

II - 315

空気力による雪の搬送状況と静圧変動

建設省土木研究所 正會員 宮 武 一 郎
同 米 村 克 己

1. まえがき

近年、積雪地域の冬期間において経済基盤である道路交通を確保するために、多数の除雪機械が作業にあっている。しかし、現状の除雪機械では雪を路側に積み上げたり、路外に放出することしかできないため、市街地の幅員の小さな道路では積み上げられた雪や排雪作業に伴う交通障害が問題となっている。また、流雪溝や消融雪設備等は水資源や地形など設置場所に制限があったり、流末での雪の処理が困難なこと等の問題を抱えている。このため、新たな除排雪機構の開発が求められている。

そこで、雪の除排雪を効率的に実施する方法のひとつとして、雪を粉体として扱い空気力により管路搬送する技術に着目し研究を行った。本研究は空気力による雪の搬送時における搬送状況、搬送時の静圧変動等について実験を行ったものである。本報告ではその概要を報告するものである。なお、本実験は科学技術振興調整費により行われたものである。

2. 実験方法

本実験を行うに当たり、図-1に示すような実験装置を製作した。実験装置は人力により除雪された雪をスノーコンベヤで雪混合装置（ホッパ、ロータリーフィーダー）に投入し、投入された雪は送風機からの空気によって搬送されるものである。実験では、雪の搬送状況を把握するため、観察管（透明アクリル管）を設けてビデオで観察した。また、風速、静圧等の測定はアンブを介してデータレコーダに記録した。

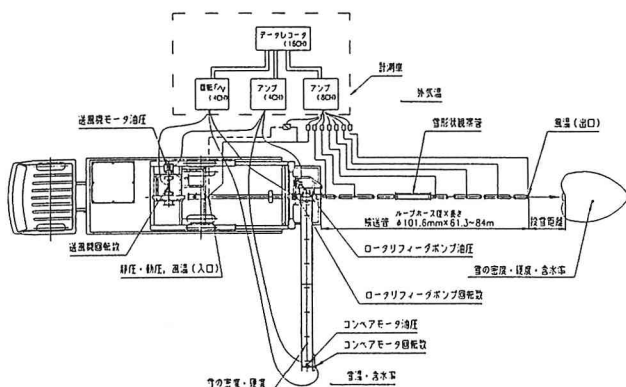


図-1 実験装置

3. 実験結果

水平な状態での雪の搬送状況は、a 雪と空気の境界がなく雪は浮遊輸送されているもの、b 雪の粒子は管底を移動し始め、ところどころに小さな塊を生じているもの、c 雪が管径の半分以下の高さの塊を形成し、間隔を保ちながら管底を滑りながら搬送されているもの、d 高さが管径の半分以上の雪の塊が頻繁に搬送され出口付近では何個か合体し詰まることが多いもの、e 雪が長いプラグ（長さは管径の 3～10 倍程度）となり、摺動しながら移動するが、ホース接続

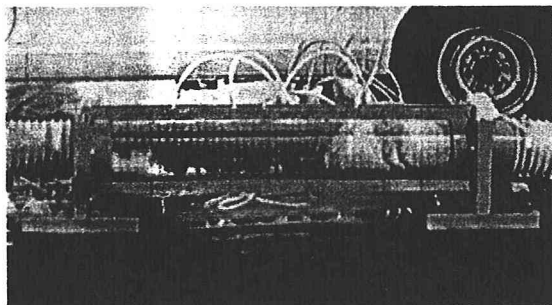


図-2 搬送状況

なお、図-3は、水平な直線での雪の搬送時におけるフルード数 Fr と付加損失係数 λ を用いて整理したものである。フルード数及び付加損失係数は次式による。

$$Fr = v / \sqrt{(gd)}$$

$$\lambda = \frac{d}{\Delta \ell} \frac{2}{\rho_L v^2 \mu} \Delta P$$

上式において、 d ：管の内径、 $\Delta \ell$ ：管の長さ、 ρ_L ：空気密度、 v ：空気速度、 ΔP ：圧力損失、であり、 μ は雪の空気の質量流量を G_K 、 G_L とするとき、 $\mu = G_K / G_L$ で表される混合比である。

図-4は、空気のみが送られていた状態から雪を投入した状態での静圧の変動を示したものである。雪を投入すると投入箇所より送風機側にある測定点①では、投入前に比較し静圧の増加を示した。一方、搬送末端側にある測定点②では静圧が低下し、以後波形を示した。また、測定点が投入箇所から離れるに従い静圧は低い値を示し、雪投入時には測定点②と同様に静圧の低下が認められる。

図-5は、雪を搬送していた状態から閉塞状態に到るまでの静圧の変動を示したものである。図中のA部は雪の投入から約20秒経過の後、測定点③④間で雪詰まりを起こしかけたものである。

測定点②③の静圧が急激に上がる一方で、測定点④の静圧が急激な低下を示した。また、図中のB部は測定点⑤⑥の間で雪詰まりを起こし、閉塞を起こしたものである。閉塞前に測定点⑤の静圧が上がり、閉塞後は、送風機側の他の測定点（②③④）と同様の傾向を示した。⑥の静圧は閉塞後、搬送管末端の観測点⑦とほぼ同じ値を示した。

4. まとめ

本実験は、雪を空気力により搬送することを試みたものであるが、次のような結果を得た。空気力により雪を搬送すると、固気二相流に見られるような搬送状況のほか、雪が相互に付着し塊を成し管内を滑りながら搬送される特有の現象が見られる。また、雪の投入時及び閉塞時には投入箇所及び閉塞箇所の前後の静圧に急激な変化を生じる。

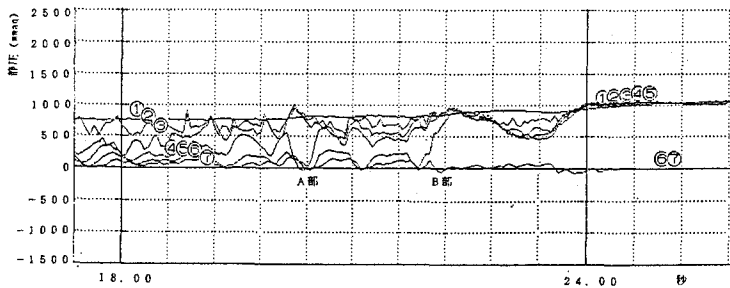
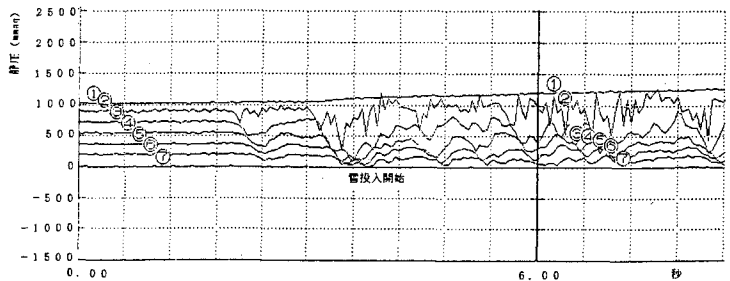
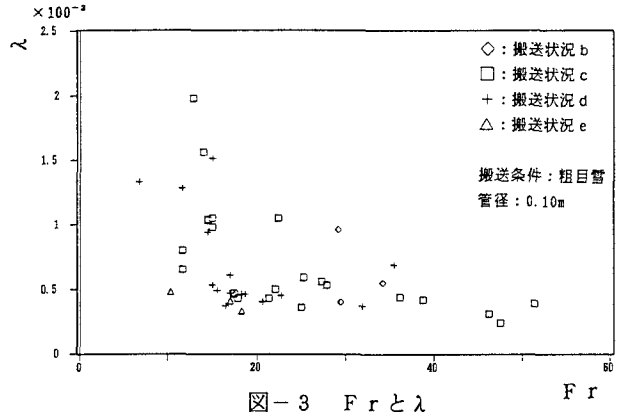


図-5 静圧の変動状況（搬送状況d）