

$\odot$: 年当り除雪費 T : 減価償却期間(年) N : 燃料費(時間当り) C : 単位重量(km)当り経費
 X : 機械数 R : 利息率 (年当り) M : 労務費() P : 降雪期間の全降水量(mm)
 K : 機械の価格 H : 保険率 () q : 修理費(D) S : 全稼働時間 A : 除雪道路面積 (km²)

(2) 雪捨て場方式

雪捨て場方式では、グレーダー等で路側に雪をかき寄せる費用とトラックに積み込む費用、雪捨て場での処理、為の費用が追加される。

$$\text{積込費 } C_1: C_1 = X_1 [k_1 (\frac{1}{C_1} + r_1) + h_1 + S_1 (M_1 + m_1) + d_1] + Y_1$$

$$\text{運雪費 } C_2: C_2 = X_2 [k_2 (\frac{1}{C_2} + r_2) + h_2 + d_2] + Z \frac{S_2 (M_2 + m_2)}{C_2} + Y_2$$

$$\text{雪捨て場費 } C_3: C_3 = X_3 [k_3 (\frac{1}{C_3} + r_3) + h_3 + d_3 + S_3 (M_3 + m_3)] + Y_3 + W$$

$$\text{単位重量(km)当りの経費} = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{P} - C_4$$

X : 各々の作業に必要の機械数

L : 雪捨て場までの距離 (km)

V : 運雪トラックの速度 (km/h)

Z : 運雪回数

Y : 付帯労務費 W : 雪捨て場の地価

他の文字は(1)の太文字と同じ

P : 年間降雪量(km)

C_4 : 新雪除雪費 W の機械費と同じ

(3) ロードヒーテング

$$C = \alpha \cdot P \cdot A + K (\frac{1}{P} + R) + Y$$

P : 降雪期間の全降水量(mm) A : 降雪道路面積(km²)

α は 面積当り、降水量(強度)1mm融雪する為の費用である。RH方式の経費は 気温、降水強度、量及び敷設方法によって相違があり、各地域で α を実験等で算出するべきである。

3 各除雪方式の限界交通容量

各除雪方式の適応を決めるには、経費の他に、(1)各除雪方式で、確保し得る最大の交通容量にこれを除雪方式の除雪交通容量と名付(2)の作業中、交通にどのような影響を及ぼすのか、について考慮せねばならない。この2条件から、各除雪方式が確保し得る最大の交通容量を限界交通容量と呼ぶことにする。

(1) 単純除雪方式

(1) 除雪交通容量は、冬の間、雪を路側に押しやっただけなので、年間の累計降雪量から判断出来る。

(2) 街路と云う事を考えると、ロータリー車の様に雪を吹き飛ばすものは使えず、グレーダー類が作業の主体となる。毎回の必要グレーダー数(4)は次式で示される。

$$n = \frac{B}{V} \times 2 \times \frac{1}{V} \times \frac{1}{L}$$

B : 除雪道路の幅(m) V : グレーダー速度(km/h)
 L : 除雪道路の延長(km) t : 除雪時間

注) n 台をグレーダー2台で走行する。

札幌市を例にとると、 $B=75m$ 、 $V=8km/h$ で1時間で作業を完了させようとするならば $n \approx 0.6$ 台となる。 $B=75m$ の路線の除雪交通容量はローグで100veh/台である。つまり作業による交通容量の減少は、路側堆雪による減少に比べて非常に少ない。この方式の限界交通容量は除雪交通容量で決る。

(2) 雪捨て場方式、移動式スノーマルター(M.S)方式、ロードヒーテング(RH)方式

M.S方式、RH方式の限界交通容量は雪捨て場方式の作業の性格に密接な関係がある。

(1) 雪捨て場方式は、路上の雪を運んでしまうので、原理的には無積雪と同じ容量を確保出来る。

(2) 雪捨て場方式が作業中交通に及ぼす影響については、次の事柄を考慮する必要がある。

a. グレーダー等が、雪を路側に引き寄せる作業中に及ぼす影響

b. 1時路側に雪を置くので、その量と期間

c. 路側の雪を積み込む作業と運雪トラックによる影響

限界交通容量を求める意味で、b、cを特に考慮せねばならない。MS方式、雪捨て場方式の作業速度により路側堆雪の期間が決まるが、路側堆雪をその期間以下しか許容出来ない路線はロードヒーテングを適応すべきである。MS方式と雪捨て場方式の作業は、現在ではab共に同じ位の条件或は将来MS方式

の方がやや条件が良く思われる。雪捨て場方式の限界容量はNS式のそれから運雪トラックによる交通量の増大の分だけ差し引きする。

Ⅲ 札幌市をモデルにした場合の除雪方法の適応

1 各除雪方式の経費比較

(1) 単軌除雪方式、雪捨て場方式

札幌市42年度の除雪関係費報告より経費を推定する。前節の一般式の具体的な数値を求めることはこの報告だけでは不可能で単位重量(km)当りの経費だけを示す。(表Ⅲ-1)

(2) 移動式スノーメルター ロードヒーティング

移動式スノーメルターの製作は最近のことであり価格融雪能力等の点で未だ完全であるとは言えない。我国の実績はほとんど無い。(参考のため)カナダのモニトリオールの実験結果では960円/k(240円/m)である。MS方式は雪捨て場方式の3倍位と言えようである。ロードヒーティングに関する研究は札幌市でもかなり進められているが、その経費も雪捨て場方式の2倍〜3倍位のようなのである。

2 各除雪方式の限界交通容量

各除雪方式の限界交通容量を知るには前節で

(a) 降雪(水量)と交通容量の関係

(b) 排雪量と路上堆雪量の関係

(c) 運雪トラックによる増加交通量

を解析する必要があることを述べた。

(a) 降雪(水量)と交通容量

降雪量と交通容量の関係についての研究は皆無の状態であるが、北大の交通管理研究室によると除雪が良好に行われていれば、冬期の交差点容量は、それより夏期のそれの約96位であるようである。ただし路面は3〜4cm位の雪厚で視界は良好である。又札幌市でもその数値を用いて除雪計画を行っているので、大胆ではあるがここでその数値を用いて次式を作った。

$$Q_w = Q_s(B - 2L) \times \frac{1}{3} \times 0.8$$

$$\text{ただし } L = \frac{1}{2}P$$

P: 降水量(mm)
Qw: 冬期の街路容量
Qs: 夏期の
B: 夏期の車道幅(m)
L: 路側堆雪による片側の減少幅(m)

図Ⅲ-1は新構造令案を用いたP-Qwの関係図である。(L-Pの関係は紙面の都合で省略)これと冬期累計降水量より単軌除雪方式の限界容量が解る。

(b) 排雪量と路上堆雪量

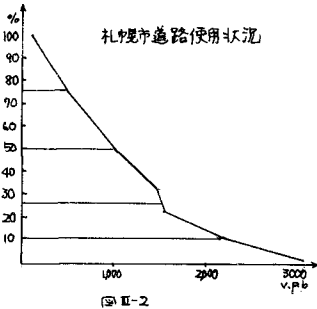
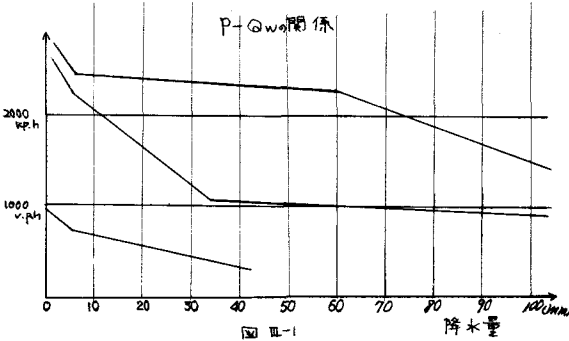
排雪量を求めるのに次の手順を用いた。

- 過去の降雪量を吟味し、妥当な排雪量と排雪間隔を推定する。
- 起り得るであろう降雪量の変化を調べ、降雪量から排雪量を差し引いて路側堆雪変化図を作る。
- 路側堆雪量変化図とP-Qwの関係より確保される交通容量を知り、需要交通量から排雪量に排雪間隔を検討する。

図Ⅲ-2は札幌市をモデルにして交通量とその交通量を有する道路区間数と百分率を示したものである。

札幌市42年度実績表Ⅲ-1

除雪期間	41年12月9日〜42年3月8日
累計降水量	270.7mm
年間排雪量	9631.467 m ³ (堆雪密度0.25g/cm ³)
路線延長	600km (単軌除雪路線)
拡幅除雪費	45012,000円
運搬排雪費	49,285,000円
雪捨て場費	15,674,000円
単軌除雪費	90円/km
雪捨て場	323円/km



今1500vphを確保すると約80%の道路が容量以下になり、容量をオーバーしている区間の自動車はすいている道路に回避することを考え合わせれば札幌市では1500vphを確保出来る排雪量を考えれば十分である。また札幌市の道路のほとんどが幅員13m位であるので(図Ⅲ-15)そのときの堆雪量は25mmである。上表に許容堆雪量をもとめた。

	交通量(台)	許容堆雪量
20台以上の道路が容量以下	1,500台/日以下	25mm/day
20台以下の道路が容量以下	1,000台/日以下	50~60mm/day
80%以上の道路が容量以下	5,000台/日以下	70mm/day以上

表Ⅲ-3は、排雪を毎日5mm,75mm,10mmずつ行ったとき路側堆雪量が25mm,60mm,70mmを越える日数(降雪期間中)を示したものである。札幌市では降水量30mm以上に豪雪とすると豪雪回数は平均年1回位で、ポアソン分布をなし年5回以上は無いということより、代表的な5例を選んだ。この表より排雪量10mm/dayは多少の豪雪時でも

排雪量	堆雪量	1944年	1954年	1958年	1966年	1967年
5mm/day	70mm 60 25	30 14 40	10 14 39	0 10 80	5 16 23	0 10 04
75mm/day		0 0 8	0 1 6	0 0 1	0 2 3	0 2 3
10mm/day		0 0 0	0 1 1	0 0 0	0 0 1	0 0 2

表Ⅲ-3

ほとんど交通渋滞はないと考えられる。75mm/dayは、10mm/dayに比べて入差がなく、経費の点で非常に有利であるので札幌市では75mm/day(都心では10mm/day)の排雪能力をもつのが適当であろう。

iii) 運雪トラックによる増加交通量

a 右の図の様なモデルを考える。

b 全排雪量(Q) = Bal x P

c 排雪時間(t) = Q / Bal x P

d 延べトラック数(n) = $\frac{1}{2} \times Bal \times t \times P$

e 運雪トラックの交通量Q_T (冬期外交通換算係数2.0を仮定)

$$Q_T (vph) = \frac{2 \times n \times 60}{t} = 4 \times \frac{Bal \times P}{t} \times \frac{1}{Bal \times P} = \frac{4P}{t}$$

このQ_Tの値は非常に大きな値で日昼交通量の多いときには、排雪作業が出来ない。つまり日昼でも排雪しなければならない程、路側堆雪を許さない路線では雪捨て場方式は不適である。札幌市では過去の降水量統計から5~10mmは日昼堆雪させなければならないようであるから(平均的な降雪強度は降水量に2/3に2mm/h) 雪捨て場方式の限界交通容量は 図Ⅲ-1よりP=10mmのときの交通量をあさえられる。

3 各除雪方式の適応路線

各除雪方式の適応路線は交通量をパラメーターにすると札幌市では右表の如くなる。現在移動式スノーメルターは非常に高価で作業能力は雪捨て場方式と同程度又はそれ以下であり、大型なので交通にかなり障害(10mmの堆雪量の交通障害以上)になると思われるので省略した。

幅員	単純除雪方式	雪捨て場方式	ロータリー方式
7.5m	1,000 台/日以下	10,000 台/日	10,000 台/日以上
13m	5,000 "	22,000 "	22,000 台/日以上
16m	10,000 "	26,000 "	26,000 台/日以上
	(累計降水量150mm)		

参考文献

41年度札幌市の豪雪特性について
交通計画

北大交通計画研究室
小川博三