

### 凍結抑制舗装のせん断法による氷着強度試験に関する検討

世紀東急工業(株)技術研究所 ○正会員 岩岡宏美  
 北海学園大学大学院 学生員 田中俊輔  
 世紀東急工業(株)技術研究所 正会員 吉野敏弘  
 北海学園大学工学部 正会員 武市 靖

#### 1. はじめに

凍結抑制舗装の効果は、実路における路面の露出状態、氷着引張試験<sup>1)</sup>等により評価されることが多い。これまでに筆者らは、低温室内における繰返し走行試験により、凍結した路面の路面露出率および制動試験によるすべり摩擦係数での評価を実施してきた<sup>2)</sup>。

本研究では、凍結した路面のメンテナンス(氷板除去)作業を想定した評価方法として、せん断法において舗装と氷板との境界面における氷着強度を測定(以下、氷着せん断試験)することを試み<sup>3)</sup>、適用の可能性を検討した。

#### 2. 試験概要

##### 2-1. 試験方法

本試験は、一面せん断試験機<sup>4)</sup>を用いて行った。氷板除去作業のイメージ図を図-2.1、試験の模式図を図-2.2、試験概要を表-2.1に示す。試験は、対象とする混合物のマーシャル供試体上面に氷板を作製し、これらの界面でせん断するように水平方向の変位速度を制御して力を加え、氷板が剥離する際の氷着せん断強度を算出(式-2.1)した。

なお、速度が遅い場合、氷の塑性変形(写真-2.1)が発生することがあるため、事前検討により界面剥離(写真-2.2)となる最適な速度を設定した。

$$\text{氷着せん断強度(MPa)} = \frac{\text{せん断力(N)}}{\text{氷着面積(mm}^2\text{)}} \dots \text{式 2.1}$$

##### 2-2. 供試体概要

試験に用いた供試体の概要を表-2.2に示す。②および④は物理的な凍結抑制機能を有する舗装であり、試験時のせん断方向と凍結抑制材を充填した溝(幅9×深さ10×間隔60mm)は平行とした。

また舗装の状態は、新設および摩耗作用を受けた状態(ブラスト処理)の2種類を対象とした。

#### 3. 氷着せん断試験結果

氷着せん断試験の結果を図-3.1に示す。これより、新設状態ではポーラス系舗装の値が密粒系舗装よりやや小さい傾向を示すのに対し、摩耗状態では逆の傾向を示すことが分かる。また、摩耗状態のポー

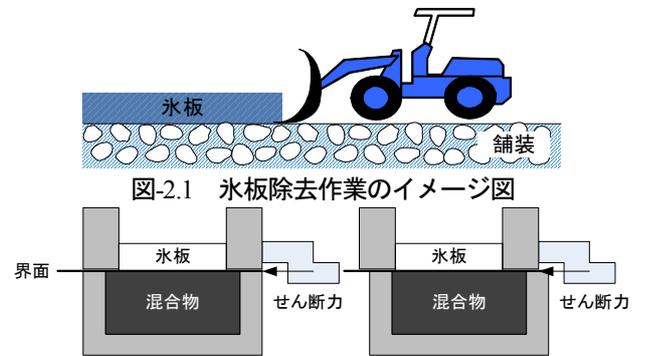


図-2.1 氷板除去作業のイメージ図

図-2.2 一面せん断試験の模式図

表-2.1 一面せん断試験の概要

項目	概要
混合物	φ 10cm(マーシャル供試体)
氷板	φ 8cm(密粒度混合物に対して厚さ1cmの氷板となる量の水を散布)
養生	6時間養生、-5℃
試験温度	-5℃
変位速度	0.03mm/min



写真-2.1 氷の塑性変形



写真-2.2 界面剥離

表-2.2 供試体概要

呼称	概要(新設状態・摩耗状態)	区分
①密粒度	密粒度混合物(13)	密粒系
②G9	①に溝を設け、凍結抑制材(コムチップとウレタン樹脂を混合)を充填した。	
③ポーラス	ポーラス混合物(13)	ポーラス系
④GP	③に溝を設け、凍結抑制材(コムチップとウレタン樹脂を混合)を充填した。	

キーワード 凍結抑制舗装 凍結路面 氷着せん断試験 氷着引張試験

連絡先 〒329-4307 栃木県下都賀郡岩舟町静和 2081-2 世紀東急工業(株)技術研究所 TEL0282-55-2711

ラス系舗装は、界面剥離ではなく氷板内の凝集破壊(写真-3.1)となり、界面での付着力が氷そのものの強度よりも大きくなることが確認された。

これは、摩耗作用により舗装のアスファルト被膜が減少すること等によって空隙部分の骨材に氷が根付き、付着が強固となることが一因と考えられる。そのため、ポーラス系舗装が摩耗すると氷板除去が困難となることが想定される。なお、本試験結果において凍結抑制材の効果が小さいのは、輪荷重に相当する鉛直荷重が働いていないため、物理的な作用が反映されなかったことが原因と考えられる。

4. 考察

本試験結果について、氷着引張試験(図-4.1, 4.2)および繰返し走行試験(表

-4.1, 写真-4.1)による路面露出率との比較を行った。繰返し走行試験<sup>2)5)</sup>では、凍結路面上を走行輪で繰返し走行させ、路面が露出した部分を計測し、路面露出率を算出(式-4.1)した。また、全ての凍結路面は散水量条件を一定とし、密粒度混合物層の表面に氷板厚さが1.0mmとなる水量を、全ての供試体に散布して氷板を作製した。

各試験の結果を比較したものが図-4.3である。氷着引張強度および路面露出率は、密粒度舗装よりも凍結抑制舗装、密粒系舗装よりもポーラス系舗装の方が凍結抑制効果に優れることが確認できた。

これらの試験においてポーラス系舗装の方が優ると評価された理由としては、輪荷重が粗面に作用して氷板剥離が起こること、およびポーラス系舗装の空隙内部に氷が形成されていないことが考えられる。一方、せん断氷着強度はポーラス系舗装の空隙内部が氷で飽和された状態での評価であることから、これらと若干異なる傾向が得られたと考えられる。

5. おわりに

本検討により、凍結した路面のメンテナンス(氷板除去)作業のし易さを「氷着せん断強度」という指標で示す可能性が見いだせた。今後は、3種類の評価方法を併せて総合的に評価し、凍結抑制効果を把握したい。

【参考文献】

- 1) 社団法人日本道路協会: 舗装性能評価法別冊-必要に応じ定める性能指標の評価法編-, pp.63-72
- 2) 田中他: グルーピング系凍結抑制舗装のすべり抵抗と氷板破碎に関する工学的特性, 舗装工学論文集第14巻
- 3) 水口他: 凍結抑制舗装のせん断法による氷着強度試験の検討, 土木学会北海道支部論文報告集第66号, E-03
- 4) 鈴木, 清水他: 一面せん断試験による凍結抑制舗装の評価について, 第21回日本道路会議論文集, pp.506-507
- 5) 鈴木, 向井他: 物理系凍結抑制舗装における氷結路面の露出および破碎特性, 寒地技術論文報告集 Vol.25, pp.288-29

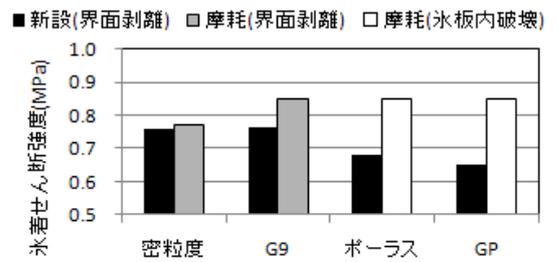


図-3.1 氷着せん断強度

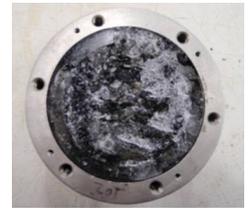


写真-3.1 氷板内破壊

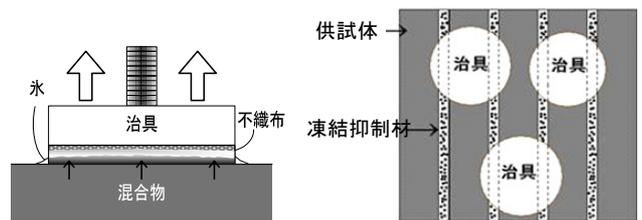


図-4.1 氷着引張試験の模式図

図-4.2 治具の設置状況

表-4.1 低温走行試験の概要

項目	概要
路面温度	-5°C
タイヤ接地圧	0.196MPa
走行回数	1000回
氷板厚さ	1.0mm
走行速度	5km/h



写真-4.1 低温走行試験装置

$$\text{路面露出率(\%)} = \frac{\text{路面露出面積}}{\text{解析画像全体の面積}} \times 100 \quad \dots \text{式 4.1}$$

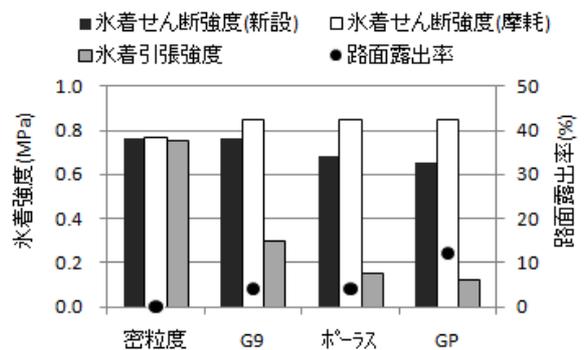


図-4.3 試験方法別の結果比較