

降雨による路面圧雪の急速な軟化過程

河島克久¹・藤本明宏²

(1:新潟大学災害・復興科学研究所 2:福井大学工学系部門建築建設工学講座)

1. はじめに

近年, 集中的な大雪時に大規模な車両滞留による立ち往生が高速道路や幹線国道で頻発し大きな社会問題となっている. この車両滞留は厚い圧雪路面における車両のスタックによって発生する. 大雪の終了後には, 路面圧雪の軟化が原因で車両通過時に圧雪轍掘れ(深い轍掘れや段差)が形成され, 著しい交通障害が広範囲に生じることがある. このような圧雪轍掘れによる交通障害は, 大雪時に除雪が十分には行き届かない都市域の生活道路で特に顕著である.

藤本(2018)は, 2018年2月の福井大雪による国道8号の大規模な立ち往生が解消した後に圧雪轍掘れによるスタック車両や交通渋滞が多発したことを確認しており, 厚い圧雪の軟化が晴天による気温上昇や強い日射によって生じたと報告している. 著者らは, 2022年12月に発生した新潟県柏崎市(国道8号)の立ち往生の際にも同様な圧雪轍掘れと交通障害を同市内で確認したが, このケースでは大雪終了後の降雨が主な原因であったと考えられる. 北陸地方では大雪の後に降雨がもたらされることがしばしばあるため, 本研究では降雨による厚い路面圧雪の軟化過程の観測を行い, どの程度の雨量や時間で軟化が進行するのかを調べた.

2. 観測場所と方法

2024年1月18日に, 新潟県魚沼市大白川の新潟県道385号浅草山大白川停車場(標高472m)において観測を実施した. 1月10日に同停車場の除雪を行い, 1月12日以降に新たに積もった雪を1月15~17日に人力と車で踏み固めて厚さ26cm, 密度約550 kgm⁻³の圧雪を作製した. 1月18日には, 停滞前線の影響を受けて日中に降雨が予測されたため, 降雨前の1月18日9:00から1~2時間ごとに圧雪断面の雪質・粒径, 雪温, 重量含水率(遠藤式含水率計使用), 硬度(プッシュゲージ使用)を同日17:00まで観測・測定した. また, 観測期間中は気温と雨量の測定も行った.

3. 観測結果

3.1 気象の推移

観測期間中の気温は0.9~2.4℃の範囲で変化しており, 降雨は観測開始後まもなくして始まり, 観測終了時まで続いた(図1). 降雨は15:00にかけて徐々に強くなっていったが, その強度は最大で2.5mmh⁻¹程度であった. また, 9:00から17:20までの累積雨量は12.7mmであった.

3.2 降雨による圧雪の軟化過程

1月18日9:00の雪質は最下部層(路面上2cm)を除いて全層が乾いた(雪温マイナス)しり雪であった. この時の硬度(図2①)は高さ方向にはほぼ一様であった(平均硬度1.72

MPa). 降雨開始から1~2時間経過した10:20及び11:30では, 圧雪上部の硬度は低下したものの, 中部では逆に硬度の増加が認められた(図2②, ③). これは圧雪中部に於いて雨水が凍結したためと考えられ, それに伴う雪温の上昇が観測された. 降雨開始から約4時間後の13:20には, 上部と下部の硬度が著しく低下し, 硬度プロファイルは「逆くの字」の形状を呈した(図2④). この時の上部の重量含水率は16~19%であった. 降雨開始から約6時間後の15:00になると, 圧雪全層が濡れざらめ雪(重量含水率13~25%)となり, 硬度(図2⑤)の高さによる差異は小さくなった(平均硬度0.33 MPa, 9:00の平均硬度の19%). この状態は17:00の時点でも同様であった(図2⑥). 以上の結果から, 路面圧雪(厚さ26cm)の著しい軟化は, 約9mmの累積雨量の下, 6時間程度で起こり得ることが明らかになった.

文献

藤本明宏(2018):平成30年福井大雪におけるスタック車両発生に関する考察. 寒地技術論文・報告集, 34, 186-189.

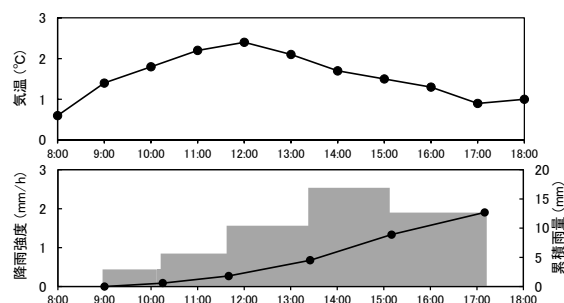


図1 観測期間中の気温と雨量の推移.

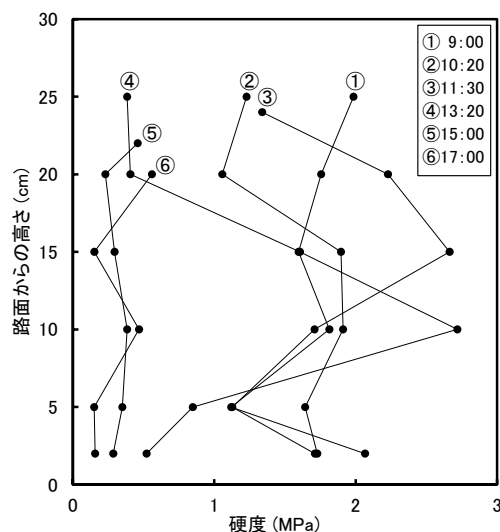


図2 圧雪の硬度プロファイルの変化.