

V-183

横断歩道用凍結抑制舗装の力学的評価

北海学園大学

正会員 ○上浦 正樹

正会員 武市 靖

札幌市技術研究センター

正会員 伊藤 仁

東亜道路工業 北海道支社

神田 一成

1. はじめに

冬季間の路面積雪上では、車の走行によって圧雪状態となり、雪氷が路面に付着する。この付着した雪氷は交通荷重ではほとんど剥離しないので、路面凍結状態の横断歩道において歩行者が横断中に転倒する等の危険が発生し、早期に対策工法を確立することが望まれていた。そこで横断歩道の凍結抑制舗装の一つとしてゴム材を用いたマジックサークルが開発された。本研究はこのマジックサークルの凍結に対する効果を力学的に評価しようとするものである。

2. マジックサークルの概要

凍結抑制舗装の一種として、アスファルト舗装の表面に弾力性のある物質を埋め込む工法がある。ここでは、通過する車の重さで埋め込んだ物質がたわみ、雪氷層の破壊現象がおこる。この弾力性のある物質を選択するにあたり、夏期の高温での耐久性を有し、冬期でもその弾力性を確保できるものであり、またアスファルトとの接着が通年にわたって保たれ、かつ舗装表面の滑らかさを維持できるなどの条件を満足する必要がある。マジックサークルは札幌市建設局、北海学園大学、凍結路面对策技術小委員会において平成5年度から始まった路面の凍結対策の試験舗装の一つとして試行されたもので、冬期の12時間集中観測調査などによって、雪氷層厚が5~10cm程度までは筒状にせん断破壊をし交通車両によって剥離することがとが観察され、主に横断歩道に効果があると認められた（写真1）。

表1 ゴム材の品質

項 目	規格値
直径	73mm
厚さ	21mm
引張り強度	156kgf/cm 以上

マジックサークル工法は既存の一般道路におけるアスファルト舗装の表層部分を約25mmの深さにコアボーリングマシンによって（直径75mm）窄孔し、その中にゴム材（表1）を配置する。ゴム材に使用する接着剤は速硬化タイプ2液混合エポキシ系と約5mmの厚さとし、舗装表面から出る範囲を最大3mmまでとする。またゴム材の配置パターンはピッチ150~200mmを標準とする。

3. たわみ量の測定

冬季においてマジックサークルの弾力性を価し評近傍の一般アスファルト舗装とのたわみの差を明らかにするため、ハンディタイプのFWDであるHFWDを用いて、載荷時

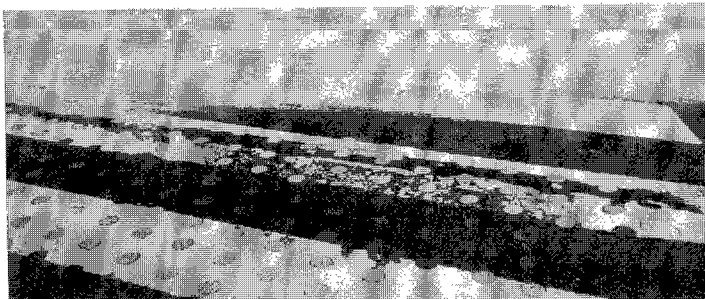


写真1 マジックサークル

凍結路面 雪氷 アスファルト FWD せん断強度

〒064 北海道札幌市中央区南26条西11丁目 TEL 011-841-1161 FAX 011-551-2951

〒060 北海道札幌市北区西3丁目 TEL 011-211-2606 FAX 011-251-6690

〒065 北海道札幌市東区東雁来5条1丁目 TEL 011-780-2687 FAX 011-780-2697

のたわみを測定することとした。HFWDの諸元を表2に示す。

平成10年2月に、マジックサークルが敷設され供用を開始して約半年を経た横断歩道についてHFWDを用いた載荷・たわみ測定を行った。ここで載荷段階を4段階（300,500,700,900kgf）とし、載荷盤の直径が90mmに対しマジックサークルの直径が73mmであることから、舗装面から2mm

出たマジックサークルを試験の対象とした。また一般のアスファルトとのたわみを比較するため、このマジックサークルの近傍で同様の試験を行った。以上の結果を図1に示す。ここでマジックサークルのたわみ

(w1)と近傍の一般アスファルト舗装のたわみ(w2)について各載荷荷重ごとに比($R=w1/w2$)を求めた(図2)。この結果よりマジックサークルは近傍のアスファルトに対して50~90倍たわむことが判明した。

4. せん断破壊深さの考察

車輪の荷重をマジックサークル上の雪氷層が受けた時、3.で明らかとなったようにマジックサークルのたわみ量が近傍のアスファルト舗装に比べて非常に大きいため、マジックサークルがたわみ、その結果雪氷が筒状にせん断破壊するものと推定される。そこで雪氷のせん断強度から雪氷層のせん断破壊深さを推定する。

マジックサークルの半径 r (73mm/2)とし、その上の雪氷層厚を d (cm)とする。輪荷重 P (tonf)と接地半径 a (cm)の関係では次式が提案されている¹⁾。

$$a = P + 12$$

よって

マジックサークルに作用する荷重 F (tonf)は次のようになる。

$$F = P \times (7.3 / (2(P+12)))^2$$

また雪氷のせん断破壊強度 τ は、圧雪状態の密度に相当する 0.6g/cm^3 で400kPa、軟圧雪では100kPa(0.5g/cm^3)との報告がある²⁾。よって雪氷のせん断抵抗力 Q (tonf)は次式となる。

$$Q = \tau \times 2\pi r \times d \times (1.02 \times 10^{-5})$$

この結果より $Q \geq F$ となると雪氷層はせん断破壊されずに雪氷が付着することとなる。そこで $Q = F$ となる雪氷厚（せん断破壊深さ）を求めた(図3)。この図から、輪荷重5tonf以下で軟圧雪状態から圧雪の状態ではせん断破壊深さが10cm以下であり、観察結果とほぼ一致することが明らかとなった。

5. まとめ

マジックサークル上で雪氷厚が5~10cm程度までにおいて雪氷が筒状にせん断破壊をするメカニズムを明らかにした。今後は融解期や夏期のマジックサークルの力学的挙動を明らかにしていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 竹下春見 遺稿集 p258 1967.9 2) 前野紀一他 雪氷の構造と物性 古今書院 1986.7 pp164

表2 HFWDの諸元

載荷盤の直径	9cm
重錘の質量	16kg
衝撃荷重	300 ~ 900kgf
測定たわみ	0.001 ~ 2.000mm

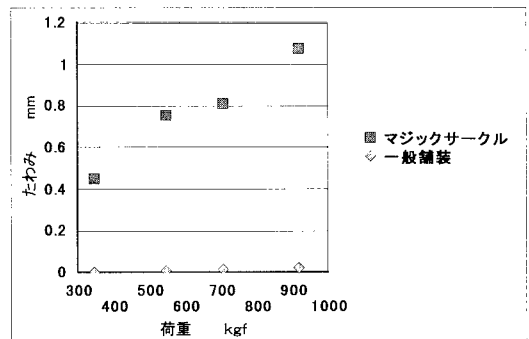


図1 たわみ量の比較

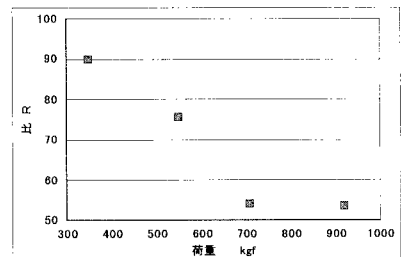


図2 たわみの比 (R)

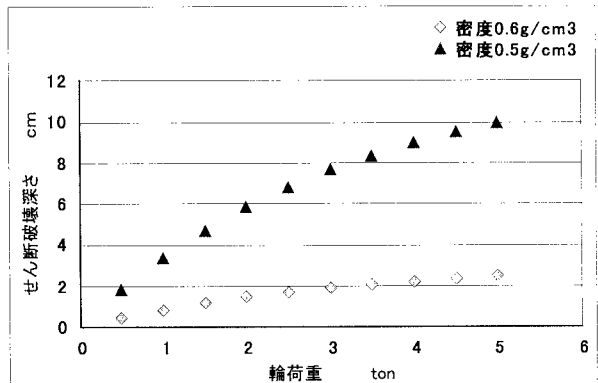


図3 せん断破壊深さと輪荷重