

V—16 北海道縦貫自動車道(札幌～岩見沢間)のふぶき対策について

日本道路公団 札幌建設局 中田 雅博

1 まえがき

北海道における雪害として挙げられるのは、まず“地ふぶき・ふぶき”による災害であろう。毎年それによる大きな災害が新聞に報道されている所である。さて道路公団が建設を進めている北海道縦貫自動車道のうち札幌～岩見沢間は、冬期間全くの雪原の中を走る道路であり、当初より地ふぶき等の頻発が懸念され、調査研究進めて来たところである。

地ふぶき等により引き起される障害は大きく分類して2つあるようだ。“ふぶきまじりが出来る事”による障害と“視程悪化”による障害である。我々が主として克服すべき障害は後者のオにある。つまり高速走行する運転者の視程障害を改善することにある。そこで、この問題を解決する為には、既往の一般的百例と異り、次の点を十分考慮しなくてはならない。

オ1点：地ふぶき、ふぶきより守るべき構造物は高土4～6mの盛土である。

オ2点：本線用地中に制限があり、一般供用後に防雪柵等の為の用地を借地することは考えない。

オ3点：当区間32kmのうち、対策工の対象として考えなくてはならない盛土区間が約19kmと長く、設計の相違による全体工費への影響は非常に大きい。

つまり“本線用地内に対策工を行うことと条件として、地ふぶき等による盛土上の視程障害を最も効果的に緩和して、かつ経済性の高い対策工”を検討することにある。昭和54年度より試験防雪柵、及び試験柵を本線内に設置して、ふぶき時の視程、飛雪量、ふぶきまじり量等を中心とした調査を行って来た。また公団としては当分野での経験が浅いこともあり、種々の既往の文献及び専門家の人達の意見も取り入れて、ふぶき対策の基本方針の策定、具体的な対策工の設計を行い、その施工が完了したのでここに報告するものです。

2 調査地点の概要

図-1に示す当区間は、延長約32kmのうち、盛土区間約19km、切土約3km、そして約10kmの橋梁高架で構成されている。盛土部の断面については図-1に示すとおり、現地地盤が軟弱地盤の為、ほとんどの区間で6～8m前後の押え盛土を施工している。調査を行なった地点は図-1に示す調査地点1(岩見沢市志文)と調査地点2(江別市江別太)の2ヶ所である。図-2は、この2地点における試験防雪柵及び柵の概要と調査内容を示すものである。

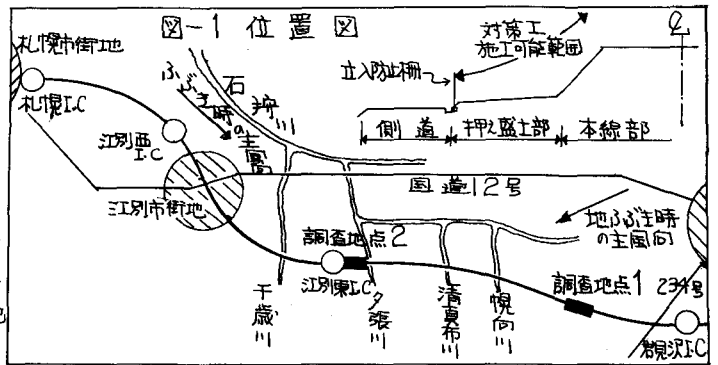
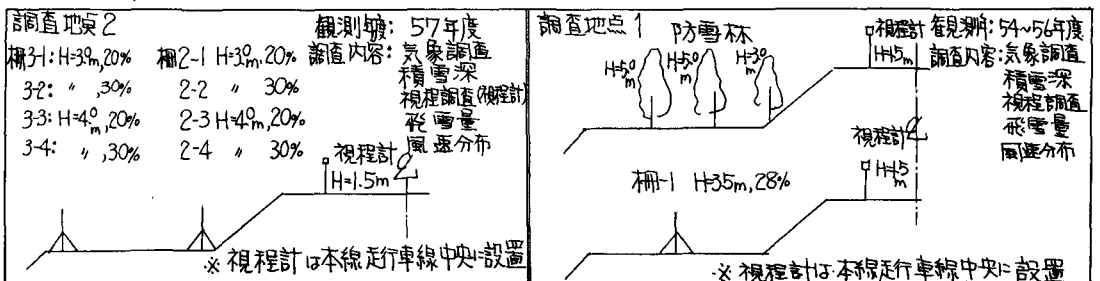


図-2は、この2地点における試験防雪柵及び柵の概要と調査内容を示すものである。

図-2 調査概要



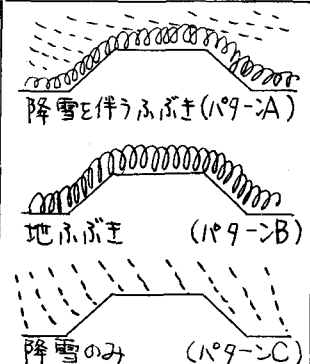
3 地ふぶき、ふぶきの状況

調査地点1及び2の調査データから当区間の地ふぶき、ふぶきの発生状況について示す。尚、調査データのうち視程計の記録から地ふぶき等の

表-1 ふぶき等の規模の分類

図-3 冬期天候の分類

発生状況と整理するにあつては	規模区分	基準	飛雪量換算値
て便宜的に表-1、図-2に示す“天候のパターン”及び“規模”にて分類整理を行った。本文中に示す“ふぶき”とはパターンAを、“地ふぶき”とはパターンBの状態を示している。	特大規模	視程の最小値<50m	飛雪量の最大値 25g/㎡・sec
	大規模	50m<視程の最小値<100m	“ 10~25g/㎡・sec
	中規模	100m<視程の最小値<600m	“ 1~10g/㎡・sec
	小規模	600m<視程の最小値	“ 1g/㎡・sec以下



さて、当区間のふぶき等の発生状況は、当初に予想していたように、かなりの頻度で発生しており、当然何らかの対策工を考えるべき状況にあると言える。その状況を示すものとして、一冬間のパターン別、規模別のふぶき時間と昭和54年度～昭和57年度まで集計したのが表-2

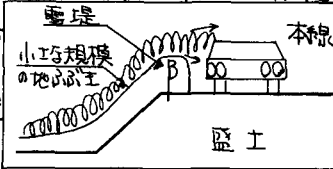
表-2 規模別、パターン別ふぶき時間集計表(単位:時間)

年度	調査地点	パターン A				パターン B				パターン C	無ふぶき 恒常雪	備考 (欠測有)	
		特大	大	中	小	特大	大	中	小				
54	岩見沢	16	13	76	40	0	0	3	10	13	195	689	122~327 1042hr
55	"	30	21	40	45	3	10	39	103	155	204	1,079	117~323 1574hr
56	"	7	15	57	15	0	2	17	26	45	209	1,342	120~331 1692hr
57	江別	4	4	52	4	11	23	39	4	77	136	1,746	1230~331 2023hr

は7%~18%に及ぶものである。ここで、供用後の道路において、除雪により

雪堤が形成され、地ふぶきが発生した場合を図-4に示している。地ふぶき時に移動する雪片の大部分は雪面近くを移動しており、雪堤が形成される事により、のり面を上って来た地ふぶきの非常に濃い雪片が、運転者の目の高さの位置で飛び出し、中小規模の地ふぶきであっても視程は非常に悪くなる事が予想され、仕方がない。地ふぶき、ふぶきは中小規模まで含めたものと考えざるを得ない。

図-4 雪堤と地ふぶきの模式図



次に、ふぶき、地ふぶきの発生する時間帯については、表-2には示し得なかつたが、昼夜の別なく、発生条件を整えれば発生していることも判った。

ふぶき、地ふぶき時の主風向については、発生時間と同向別の頻度で整理すると、各年度とも同じ傾向となり、地ふぶきとふぶきとは主風向に明らかな相違があつた。図-5はその1例として昭和57年度の結果を示しており、地ふぶき時の場合は北北東~北東(増毛山地の方向)、ふぶき時の場合は西北西~北西(石狩湾の方向)であつた。

一冬間の地ふぶき量については、防雪林及び柵の前後に溜った雪の量から算出すると、観測年度の中で最大約11cm/年程度であり、設計においては、最大一冬間15cm/年程度とすれば十分と考えた。

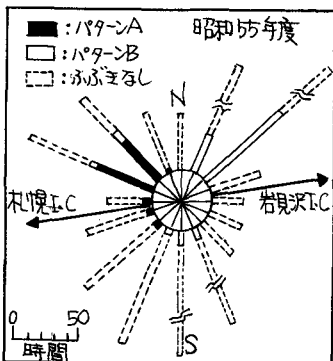


図-5 風向別発生時間

4 防雪林、防雪柵の効果と対策工の基本方針

高い盛土に対する防雪林、防雪柵の効果という点について、調査地点1におけるデータを主体として、ふぶき発生状況、飛雪量、風速分布の差を示す。図-6は、対策工の差によるパターン別、規模別のふぶきの発生時間の差を示している。対策工を行うことにより、特大及び大規模が発生した地ふぶき、ふぶきは、より小さな地ふぶき、ふぶきへと変わってゆく。つまり図-6に示す規模別の累計時間の山型の形状が、図の右側(何もなしの方向)に移動することにより対策工の効果を示される。図-7は、図-6と同じようにして調査地

点2の昭和57年度の結果を示している。図-6、7のグラフからふぶ主時間の低減率という形で表現したものが表-2である。これらの事から高い盛土に対しても、防雪柵、防雪柵は、図-6 対策工別のふぶ主時間十分な効果を発揮している事がわかった。(昭和55年度、岩見沢)

	年度	ふぶ主時間の低減率	
		特大+大規模	全規模
防雪柵	55	$\frac{27}{64} = 42\%$	$\frac{207}{292} = 71\%$
柵-1	"	$\frac{24}{64} = 38\%$	$\frac{226}{292} = 77\%$
-2	57	$\frac{22}{42} = 52\%$	$\frac{112}{141} = 79\%$
-3	"	$\frac{16}{42} = 38\%$	$\frac{116}{141} = 82\%$

表-2 ふぶ主時間の低減

次に対策工別の降雪量の違い、及び風速分布の違いを図-8、9に示す。

ふぶ主時間の点で防雪柵及び柵の効果の差はあまり明確ではなかったが、降雪量、風速分布の低減比率からは防雪柵の方がより効果があると言える。

これらの結果及び既往の研究報告等から、札幌～岩見沢間のふぶ主対策と総合的に検討した結果、基本方針として次のように考えた。

防雪柵は視程改善効果の他に、視線誘導効果、景観的にも優れている点が利点である。用地については、押え盛土の部分とその用地として利用する事が出来る。これらの事から防雪柵を積極的に取り入れて行くこととした。

5 防雪柵の設置位置と構造

防雪柵の設置位置の違いによる効果の違いについて、調査地点2の昭和57年度の調査結果により示す。

まず、ふぶ主時間の低減という点については、表-2に示すように、特大及び大規模で発生した地ふぶ主、ふぶ主のうち本線のり面に設置した柵-2については、その約50%のものが中小規模のものに変わり、さらに本線より離して設置した柵-3については、その約60%のものが中小規模のものに変わっている。つまり、柵-2の位置でも十分な効果はあるが、柵-3の位置の方がさらに効果的であると言える。これは柵～本線にかけての気流の状況調査において、本線のり面に設置された柵-2は、柵により拡散された気流が路肩から本線にかけて拡がっていくのに対して、本線よりさらに離して設置した柵-3は、拡散された気流が押え盛土から本線のり面に落ちてゆく結果となった。気流と雪粒子の密度の差が大きいので、両者が同じ動きをするわけではない、が、柵-2と柵-3の効果の違いを説明していると考ええる。次に、調査2の地点の8種類の柵における本線上での降雪量に

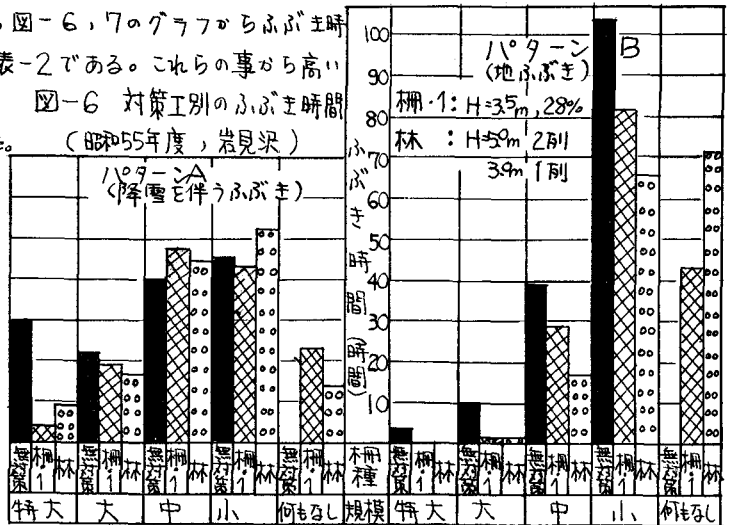


図-7 対策工別のふぶ主時間 (昭和57年度、江別)

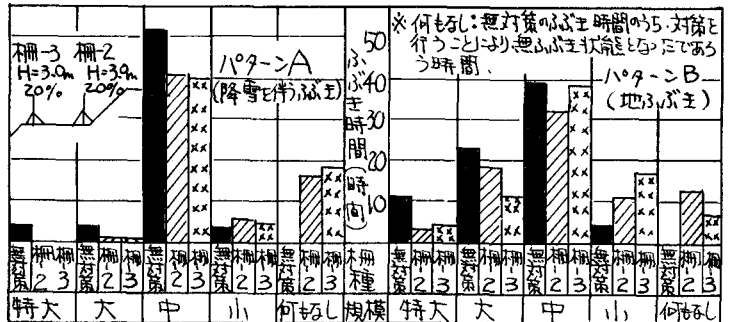


図-8 降雪量鉛直分布 (57年度)

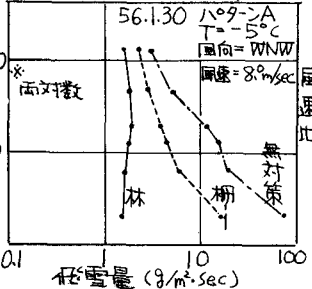
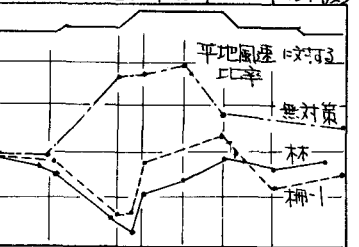


図-9 風速水平分布の比率 (57年度)



について示したのが図-10である。飛雪量は、高工15mの柱に雪片を捕捉する糸エリヤを設置し、その捕捉した雪片重量を $g/m \cdot sec$ の単位で示してある。図-10は4回測定したものの平均の飛雪総輸送量で示してある。また柵と本線の高工の関係と8種類の柵について $\Delta EL = (\pm)$ という形で表-3に示した。つまり柵3-3, 4は本線より高く、他の柵は本線より低い位置にある。これらから次の事が判った。

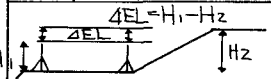
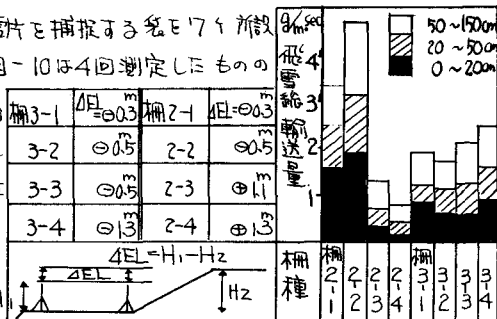


表-3 柵と本線の高工関係 図-10 飛雪総輸送量 (57年度 工別)

①柵2-2の $H=30m$ と $H=40m$ とを比較すると $H=40m$ の方が効果があり、柵を本線より高くする事が望ましいと言える。

②同じ高工関係の柵3-1~4、と柵2-1~2までを比較すると本線より離して設置した方がより効果的である。③空隙率20%, 30%の違いは明確でない。

以上の結果から次のように柵の諸元について決定した。①設置位置：本線より離す方がより効果的であること及び、吹雪よせられた雪、本線からの除雪エリヤ雪のストックヤードとして有効であることから柵3-3の位置に決定した。②柵高：押え盛土と本線の高工関係から、全ての区間で柵を本線より高く設置する事は難しく、また本線より柵が多少低くても十分な効果が期待できるとして、 $H=40m$ とした。③空隙率：結果からは明確な違いは得られなかったが、長い範囲の減風効果を期待して30%とした。

6 ふぶき対策に関する具体的方針のまとめ

“まえがき”の項で述べた“考慮すべき点”について調査結果などを総合的に判断して、ポイント及び2点は十分満足される事が判った。次に3点の全体工費の経済性という点を含めて、ふぶき対策に関する具体的方針を次のようにまとめ、設計、施工を行った。

(1) ふぶき対策の基本方針

ふぶき対策の基本方針として防雪柵によることとした。経済性の面から、当初からコストを極めるのではなく、苗木を植えて、10年~15年後に防雪柵としての効果を待つこととし、その間の暫定的な対策として防雪柵によることとした。

(2) 防雪柵の具体的な方針

調査結果などから、柵高40m、空隙率30%の柵を柵3-3を設置した押え盛土の肩(通常立入り防止柵を設置する付近)に設置することとした。また経済性の面を十分考慮して次のように具体的な設計を行った。

(i) 防雪柵を施工する箇所は立入り防止柵と廃止して、立入り防止柵兼用の防雪柵とした。

(ii) 防雪柵は、防雪柵が効果を発揮するまでの暫定的なものとして、設計にあたって設計関連の見直しを行い、構造的に経済性のあるものとした。

(iii) 防雪柵の張り立て材の一部に、資材の再利用の面からも有効であるとして、公団所有のキーストンプレートを使用した。

以上の方針に従い、図-11に示すように施工を行った。

7 あとがき

当区間の札幌~岩見沢間は無事、57年11月に一般供用を迎える事が出来ました。ふぶき対策を行っているおちと言って、これで万全であるわけではない。この問題は、管理の段階において、現状の状況を見て徐々に対策する事が原則である事から、今後、管理段階でのハード面に対する検討、あるいは交通管理技術というソフトの面からの対応が必要となってくる。

最後に、ふぶき対策を検討するにあたり、多大な御助言と御指導を賜った北海道大学助教授小林大二先生、北海道開発局土木試験所、室長竹内政夫氏、副室長石本敬志氏に心から謝意を表するものです。

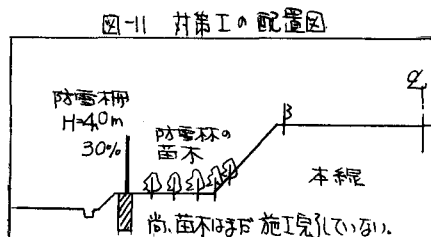


図-11 防雪柵の配置図