

画像処理を利用した路面凍結検知システムの開発

に関する研究

株式会社横河技術情報

正会員 ○磯部 生

長岡技術科学大学 環境・建設系

正会員 鳥居 邦夫

長岡技術科学大学 環境・建設系

正会員 宮木 康幸

1. はじめに

降雪地域において、冬季の交通安全や経済活動の安全を確保することは重要である。また、人々が生活を営む上で、路面状況の情報は不可欠である。そこで現在では、路面の積雪、凍結の状況などを判断し、人々に情報を提供するシステムとして、路面凍結検知システムが開発されている。

2. 路面凍結検知システムの問題点

現在、路面状況を判断する情報収集器は光ファイバや静電容量センサなどがある。光ファイバは線のセンシングであり、それ以外は小領域（80cm²程度）の点のセンシングであり、どちらも路面を網羅した制御情報となっていない。またそれら路面埋設式のため、摩擦・劣化などにより誤作動が生じる。したがって既存のシステムは検知器精度と信頼性に問題がある。

3. 本研究の目的

本研究は、非接触でかつ広範囲に検出できる方法として、赤外線カメラと CCD カメラを利用した画像処理による路面凍結検知システムの開発を目的とする。

4. 本研究の路面凍結検知システムの概念

図 1 に示すような路面凍結検知システムを考案した。路面が乾燥から湿潤、凍結そして湿潤になるまでを 2 つの STEP に分けた。

STEP の路面の水分検知は、本研究の赤外線カメラの取得画像は 0～255 階調の白黒画像で表示されるため、最適に乾燥路面と湿潤路面を分離できるしきい値を用いて 2 値画像を生成する。路面温度の推定は、赤外線カメラには基準温度はなく物体の相対温度差を画像で表示される。したがって、路面上に 2 種類の保冷剤を置き、それらの温度と画像輝度を線形補間し、路面温度を推定する。

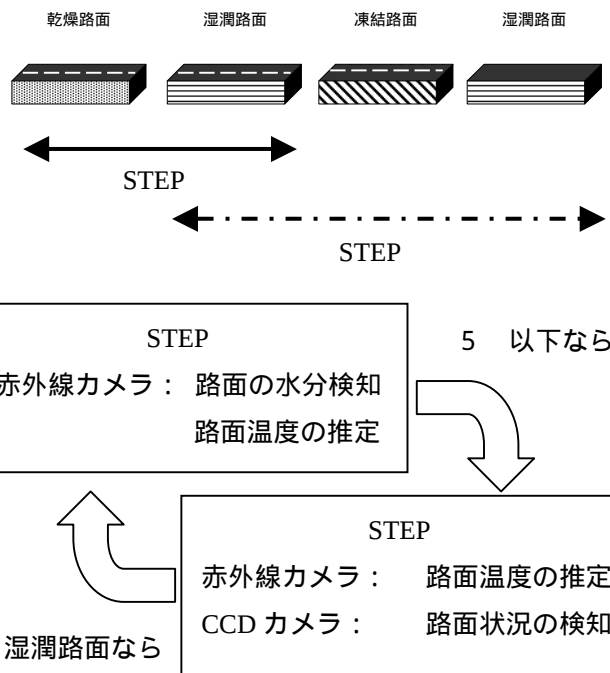


図 1 路面凍結検知システム

STEP の CCD カメラによる路面状況の検知は、背景画像固定の背景差分を行い、しきい値を用いて 2 値画像を生成する。この時のしきい値以上の PIXEL 数を X とし、これを時間微分した値が X' となる。

5. 実験結果

本システムの有用性と限界を確認するために長野県大町市で現場実験を行った。赤外線カメラの取得画像の積雪路面と凍結路面をしきい値 180 で 2 値化した画像を図 2 に示す。これより、水分検知が可能である。

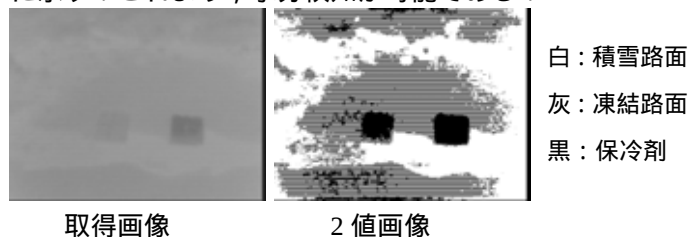


図 2 路面の水分検知

キーワード：路面凍結検知，赤外線カメラ，CCD カメラ，背景差分法，路面凍結予測

連絡先：〒273-0026 千葉県船橋市山野町 47 番地 1 Tel：047-435-6111 Fax：047-435-6140

路面温度の算出結果を図 3 に示す．実測値との差が 1.1 と推定するのに十分な精度であった．

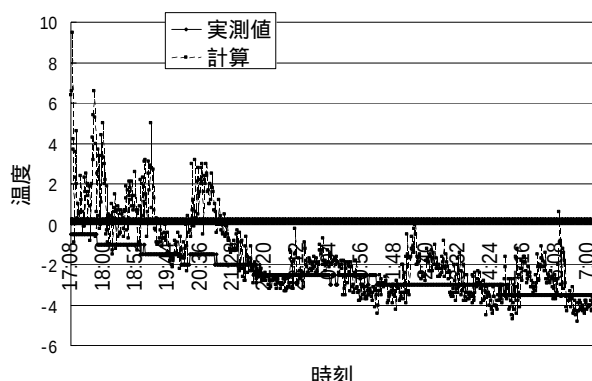


図 3 路面温度の推定

路面が湿潤から凍結へ移るときの凍結開始を検知できたので，図 4 にXの経時変化を示す．図 5 にX'の経時変化を示す．図 5 より，X'が正の最大値のとき，路面凍結が開始すると検知できる．

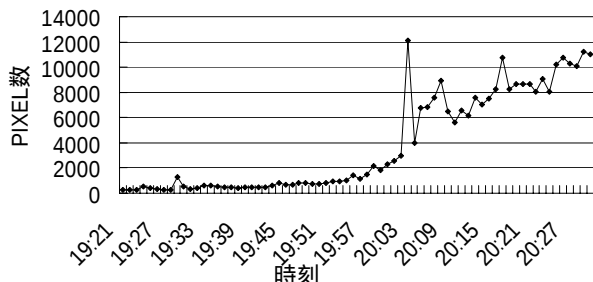


図 4 X の経時変化

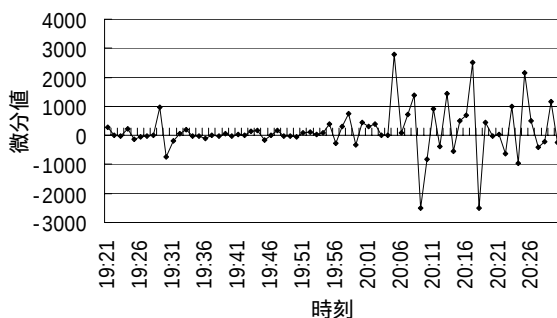


図 5 X' の経時変化

6．路面凍結予測

現場から得られたデータより，湿潤路面から凍結路面まで（背景画像：湿潤路面）と，凍結路面から湿潤路面まで（背景画像：凍結路面）の時刻と X の間には図 6 のような関係があると考えられる．

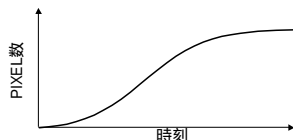


図 6 時刻と X の関係

そこで，成長曲線の 1 つであるゴンペルツ曲線（ $y = ab^{\exp(-cx)}$ ）を適用させた．湿潤路面から凍結路面間での結果を図 7 に，凍結路面から湿潤路面までの結果を図 8 に示す．これらより，成長曲線との相関が非常に強いので路面凍結予測が可能である．

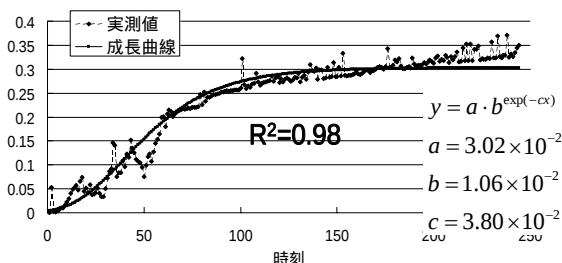


図 7 湿潤路面から凍結路面まで

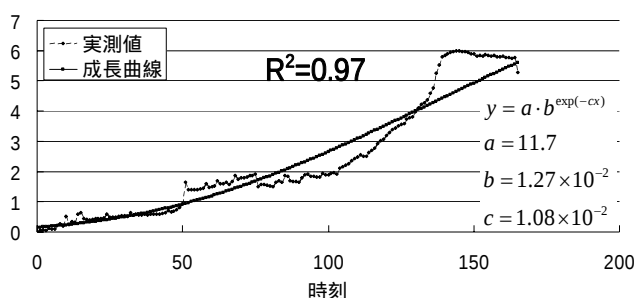


図 8 凍結路面から湿潤路面まで

7．結論

本研究の結論を以下に示す．

- (1) 実験により非接触式でかつ広範囲に検知のできる路面凍結検知システムを構築した．
- (2) 成長曲線を適用させることで路面凍結予測が可能である．

8．今後の課題

- (1) 路面凍結検知システム
 - ・リアルタイム化
 - ・しきい値の決定について検討
- (2) 路面凍結予測
 - ・成長曲線の係数の物理的意味の解明

【参考文献】

- 1) 波ら：赤外光を利用した路面凍結検知装置の開発，北海道立工業試験場報告，平成 13 年
- 2) 八木・井上：C 言語で学ぶ実線画像処理，オーム社，平成 4 年
- 3) 西村：CCD カメラ斜面監視システムによる地すべり動態観測に関する研究，長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文，平成 14 年