

IV-53 道路の消・流雪における地表水利用の調査・研究(その2) ～路面流水(第二報)～

新潟大学工学部 正員 ○山下 伊千造
新潟大学工学部 正員 大熊 孝
新潟大学工学部 正員 神立 秀明

1. 研究の目的

路面流水は、沢水と湧水を横断勾配のない道路に薄層流として流し、降雪を直接融解・流送して冬期間の道路の無雪化を図る方法である。路面流水は万能ではなく、一定降雪強度を越えると人間・機械の補助を必要とするものであり、山間部道路における機械除雪の負担を軽減するものと考えた方がよい。本調査研究は、道路勾配や流量等の所与の条件のなかでどの程度の降雪強度まで路面流水が機能を発揮し得るか、又、計画対象降雪強度を所与の条件としそれに必要な流量など路面流水の工学的設計指針を確立することに目的がある。しかし我々の調査研究は、まだ年間足らずであり十分目的を達成できず、ここにその到達点を報告するにとどまる。

2. 路面流水道路の構造と問題点

横断構造は、流水を道路全面に行き渡らすために路面を平坦に仕上げ道路端に水止めを設置しなければならない。この構造では二点の問題がある。第一は冬期間以外の豪雨時に冬期と同様な流水状態が発生することである。防止法として100～200m間隔で横断方向にグレーティング蓋を有する排水溝を設置し、冬期にはその排水溝の水止を行い路面流水道路としての機能を発揮させる。第二に道路の曲線部に片勾配をつけると流水は低位部に集中し機能がなくなり、つけないと自動車走行の安全性から問題がある。道路の曲率がゆるい場合は標式や安全対策を十分に行い片勾配をつけないこともできるが、急カーブ等どうしても片勾配を設けねばならない場合には、曲線部の側溝に流水を導き、その側溝を堰止げし数カ所から横越流させる方法がある。

3. 取水・散水・排水方法

水源は、河川水と湧水があり水温が高く融雪効果の高い湧水を積極的に利用すべきである。湧水量が微量でも途中や末端での加水で融雪効果が増大し、スノー・ジャムの堆積やグレーティングの目づまりを防ぐことができる。

取水方法は、自然流下で導水するが、湧水の場合、揚水量も比較的少量で良いのでポンプ揚水も可能である。

散水方法は、グレーティング方式、パイプ方式、側溝堰止め方式等がある。排水方式は、グレーティング方式、マウンド方式、自然排水方式がある。排水・排雪が適切に行えないと交通障害や水害をもたらす。いずれにせよ一定降雪強度を越えるとスノー・ジャムの堆積が発生し、降雪を発生させるので人力・機械力の補助を必要とする。

4. 路面流水の流量測定と流速・流量公式

流速や流量を把握するため、道路勾配、流速、水深、流量にどのような関係があるかを知らしておく必要がある。この関係式を求めることを目的に室内実験及び現場実験を行った。

室内実験では、ゴム入り密粒度ギャップアスコンを水路に敷き長さ6m幅0.7mの水路をつくり、勾配を5通り、流量を4通り、計20ケースにつき水深はポイントゲージで測定し、流量は大きな水槽に流水を入れ、その重量と時間の関係から求めた。

現地実験では、移動式ポンプで路面に給水し、フローセル流量計で流量を測定した。水深はポイントゲージで横断方向に25cm間隔で測定し、道路勾配は水準器で測定した。

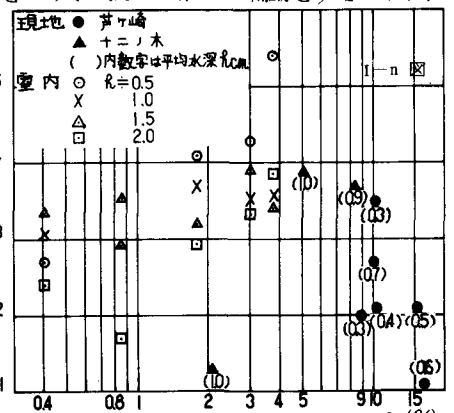


図1 室内・現地実験における 配と粗度係数の関係

室内実験・現地実験結果(図1)を参考に、本年度は次の如く結論する。

室内・現地実験ともに路面の凹凸により平均水深に誤差が含まれ、これがれに影響を与えるため、一定の傾向は得られなかった。しかし、実用上、現地においては $n=0.0125$ としたマンニングの公式で十分と考えられる。

図3は $n=0.0125$ とした場合の流速、勾配、流量の関係図である。

5. 流水距離

気象・流水条件からどのように流水距離を決定するか検討した。

流水距離は融雪距離と流雪距離に分けられる。融雪距離に関する理論式は、文献に詳しいが利用しやすく次の如く変形する。

$$L = \frac{2300 \times q}{B} \log_{10} \left(1 - \frac{B}{A} T_o \right)$$

$$A = -16.0 + 2.04 \times T_c - (0.49 |T_c| + 80) \cdot \frac{W}{60} \quad B = 394 + \frac{W}{60}$$

但し、 L :融雪距離(水温が 0°C になるまでの距離 m)、 q :単位幅当り流量($\text{l/s}\cdot\text{m}$)、 T_o :路面流水上流端での水温($^\circ\text{C}$)、 T_c :気温($^\circ\text{C}$)、 W :降雪強度($\text{kg/10分}\cdot\text{100m}^2$)、 A 、 B :係数、

ここで降雪強度を $\text{kg/10分}\cdot\text{100m}^2$ で表示したのは、降雪強度を10分間隔で測定する必要があり、一屋根の平均が 100m^2 程度で屋根雪と比較するためである。なお、 $100\text{kg/10分}\cdot\text{100m}^2$ の降雪強度で10時間

降りつづくと $50\sim 60\text{cm}$ の積雪となる。この理論式は、実験の結果を比較的良好に説明することができ計画気象条件と流量、取水温度を与えれば計画融雪距離算定式として利用できよう。図2はある計画気象条件下で融雪距離を求める一例である。

流雪距離は、水温が 0°C になってから降雪を含み、氷板状になった雪を流下させる可能な距離のことである。流雪距離を求める理論はまだ存在しない、そこで流水の掃流力 F とその流水中に含まれている雪の総重量 Q_s との間に、 K をパラメーターとして、 $F \geq K Q_s$ のとき氷板が流されると仮定した。

$$F = C_o \cdot 1 \cdot V \cdot \frac{\rho V^2}{2} \cdot \frac{1}{98} \quad (\text{kgf/s})$$

$$C_o = 0.455 / (\log_e Re)^{2.58}$$

ρ :水の単位体積質量、 Re :レイノルズ数

この K を現地測定により定める必要があり、本年度の測定結果からでは $K=0.7$ という結果を得た。

図4は、 $K=0.7$ とした場合で各降雪強度に対してどの程度の流雪距離が得られるかを示すものである。

道路勾配と単位幅流量が与えられると図3から流速を求め、計画降雪強度に対する計画流雪距離が図4から得られる。

参考文献 * 中俣三郎「流雪軌道の基礎実験」(鉄道技術研究所建報, 71-213, 1971年)

吉田昭治、中島芳文「流雪道路における融雪・流雪の現地試験と解析」(新大災研年報 1号 1979)

最後にこの調査・研究には、斎藤孝敏 佐藤富作 水野勝の三氏も参加したことを付記します。

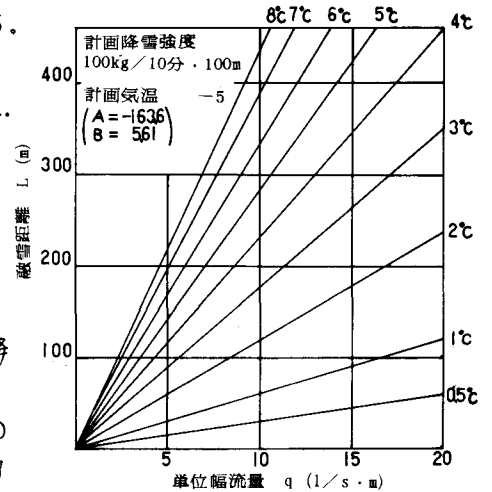


図2 計画気象条件下における融雪距離

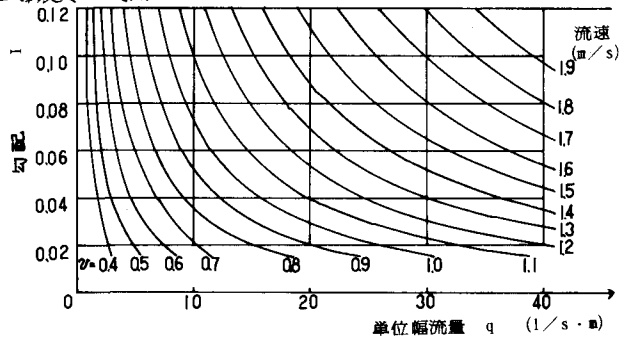


図3 流速をパラメーターとした勾配と流量の関係

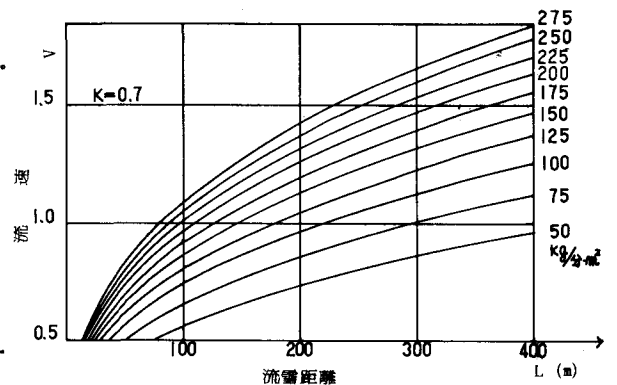


図4 降雪強度をパラメーターとした流速と流雪距離の関係