

CTC07-II-035

札幌市中心部における歩道のつるつる路面発生について (平成17・18年度冬期)

川村文芳*, 金田安弘*, 富田真美*, 永田泰浩**
 * 社団法人北海道開発技術センター
 ** 財団法人日本気象協会

Research on Extremely Slippery Road Surfaces Seen in Downtown Sapporo—
 Winter 2005—2006
 Fumiyo KAWAMURA*, Yasuhiro KANEDA*, Mami TOMITA*, Yasuhiro
 NAGATA**
 * Hokkaido Development Engineering Center
 ** Japan Weather Association



COLD
 REGION
 TECHNOLOGY
 CONFERENCE 2007

1. はじめに

札幌市では、平成4年から冬期の歩道での転倒による救急搬送者数が急激に増加し、近年は600~1,000人で推移している(図1)。その背景には、転倒した際に大ケガとなりやすい高齢者の増加や雪に慣れていない地域からの観光客の増加、夏冬と同じような感覚で生活するライフスタイルなどの社会的要因のほか、非常にすべりやすい歩道路面の発生もその一因と考えられる。図1を見ると、札幌ではスパイクタイヤの装着率の低下と共に、転倒事故による救急搬送者数が急増している。スパイクタイヤ禁止が歩道の雪氷路面に影響を与えているか明らかに解明されていないが、すべりやすい雪氷路面の出現が歩道でも多くなった結果として、転倒事故が増えた可能性も否定はできない。一方、すべりやすい路面が、転倒者数の多い札幌市中心部の歩道において、どのような条件下で発生しているか把握しきれていない状況である。

本報告は、札幌市中心部において朝の通勤時間を利用し、実際の歩道を歩いて路面状況を観測した結果をもとに、すべりやす

救急搬送者数とスパイクタイヤ装着率の推移

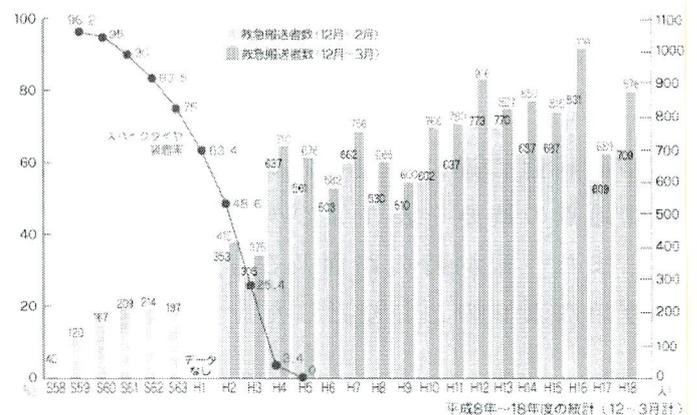


図1 冬期歩道の転倒による救急搬送者数とスパイクタイヤ装着率の推移

い路面発生時の気象状況や周辺環境による違いなどをまとめたものである。

2. 観測概要

観測概要を以下に示す。

- 観測日数：平成17年度(12月~3月：計48日)
平成18年度(12月~3月：計62日)
- 観測時間帯：朝の通勤時(午前9~10時)
- 観測位置：地下鉄バスセンター駅周辺の歩道4地点(図2)
- 観測項目：路面状態(7分類)、すべりの程度(4分類；歩行時の体感による)

表1 観測地点の概要

| 地点 | 日向 | 日陰 | 備考 |
|-----|----|----|---------------------------------|
| 地点① | ○ | | 歩道横ビル1Fにロードヒーティング、南北に走る歩道 |
| 地点② | | ○ | 南1東2交差点歩道、南側にマンションあり |
| 地点③ | ○ | | 大通東2交差点歩道、地点②の北向かいの交差点、南側は開けている |
| 地点④ | ○ | | 地下鉄出口、コンビニあり、南北に走る歩道 |

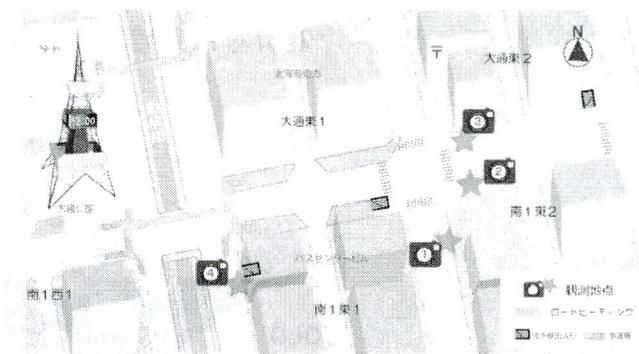


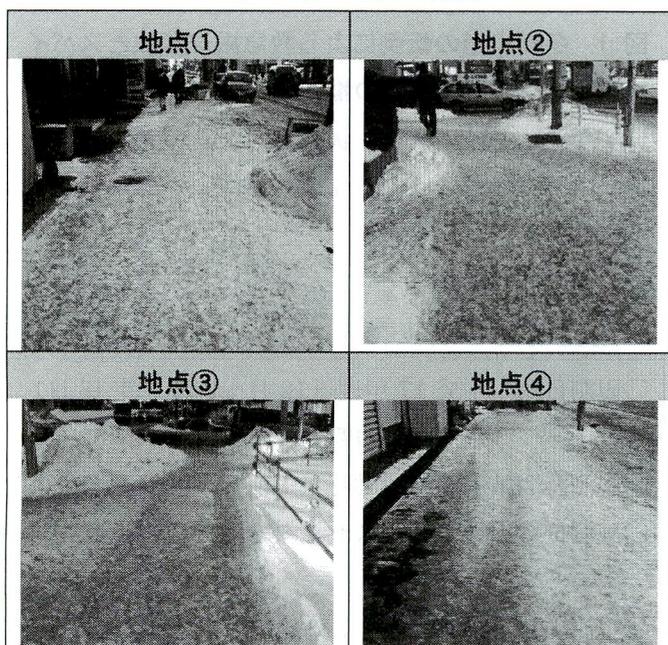
図2 観測位置（札幌市中心部：地下鉄バスセンター付近）

観測は地下鉄バスセンター駅周辺の歩道4地点で実施した。陽の当たりの違いによる路面状況の変化をみるため、地点①、地点③及び地点④は南側にビルなどの障害物のない日当たりの良い場所とし、地点②は高い建物（ビル）の北側で日中日陰となる場所を選んだ。また、地点①は近傍にロードヒーティングが存在したため、他の地点との路面状態の違いを見る際の着目点とした。観測地点の概要を表1及び写真1にまとめた。また、観測時の路面及びすべりやすさの分類は表2のとおりとした。

表2 路面状態及びすべりの程度の分類

| 観測項目（分類数） | 内容 |
|-----------------------|------------------------|
| 路面状態（7分類） | こな雪、つぶ雪、圧雪、氷板、氷膜、湿潤、乾燥 |
| すべりの程度（4分類；歩行時の体感による） | 非常にすべる、すべる、ややすべる、すべらない |

写真1 観測地点の概要



3. 観測結果

歩道路面の観測結果を表3（平成17年度及び表4（平成18年度）を示す。歩道の路面状態は圧雪が多いことが伺える。路面状態の出現割合を図3に示す。圧雪は平成17年度で60%、平成18年度で45%と最も多いことがわかる。平成18年度は氷板の出現も28%と比較的多かった。また、非常にすべる路面は平成17年度が2日（1月31日、2月1日）、平成18年度が6日（12月14日、15日、25日、26日、27日、28日）出現した。

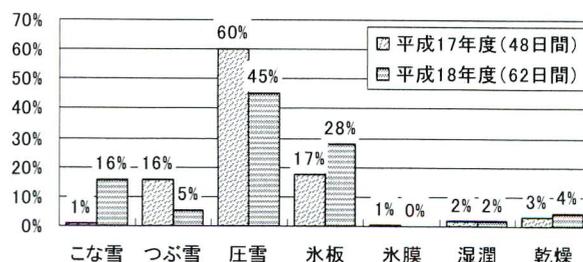


図3 路面状態の出現割合（全地点集計）

第23回寒地技術シンポジウム(2007)

表3 歩道路面観測結果(平成17年度冬期:観測48日間)

| 年月日 | 曜日 | 路面状態 | | | | すべりの程度 | | | | 9時気温 (当日,℃) | 最低気温 (当日,℃) | 最高気温 (前日,℃) | 降雪量 (9-9h,cm) |
|--------|----|------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | | | | |
| 12月21日 | 水 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.7 | -5.0 | 2.1 | 3 |
| 12月22日 | 木 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | -3.4 | -6.2 | 1.3 | 1 |
| 12月23日 | 金 | | | | | | | | | -5.1 | -7.8 | 1.1 | 0 |
| 12月24日 | 土 | | | | | | | | | -3.1 | -5.7 | -0.7 | 15 |
| 12月25日 | 日 | | | | | | | | | -2.4 | -7.0 | 0.2 | 5 |
| 12月26日 | 月 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.0 | -6.1 | 1.5 | 16 |
| 12月27日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.8 | -5.6 | -0.3 | 12 |
| 12月28日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -4.8 | -7.0 | -0.1 | 5 |
| 12月29日 | 木 | | | | | | | | | -7.5 | -9.6 | -3.1 | 17 |
| 12月30日 | 金 | | | | | | | | | -6.5 | -9.0 | -3.9 | 22 |
| 12月31日 | 土 | | | | | | | | | -6.9 | -9.8 | -2.6 | 2 |
| 1月1日 | 日 | | | | | | | | | -2.6 | -3.7 | -2.1 | 3 |
| 1月2日 | 月 | | | | | | | | | -2.7 | -3.4 | -1.7 | 2 |
| 1月3日 | 火 | | | | | | | | | 0.3 | -2.5 | 2.5 | 3 |
| 1月4日 | 水 | | | | | | | | | -1.8 | -5.8 | 2.9 | 7 |
| 1月5日 | 木 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -6.7 | -8.2 | -0.5 | 11 |
| 1月6日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -8.4 | -11.8 | -4.5 | 4 |
| 1月7日 | 土 | | | | | | | | | -5.7 | -11.4 | -4.0 | 2 |
| 1月8日 | 日 | | | | | | | | | -5.9 | -8.9 | -1.3 | 28 |
| 1月9日 | 月 | | | | | | | | | -6.5 | -9.2 | -4.8 | 12 |
| 1月10日 | 火 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -8.3 | -10.1 | -1.8 | 1 |
| 1月11日 | 水 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -3.0 | -7.4 | -3.3 | 12 |
| 1月12日 | 木 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -4.6 | -6.4 | 0.1 | 2 |
| 1月13日 | 金 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -7.0 | -7.9 | -3.0 | 5 |
| 1月14日 | 土 | | | | | | | | | -3.7 | -4.6 | -3.3 | 0 |
| 1月15日 | 日 | | | | | | | | | -3.5 | -6.9 | 0.1 | 2 |
| 1月16日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.2 | -5.3 | 0.3 | 1 |
| 1月17日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.6 | -7.7 | 0.9 | 4 |
| 1月18日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.0 | -8.4 | -4.6 | 15 |
| 1月19日 | 木 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -7.1 | -8.9 | -2.5 | 9 |
| 1月20日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.8 | -7.0 | -3.7 | 6 |
| 1月21日 | 土 | | | | | | | | | -5.6 | -8.3 | -2.4 | 3 |
| 1月22日 | 日 | | | | | | | | | -8.3 | -12.0 | -4.2 | 6 |
| 1月23日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -9.3 | -12.3 | -5.4 | 5 |
| 1月24日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.9 | -4.8 | -3.3 | 9 |
| 1月25日 | 水 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -2.1 | -3.9 | -0.8 | 5 |
| 1月26日 | 木 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | -4.4 | -5.1 | 0.9 | 4 |
| 1月27日 | 金 | | | | | | | | | -2.8 | -3.5 | -2.5 | 2 |
| 1月28日 | 土 | | | | | | | | | -0.9 | -1.7 | -0.6 | 10 |
| 1月29日 | 日 | | | | | | | | | -2.3 | -2.9 | 0.8 | 13 |
| 1月30日 | 月 | 3 | 3 | | 3 | 4 | 4 | | 4 | 0.8 | -3.5 | -0.2 | 1 |
| 1月31日 | 火 | 4 | 4 | | 4 | 1 | 1 | | 1 | -3.4 | -8.8 | 3.3 | 3 |
| 2月1日 | 水 | 4 | 4 | | 4 | 1 | 1 | | 1 | -5.2 | -9.5 | -1.3 | 0 |
| 2月2日 | 木 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.4 | -10.8 | -2.0 | 15 |
| 2月3日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -8.7 | -10.9 | -2.5 | 3 |
| 2月4日 | 土 | | | | | | | | | -4.1 | -6.3 | -4.5 | 5 |
| 2月5日 | 日 | | | | | | | | | -6.8 | -11.0 | -2.8 | 23 |
| 2月6日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.5 | -10.5 | -2.6 | 5 |
| 2月7日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.7 | -8.1 | -2.1 | 0 |
| 2月8日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | -4.5 | -7.0 | -1.4 | 0 |
| 2月9日 | 木 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -6.8 | -8.0 | -3.2 | 1 |
| 2月10日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -4.4 | -7.2 | -4.6 | 6 |
| 2月11日 | 土 | | | | | | | | | -4.3 | -9.5 | -0.3 | 7 |
| 2月12日 | 日 | | | | | | | | | -6.7 | -10.2 | -3.3 | 0 |
| 2月13日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.2 | -7.4 | -5.1 | 1 |
| 2月14日 | 火 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1.6 | -1.4 | 2.3 | 1 |
| 2月15日 | 水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2.0 | -2.3 | 3.2 | 1 |
| 2月16日 | 木 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | -0.8 | -4.1 | 3.3 | 0 |
| 2月17日 | 金 | | | | | | | | | -6.7 | -8.6 | 1.3 | 11 |
| 2月18日 | 土 | | | | | | | | | -5.5 | -8.5 | -0.6 | 1 |
| 2月19日 | 日 | | | | | | | | | 1.5 | -2.0 | -0.8 | 5 |
| 2月20日 | 月 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.4 | -5.1 | 3.1 | 0 |
| 2月21日 | 火 | | | | | | | | | 4.6 | 0.2 | 5.7 | 0 |
| 2月22日 | 水 | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | 1.0 | 7.7 | 0 |
| 2月23日 | 木 | 2 | 2 | 6 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 1.0 | -4.5 | 6.6 | 2 |
| 2月24日 | 金 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | | 3 | -3.2 | -5.4 | 2.9 | 0 |
| 2月25日 | 土 | | | | | | | | | -1.8 | -6.4 | -1.6 | 11 |
| 2月26日 | 日 | | | | | | | | | 3.0 | -0.4 | 0.8 | 0 |
| 2月27日 | 月 | 4 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | -3.4 | -4.7 | 6.9 | 1 |
| 2月28日 | 火 | 4 | 4 | 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | -3.1 | -4.6 | 5.9 | 5 |
| 3月1日 | 水 | 4 | 4 | 7 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | -2.4 | -4.2 | 0.5 | 0 |
| 3月2日 | 木 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -0.8 | -2.1 | -0.6 | 15 |
| 3月3日 | 金 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.0 | -3.6 | 3.9 | 9 |
| 3月4日 | 土 | | | | | | | | | 1.1 | -5.0 | 0.3 | 3 |
| 3月5日 | 日 | | | | | | | | | 2.7 | -1.4 | 4.3 | 1 |
| 3月6日 | 月 | 4 | 7 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | -3.9 | 5.8 | 0 |
| 3月7日 | 火 | 4 | 4 | 7 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.7 | -4.4 | 7.1 | 0 |
| 3月8日 | 水 | 2 | 2 | 6 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2.2 | -1.6 | 1.5 | 4 |
| 3月9日 | 木 | 3 | 3 | 7 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.8 | -3.8 | 2.4 | 19 |
| 3月10日 | 金 | 4 | 3 | 7 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1.4 | -5.7 | 1.7 | 0 |

路面状態 1:こな雪 2:つぶ雪 3:圧雪 4:氷板 5:氷膜 6:湿潤 7:乾燥
 すべりの程度 1:非常にすべる 2:すべる 3:ややすべる 4:すべらない
 ※気象データは札幌管区気象台の観測値

第23回寒地技術シンポジウム(2007)

表4 歩道路面観測結果(平成18年度冬期:観測62日間)

| 年月日 | 曜日 | 路面状態 | | | | すべりの程度 | | | | 9時気温 (当日,℃) | 最低気温 (当日,℃) | 最高気温 (前日,℃) | 降雪量 (9-9h,cm) |
|--------|----|------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | | | | |
| 12月11日 | 月 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.7 | -5.7 | 2.4 | 15 |
| 12月12日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | -2.7 | -6.4 | 0.5 | 0 |
| 12月13日 | 水 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.5 | 1.2 | 4.9 | 0 |
| 12月14日 | 木 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2.8 | -2.2 | 6.6 | 0 |
| 12月15日 | 金 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0.7 | -2.1 | 3.8 | 1 |
| 12月16日 | 土 | | | | | | | | | 1.4 | -2.9 | 3.8 | 1 |
| 12月17日 | 日 | | | | | | | | | -2.3 | -4.0 | 2.1 | 0 |
| 12月18日 | 月 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.4 | -4.8 | 0.5 | 14 |
| 12月19日 | 火 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | -2.7 | -3.6 | -0.2 | 0 |
| 12月20日 | 水 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 | 0.0 | -3.2 | 0.0 | 2 |
| 12月21日 | 木 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1.6 | -2.4 | 3.0 | 0 |
| 12月22日 | 金 | 4 | 3 | 4 | 7 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3.1 | 0.5 | 5.9 | 0 |
| 12月23日 | 土 | | | | | | | | | 0.2 | -2.1 | 5.0 | 0 |
| 12月24日 | 日 | | | | | | | | | -2.7 | -2.9 | 2.6 | 35 |
| 12月25日 | 月 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | -3.3 | -6.4 | 0.1 | 8 |
| 12月26日 | 火 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | -0.3 | -4.6 | 2.8 | 0 |
| 12月27日 | 水 | 4 | 3 | 4 | 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2.5 | 1.5 | 6.8 | 0 |
| 12月28日 | 木 | 4 | 4 | 4 | 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3.6 | 0.4 | 4.4 | 0 |
| 12月29日 | 金 | | | | | | | | | 0.6 | -1.6 | 4.8 | 0 |
| 12月30日 | 土 | | | | | | | | | -5.5 | -5.6 | 1.9 | 5 |
| 12月31日 | 日 | | | | | | | | | -2.9 | -4.1 | -0.9 | 12 |
| 1月1日 | 月 | | | | | | | | | -1.9 | -5.0 | 0.1 | 0 |
| 1月2日 | 火 | | | | | | | | | 1.5 | -0.2 | 5.0 | 1 |
| 1月3日 | 水 | | | | | | | | | -2.5 | -3.8 | 2.8 | 0 |
| 1月4日 | 木 | 4 | 4 | 4 | 7 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1.8 | -3.1 | 3.4 | 1 |
| 1月5日 | 金 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.9 | -4.4 | 3.0 | 3 |
| 1月6日 | 土 | | | | | | | | | 1.1 | -5.2 | 3.3 | 0 |
| 1月7日 | 日 | | | | | | | | | 2.2 | 0.3 | 4.2 | 3 |
| 1月8日 | 月 | | | | | | | | | -0.2 | -3.1 | 3.9 | 6 |
| 1月9日 | 火 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.3 | -6.7 | 1.4 | 19 |
| 1月10日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.2 | -6.7 | -2.2 | 4 |
| 1月11日 | 木 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -4.7 | -6.9 | -2.5 | 2 |
| 1月12日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.8 | -7.5 | -3.3 | 0 |
| 1月13日 | 土 | | | | | | | | | -2.8 | -6.3 | -0.8 | 0 |
| 1月14日 | 日 | | | | | | | | | -3.9 | -5.6 | -0.5 | 7 |
| 1月15日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.4 | -5.8 | -1.7 | 2 |
| 1月16日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.0 | -6.6 | -0.6 | 0 |
| 1月17日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.6 | -4.5 | -0.5 | 1 |
| 1月18日 | 木 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | -1.3 | -5.3 | 1.0 | 1 |
| 1月19日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.0 | -3.6 | 1.1 | 7 |
| 1月20日 | 土 | | | | | | | | | -2.3 | -5.2 | 0.4 | 3 |
| 1月21日 | 日 | | | | | | | | | -2.6 | -6.6 | -0.4 | 1 |
| 1月22日 | 月 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1.3 | -4.6 | 2.0 | 0 |
| 1月23日 | 火 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.1 | -2.9 | 3.5 | 1 |
| 1月24日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.3 | -3.3 | 0.9 | 12 |
| 1月25日 | 木 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.5 | -5.2 | -0.3 | 17 |
| 1月26日 | 金 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -5.8 | -9.4 | -1.3 | 6 |
| 1月27日 | 土 | | | | | | | | | -3.5 | -5.0 | -0.4 | 3 |
| 1月28日 | 日 | | | | | | | | | -5.5 | -6.8 | -2.8 | 1 |
| 1月29日 | 月 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.8 | -5.4 | -2.5 | 5 |
| 1月30日 | 火 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.3 | -0.6 | 0.2 | 28 |
| 1月31日 | 水 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3.5 | -1.6 | 2.5 | 0 |
| 2月1日 | 木 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.7 | -5.9 | 6.0 | 0 |
| 2月2日 | 金 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -4.5 | -5.8 | 1.2 | 8 |
| 2月3日 | 土 | | | | | | | | | | -7.4 | -1.6 | 4 |
| 2月4日 | 日 | | | | | | | | | | -4.8 | 4.2 | 10 |
| 2月5日 | 月 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.7 | -7.5 | 3.9 | 2 |
| 2月6日 | 火 | 4 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 5.3 | -1.6 | 3.9 | 0 |
| 2月7日 | 水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.9 | -4.5 | 5.6 | 18 |
| 2月8日 | 木 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | -1.6 | -5.4 | -0.6 | 16 |
| 2月9日 | 金 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0.3 | -4.3 | -0.1 | 1 |
| 2月10日 | 土 | | | | | | | | | -6.4 | -7.7 | 2.1 | 0 |
| 2月11日 | 日 | | | | | | | | | -1.2 | -3.5 | -0.2 | 12 |
| 2月12日 | 月 | | | | | | | | | -4.2 | -6.1 | 2.8 | 14 |
| 2月13日 | 火 | | | | | | | | | -6.2 | -7.3 | -2.2 | 14 |
| 2月14日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.3 | -9.2 | -3.3 | 1 |
| 2月15日 | 木 | | | | | | | | | 1.8 | -1.3 | 2.4 | 10 |
| 2月16日 | 金 | | | | | | | | | 0.4 | -0.7 | 2.5 | 3 |
| 2月17日 | 土 | | | | | | | | | -0.7 | -3.5 | 1.5 | 0 |
| 2月18日 | 日 | | | | | | | | | 1.7 | -0.9 | 3.7 | 0 |
| 2月19日 | 月 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -0.9 | -3.8 | 2.7 | 3 |
| 2月20日 | 火 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.2 | -4.9 | 1.1 | 9 |
| 2月21日 | 水 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.3 | -7.1 | 1.8 | 1 |
| 2月22日 | 木 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -2.3 | -7.0 | 1.8 | 12 |
| 2月23日 | 金 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7.4 | -3.2 | 6.8 | 12 |
| 2月24日 | 土 | | | | | | | | | -3.4 | -5.9 | 8.9 | 6 |
| 2月25日 | 日 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.7 | -7.4 | -1.8 | 3 |
| 2月26日 | 月 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | -5.1 | -7.9 | 1.6 | 0 |
| 2月27日 | 火 | 4 | 3 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.8 | -4.8 | 0.2 | 0 |
| 2月28日 | 水 | 4 | 4 | 4 | 7 | 2 | 4 | 2 | 4 | -1.7 | -5.4 | 2.2 | 3 |
| 3月1日 | 木 | | | | | | | | | -3.8 | -7.4 | 0.6 | 5 |
| 3月2日 | 金 | 4 | 3 | 3 | 7 | 2 | 4 | 4 | 4 | -2.2 | -3.6 | 0.5 | 1 |
| 3月3日 | 土 | 2 | 2 | 2 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1.5 | -2.7 | 2.4 | 0 |
| 3月4日 | 日 | | | | | | | | | 1.8 | 0.8 | 5.5 | 1 |
| 3月5日 | 月 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2.9 | 1.7 | 3.9 | 0 |
| 3月6日 | 火 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | -3.9 | 8.4 | 2 |
| 3月7日 | 水 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.0 | -6.2 | 8.5 | 3 |
| 3月8日 | 木 | 4 | 4 | 4 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.9 | -5.2 | -1.5 | 0 |
| 3月9日 | 金 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | -0.9 | -4.7 | 1.0 | 4 |
| 3月10日 | 土 | | | | | | | | | 0.8 | -5.1 | 2.2 | 1 |
| 3月11日 | 日 | | | | | | | | | 3.0 | -4.4 | 4.7 | 1 |
| 3月12日 | 月 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -3.8 | -5.0 | 4.9 | 6 |
| 3月13日 | 火 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | -1.0 | -2.3 | -1.4 | 12 |
| 3月14日 | 水 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | -0.2 | -2.1 | 1.5 | 24 |
| 3月15日 | 木 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.9 | -4.6 | 2.3 | 12 |
| 3月16日 | 金 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0.1 | -5.4 | 2.5 | 0 |

路面状態 1:こな雪 2:つぶ雪 3:圧雪 4:氷板 5:氷膜 6:湿潤 7:乾燥
 すべりの程度 1:非常にすべる 2:すべる 3:ややすべる 4:すべらない
 ※気象データは札幌管区気象台の観測値

第23回寒地技術シンポジウム(2007)

4. 非常にすべる路面の発生分析

観測結果で述べたとおり、非常にすべる路面は2冬期で8日発生した。この8日の事例を気象状況と共に分析し、非常にすべる路面の発生条件を整理した。

(1) 平成17年度冬期の事例分析

平成17年度は1月31日から2月1日にかけて非常にすべる路面が発生した。その経過をみるため、1月23日から2月2日までの路面状態、すべりの程度及び気温、降雪量などの気象データを表5に示した。なお、気象データは札幌管区気象台の観測値を使用した。1月23日から26日までは路面状態は圧雪ですべらない路面であった。週末は休日等の都合で観測がなかったが、28日から29日にかけて20cm以上の降雪があり、両日の路面状態はこな雪(新雪)であったことが推察される。1月30日は観測時(9時)の気温がプラスで暖かく、当日は最高気温が+3℃を超えた。この暖かきで新雪の圧雪の表面が融けて、積雪内に浸透したと考えられる。その後、夕方から翌朝にかけて冷え込み、1月31日の最低気温は-9℃程度とかなり冷え込んだ。

このときに、日中融けて積雪内に浸透した水が再凍結し、路面状態が圧雪から氷板に変化したと考えられる。観測時(9時)には気温が-3℃程度となり、氷板の表面が非常にすべりやすい状態になった。また、2月1日は前日からの降雪がなかったため、すべりやすい氷板が継続したものである。

(2) 平成18年度冬期の事例分析

平成18年度は12月14日～15日及び12月25日～28日にかけて非常にすべる路面が発生した。その経過をみるため、12月11日から28日までの路面状態、すべりの程度及び気温、降雪量などの気象データを表6に示した。12月11日は前日から当日9時までに15cmの降雪があり、各地点こな雪または圧雪ですべらない路面となった。12日は前日の最高気温がプラス、最低気温が-6℃と冷え込み、当日9時の気温が-3℃程度で、各地点圧雪ですべる路面となった。当日の観測結果にも、「圧雪の表面が半透明(薄い氷膜)に変化」とあるように、前日のプラス気温で表面が融け、夜間の冷え込みで再凍結したものと考えられる。13日は前日から当日朝までプラス気温で経過し、

表5 平成17年度冬期の非常にすべる路面発生事例(1月31日～2月1日)

| 年月日 | 曜日 | 路面状態 | | | | すべりの程度 | | | | 備考 | 9時気温 (当日℃) | 最低気温 (当日℃) | 最高気温 (前日℃) | 降雪量 (9-9h,cm) |
|-------|----|------|-----|-----|-----|--------|--------|-------|--------|---|---------------|---------------|---------------|------------------|
| | | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | | | | | |
| 1月23日 | 月 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | すべらない | すべらない | すべらない | ややすべる | No.1～4はこな雪、No.4はやや滑る。 | -9.3 | -12.3 | -5.4 | 5 |
| 1月24日 | 火 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | すべらない | すべらない | すべらない | すべらない | | -2.9 | -4.8 | -3.3 | 9 |
| 1月25日 | 水 | 圧雪 | 圧雪 | | 圧雪 | すべらない | すべらない | | すべらない | | -2.1 | -3.9 | -0.8 | 5 |
| 1月26日 | 木 | 圧雪 | 圧雪 | | 圧雪 | すべらない | すべらない | | すべらない | | -4.4 | -5.1 | 0.9 | 4 |
| 1月27日 | 金 | | | | | | | | | | -2.8 | -3.5 | -2.5 | 2 |
| 1月28日 | 土 | | | | | | | | | | -0.9 | -1.7 | -0.6 | 10 |
| 1月29日 | 日 | | | | | | | | | | -2.3 | -2.9 | 0.8 | 13 |
| 1月30日 | 月 | 圧雪 | 圧雪 | | 圧雪 | すべらない | すべらない | | すべらない | | 0.8 | -3.5 | -0.2 | 1 |
| 1月31日 | 火 | 氷板 | 氷板 | | 氷板 | 非常にすべる | 非常にすべる | | 非常にすべる | No.1,2は上部積雪なし。No.4は上部積雪なし。砂がまかれています。砂のない所は滑る。 | -3.4 | -8.8 | 3.3 | 3 |
| 2月1日 | 水 | 氷板 | 氷板 | | 氷板 | 非常にすべる | 非常にすべる | | 非常にすべる | No.1,2,4は上部積雪なし。砂のない所の結果。 | -5.2 | -9.5 | -1.3 | 0 |
| 2月2日 | 木 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | すべらない | すべらない | すべらない | すべらない | | -5.4 | -10.8 | -2.0 | 15 |

第23回寒地技術シンポジウム(2007)

表 6 平成 18 年度冬期の非常にすべる路面発生事例 (12 月 14 日～15 日、12 月 25 日～28 日)

| 年月日 | 曜日 | 路面状態 | | | | すべりの程度 | | | | 備考 | 9時気温 (当日,℃) | 最低気温 (当日,℃) | 最高気温 (前日,℃) | 降雪量 (9-9h,cm) |
|--------|----|------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-------|--|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | 地点① | 地点② | 地点③ | 地点④ | | | | | |
| 12月11日 | 月 | 圧雪 | こな雪 | こな雪 | 圧雪 | すべらない | すべらない | すべらない | すべらない | 降雪直後 | -1.7 | -5.7 | 2.4 | 15 |
| 12月12日 | 火 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | すべる | すべる | すべる | すべる | 圧雪の表面が半透明(薄い氷膜)に変化(No.1, No.4, No.5)。 | -2.7 | -6.4 | 0.5 | 0 |
| 12月13日 | 水 | 圧雪 | 圧雪 | つぶ雪 | 圧雪 | すべらない | すべらない | すべらない | すべらない | No.3はシャーベット、No.2は濡れ圧雪 | 4.5 | 1.2 | 4.9 | 0 |
| 12月14日 | 木 | 氷板 | 氷板 | 氷板 | 氷板 | 非常にすべる | 非常にすべる | 非常にすべる | すべる | 前日融けた雪面が再凍結し、表面がつるつる状態に。 | 2.8 | -2.2 | 6.6 | 0 |
| 12月15日 | 金 | 氷板 | 氷板 | 氷板 | 氷板 | 非常にすべる | 非常にすべる | 非常にすべる | すべる | 前日の日中から市内各所でつるつるの路面に。No.5は氷板除去。 | 0.7 | -2.1 | 3.8 | 1 |
| 12月16日 | 土 | | | | | | | | | | 1.4 | -2.9 | 3.8 | 1 |
| 12月24日 | 日 | | | | | | | | | | -2.7 | -2.9 | 2.6 | 35 |
| 12月25日 | 月 | 氷板 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 非常にすべる | すべらない | すべらない | すべらない | No.2, No.3は氷板の上に薄く圧雪 | -3.3 | -6.4 | 0.1 | 8 |
| 12月26日 | 火 | 氷板 | 圧雪 | 圧雪 | 圧雪 | 非常にすべる | すべらない | すべらない | すべらない | No.1はつるつる。No.4は氷板少ない。No.5の横断歩道近くは圧雪。南1東2交差点車道もつるつる(写真No.2の03.04)。 | -0.3 | -4.6 | 2.8 | 0 |
| 12月27日 | 水 | 氷板 | 圧雪 | 氷板 | 湿潤 | すべる | すべる | 非常にすべる | すべらない | 雨。No.2は圧雪と氷板が混在。氷自体がもろくならない限り(一定の硬度を保持する限り)濡れた氷板は良く滑る、ことが今日の雨でわかった。今朝も気温プラス。No.1は氷板表面がやや融けて、すべるものつるつるではない。No.3は砂が散布されていない横断歩道近くでの評価。 | 2.5 | 1.5 | 6.8 | 0 |
| 12月28日 | 木 | 氷板 | 氷板 | 氷板 | 湿潤 | すべる | すべる | 非常にすべる | すべらない | | 3.6 | 0.4 | 4.4 | 0 |

写真 2 地点①における路面状況の変化 (平成 18 年度 : 12 月 11 日～15 日)



各地点濡れた圧雪やシャーベットですべらない路面となった。14日は前日の気温が+5℃を超えて高く当日の最低気温が-2℃、9時の気温が+3℃で、各地点圧雪から氷板に変化し、非常にすべる路面となった。15日も14日とほぼ同様の気象状況で、各地点氷板で非常にすべる路面となった。実際の路面を見た状況は、12月11日から13日までは表面が白いが、14日から15日は半透明でつやがあり、非常にすべるようにみえた(写真2)。また、12月25日から26日は地点①で非常にすべる路面となったが、近傍のロードヒーティングの影響で他の地点よりすべりやすくなったと考えられる。さらに、12月27日から28日は終日プラスの気温で経過しており、圧雪から氷板に変化し、すべる路面となった。

5. おわりに

歩道における非常にすべる路面は、まとまった降雪後、気温がプラスとなり、再度冷え込むことで発生していることがわかった。今後の課題としては、すべりの程度の定量的な測定、転倒による救急搬送者数との関係、歩行者数の違いによるすべりやすい路面の発生状況、朝以外の他の時間帯の路面状況の把握などが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 永田泰浩、金田安弘、富田真未：札幌市中心部の歩道におけるつるつる路面の発生に関する基礎的研究、2006年度雪氷学会全国大会、P2-37、2006
- 2) 細谷尚弘、金田安弘、新谷陽子、永田泰浩、石川信敬、西村浩一：歩道のつるつる路面に関する室内実験、第21回寒地シンポジウム、710-715、2005
- 3) 秋田谷英次：札幌市内の雪氷路面調査—平成7年冬期一、第11回寒地シンポジウム、356-361、1995