



Title	既設合流管渠への雪の直接投入調査
Author(s)	渋谷, 外茂雄; 菊池, 俊貴
Description	第3回衛生工学シンポジウム (平成7年11月9日 (木) -10日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 5 計画・展望、事例報告 . 5-10
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 265-269
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7921
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-5-10_p265-269.pdf



5-10 既設合流管渠への雪の直接投入調査

渋谷 外茂雄 ○菊池 俊貴（札幌市下水道局）

1. はじめに

札幌市は、年間平均降雪量が5メートルにも達する多雪都市であるが、こうした自然環境が厳しい冬季間においても、市民生活の快適性・利便性が維持される街づくりが求められている。

本市では、平成3年度に「雪さっぽろ21計画」を策定し、効率的で質の高い除排雪を可能にする雪対策施設の整備の必要性をうたっているが、そのなかでも下水処理水と雨水貯留管等の下水道施設を利用した雪対策施設が柱となっており、既に市内3カ所で流雪溝、2カ所で融雪槽の整備を終えている。

こうした「積雪対策下水道事業」を進める一方、地域的なバランスを図るうえで、既設合流管渠や未処理の下水熱を利用する雪対策が求められており、「既設合流管渠への雪の直接投入調査」を平成3年度より進めている。

本調査は、平成5年度の調査結果の内、都心部における既設合流管渠の雪処理能力と投雪に伴う処理場流入水温の影響について報告するものである。

2. 調査の目的と概要

(1) 調査の目的

本調査は、市街地における除排雪作業によってダンプトラックに積まれた雪を、既設合流管渠へ直接投入するための基礎資料を得ることを目的とし、①連続的に雪を処理するために必要なダンプトラックの投雪サイクルタイム（以下「投雪間隔」とする）、②連続投雪に伴う下水処理場流入水温への影響に関する調査を行った。

なお、投雪間隔はダンプトラックで次々と運ばれて来る雪をスムーズに処理するため、目標を3分間隔としている。

(2) 調査の概要

既設合流管渠の上に投雪口を設けると共に、投入した雪塊が管渠内に堆積しないよう水深を確保するため、投雪口下流150mの地点に堰を設置している。また、投雪口には雪切り板（40cm間隔）を設け、投雪による下水管への衝撃緩和と作業員の転落防止を図っている。

1) 調査対象管渠の概要

調査位置 札幌市中央区大通り西13丁目

幹線名 新川処理区 VII-20000 （流入下水量 約 24,000 m³/日）

管サイズ □ 3.1×3.1 m

2) 投雪施設

投雪口 幅 3.0m × 長さ 4.0m

堰 高さ 1.5m 及び2.0m

3) 投雪実験

投雪期間 平成6年1月24日～1月26日、延べ3日間

投雪時間 22:00～5:00（途中休止時間あり）

ダンプ積載量 14 m³/台

実験施設の概要図を図-1に示す。

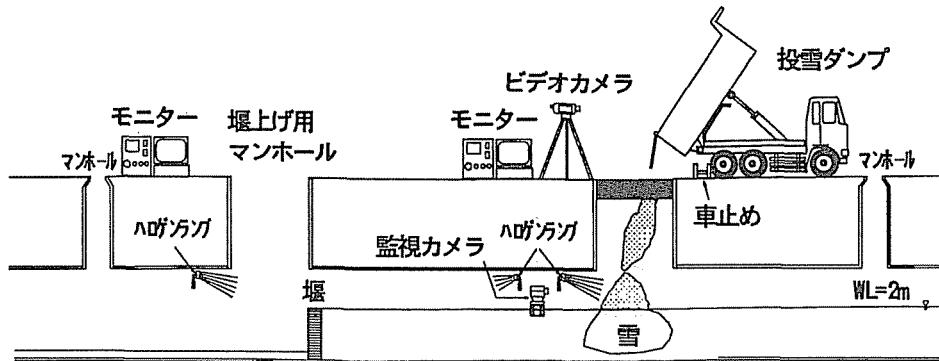


図-1 投雪実験概要図

3. 調査結果

(1) 雪処理能力

投雪は夜間排雪の体制に合わせ、前半（22時～1時）と後半（2時～5時）とに分けて実施した。

投雪間隔は当初3分（280 m³/h）で行ったが、13台の連続投雪で投雪口直下の管渠に雪が堆積し、下水管渠の管頂まで達する「投雪限界」に達したため、その後、投雪間隔を延ばし実験投雪を繰り返し行った。実験期間中の流入下水の平均水温は15℃、下水流量は時間帯で大きく異なるが、おおよそ0.2～0.5 m³/秒であった。

表-1 投雪実績（平均雪密度 0.54 t/m³、平均水温 15.3℃）

項目	時間帯	22時台	23時台	0時台	1時台	2時台	3時台	4時台	平均又は合計
平均下水流量 (m ³ /s)		0.49	0.45	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.30
1日目	投雪間隔	←3.8分		←5.8分		←7.1分			
	投雪台数	←13台		←11台		←21台			45台
	投雪限界	↑						↑	
2日目	投雪間隔	←5.1分				←6.7分			
	投雪台数	←38台				←22台			60台
	投雪限界				↑			↑	
3日目	投雪間隔	←4.4分				←4.0分			
	投雪台数	←45台				←14台			59台
	投雪限界				↑		↑		

前半の投雪が比較的順調にできた投雪間隔は4～5分であるが、下水流量が減少しはじめる0時以降に、投雪口における雪塊の停滞が目立ちはじめ、前半の投雪終了時点には雪塊が管頂付近までに達する「投雪限界」となった。(図-2参照)

後半は下水流量が前半の投雪開始時に比べ半減することから、7分前後の間隔で投雪を行ったが、5分前後には投雪限界の状況となった。

また、投雪限界から投雪口に雪がなくなるまでに要した時間は1～2時間であった。

投雪限界に至る状況を説明すると

- 1) 投雪口に雪片が残りはじめる。
- 2) 雪片が雪塊に変わり、投雪を続けるうちに雪塊が成長し大きくなる。
- 3) 投雪の衝撃による雪塊の割れがなくなり、雪塊が流下しなくなる。
- 4) 投雪口で雪山が形成され、管渠の管頂に達し「投雪限界」となる。

ただし、投雪口から堰の間において、連続的に雪塊が詰まっている状態は見受けられなかったことから、投雪口に停滞する雪を下流に移動させることによって、投雪間隔の短縮が図られると思われる。

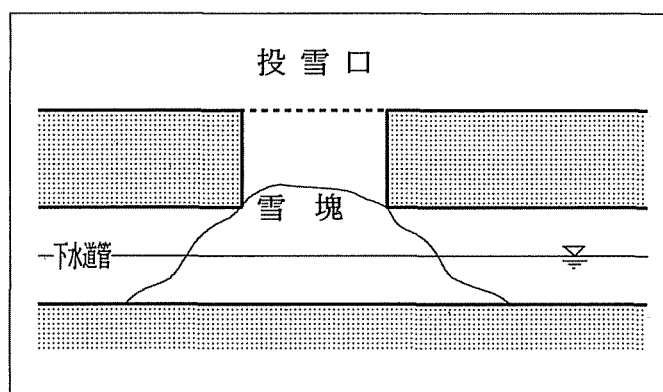


図-2 投雪限界の状況



図-3 雪の直接投入実験風景

(2) 処理場流入水温

投雪口から流末の新川処理場（第1処理施設）までの管渠延長は約5.5km, 処理場の流入水量は投雪口地点の4倍前後である。表-2及び図-4は、投雪実験を行った日とその前後の処理場流入水温の平均値を示したものである。

投雪は22時に開始しているが、処理場の流入水温に影響が現れるのは3時間後の午前1時以降となっており、投雪に伴う水温の低下は1～2℃である。また、投雪は午前5時前には終わっているが、10時頃まで流入水温に影響が残っている。これは、早朝に流入水量が減少するためと投雪限界時に残っていた雪塊が徐々に融けだしたためと考えられる。

表-2 新川処理場（第1処理施設）の流入水温

	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時
投雪なし	15.6	15.8	15.8	15.9	15.6	15.2	14.6	14.4	13.8	13.3	13.4	14.1
投雪日	15.5	15.5	14.3	14.2	13.8	13.4	13.7	13.3	12.3	12.6	13.0	13.9
温度差	0.1	0.3	1.5	1.7	1.8	1.8	0.9	1.1	1.5	0.7	0.4	0.2
流入水量	4070	3810	3150	2650	2530	2480	2410	2420	2790	3780	4830	4760

「投雪なし」……投雪の前日，投雪休止日，投雪終了翌日の3日間の平均水温（℃）
 「投雪日」……投雪を行った3日間の平均水温（℃）
 「流入水量」……1月24日～30日の第1処理施設の平均流入水量（m³/h）

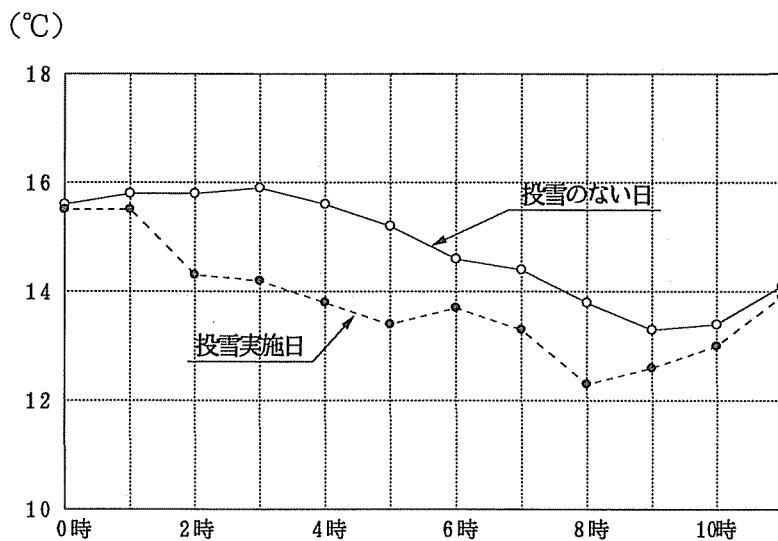


図-4 処理場流入水温の比較

雪の直接投雪によって処理場流入水温への影響があるが、実用化にあたっては、活性汚泥に影響を及ぼさない範囲での投雪量を設定する必要がある、今回の調査で水温低下が確認できた新川処理場流入水の水温差と投雪量に基づき、熱量の比較を行う。

①処理場流入水が投雪に伴い失った熱量

各時間毎に、熱量（処理場流入温度×水の比熱×処理場流入水量）を求めた結果が下表である。

表－２ 流入水が失った熱量

0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	合計
407	1143	4725	4505	4554	4464	2169	2662	4185	2646	1932	952	34,344

上段：時間 下段：熱量（千kcal）

②雪を融かすために必要な熱量

融雪基本式に基づき、3日間の平均投雪量から求めた熱量は次のとおりである。

$\frac{765\text{m}^3 \times 0.54\text{t/m}^3 \times 10^3\text{kg/t} \times (-4^\circ\text{C} \times 0.5\text{kcal/kg}^\circ\text{C} + 80\text{kcal/kg})}{\text{投雪量} \quad \text{雪密度} \quad \text{雪温} \quad \text{雪の比熱} \quad \text{雪の融解潜熱}} \approx 33,874\text{千kcal}$				
---	--	--	--	--

①・②より、熱量には若干の違いが見られるが、水温計の誤差やダンプトラック1台の投雪量を14㎡と仮定していることを考えれば、投雪による処理場流入水温の低下は、熱量の収支とはほぼ一致しているので、投雪量によって処理場流入水温がどの程度低下するか、推定することができる。

4. 実用化への課題

今回の調査では、投雪間隔を前半（22時～1時）で4～5分、後半（2時～5時）で7分以上に設定しなければならない結果となった。本市の除排雪体制に対応する「雪処理施設」として実用化を図るうえで、3分間隔での連続投雪が可能な施設づくりを目指しており、今後は管渠内での流雪・融雪の促進策を図る必要がある。

また、処理場流入水温の低下については、理論的に推定が可能であることから、活性汚泥の機能に支障のない範囲において、投雪量を設定することになる。

本市の雪捨場は、多くを河川敷地に依存しているため、河川水質や都市景観への影響は無視できないものとなっており、また、雪捨場の確保が年々難しくなっている。このような状況のなかで、豊富な資産とエネルギーを持つ下水道施設による積雪対策事業が、今求められている。