

15. 降雪量に応じた散水量調整システム

建設省近畿技術事務所：松本 克英・堀内 厚志
建設省福井工事事務所：山形 清三・森 利光

1. はじめに

融雪設備は、冬季における道路交通の安全確保の手段として、その効果と利便さから急速に増大しつつある。

しかし、従来の融雪設備は、散水融雪・温水パイプ・電熱線融雪・赤外線融雪等があるが、それらの大半は、降雪の時、設備最大能力で運転し降雪がやめば停止するといった単純で画一的な対応となっている。そのため、弱い降雪の時は、過度な熱量を浪費し散水融雪等にみられる地下水の枯渇や消費電力の増大等の弊害をもたらしている。

また、強い降雪の時は、融解熱量が不足するため不完全融雪となり、残雪がシャーベット状の水べた雪となって走行障害・排水障害等の数々の問題を引き起こしている。

したがって、熱量の過不足が生じず、刻々と変化する気象状態に対して迅速で的確な熱収支を考慮した制御を可能とする融雪技術が求められている。

2. 散水量調整システムの開発

2. 1 開発目標の設定

今回のテーマである散水融雪設備における降雪量に応じた散水量調整システムの開発に際し、以下の条件を満たす装置の考察を技術的課題とした。

- (1) 刻々と変化する気象条件下にあって、降雪の融解熱量そのものを計測し、その計測した融雪に必要な融解熱量の情報を適格に融雪設備へ与えることが可能であること。
- (2) その情報は、融雪設備能力との関係において、設備能力を越えない降雪に対しては、融雪に必要な分だけの熱量を与えるような抑制運転が可能であることと同時に、その設備能力を越える降雪量に対しては、完全融雪するための熱量をデータとして蓄積・管理し、雪が降り止んでも適格な延長運転を行えるものであること。
- (3) また計測した融解熱量を積算し、データとして保存可能であること。
- (4) 散水融雪においては、散水量を可変にするために散水ノズル圧力が変化しても飛散距離は一定の距離を確保できるものであること。

2. 2 散水量調整システムの構成

今回の開発テーマである降雪量に応じた散水量の調整を実現するシステムの構成を次に提案する。

図-1に示すように、融雪熱量センサーと、散水量演算ユニット・散水量調節計・融雪水量制御盤・散水ポンプ・流量計・流量変換器・信号変換器・散水飛距離一定ノズルを取り付けた散水配管等で構成する。

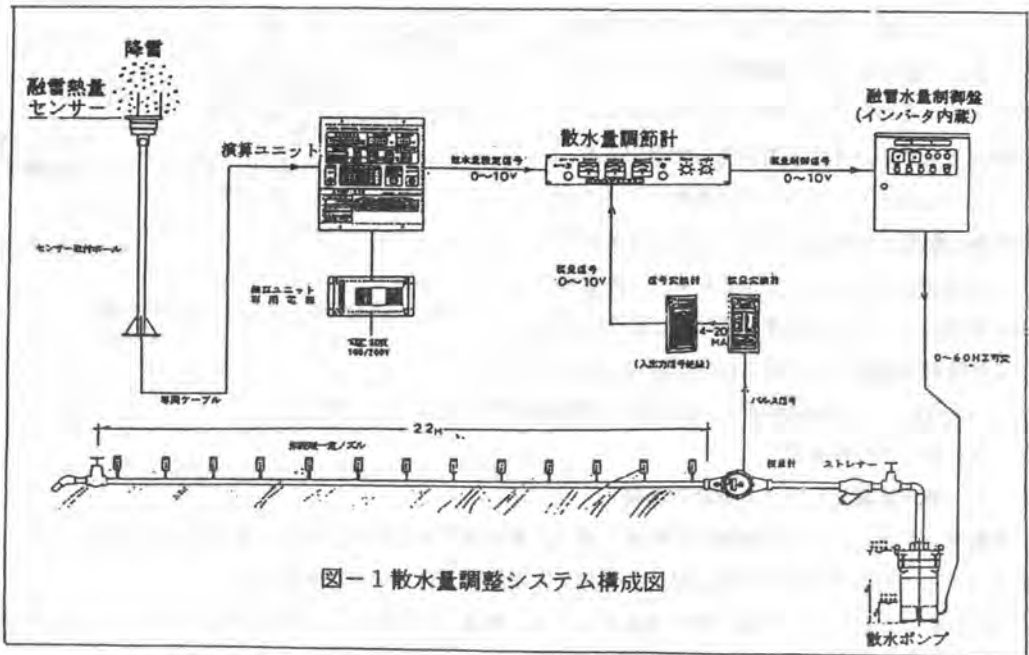


図-1 散水量調整システム構成図

2. 2. 1 融雪熱量センサー

融雪熱量センサーは、図-2に示すように、受雪盤は発熱抵抗体・温度センサを組み込んだアルミニウム板で、その大きさは、気象観測に用いる雨量計の大きさに近似させ直径206mmとし降雪の熱量換算基準面積(1/30㎡)として位置付けた。

次にその働きを解説すると、降雪は、受雪盤にのり光電装置の光線を遮断し、水分電極は雪を溶かして水分を検知する。融雪熱量センサーは、降雪の遮断信号と水分信号・受雪盤の温度状態を散水量演算ユニットへ送る。

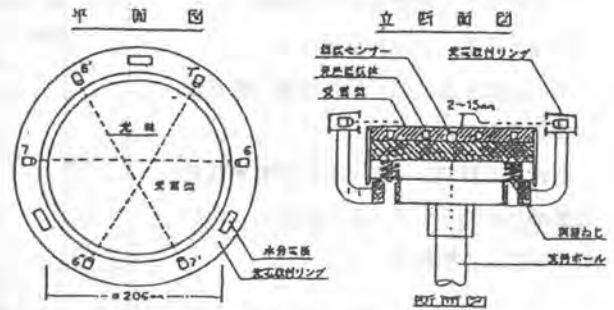


図-2 融雪熱量センサー

2. 2. 2 散水量演算ユニット

散水量演算ユニットは、降雪状態を判断すると同時に受雪盤に電気熱量を供給し、その電気熱量をカロリーに換算する。

2. 2. 3 散水量調節計

散水調節計は、散水量演算ユニットの設備能力制御値に相当する電圧信号を受信すると共に、流量計から得られた流量信号とを比較して得られる偏差信号を増幅して調節計出力信号を融雪水量制御盤内のインバーターへ送信する。

2. 2. 4 融雪水量制御盤と散水ポンプ

制御盤内のインバーターによりポンプの回転を制御し、所定の散水量を散水する。

2. 2. 5 飛距離一定ノズル

本ノズルの動作原理は、図-3に示すとおり送水管から送られてきた融雪水は、シリンダー内に入る。この時シリンダー内の圧力がピストン押さえスプリングの圧力よりも大きいとき、その圧力に応じて、ピストンが移動しノズルが開き始め融雪水が噴射されはじめる。さらにピストン押さえスプリングの働きにより、水量増加に比例してノズルの開度は変化し、このことにより噴射速度は一定に保たれ飛距離は一定化される。

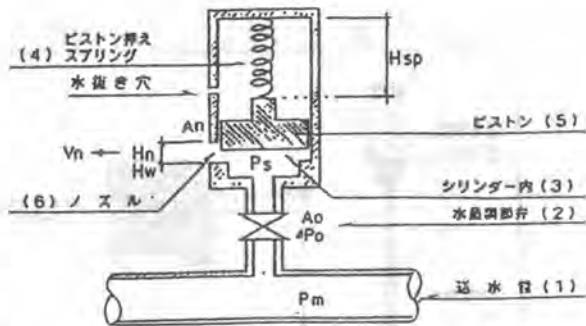


図-3 飛距離一定ノズル動作原理図

このようにして、減圧効果とノズル断面積を連続的に変化させる働きをノズルに持たせる事ができる。

3. 現地適応性試験結果

3. 1 散水量調整システム機能の確認

本開発システムによる現地適応性試験を福井工事事務所管内の161号(敦賀市山中地先)において実施した。本報告では、平成元年度に実施した調査結果について報告する。

今回解析した計測データ等の集計結果を表-1、気象と計測熱量及び散水調整システムと既存設備の散水量比較を図-4に示す。

表-1 計測データ集計結果

月日	融雪熱量 積算kcal	設備制御 熱量kcal	システム 散水量ℓ	既存設備 散水量ℓ	降雪雨量 換算mm	積算量 換算℃	平均風速 m/s	システムと 既存の比較	
1/25	4,598	4,204	82,514	94,860	16.0	44	-3.2	1.5	86%
1/26	4,022	5,135	94,928	135,560	44.5	32	-3.2	1.7	69%
1/27	1,698	2,234	50,804	69,870	19.5	11	-3.0	0.7	72%
1/28	817	1,074	27,702	38,250	9.5	1	-0.1	1.1	72%
1/29	136	187	4,836	8,670	7.0	0	2.1	1.7	55%
1/30	0	0	0	0	0	0	0.7	2.1	—
1/31	362	672	20,396	30,090	3.5	4	-0.4	1.5	67%
2/1	572	1,083	32,250	45,900	7.0	10	0.5	2.1	70%
計	12,205	14,589	313,430	423,300	107.0	102			

この結果から降雪量と融雪熱量が比例して増加することがわかる。また、当システムの散水量に対し既存設備の散水量が多いことがわかる。

これらの計測データと山中雪寒基地の雪寒日誌のデータを比較検討した結果、雨による誤動作もなかった。

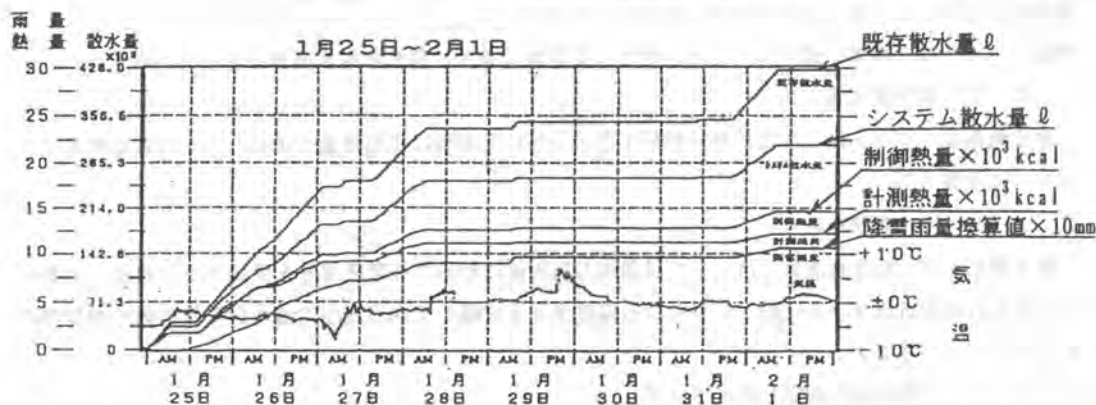


図-4 計測データ集計グラフ (気温vs計測熱量、調整システムvs既存設備散水量)

3. 2 降雪量と計測熱量

- (1) 融雪に要した熱量 降雪102cmの融雪熱量の計測値 12.205kcal
降雪1cm当りの所用融雪熱量 119.7kcal/m²
- (2) 降雪平均密度 降雪102cmの平均密度 0.10
- (3) 氷の潜熱との比較 所用熱量119.7cal/降雪1cm×密度0.1×換算10.000÷潜熱80cal=1.496倍
- (4) 融雪熱量と気象の関係

融雪熱量は気象との密接な関係があるので、低い気温での降雪には、多量の熱を必要とし、高い気温の降雪では比較的少ない熱量で済む。また、風速に対しては強風の時は必要融雪熱量が増え弱風の時は、熱量の増加は軽減する。今回の気象状況で要した熱量は、氷の潜熱に対し1.496倍の結果が得られたことは、気象と融雪熱量の相互関係を表すデータとして今後の設備を検討するうえで参考となる。

このように、本システムの熱量計測装置の機能を各地で利用しデータを求めれば、降雪の地域特性が得られ、地域毎の融雪設備設計基準値の作成が可能となる。

(5) 飛距離一定ノズルの調査

今回の試験設備で直穴式ノズルと飛距離一定ノズルの飛距離と水量の調査結果を図-5に示す。この結果直穴式ノズルでは、設計散水量の60%以内で散水量の調整が可能であり飛距離一定ノズルでは、35%までの水量調節が可能である。

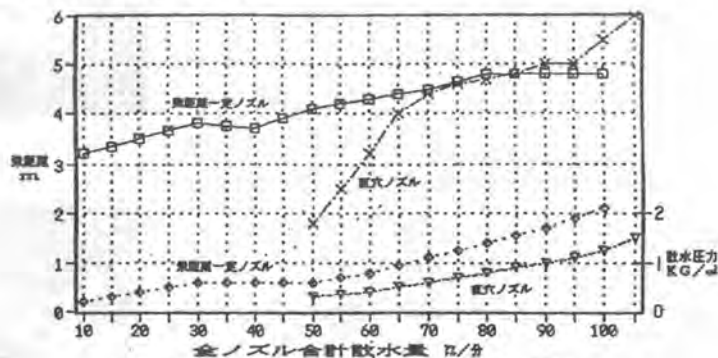


図-5 各ノズルの水量と飛距離・圧力の調査

4. 調査のまとめ

以上、今回の現地適応性試験結果から少ないデータであるものの熱量計測を基に、水量の調整を行う散水量調整システムは、省水量に貢献することが確認できた。

また、本システムで制御を行えば同じ降雪量であっても気温の低い山間部では散水量が多くなり、気温の高い平野部では、散水量が減少するといえる。

一方、本システムは、降雪融解熱量計測熱収支制御となることから散水融雪の散水量調節への応用はもちろんのこと、融雪の熱源を石油や電力等のエネルギーに頼るケース（歩道・屋根融雪等）では、熱量の的確な有効利用の行える省エネルギー融雪方式として利用できるものである。

5. 今後の計画（パイロット事業への適用）

今年度、本システムをパイロット事業として位置付けて福井工事事務所管内の国道8号（福井バイパス下荒井高架橋）の散水融雪設備に導入される予定である。なお、この融雪設備では散水量調整システムと共に、融雪水のリサイクルといった新しい試みも導入されており、今後の融雪設備の新しい方向性を取り入れた設備となっている。今後、冬季における国道の円滑な通行を確保するため、融雪設備は非常に大きな役割をはたしておりますますます重要性を増すものと思われる。そのために省資源に貢献する本システムを引き続き調査・試験を実施してよりよい「散水融雪設備」の開発を進めていきたい。