

岩見沢駅構内流雪溝新設工事について

正員 片山 隆 憲*

目 次

1 ま え が き	92	5. 流雪溝の構造	102
2 岩見沢駅のあらまし	93	6. 排 雪 溝	103
3 岩見沢附近の気象	94	10 流 末 設 備	104
4 従来における除雪の方法	95	11 工事の施工	104
5 流雪溝の排雪能力	95	12 流雪溝の効果	105
1. 一日最大降雪量	95	13 あと が き	105
2. 処理すべき雪の量	96	14 附 表	
3. 流雪溝の送流能力	96	1. 除雪関係調査一覧表	103
6 水 源	97	2. 流速試験その他調査一覧表	104
1. あらまし	97	15 参 考 文 献	105
2. 幾春別川について	97		
3. 水温, 水質など	98		
7 取 水	98		
1. あらまし	98		
2. 取水設備	99		
8 送 水	99		
1. 送 水 槽	99		
2. ウォーターハンマーの検討	99		
3. 送 水 管	100		
9 流 雪 溝	100		
1. あらまし	100		
2. 幅について	100		
3. 水深について	100		
4. 曲線部の補正	102		

1. ま え が き

流雪溝とは、停車場構内などで線路わきに水路を設けて、水をこれに導き、降雪をこの水流に投入することによって雪を流送し、構内の除雪作業を効果的に行なうとする設備である。

流雪溝は、場所によっては水温によって雪の一部を融すが、通常は掃流力によって雪を単に流去させるものであるから、一定の水温、水深、幅、及び勾配が必要である。

工場の廃液、温泉などの温水がえられる場合は、雪を融すことができるので、その効果は著しい。

国鉄における流雪溝の歴史は古く、昭和36年度末で395カ所、238 kmが設置されている。札幌局管内においても7カ所、約15 kmが既に設けられ、主に大構内、又は多雪地区の停車場などで冬期間、除雪作業に大いに活躍している。その主な諸元は表-1のとおりである。

表-1 管内主要流雪溝

線 名	所在地	取水方法	幅 m	延長 m	勾 配 ‰	水 深 m	流量 m ³ /sec	除雪面積 a	導水路 m	記 事
函館本線	小樽築港	海ポンプアップ	0.6	4,215	2.2	0.3~0.35	0.15	1,428	305	S. 12 完成
"	浜 小 樽	"	"	1,672	2.	"	0.15	132	76	"
"	倶 知 安	河 自 然 流	0.7~0.9	1,490	1.8	0.5	0.21	438	1,467	S. 16 "
"	滝 川	温 ポンプアップ	0.6	2,421	1.8	0.3~0.35	0.32	974	2,728	"
"	岩 見 沢	河 ポンプアップ	0.7~1.2~1.6	3,040	2.6~1.8	0.35	1.0	1,089	180	施工中 S. 39-40

* 日本国有鉄道札幌鉄道管理局施設部工事課

2. 岩見沢駅のあらまし

岩見沢駅は函館、室蘭両幹線のジャンクションであり、更に万字線、幌内線などがここから分岐している。

列車の発着或は通過回数も一日 400 本以上の多きに達しており、又構内の西側地区には全道一をほこる大操車場を擁し、石狩、空知炭田からの石炭車は勿論、道内各地間及び对本州の貨車などは、概ねこの操車場で仕訳けされていて、その能力は一日約 2200 両である。

昭和 37 年度における乗降、乗換、下車旅客人員は、一日約 2 万 5 千人、貨物の発着は 950 屯、貨車数にして 350 両、更に中継、入換、通過車などを含めると、延 4400 両となっており、これらの車両群又は列車が毎日駅構内各線を往復している訳である。尚岩見沢駅は函館、室蘭両幹線路の中

にあるので、昭和 36 年度における道内各線の旅客通過人員並びに貨物通過屯数を、図 2.3 から見ると旅客貨物共岩見沢附近が圧倒的に多いことがわかる。

3. 岩見沢附近の気象

岩見沢附近の気象は、概ね内陸型であって、過去の気温の記録では、夏季最高 35℃、冬期最低は -26℃ となっている。

年間を通じて

晴天日数：160 日 44%

降雪日数：60 日 17%

その他日数：145 日 49%

降雪量累計：1250 cm

最大積雪量：230 cm

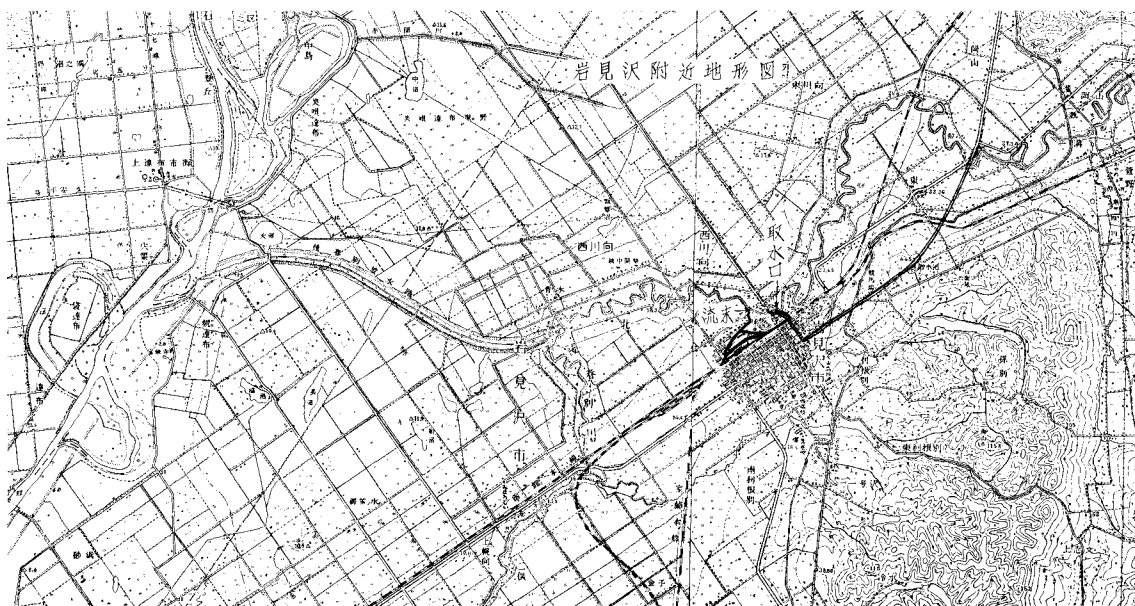


図-1 岩見沢附近地形図

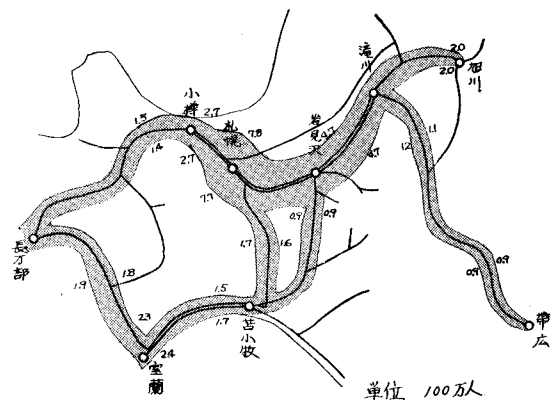


図-2 旅客通過人員表 (昭和 36 年度)

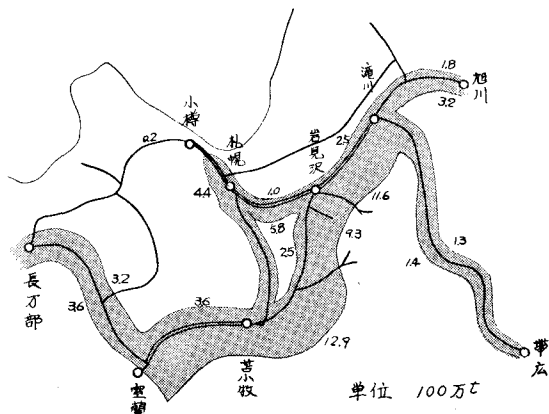
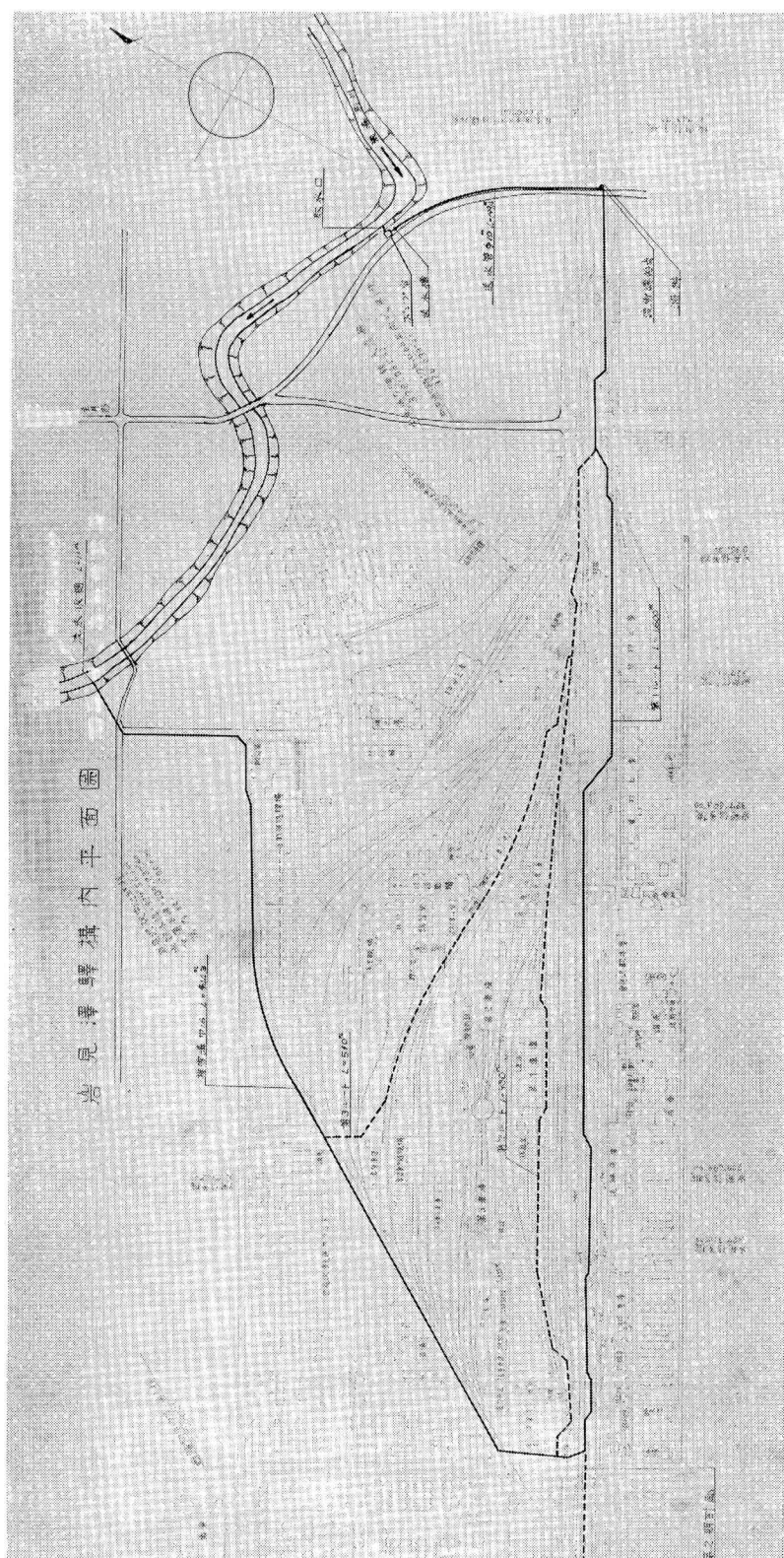


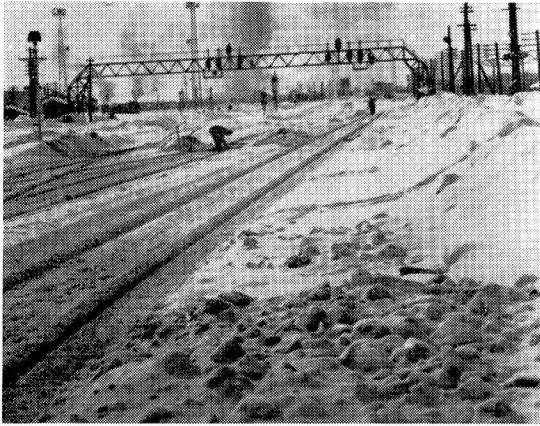
図-3 貨物通過屯数表 (昭和 36 年度)



一日最大降雪量： 95 cm

年間積算寒度： -501℃

冬期は、北西の風が卓越し、いわゆる西高東低の冬型気圧配置となると、シベリヤ方面からの寒い気流が日本海上で湿気を十分に吸収して石狩川沿に東進し、岩見沢東側の山丘地帯にさえぎられて上昇する結果、附近にしばしば豪雪をもたらし、輸送に大混乱を起させている。(附表～1)



写真—1 冬の岩見沢駅構内

4. 従来における除雪の方法

岩見沢駅構内で従来行なわれてきた除雪方法は、人力と機械力に大別され、その主な使用区分は次のようである。

1) 人 力 スコップをもって線路内、分岐器附近、転車台及び、建造物の線路に近接しているところの雪を取り除く。

その他橇、雪馬などで、機械力の及ばない処の雪を取り除き小運搬する。



写真—2 雪馬による除雪作業

2) 馬 橇 一時堆積した雪を、馬橇をもって構外に搬出する。

3) 機 械 力

A ラッセル 主に線路の中の雪を軌間外に排出する。

B 広 幅 本線、仕訳線等の平行線群の雪を逐次片

側に押し出して行く。構内除雪の主力である。

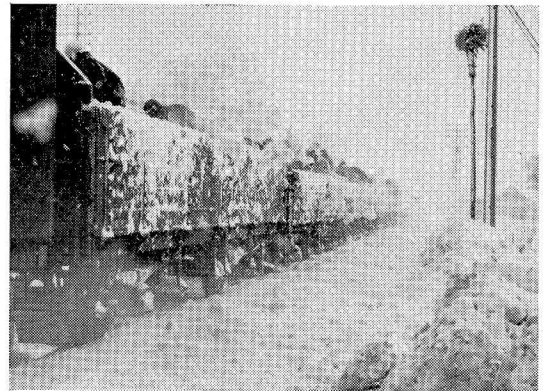
C 掻寄 (マックレー) 殆んど次のロータリーと併結使用され、幅 7.6 m 間の雪を中央に掻き寄せる。

D 回転 (ロータリー) 線路内の雪を羽子車にて遠くに飛散させる。

E トラクタシヨベル 線間又は一時堆積場所に集積された雪を移動し、又はトラクターなどに積込む。

F アングルドーザー 堆積された雪を整理し、又は更に外方に押しやる。

G 雪捨貨車 営業用の無蓋車に雪を積み上げ、構外の適当な場所に取り捨てる。約 10 両編成で 1 車につき 4 人位の労務者がつき、列車として扱われる。従来の雪捨の大宗をなす。



写真—3 貨車による雪捨作業

これらの内で A, B, C, D, G の動力として機関車が使用される。その外モーターカー排雪、或はトロリーによる雪捨も行なわれる。

最近の労働力不足にともない、除雪労務の希望者が激減し、且賃金が著しく上昇したこと。

ディーゼルカーによるフリクエントサービスにより、列車回数が増加して、除雪作業の有効時間帯が減少したこと。

冬期貨物輸送の繁忙期になると、排雪に回しうる機関車の予備が少ないため、降雪時には貨物列車の一部を休み、排雪車用に充当していること。

列車、車両の運転、入換の増加は勢い除雪作業能率を著しく低下させるばかりでなく、傷害事故などの発生する危険が益々増大して来た。

これらの諸問題を解決する方法として、種々の機械の実験研究が行なわれているが、その一方法として今回流雪溝を新設して、構内の雪を速かに排除すると共に、豪雪による輸送の混乱を極力防止することになった次第である。

5. 流雪溝の排雪能力について

5-1 一日最大降雪量

国鉄施設局発行になる「国鉄線の雪量統計」によると、

1日最大降雪量の過去の記録は表-2のとおりであって、この表から確率降雪量を次の公式により計算すると、表-3及び図-4のようになる。

$$W(x) = 1/2 \{1 - \phi_0(\xi)\}$$

$$\xi = C_0 \log \{(x+b_0)/(x_0+b_0)\}$$

$$C_0 = 1 / \left[\frac{2}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\log \frac{X_i + b_0}{x_0 + b_0} \right)^2 \right]^{0.5}$$

上式中

表-2 岩見沢における雪量統計

年次	降雪量 cm	年次	降雪量 cm	年次	降雪量 cm
昭和元	50	12	60	26	70
2	95	13	45	27	60
3	50	14	60	28	50
4	85	15	55	29	40
5	45	16	45	30	40
6	45	20	30	31	40
7	55	21	35	32	50
8	35	22	50	33	30
9	40	23	35	34	65
10	50	24	40	35	60
11	45	25	55		

表-3

確率年	一日最大降雪量 cm
5	55
10	64
20	69
30	73
50	78
70	81
100	84

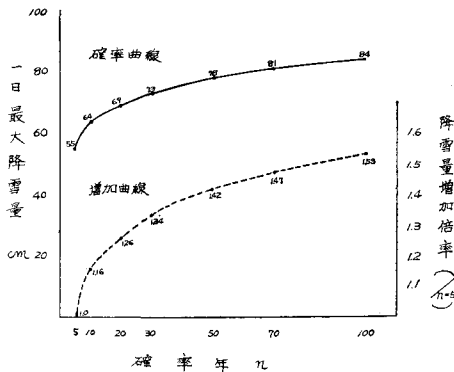


図-5

ϕ_0 : Gauss の差誤積分を示す記号

ξ : 媒介変数

x : 一日最大降雪量

x_0 : 密度曲線によってかこまれる全面積を 1/2 ずつ等分する位置即ち、中央値

b_0 : x の下限値

X_i : 任意の標本値 ($i=1 \sim N$)

N : X の測定回数

計画一日最大降雪量をいくらに取るかについては、

青森操車場 4 年 57 cm

倶知安駅 5 年 60 cm

滝川駅 5 年 35 cm

などの実例がある。

流雪溝は、防雪対策からいって、直接運転に危険をとまなうものでなく、且その他の除雪方法と併用されるものであるから、余り長年確率の豪雪を考えることは、不経済となるので、岩見沢構内の場合 1/5 年確率 55 cm を計画一日最大降雪量とした。

5-2 処理すべき雪の量

一日最大降雪量 55 cm を流雪溝で処理するものとして、その処理可能雪量を計算すると、

$$V = A \cdot h \cdot n \cdot r_1 / r_2$$

V : 処理すべき雪量

A : 流雪溝利用可能面積

h : 計画一日最大降雪量

n : 降雪量に対し、実際に処理する雪量の割合 (通常 $n=0.75$)

r_1 : 降雪の見かけの比重 (0.12)

r_2 : 処理しようとする雪の見かけの比重 (0.36)

注: 降雪は堆積、日照、放置日数、広幅などによる攪拌によって、比重を増すこと、又降雪は全部処理することなく一部は支障ないか所に放置される。

$V = 15,000 \text{ m}^3$ となる。

5-3 流雪溝の送流能力

流速 v m/sec の左図の短型水路に雪を投入した場合の送流できる雪量は、
 $Q = B \cdot (H_0 + H_1) \cdot 1 \cdot \eta \cdot 1/m \cdot v$
 Q : 送流しうる雪量

B : 流雪溝の内幅

H_0 : 投雪前の水深

H_1 : 流水と同容積の雪を投入した場合の増加水深

η : 投入された雪の水面下と全体との容積比 ≈ 0.91

m : 雪の浮遊係数 ≈ 0.245 と仮定 (既成流雪溝による実験の平均)

v : 流速 $= 1.3 \text{ m/sec}$

注：水温は0°Cに近いから投雪は全く融けないものとする。

又雪の浮遊係数は投雪作業の種類、方法、場所、人員等によって異ってくる。

$$Q = 5,430 \text{ m}^3/\text{day} \quad (\text{実効 } 8\text{hr})$$

従って降雪を1日で処理するものとして、同時に通水する流雪溝の数は $V/Q \approx 3$ 本とした。

但し、上式は雪を連続的に処理できるものと仮定しているが、実際は雪の集積に列車、車両の通過、並びに集雪機械、数量などにより、又投雪方法、人員などにより、相当の時間を要することから、流雪溝一ばいに流送することは普通困難であり、前記降雪量に対しては通常主要本線群から逐次処理するから、実際は雪処理には約2~3日を要するものと予想される。

6. 水 源

6-1 あらまし

流雪溝の水源としては、水温、水質、水量、距離などが問題となる。

岩見沢駅構内の場合、水源として

1. 灌漑用赤平幹線用水 (空知川水系)
2. 市来灌漑用水 (幾春別川水系)
3. 幾春別川から直接取水する。

以上3方法について種々比較検討を行なった結果、前記

2用水は岩見沢駅附近を通るので取水に便利であるが、冬期間は通水していないこと、通水を依頼した場合の取扱、管理維持などに問題があり、経済的にも不利となるので、幾春別川から直接取水することに決定した。

6-2 幾春別川について

幾春別川は幾春別山を源とし、流路延長約40km、流域約300km²を有し、幌達布附近に(流末から10km)において石狩川に合流する。川は平地に入ってから紆余曲折して、流水を著しく疎害し、過去しばしば洪水を起して来た。

昭和32年上流桂沢に多目的ダムが完成し、洪水調節、灌漑用、飲料用水の供給、並びに発電などを行なっている。

又下流部は石狩川治水事業の附帯として、昭和37年に新水路を掘削し、川道を整えた結果、水面勾配も急になり(約1/250)通水も良好となった。

又渇水期における水量確保のため、芦別川上流部をせきとめて、桂沢ダムに放流するようになった。

岩見沢附近における冬期渇水期流量量は、調査の結果最低約5t/secであり、桂沢の発電時には約25t/secの水量があることが確認された。冬期間における発電は、殆んど毎日朝6時頃から24時頃まで行なわれ、その放流水約20t/secが約5時間後に岩見沢附近に達するから、約1.2mの水位の上昇を来す。水位観測の結果は図-6のとおりであって、流速測定の結果と合せて渇水期最低水量は約5t/secと推定された。流雪溝に使用する水量は約1t/secである

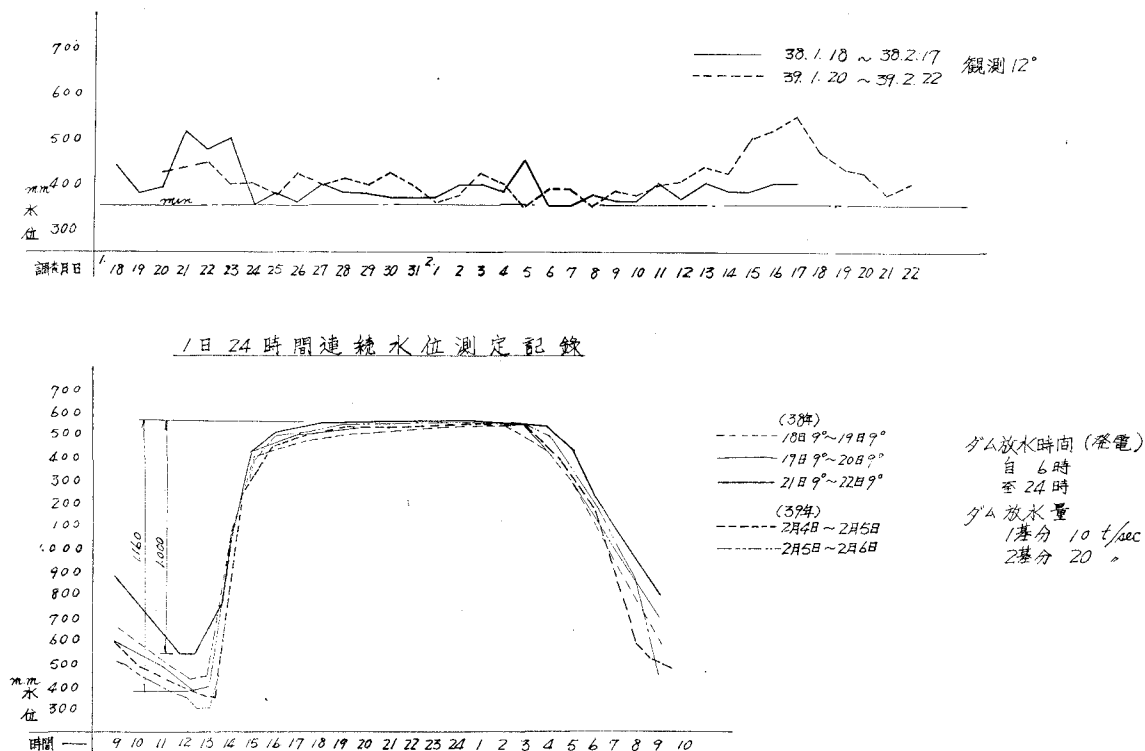


図-6 幾春別川水位表

表—4 幾春別川水温調査記録表 (取水予定地附近)

調査年月日	水 温 °C					外 気 温			摘 要
	9 時	10	11	13	15	9 時	当日最高	当日最低	
37. 1. 16	0					-11	- 5	-15	寒暖計は1°目盛で3本 同時使用.
17	0					- 9	- 7	-10	
18				+0.5		-12	- 4	-14	
19				+1.5		-11	- 7	-14	
20	0					- 5	- 2	- 7	
37. 2. 1	0					- 6	+ 1	- 9	
2	+ 1					- 8	- 2	-12	
3				+ 1		-12	+ 2	-17	
4				+ 1		-10	0	-15	
5	+ 1					- 2	+ 3	- 5	
39. 2. 8	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	- 5	- 5	-13	
9	0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	- 6	- 7	-16	
10	0	0	+ 1	+ 2	+ 1	-10	- 8	-13	
11	0	+ 1	+ 2	+ 2	+ 2	- 7	- 4	-13	
12	0	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	- 2	- 1	-19	
平 均	+0.2	+1.0	+1.4	+1.8	+1.8	-7.7	-3.0	-12.8	

から、水量は十分である。

6-3 水温、水質について

1. 水温については表-4に示すように、湯水時は殆んど0°Cに近いが、発電放流によって約2°Cの上昇が記録された。

又水温は外気温には殆んど影響されないこと、毎日同時刻頃の水温は、ほぼ一定しているようである。

2. 水質について、札幌用品試験所において行なった結果は表-5のとおりである。

以上幾春別川の取水条件を要約すれば、水温の0°C以上であること、流速が早くなったことなどにより、厳冬期においても川面が結氷しないことである。従って水量、取水、排雪などの懸案が解決できるので、本川を選定することにした。

札幌用品試験所 39. 2. 20

表—5 岩見沢市幾春別川流水試験成績

外 状	混 濁
水素イオン濃度 (PH)	7.3
Mアルカリ度 (CaCO ₃ ppm)	4.0
硫酸イオン (SO ₄ ppm)	10
塩素イオン (Cl ppm)	14
総 硬 度 (CaCO ₃ ppm)	47
シ リ カ	10
一 時 硬 度	40
永 久 硬 度	7
カルシウム硬度	38
マグネシウム硬度	9
溶 解 固 形 分 (ppm)	134

以上分析の結果

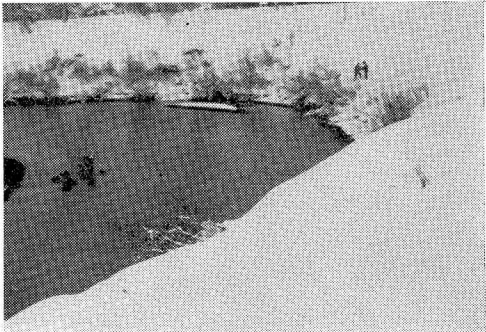
水素イオンが中程度 (7) アルカリが多少多く、硫酸イオン、塩素イオンは少ないので、コンクリートには影響はないと考える。

7. 取 水

7-1 あらまし

取水地点における最低水面は、流雪溝始点水面よりも、約8m低いので、川水はポンプにより揚水する必要がある。

湯水時においても取水し易いため、左に彎曲する川の下流部に取水口を設ける。更に河床の洗掘防止、のり面防護のため、蛇籠工及び護岸擁壁を設けることにした。



写真—4 岩見沢流雪溝取水予定地

7-2 取水設備

川岸取水口から、導水兼揚水溜槽を兼ねた導水溝に流水した水は、ポンプにより揚水される。

ポンプ関係の主な諸元は、

取水ポンプ：700 m/m×600 φ両吸込ポリユートポンプ
150 kW 60 t/min×11.5 m×580 r.p.m.

原 動 機：EFOU-DQ. 50≈10 p
6000 V 直結

そ の 他：600 m/m スルース弁
：600 m/m チェック弁
：200 V ポンプ3組
(真空、封水、排水用)

ポンプの揚水能力から、その位置は低水位上 4.5 m に据えられるが、融凍期、豪雨時には計画洪水位以下となり、浸水のおそれがあるので、ポンプ室はコンクリート防水壁で設けられる外に、使用期間 (12 月～3 月) 以外は、グレーンアップされる。

又ポンプと流雪溝水面との差は、約 5 m であり、急停電時における水衝圧を考慮して、チェック弁をスルース弁と併設した。

ポンプアップされた水は一旦送水槽に入ることになる。

8. 送 水

8-1 送 水 槽

水は、流雪溝に向って、約 5 m の高さを圧送される訳であり、急停電時には或る瞬間送水管に正負の水衝圧が作用するのであるが、送水管は経済的理由から内圧 1 kg ヒュー

ム管を用いているので、内外圧共に余り強度を期待できないので、ポンプと管は直結せず、送水槽を設けて水衝圧を緩和すると共に、流雪溝内流量の調節をも兼ねさせることにした。

8-2 水衝圧の検討

1. 計算数値

送水管の内径： $D=1.0$ m ヒューム管

" の肉厚： $t=8.2$ cm

" の延長： $L=180$ m

" 内流量： $Q_0=60$ t/min

ポンプ全揚程： $H_0=12.5$ m

" 実揚程： $H_g=10.45$ m

" 回転数： $N=580$ r.p.m.

慣性効率： $GD^2=165$ kg・m

ポンプ効率： $\eta_p=85\%$

2. 計 算

1) 圧力波伝播速度： a

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1+0.1 \times D/t}} = 955 \text{ m/sec}$$

2) 管内流速： v

$$v = Q_0 / \pi / 4 D^2 \times 60 = 1.274 \text{ m/sec}$$

3) 管路常数： $2p$

$$2p = a \cdot v / g \cdot H_0 = 10.78$$

4) 慣性係数： K

$$K = 1.79 \times 10^6 \times Q_0 \times H_0 / GD^2 \times N^2 \times \eta_p \times 60 \\ = 0.436 \text{ sec}$$

5) サージ係数： S

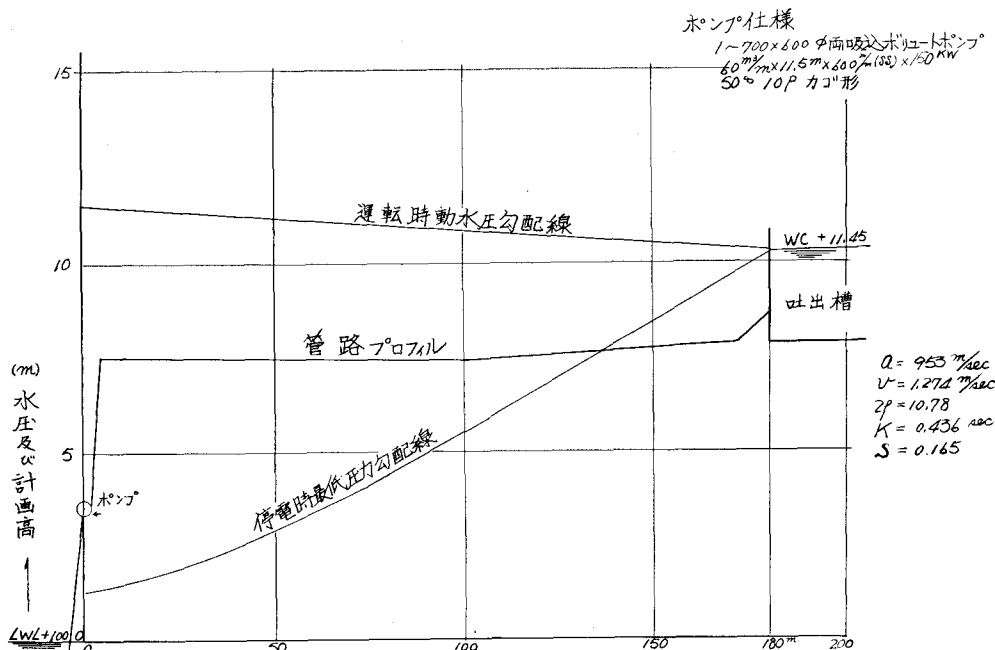


図-7 停電時水撃現象予想曲線図表

$$S = K \times 2L/a = 0.165$$

6) 管路抵抗損失比: R

$$R = H_0 - H_g / H_0 \times 100 = 9.13\%$$

以上の数値から、停電時に管路に発生する最大負圧を日立チャートにより求めると、図-7 のようになり、最大負圧は約 6 m である。

- 註 1. 日立チャートとは John Pamakian 氏のチャート (ASME transaug 1953 p1000) を修正したウォーターハンマー簡易計算図表である。
2. この計算はポンプと管路が直結されているものと仮定した。

8-3 送水管

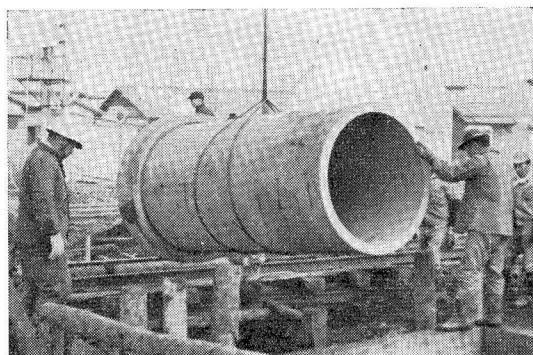


写真-5 線路下横断部分の送水管の敷設

送水路は、送水槽から目下施工中の道々岩見沢月形線の立体交差取付道路土留擁壁側下に沿って、構内の溜槽に送られる。

その主な諸元は

延長: 199.4 m

構造: 遠心力ヒューム内圧 1 kg 管
カラー付耐震継手

基礎: 一部栗石を除き古レール入コンクリート

管内径: 1000 m/m

管内流速: 1.274 m/sec

管内流量: $1 \text{ m}^3/\text{sec}$

最低土被: 地表下 1.2 m

尚屈曲部は管全部をコンクリートで被覆補強した。

9. 流雪溝

9-1 あらまし

流雪溝は雪を運ぶコンベヤーであるから、前述のように大断面に大量の水を早く流すことが理想である。

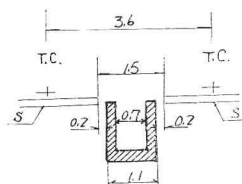
断面、水量、流速などは、夫々地形、場所、取水方法によって制約をうけることと経済性を考える必要がある。

温水の場合は融雪効果を高めるが、北海道のような寒冷地においては温泉、工場廃液、地下水など特殊の場合を除き、通常は海水又は川水を使用せざるをえない。この場合、水温は殆んど 0°C であるから、流雪溝内では雪と水との熱交換が僅かに行なわれる程度であって、大部分の雪は水分を含んだ、クリーム状になって流去されるにすぎない。

9-2 幅について

雪は、一部が水上に浮いて流れるから、深い水深よりも幅広い水面の方が流雪上有利である。

しかし駅構内の現在の線路間中心間隔は、最も狭い所では 3.6 m しかなく、且つまくら木の幅 2.1 m を考えると、幅の最大限度は施工上 0.7 m 以上は困難である。又幅の広くとりうる処



T.C.: 軌道中心
S: まくら木

図-9 線間流雪溝位置

についても、同量の水を流した場合、逆に水深が浅くなり、且つ流速も著しく低下する。

従って岩見沢の場合 1 経路のみの処については 0.7 m, 2 経路分の処は 1.2 m, 3 経路分の処については 1.6 m の幅とし、流速、水深などをなるべく一様にする様に計画した。

9-3 水深について

既設流雪溝の水深、勾配、流速などについては表-1 に示

流雪溝縦断略図

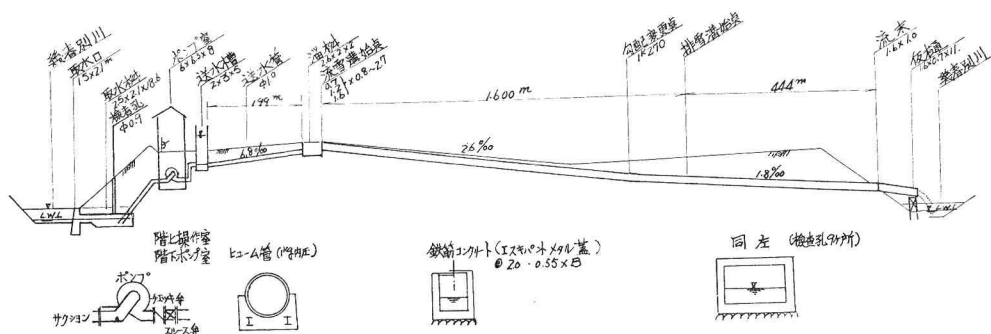


図 - 8

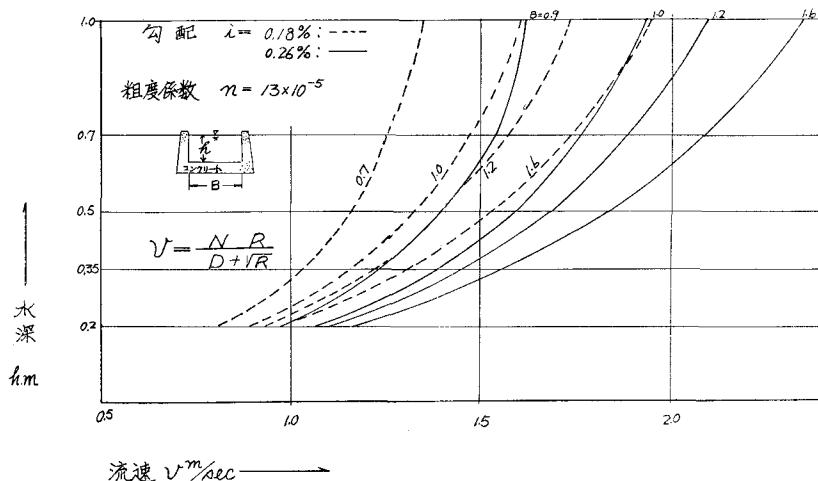


図-10 水深流速曲線

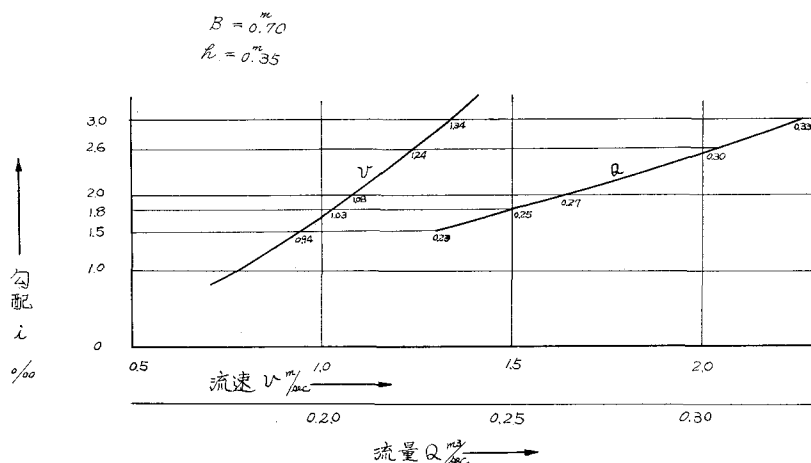


図-11 勾配流速曲線

してあり、各所平均して水深は0.25 m、勾配は約2‰流速は0.9 m/sec 前後である。

岩見沢駅構内は地形が札幌の方に向い、平均2.6‰で低くなっており、この勾配で水を流す場合、相当の水量が必要であるが、地形に順応した勾配が施工上及び工費上有利であるので、大部分の計画勾を2.6‰とし、流末に近くになってからは1.8‰とした。

水深については、スコップで投入される雪塊の大きさ、或は広幅による投入等、種々実験の結果及び既設の流雪溝の実例などから0.35 mを最低計画水位とした。従ってこれにより、 $v \div 1.3$ m/sec、 $Q \div 0.3$ m³/sec (幅0.7 mのもの)となる。

幅、勾配、水深、流量などの関係は図-10、11に掲げている。

9-3-2 背水について

前節でふれたように、幅1.2 m 区間 (1.270 km 附近) か

ら勾配が緩くなるので、上流側の流速及び水深は、或る区間に亘り背水の影響をうけることになる。

それらの関係を検討してみると、

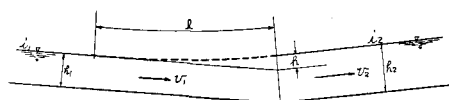


図-12 背水曲線

上流側においては、

$$i = 2.6\%$$

$$h_1 = 0.35 \text{ m}$$

$$v_1 = 1.45 \text{ m/sec}$$

$$Q_1 = 0.61 \text{ m}^3/\text{sec}$$

下流部においては、

$$i = 1.8\%$$

$$h_2 \div 0.35 \text{ m と仮定して}$$

$v_2 = 1.21 \text{ m/sec}$ となり

$Q_2 = 0.61 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるから逆算すると

$$h_2 = Q_2/v_2B = 0.42 \text{ m}$$

$h_2 - h_1 = 0.07 \text{ m}$ の水位上昇となる。

上流側に影響する範囲は、流雪溝幅を 1.2 m と仮定すれば、ポイレ (Poiree) の簡略公式を用いると

$$l = 2h/S \div 51 \text{ m}$$

h : 堰位置の堰水高 $= h_2 - h_1$

l : 背水限界距離

S : 堰上前の水面勾配 $= i_1$

即ち水位の変化は約 51 m 上流間に亘り緩和されることになる。現地においては 51 m 上流は幅 0.7 m の区間であるから、実際は更に上流に影響が及ぶかも知れないが、水位差が、わずか 7 cm であり溝の深さは計画水深の 2 倍以上あるから、実質的支障はないものと思われる。

9-4 曲線部の補正

雪が流雪溝内に浮いて連続して流れる場合、曲線部に入ると、凝集して帯状になった雪塊が遠心力で外方に偏移すること、粘性をもった雪塊が曲るための摩擦抵抗により、ここで通常流速がおち、いわゆる、つまった現象を呈する。流雪溝は、重要で最も効果のある本線、分岐器、堆雪カ所、機械排雪上有利な処などを通るよう、ルートを選定していること、その他構内に支障物が多いことから、線路を横断し、そのためその前後に曲線部ができる。

従って直線部の流速と同じにするためには、勾配を若干急にしてやること、又幅を拡大して摩擦抵抗を減少させてやる必要がある。

直線部と同一流速を保つために、必要な曲線部の勾配の比は

$$I/I_0 = 1 + 3/4 \sqrt{B/R} \quad (\text{物部水理学 p. 157})$$

I_0 : 直線部の勾配

I : 曲線部の勾配

R : 曲線半径

B : 水路幅

上式より次の表をえる。

R/B	0.5	1	1.5	2	3	4	5	10
I/I_0	2.06	1.75	1.61	1.53	1.43	1.38	1.34	1.24

キング (King) 氏の調べた彎曲部における損失水頭表によれば、 $R=1.5 \text{ m}$ 附近の損失が大体最少値になることから、 $R=1.5 \text{ m}$ として各幅に対する補正勾配を計算すると、表-6 のようになる。

実際は 3~5‰ を採用した。

幅の拡大寸法については、文献或は実験データも見あたらなないので、次のように仮定して定めた。

表-6 補正勾配

b	$\frac{R}{b}$	$\frac{b}{R}$	$\sqrt{\frac{b}{R}}$	$\frac{I}{I_0}$	$I\%$
0.7	2.14	0.467	0.684	1.513	3.9
1.2	1.25	0.8	0.895	1.671	4.4
1.6	0.94	1.064	1.03	1.772	4.6

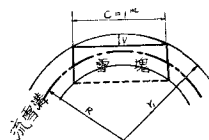


図-13 曲線部

表-7 拡大正矢

b	r_1	r_1^2	$\sqrt{r_1^2 - \left(\frac{C}{2}\right)^2}$	V
0.7	1.85	3.42	1.78	0.07
1.2	2.1	4.4	2.04	0.06
1.6	2.3	5.3	2.25	0.05

即ち図-10 のような長さ 1 m の連続した雪の長さを想定し、外側中央部と側壁との正矢を求めると

$$V = r_1 - \sqrt{r_1^2 - (C/2)^2}$$

$C=1 \text{ m}$, $r_1=1.5 \text{ m}$ として計算すると、表-7 をえる。

よって設計では拡大寸法を 0.05 m とした。

尚曲線部外壁水際部は、平滑化、氷結防止のため、メタルフォーム型とし、構内の広場で流雪溝曲線部を一括作製して、現場にセットした。又パラフィンその他塗料の塗布については研究中である。

9-5 流雪溝の構造

流雪溝は 3 経路同時に使用できるようにし、第 1 経路は主に本線、貨物線群、第 2 経路は仕訳線群を、第 3 経路は機関車回転線群を夫々通ることとし、豪雪時において、少なくとも列車の運転を確保する配置と 64 カ所の分岐器の横を直接通ることとした。

構造は鉄筋コンクリート造 2 m 間隔で函渠、開渠と交互

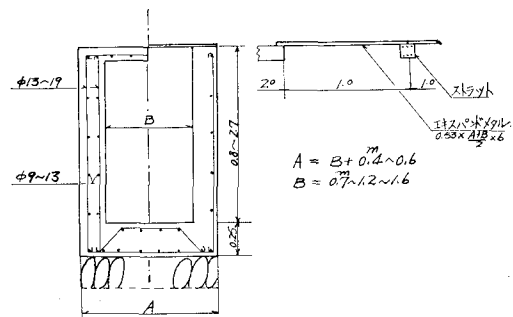
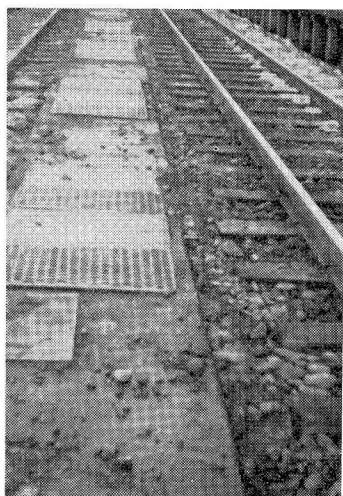


図-14 流雪溝構造図



写真—6 完成した流雪溝の一部
第1ルートホーム附近

にした。開渠部分はエキスパンドメタル金鋼蓋とし、中間にストラットを入れて補強した。既設の流雪溝開渠部分は列車荷重、或は凍上による横圧などにより前傾倒かいした例が多く、投雪の際一度に雪が入ってダムアップした例から、入れたものである。

流雪溝の諸元は

長 さ:	第1経路	1600 m
	第2経路	930 m
	第3経路	510 m
	計	3040 m
深 さ:	水深の約2倍 最低	80 cm
幅 員:	0.7~1.2~1.6 m	 3種類
線路横断部分は函渠。		

水理計画は表-8のとおりである。

表-8 水深(H_0)を一定にした場合の流速(v)と流量(Q)の関係

勾 配	$i = 2.6\%$			$i = 1.8\%$		
	v m/sec	Q m ³ /sec	H_0 m	v m/sec	Q m ³ /sec	H_0 m
0.7	1.24	0.30	0.35	1.03	0.30	0.42
1.2	1.45	0.60	0.35	1.21	0.60	0.42
1.6	1.56	0.90	0.35	1.30	0.90	0.42

9-6 排 雪 溝

第1経路終点1,600 mから先約444 mは、掘削深さが4 m以上となり、施工が困難であること、排雪の必要が殆んどなくなるので、途中数カ所の人孔を設けるのみで、地下

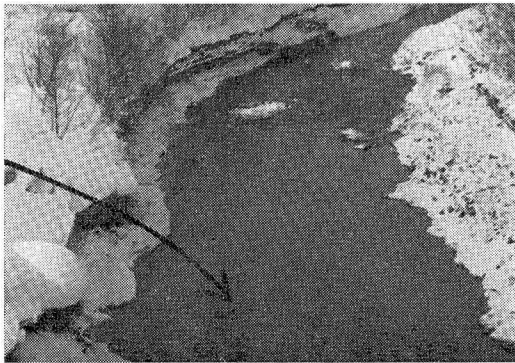
付表—1 岩沢見駅構内 (本屋除雪関係調査一覧表)

年度別		29	30	31	32	33	34	35	36		平均	記 事
気 象 関 係	年間降雪量 (cm)	815	535	840	860	400	1,000	1,175	875		739.4	
	一日最大降雪量 (cm)	40	40	30	30	30	35	60	85		43.9	
	年間最大降雪量 (cm)	155	90	165	100	75	145	180	120		122.8	
	降雪日数 (日)	64	47	52	57	43	72	68	45		53.7	
	最高気温 (°C)	+ 15	+ 14	+ 18	+ 17	+ 15	+ 17	+ 16	+ 14			
	最低気温 (°C)	- 17	- 20	- 20	- 16	- 22	- 26	- 22	- 22			
	積算寒度 (°C)	468.2	489.5	486.0	237.5	428.0	650.5	620	571		501.2	
人 口 除 雪	取 員 人 員	1,107	751	1,363	697	470	2,278	2,494	1,005		1,194.3	
	金 額 (円)	631,954	429,388	887,960	931,528	376,000	1,822,246	1,995,200	886,410		967,394.2	
	人 員 人 員	6925	3947	8438	4,631	1,889	7,819	7,793	2,064		4,907.7	
	馬 持	276	21	349	276	2	178	192	9		144.8	
	換算人員	7,753	4,010	9,485	5,359	1,895	8,353	8,369	2,091		5,342.0	馬持算4人
機 械 除 雪	金 額 (円)	2,775,780	1,437,297	3,330,715	1,763,374	709,433	2,904,452	3,420,121	832,320		2,015,670.4	
	金額合計 (円)	3,407,734	1,866,685	4,218,735	2,894,902	1,085,433	5,112,692	5,415,321	1,718,730		2,963,044.6	
	燃料走行料 (円)	(2) 11.2	(1) 10.8	(5) 32.7	(3) 18.6	(2) 24.4	(2) 28.8	(1) 1.5	(3) 17.0		(2.1) 16.1	
	広 巾 (m)	(27) 29.1	(18) 15.4	(34) 28.9	(36) 34.2	(11) 10.6	(39) 41.0	(52) 57.5	(17) 21.5		(26.8) 27.9	
	大型モーター (馬力)	(2) 1.2	(2) 2.7					(6) 3.0	(7) 7.6		(0.6) 0.4	
雪 捨	大型モーター (馬力)										(1.9) 13.7	
	機械除雪実績 (m ³)	80,600	52,340	83,470	94,320	39,400	99,000	116,000	66,490		74,110.0	
特 殊 機 械 除 雪	貨 車 (車)	(1353) 20,295	(872) 13,080	(2548) 38,520	(1599) 23,985	(293) 4,395	(2070) 31,050	(2969) 44,535	(377) 4,755		(1343.4) 8	
	大型モーター (馬力)							(142) 30.8	(10) 14.0		(4.6) 94.2	
列 車 関 係	トラクターヨベル (時間)						(6) 15.00	(84) 7,689	(99) 5,920		(25.6) 4	
	2トンフル (時間)						(90) 12,480	(183) 23,510	(102) 16,862		(51.9) 7,114.7	
運 送	運 休 (回列車)	3	3	2	2	1	4	3614~34128 大雪時 16	3		4.3	
	運 延 (回列車) 分	(149) 3~20	(100) 3~20	(460) 3~20	(1700) 3~10	(80) 3~10	(280) 3~20	(270) 10~20	(180) 3~10		(17.8)	
	定数減 (回列車) 割減	(24) 2	(18) 2	(8) 2	(8) 2	(2) 2	(16) 2	(120) 3~5	(15) 2		(3.9)	

に函渠として埋設する。人孔は必要により投雪、検査、掃除などの用に供する。又この区間はシートパイルによる土留が必要であり、且つ終点方約 200m は市道下を通過するので、道路の交通制限、附近商家に対する不便など、施工は著しく難行する結果となった。

10. 流 末 設 備

流末は、幾春別川の石狩川合流点から約 10 km の距離にあるが、近年川道が整えられたこと、厳冬期川面が結氷しないことから、排出された雪は水面に浮いて流れ、石狩川



写真—7 流 末 予 定 地

本流において処理される。

尚排雪量は重量換算で湯水量の約 13% である。

川 幅： 17 m

水深平均： 1.4 m

流 速： $\approx 0.5 \text{ m/sec}$

落 差： 4.0 m

尚流末終端を川岸のり面よりも突出させることは、洪水時に流水を疎害し、或は構造物が破損されるおそれがあるので、コンクリート構造はのり面までとし、その先 11 m は鋼板による仮樋とし、排雪を流心近くに投入できると共に、不要期は取りはずしうる構造とした。

更に流雪溝は、構内の排水も兼ねているので、のり面は左右 20 m 間をコンクリート張として排水路を設け、且つ川床は洗掘防止のため蛇籠工を施した。

11. 施 工 について

総工事費： 183 百万円

工 期： 自 昭和 39 年 8 月

至 " 40 年 12 月

39 年度は第 1 経路を完成して使用を開始する。

40 年度は残 2 経路完成予定

施 行 者： 土 木 関 係 札 建 工 業 K.K.

付表—2 流 速 試 験 そ の 他 調 査 表

年月日	場所	構 造	延長	巾	勾配	水深	条 件	流 速	備 考
33. 2. 25	滝 川	木 樋	50	0.4	2	0.15	カブ2.5m	0.69	金色川より揚水
"	"	"	"	"	"	0.24	"	0.7	" 井水混入
"	"	"	"	"	"	0.28	"	0.77	"
35. 2. 26	"	"	100	0.6	2.8	0.15	"	1.15	"
"	"	"	"	"	"	0.2	"	1.27	"
"	"	"	"	"	"	"	雪1.5投入	1.20	雪30cm前
"	"	"	"	"	"	0.3	"	1.32	"
"	"	"	"	"	1.5	0.15	"	0.83	"
"	"	"	"	"	"	"	雪2.5投入	0.79	"
"	"	"	"	"	"	0.3	雪1.5投入	1.17	"
"	"	"	"	"	"	"	雪2.5投入	1.19	"
35. 12. 23	"	鉄筋コンクリート	730	0.6	1.8	0.23	"	1.00	入口水温 14℃ 流末 12℃ 外気 -3℃
"	"	"	60	"	"	0.25	雪1.5投入	1.09	" 16℃ " 13℃
"	"	"	"	"	"	0.25	雪2.5投入	1.13	" 17℃ " 12℃
"	"	"	"	"	"	0.47	"	1.15	" 18℃ " 13℃
37. 1. 18	砂 川	"	971	0.7	2.0	0.25	"	0.85	外気 0℃
"	"	"	"	"	"	0.30	"	0.90	" 0℃
37.2.2~10 砂 川 2.2 気温 -16℃ 北風 20m 風が吹きさらす処 流速が0.7%以上の処 風の影響のない処 風の影響の少ない処 年月日 最低気温 風向 結氷巾 m 37.2.6 -11℃ 北 1' 0.3~0.4 7 -11 南 1 0.01~0.3 8 -8 " 1 0.01~0.07 9 -5 南西 1 0.01~0.1 10 -3 南 1 0.01~0.06									
36. 12. 27	倶知安	鉄筋コンクリート	611	0.7	1.8	0.30	"	0.83	外気温 0.2℃
"	"	"	"	"	"	0.30	"	0.91	水温 2.3℃ → 1.5℃
"	"	"	"	"	"	0.50	雪連続	1.00	" 2.3℃ → 0.5℃

施工上の問題点として主なものは、

1. 線路下横断部分の流雪溝は曲線部でもあり、且つ列車車輛の通過が頻繁なので、夜に列車間合を取り、ソ 34 型クレーンにより吊り下げて予め場所打した均しコンクリートの上にセットした。

2. 線間 3.6 m 区間は所定の土留ができないので、左右のまくら木を横移動して施工した。そのため軌道の狂は甚しく、結局裏込は並砂利として型枠は一部埋殺しとした。

3. 流末附近の道路のシートパイル打込は架空電線が支障するため 7 m のパイルを 2~3 ピースに切断、打込、熔接をくりかえし行なった。

12. 流雪溝の効果

(原稿提出期限の都合により、この項は講演会上で説明)

12-1 通水試験

12-2 流雪試験

12-3 除雪効果

13. あとがき

以上で岩見沢駅構内流雪溝のあらましを述べた訳ですが、流雪溝と機械除雪との関連において、いかに効果を挙げるべきか、又挙げる方法、ポンプアップ式流雪溝の場合、その使用水量と投雪量との関係において、最も経済的規模、流雪溝の形状、構造など、未だ十分に釈明されず、今後に残された問題も多い。

国鉄においては、豪雪対策、除雪方式の近代化として流



写真—8 クレーンによる函渠敷設

雪溝の設置が長期計画に盛り込まれており、且つ引き続き操車場方面にも延伸が計画されているので、皆様の御批判と今後における御指導を期待しています。

尚 40 年度に完全完成の暁には、再びその経過と結果を御報告したい所存です。

参考文献

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 国鉄第 5 回改良技術会記録 昭 14. 3. | 鉄道省工務局 |
| 鉄道土木施工法 | 和仁達美 共著
赤沢 稔 |
| 鉄道防災改良施工法 | 高坂 紫朗 |
| 物部水理学 | 本間 仁 共著
安芸俊一 |
| 水理公式集 | 土木学会編 |