

除雪車オペレータ用道路付属物位置情報提供アプリの開発

(国研) 土木研究所 寒地土木研究所 寒地機械技術チーム ○山田 充
山崎 貴志

除雪車は、基本的にオペレータと助手の二人乗り体制で運用されているが、除雪グレーダは2014年以降、一人乗り仕様のみが生産となっており、今後、除雪グレーダのワンマン乗車が増加していく。本研究では、除雪車のワンマン化に向けて、低コストなオペレータ操作支援技術として、マンホールや橋梁ジョイント等の道路付属物の位置をオペレータに伝えるスマートフォンアプリを開発したので報告する。

キーワード：除雪車、オペレータ支援、道路付属物、スマートフォンアプリ

1. はじめに

現在、除雪車は基本的にオペレータと助手の二人乗り体制で運用されている。しかし、除雪グレーダに関しては、特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（オフロード法）¹⁾の2014年規制に併せて、転倒時保護構造（ROPS）を有する一人乗り運転室のみの製造となっている。そのため、除雪グレーダの更新に伴い、一人乗り（ワンマン）運用が増加していく（図-1）。また、将来的に労働者人口が減少することが予想されており、そのような社会的背景からも今後、除雪車のワンマン化が求められる。しかし、ワンマン運用では、主に助手が行っていた周辺安全確認などをオペレータが行うこととなり、オペレータの負担増加が懸念される。また、熟練オペレータの高齢化、引退により、今後、非熟練オペレータのワンマン運用が増加すると想定される。

除雪グレーダによる除雪施工では、橋梁ジョイントやマンホールなどの道路付属物を損傷させないように、ブレードの回避操作を行う必要がある。一般に、除雪施工の請負者は、無雪期に道路付属物の場所を予め調査する。調査結果を基に、除雪車のオペレータは積雪で隠れた道路付属物を回避して除雪施工を行っている。しかし、ワンマン運用では、主に助手が行っていた周辺安全確認もすべてオペレータが行わなければならないため、道路付属物回避を失念してしまうことや、逆に道路付属物を注意するあまり周辺安全確認がおろそかになることが懸念される。

また、橋梁ジョイントなど、長年にわたり位置が変化しない道路付属物もあり、熟練オペレータはそのような道路付属物の位置を正確に記憶しているため、的確に回避できることも多いようである。しかし、将来的には熟

練オペレータが減少していき、道路付属物の位置を正確には記憶していない非熟練オペレータが増加していくと想定される。さらに、近年の異常気象による大雪や雪害では、他工区の除雪車が支援に来る場合もあるが、他工区のオペレータは道路付属物の位置を正確には把握できていない。

そこで本研究では、低コストな除雪車のオペレータ操作支援技術として、マンホール、橋梁ジョイント等の道路付属物の位置を除雪車のオペレータに伝えるスマートフォン用の道路付属物位置情報提供アプリ（以下「アプリ」とする）を開発したので報告する。



二人乗り



一人乗り（ワンマン）

図-1 除雪グレーダの運転室内状況

2. 開発したアプリの概要

アプリは除雪グレーダを対象として開発し、Androido専用（Ver.7.0以上）とした。アプリはストア等には公開しておらず、入手希望者に個別にアプリデータを外部記憶媒体等で配布する。配布されたアプリデータはいったんPCにコピーし、PCから複数のスマートフォンへコピーインストールする。アプリ画面には地図が表示され、地図内に登録された道路付属物の位置が表示される。

「警告」ボタンを押すと運用が開始され、中心部に除雪車の現在位置及び設定された警告距離が赤色同心円で表示される（図-2）。除雪グレーダと道路付属物の間隔が設定された距離に達すると、スマートフォンは設定されたアラートを発信する。アラートは、画面点灯、バイブレーション、テキスト読み上げ、警告音から選択することができる。また、アラートは5m～500mの間で最大5段階の距離で設定することができる（図-3）。アプリはスマートフォンにインストール後、すぐに使用が可能であるが、除雪施工に用いるためには事前に道路付属物の登録作業が必要である。アプリには複数の路線を登録することが可能であり、路線毎に道路付属物を登録する。道路付属物の種類は既設で典型的な段差、グレーチング等などが用意されているが、任意の名称を設定することや、アイコンを写真等に変更することが可能である（図-4）。また、同様の作業を行うことができるPC版のソフトウェアも開発し、登録作業の作業性を向上させるようにした（図-5）。スマートフォンとPCに登録された道路付属物のデータは適宜、同期することができる。

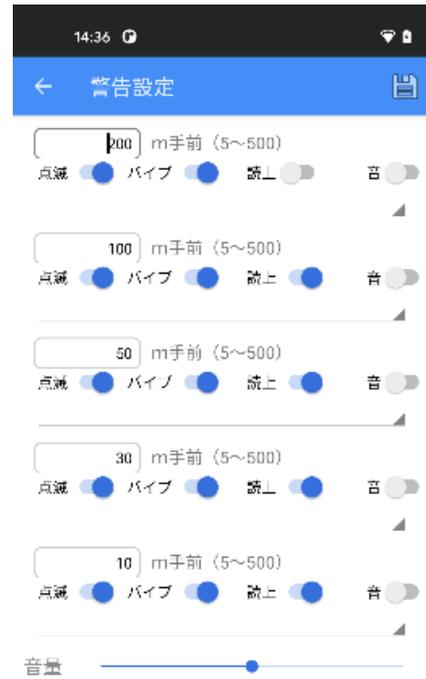
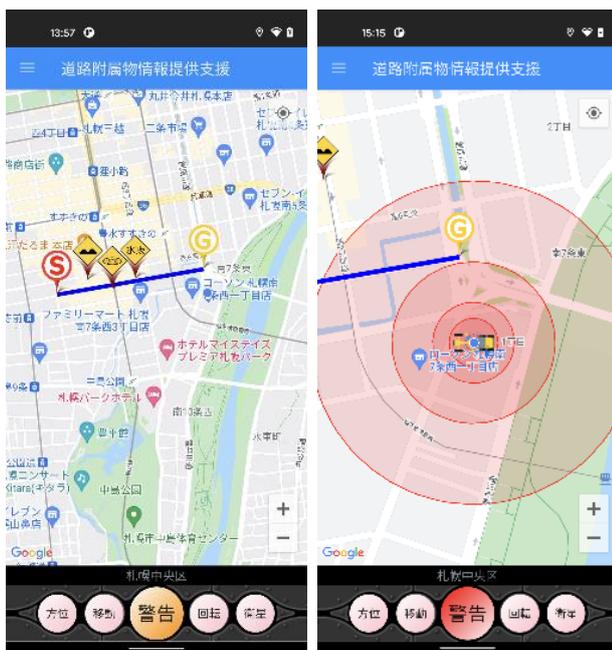


図-3 アラート設定画面



図-4 道路付属物登録画面



登録設定等作業中

運用中

図-2 アプリ画面

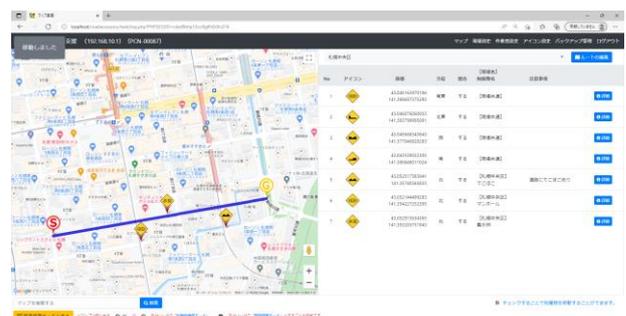


図-5 道路付属物登録画面（PC版）

3. 開発したアプリの試験除雪施工

開発したアプリを公道での実除雪施工で試験的に使用した。2022年2月21日～22日に北海道札幌市の国道5号の図-6に示す区間において、3回の除雪グレーダによる除雪施工で使用した。道路付属物は上り車線に20か所、下り車線に21か所登録した。スマートフォンは運転室内のインジケータ画面の横に設置した(図-7)。また、運転室内にドライブレコーダを設置し、アプリの動作状況及びオペレータの音声を記録した。ドライブレコーダに記録された動画より、アプリの動作の有無を確認した。また、アラートのタイミングについて、オペレータの主観評価を行った。オペレータは除雪施工しながら、アラートのタイミングについて適正、早い、遅いをコメント発声し、ドライブレコーダの動画よりコメントの集計を行った。なお、試験は1名のオペレータ(32歳、男性、除雪車オペレータ歴10年)で実施した。アプリの使用状況を図-8に示す。

アプリの動作状況及びオペレータの主観評価の結果を表-1に示す。表-1より、3回の除雪施工で通過した道路付属物は合計106か所であり、全ての登録された道路付属物通過時にアプリはアラートを発信した。また、半数近い47か所の道路付属物でオペレータはアラートのタイミングは適正だとコメントした。ただし、コメントが無かった箇所も45か所と同程度の数となった。除雪施工を行いながらコメントするのが困難だった可能性が考えられる。今後、アラートタイミングの評価方法について、検討する必要がある。

今回、アプリを試験的に使用をした除雪工区は、高架下を比較的多く含む工区だったが、すべての登録された道路付属物に対してアプリがアラートを発信した。今後、様々な環境でアプリの動作状況について調査を行う必要がある。



図-6 試験工区



図-7 スマートフォンの設置状況



図-8 アプリの使用状況

表-1 アプリ動作状況及びオペレータ主観評価結果

回	1	2	3	合計
日時	2/21 1:03 ～4:16	2/21 22:34 ～2/22 4:53	2/22 23:07 ～2/23 4:22	
道路付属物数	24	41	41	106
アラート発信	有	24	41	41
	無	0	0	0
アラートタイミング	適正	13	18	16
	早い	1	0	6
	遅い	4	1	2
	コメント無	6	22	17
備考	工区の一部を除雪			

4. まとめ

本報告では、開発した道路付属物の位置を除雪車のオペレータに伝えるスマートフォンアプリの概要説明を行った。また、公道での実除雪施工で試験的にアプリを使用し、アプリの適用性を調査した。その結果、以下のことが分かった。

- ・3回の除雪施工で合計106か所の道路付属物を通過し、開発したアプリはすべてアラートを発信した。
- ・アラートのタイミングについて、オペレータの主観評

価では、半数近くが適正と評価されたが、コメントがなかった場合も同程度あった。

必要がある。また、除雪トラックや除雪ドーザ等の走行速度の比較的速い機種へのアプリの適用性についても調査する必要がある。

5. おわりに

本研究では、除雪車の車体に特別な改造を施すことなく、スマートフォンを用意するだけで簡易に使用できる除雪車のオペレータ支援方法を提案できた。今後は、開発したアプリについて、非熟練オペレータや、他工区からの応援除雪施工を想定した道路付属物の位置を正確に把握していないオペレータに対しての有効性を調査する

謝辞：本研究を遂行するにあたり国土交通省北海道開発局に多大なるご協力を頂きました。ここに、お礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省：https://www.env.go.jp/air/car/tokutei_law.html
(2023年1月10日確認)