許容条件は表-3のように定めた。

4.4 コンクリートの許容応力度

コンクリートの強度および許容応力度を表-4に示す。

表-3 荷重の組合せ

検討状態	荷重名				許容に対する割増し等	
	自重	積雪	雪崩	地震	許容圧縮 (割増係数)	許容引張 (PCの種類)
常時	○				1.00	I種
積雪時	○	○			1.00	※II種
雪崩時	○	$\frac{1}{2}$	○		1.50	II種
地震時	○	$\frac{1}{2}$		○	1.50	II種

※ 荷重の持続性を考慮して、他のII種の許容値とかえている。

表-4 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 (kgf/cm ²)		600	
プレストレス導入時圧縮応力度 (kgf/cm ²)		400	
曲げ圧縮応力度 (kgf/cm ²)	プレストレッシング直後	長方形	230
		T形	220
	使用状態 (長期)	長方形	190
		T形	180
使用状態 (短期)	長方形	285	
	T形	270	
曲げ引張応力度 (kgf/cm ²)	プレストレッシング直後	28	
	使用状態 (長期)	常時	0
		積雪時	21
	使用状態 (短期)	雪崩時	35
地震時		35	
使用時斜引張応力度 (kgf/cm ²)		28	

5. 標準設計の利用法

スノーシェッドの計画から竣工までの間に、通常は2回の設計が行われる。すなわち、概略設計と詳細設計とである。前者は概略の計画、予算の策定のためのものであり、概略数量が得られることが必要である。一方、後者は基準等に適合した構造で現地に施工するための詳細な設計図書となる。

標準設計の位置付けを考えてみると、概略設計と詳細設計のいずれの場合も利用できるが、主として概略設計段階で利用できるよう資料が整えられており、合理的な計画が容易にできる。一方、詳細設計では、当然のことながら、現地条件によって寸法、荷重等が標準と異なる可能性があるため、図面は改めて書くことが必要となる。この場合も後述するような所定の手順で検討を行い、できる限り標準設計を準用することが設計計算の省力化と経済的な構造物をつくる早道となる。

計画または詳細設計において、標準設計を利用する場合、最初に設計条件の照合(4.1参照)を行い、ランク付けをする。

ランクは3つに分けられ、その内容は次のようになっている。

ランク1：照合の結果すべての設計条件が完全に一致する場合。

ランク2：スパンと設計積雪深のみが異なる場合。

ランク3：ランク1, 2に適合しない場合。

ランク付けが終わると、図-4の選定手順に従って、標準設計の採用の可否を確認する。

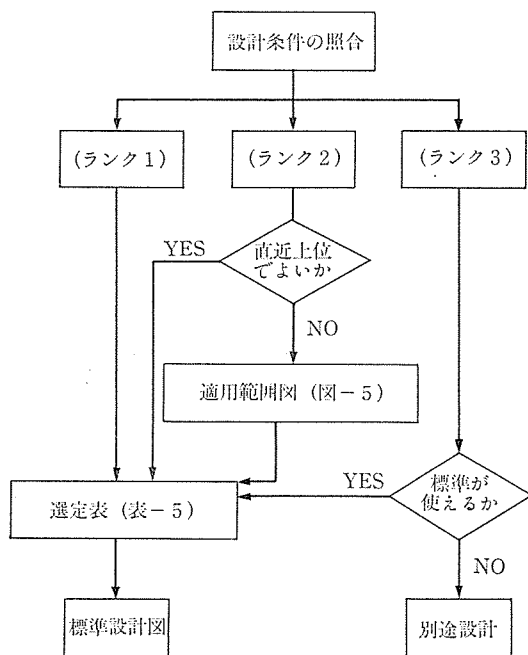


図-4 選定の手順

表-5 選定表

設計積雪深 H_s (m)	項目	スパン L (m)				
		8	9	10	11	12
2	構造タイプ名	S208	S209	S210	S211	S212
	部材の組合せ	B50-C50	B50-C50	B50-C50	B60-C60	B60-C60
3	構造タイプ名	S308	S309	S310	S311	S312
	部材の組合せ	B50-C50	B50-C50	B60-C60	B60-C60	B70-C70
4	構造タイプ名	S408	S409	S410	S411	S412
	部材の組合せ	B50-C50	B60-C60	B60-C60	B70-C70	B70-C70

ただし、表中の記号の意味は次のとおりである。

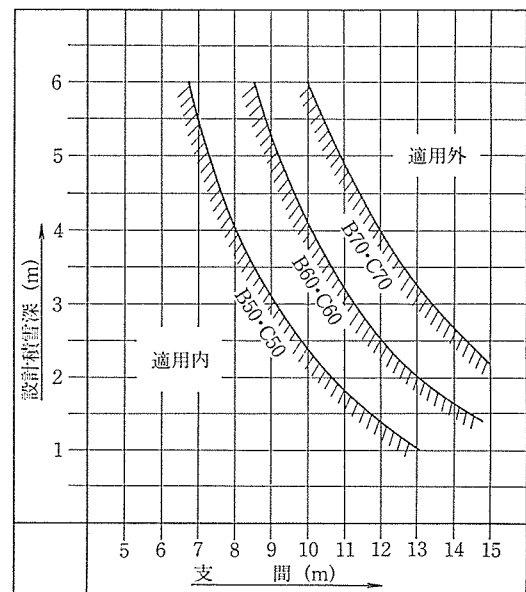
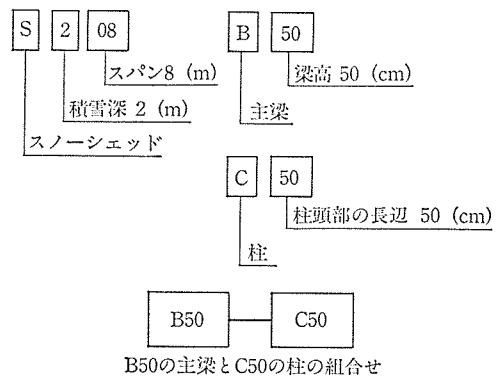


図-5 適用範囲図

ただし、図-4における選定表とは、スパンと設計積雪深をパラメータとした標準部材の組合せと図面集における関連図面を検索するためのもので、表-5に示すものである。

また、適用範囲図とは同じパラメータに対する組合せ部材の抵抗モーメントを示したもので、ランク2, 3の場合に標準部材の使用の可否を判断するためのもので

ある(図-5 参照)。

6. 設計条件設定資料

6.1 実態調査

設計条件を設定するにあたり、過去に施工されたものの実態調査を行った。

調査項目は12項目とし、昭和50年から58年までの中部、北陸および福島県で施工されたPCスノーシェッド50例から行った。

(1) 道路幅員(全幅)

図-6に示す。

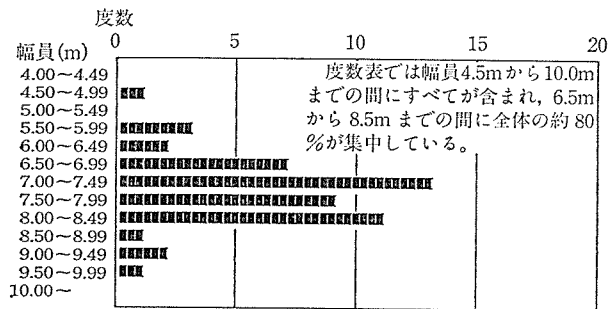


図-6

(2) スパン(山側アンカー芯から谷側柱センターまでの水平距離)

図-7に示す。

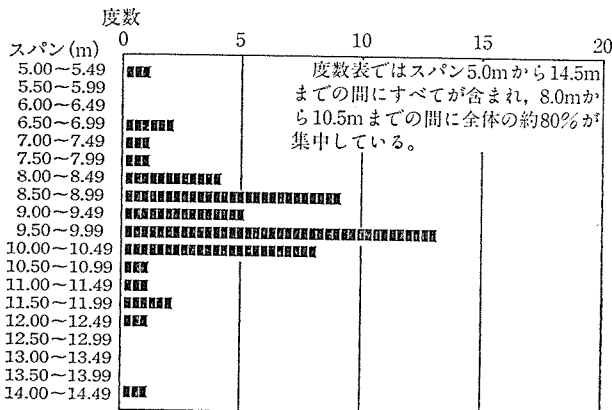


図-7

(3) 斜面勾配

図-8に示す。

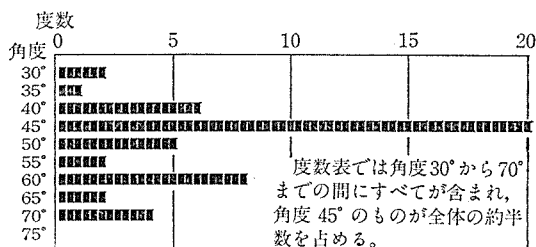


図-8

(4) 屋根勾配

屋根勾配は50例中45件が勾配10°であった。残る5件は10°以上が1件、10°以下が4件であった。

- (5) 雪崩衝撃
- (6) デブリ
- (7) 沈降力
- (8) 風力
- (9) 支点沈下
- (10) 巻だれ
- (11) 温度変化
- (12) 衝突

これらの項目については(5)、(6)および(9)を考慮したものが50例中各1件で、他の項目は全く考慮されていなかった。

6.2

文献調査は雪崩防災対策調査報告書より行い、要旨は以下のようである。

(1) 斜面勾配、積雪深と雪崩発生個数

斜面勾配と雪崩発生個数の関係は30°から60°の範囲に約90%が集中している。また積雪深と雪崩発生個数の関係では0.6mから3mの範囲に約75%が集中している。

(2) 斜面勾配と雪崩防災施設の設置状況

斜面勾配が30°から50°までの範囲に、何らかの防災施設が約80%設置されている。特にスノーシェッドは約90%がこの範囲にある。

(3) 最大積雪深と雪崩防災施設の設置状況

最大積雪深が1mから4mの範囲に、何らかの防災施設が約83%設置されている。

スノーシェッドに着目すれば約85%がこの範囲にある。

(4) 積雪の単位重量

積雪の単位重量は0.3 tf/m³から0.4 tf/m³の間に点在しており、その平均値は0.35 tf/m³程度である。

あとがき

車社会にあつては、地域、季節を問わず、安全な道路を確保することが最も大切である。とくに山岳道路にあつては、今まで以上に自然環境が厳しく、各種の防災施設が不可欠となっている。この防災施設として、スノーシェッドのほかにロックシェッド、スノーシェルターなどは今後も需要が増加する傾向にある。

しかし残念ながら、これらの施設は、橋梁などと異なり、荷重条件が必ずしも明確でないこともあり、標準化の動きが遅々として進んでいない。

一方、発注機関としての国および県では、標準設計がないということで建設を待つわけにはいかず、目安がない状態で設計をするという非合理的な方法で事業を進めている。

ここに紹介した標準設計は、まえがきでも述べたよう

◇報告(投稿)◇

に、実際にスノーシェットの建設を手がけている官および民の経験者を集めて、構造、規格の標準化、安全性、経済性などについて、3年間にわたる共同研究の成果をまとめたものである。

したがって、この標準設計は現時点における最も信頼の高い技術が結集されたもの、と自負するものである。

標準設計資料の中には、以下紹介した以外に、部材の製作、架設、検査、標準積算資料、シェットの实態調査資料等についても記述されているが、本小文からは割愛

した。詳しくは「PC スノーシェット標準設計解説書」を参照されたい。

また「PC スノーシェット標準設計図集」および「同解説書」の入手問い合わせは北陸建設弘済会または北陸PC防雪技術協会宛にされたい。なお同協会では、PCスノーシェットの設計計算用プログラムも常備しており、いつでも提供できる体制にある。

〔文責：大林厚次〕

【昭和 62 年 4 月 6 日受付】

◀刊行物案内▶

21 世紀に向けての PC 技術

(第 15 回 PC 技術講習会テキスト)

体 裁：A 4 判 197 頁

定 価：4 000 円 送 料：450 円

内 容：(A) 斜張橋概論；一般，ステー配置，橋軸方向ステー配置，各種断面に対する橋軸方向ステー配置法の影響，ステー配置間隔，桁，タワー。(B) 新しい時代の建築物への PC の応用；PC と建築，場所打ち一体式 PC 構造，プレキャスト PC 構造。(C) コンピュータを用いた PC 橋の施工管理；概要，土木各分野でのコンピュータ利用概況，PC 橋施工でのコンピュータ利用の実例，今後の展望。(D) 港湾構造物への PC の応用；まえばき，港湾施設の概要，港湾施設への PC 導入の歴史，海洋環境下での PC の有利性および PC との関連課題，最近の代表的な工事例，新しい港湾構造物への PC の応用，港湾技研で行われている PC の研究。(E) 新幹線における PC 橋の動向；まえばき，設計技術の動向，施工技術の動向，代表的な新幹線 PC 橋，今後の展望。(F) 施工例を主体とした最近の PC 技術の紹介；まえばき，橋梁，貯蔵容器，建築構造物，その他構造物。