

7. 運搬排雪車の開発

国土交通省 東北技術事務所：山尾 昭、*伊藤 圭、
工藤 貢

1. はじめに

本報告は、除排雪作業を効率的かつ効果的に行うことを目的として、開発を進めている「運搬排雪作業用除雪機械」（「運搬排雪車」と仮称）の開発報告である。

本開発機械は今までに事例のない除雪機械であるが、今般、試作機を製作、性能確認試験を実施し、基本技術の確認を得たことから、現在までの成果と今後の課題について報告する。

2. 開発目的

寒冷地における冬季道路の交通確保は極めて重要であるため、除雪機械を用いた除雪作業が行われている。このうち道路外への投雪が出来ず歩道境界に十分な堆雪幅が無い箇所では、ある程度路側に堆雪させた後、ロータリ除雪車でダンプトラック等に積み込む運搬排雪作業を行っている。

この作業は除雪効率が悪く、交通規制も伴うことから交通渋滞の一因となり頻繁な作業が出来ない。また、歩道等に雪堤を形成している場合もあり、歩行者に支障を与えることがある。

これらを踏まえ、除排雪作業を効率的かつ効果的に行うための運搬排雪作業用除雪機械及び工法等について開発・検討を行うものである。



写真－1 従来の運搬排雪作業

3. 開発計画

本開発は、平成11年度から平成13年度までの3ヶ年計画で、表－1の計画により開発を進めている。

表－1 開発計画

| | |
|--------|---|
| 平成11年度 | 運搬排雪を要する道路条件の整理 除排雪システムの検討 除雪機械設計条件の設定および装置の試作・試験 |
| 平成12年度 | 雪堤の形成を低減する除雪作業の検討 詳細設計 試作機製作 性能試験 |
| 平成13年度 | 試作機改良 現場適応性試験 施工マニュアル（案）の提案 とりまとめ |

3. 開発概要

3.1 運搬排雪を要する道路条件の整理

検討を進めるにあたり、運搬排雪を要する道路条件を整理した。その結果、路外への排雪ができない立体交差部や家屋連担地域の堆雪帯の確保が困難な場所で、運搬排雪が必要となっている。また、東北地方整備局管内における運搬排雪作業が必要な立体交差橋梁222橋の内、橋長100m以下の橋梁が全体の78%を占めるという結果が得られた。

また、堆雪帯が設置されていない箇所では歩道部が堆雪帯となっており、歩行者に負担がかかっている事例も確認された。

3.2 除排雪システムの検討

運搬排雪が必要な箇所でも適用可能な除排雪システムの検討を行った結果、施工コスト等において消融雪施設と比較し機械除雪が有効という結果が得られた。そこで、従来の機械除雪工法の得失を表2のとおり整理した。その結果、従来の機械除雪工法では以下に掲げる課題から作業の効率化、交通障害の低減、経済性等の課題について抜本的な解決が図ることが出来ないため、新たな運搬排雪用機械の開発を行う必要性を確認した。

表-2 従来工法の得失

| 除雪工法 | 長 所 | 短 所 |
|---------------------------------------|---|--|
| ロータリ除雪車と ダンプトラック 〈作業速度:0.5km/h〉 | <ul style="list-style-type: none"> ・ダンプトラックへの積み込み時間が短い ・汎用性のあるダンプトラックを活用できる | <ul style="list-style-type: none"> ・作業に二車線程度を要する ・ダンプトラックを必要とするため迅速且つ容易な作業が行えない ・長時間の通行規制（片側交互通行、通行止め）が必要 ・一般車両や歩行者の誘導が必要 ・雪捨て場までの距離に応じたダンプトラックの台数が必要 ・ロータリ除雪車の回送速度が遅い |
| 一車線ローダと ダンプトラック 〈作業速度:1~2km/h〉 | <ul style="list-style-type: none"> ・1車線積み込みが可能 ・連続的な施工が可能 | <ul style="list-style-type: none"> ・専用車であるため稼働機会が少なく、経済性に課題がある ・一般車両や歩行者の誘導が必要 ・雪捨て場までの距離に応じたダンプトラックの台数が必要 ・一車線ローダの回送速度が遅い |

●従来の機械除雪工法の課題

- ① 作業に二車線程度を要する（ロータリ除雪車とダンプトラック）
- ② ダンプトラックを必要とするため即応性が無い
- ③ 専用車であるため稼働機会が少なく、経済性に課題がある（一車線ローダとダンプトラック）
- ④ ロータリ除雪車、一車線ローダとも回送速度が遅い

3.3 除雪機械開発条件の設定

条件設定にあたって、前述の検討結果から運搬排雪作業が必要な立体交差橋梁に着目すると、橋梁の実態調査から延長100m程度の除排雪作業の能力を持たせることができれば、約8割の橋梁で対応可能となることが判る。また、除排雪回数を多くすることにより、大きな雪堤を形成させないという工法が考えられる。

よって、開発条件として、次のとおり整理した。

| | |
|-------|---|
| ①基本条件 | 開発目標：従来型運搬排雪作業の頻度を減少させ、交通障害の低減を図る |
| ②絶対条件 | <p>基 本：雪堤が大きく成長する前の段階の除雪作業を行う</p> <p>対 象：路肩又は歩車道間の堆雪帯の比較的小規模な雪堤とする</p> <p>施 工 法：1車線のみ占有で除排雪作業が可能な工法とする</p> <p>開発機械：除雪機械の有効利用のため、専用機械とはせず、従来型除雪機械の発展型とする</p> |
| ③必要条件 | <p>能 力：延長100m程度の除排雪が可能なものとする</p> <p>排雪方式：1車線のみで作業が可能とするため自車積込方式とする</p> <p>機械構造：開発コストを抑えるため、可能な限り既存技術を利用する</p> |

3.4 開発機械の構想

前述の開発条件を踏まえ、一台のみでの作業を可能とする除雪トラックベースの機械を構想（以下「運搬排雪車」と仮称）し検討を行った。検討の結果、基本構造として除雪トラックの側方にロータリ装置を配し、動力確保の問題からリフトコンベヤ装置と車両上部の水平コンベヤにて後部ベッセルに積み込む構造とした。運搬排雪車の想定される得失について整理すると表-3のとおりとなり、前述した課題の解決が図られる。

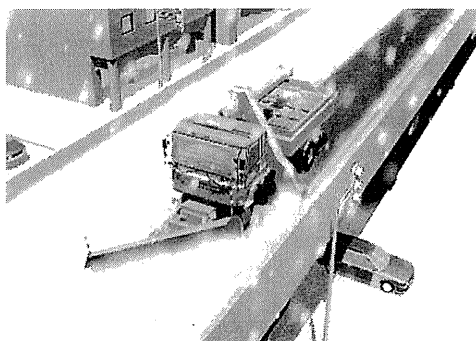


図-1 運搬排雪車イメージ

表-3 運搬排雪車の想定される得失

| 除雪工法 | 長 所 | 短 所 |
|------------------------------------|--|--|
| <p>運搬排雪車</p> <p>〈作業速度:1~5km/h〉</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・1車線積み込みが可能 ・除雪トラックの多機能化で、稼働機会が多く、除雪車を有効活用できる ・回送速度が速い ・ダンプトラックが不要であるため迅速且つ容易に作業が可能 | <ul style="list-style-type: none"> ・ベッセルが雪で満杯になると捨てない限り積み込めない |

3.6 設計・製作

上記の開発基本条件等を踏まえ、運搬排雪車の試作機の設計・製作を行った。

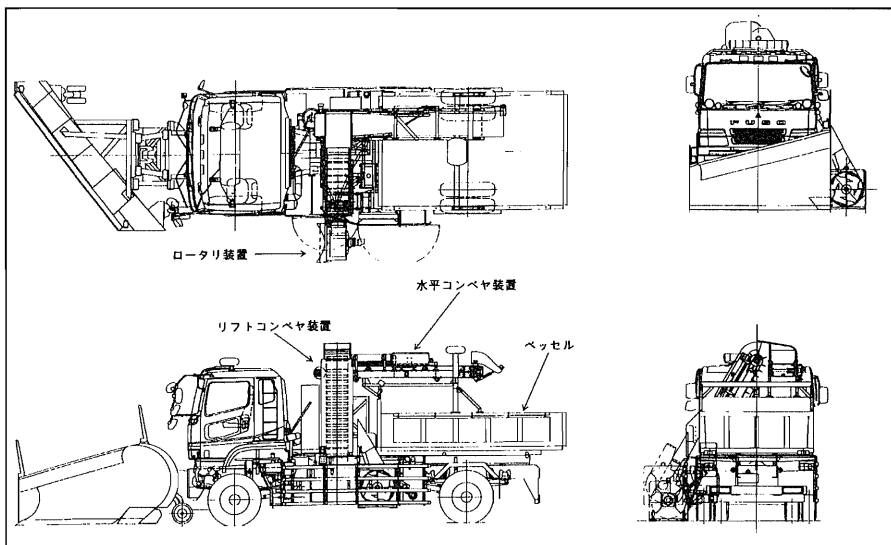


図-2 運搬排雪車4面図

表-4 運搬排雪車主要仕様

| | | |
|----------|---|--|
| ベース車両 | 除雪トラック 10t 4×4 AT(低速走行用副変速機付) | |
| 全長×全幅×全高 | 11,230×3,630×3,750(作業時) | |
| 車両総質量 | 18,900kg | |
| 運搬排雪装置 | ロータリ装置 | ワンステージロータリ式、除雪幅800mm×除雪高800mm、除雪能力550m ³ /h |
| | リフトコンベヤ装置 | 搬送速度450m/min、ベルト幅450mm、帆布入りゴム製エンドレスベルト(棧付) |
| | 水平コンベヤ装置 | 搬送速度220m/min、ベルト幅450mm、帆布入りゴム製エンドレスベルト(棧付) |
| | ベッセル | 積載量4,900kg、9.8m ³ (雪密度0.5)、後方ダンプ |
| | 動力 | 車両からのPTO出力 |
| 作業速度 | プラウ作業時：通常の除雪トラックと同様 運搬排雪作業時：1～5 km/h程度 | |



写真-2 運搬排雪車

3.7 試作機の性能確認試験

試作機の性能確認及び問題点等を抽出するため性能確認試験を行った。試験は、最大除雪量、積込状況について行った。その結果、表-5のとおり想定した性能を確認できた。

しかし、積み込み状況については、水平コンベヤ下部、ベッセル左後部における積み込み量が比較的小さいことが判明した。また、走行に要する動力に比べ作業に要する動力が小さいため、除雪負荷の増加によるエンジン回転数の低下等の情報が得られず、許容作業速度を超えてしまいシュート詰まり等を起こすといった課題も抽出された。

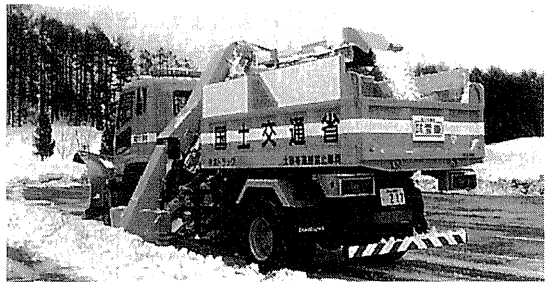


写真-3 性能確認試験状況

表-5 試験結果

| 試験項目 | 設計値 | 試験値 | 備考 |
|--------------------------|-----|---------|--------------------------|
| 最大除雪量(m ³ /h) | 550 | 619 | 設計値比: 1.13 |
| 積込量(m ³) | 9.8 | 7.7 | 積載率79%、新雪除雪後のウインドロー96m相当 |
| 作業速度(km/h) | 1~5 | 1.3~5.8 | |

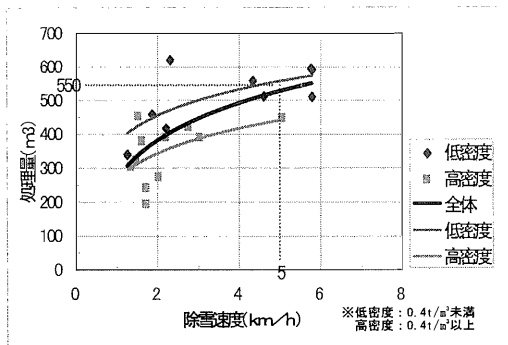


図-3 性能曲線図

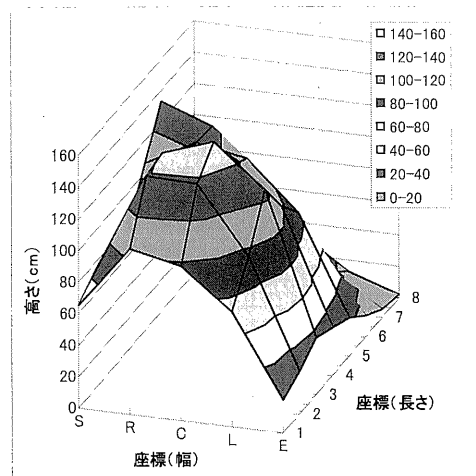


図-5 積み込み状態図

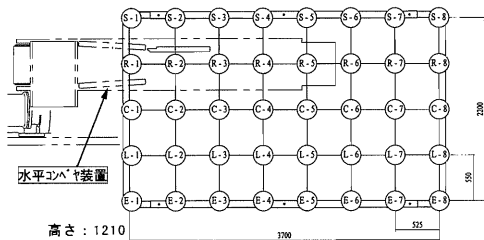


図-4 ベッセル座標図

3.8 今後の課題と対応策

試作機の性能確認試験結果から、実用化へ向け、表-6に示す課題が抽出された。

また、本開発機械の除雪対象は「路肩又は歩車道間の堆雪帯の比較的小規模な雪堤」としているが、次に列挙する特長から「歩道除雪（歩車道境界に植栽等が無い場合）」、「トンネル抗口の吹き込み雪の除雪」等における適応が考えられるため、これらの適応性についても把握していくこととしている。

開発機械の特徴

- ①車両側方にロータリ装置を配している。
- ②1車線積み込みが可能である。
- ③ダンプトラックが不要であるため迅速且つ容易に作業が可能。
- ④ウインドローや雪堤を直接自車バッセルに積み込みが出来る。

表-6 今後の課題と対応策

| | 課 題 | 対 応 策 |
|---|-------------------------------------|--|
| ① | ワンステージ式ロータリ装置を採用しているため、硬い雪質等への対応が困難 | オーガの装備、高出力P T Oの採用、ツーステージ化に対応する懸架構造を検討する。 |
| ② | 早期圧雪化等に対応可能とするため、トラックグレーダが必要である | 装着スペースを確保するため、ロングホイールベースシャーシの採用を検討する。また、プラウとトラックグレーダを共に装着した場合、車両重量の制限から、積載量が確保できなくなるため、簡易着脱式プラウによる対応を検討する。 |
| ③ | オペレータが除雪負荷増減を把握できないため、作業速度の制御が困難である | 除雪負荷をオペレータに知らせる機能付加の検討をする。(エンジン回転低下アラーム機能、自動制御機能の付加等) |
| ④ | 現状でバッセル積込量が8割程度であるため、均一な積み込みが必要である | スクレーバ構造や積み込み制御方法を検討する。 |
| ⑤ | 想定（許容積載量）以上の除雪延長に対応する必要がある | 中継コンベヤ装置等により、後方に配したダンプトラックへの積み込み（1車線）による連続作業対応の検討を進める。 |
| ⑥ | 作業速度が遅いため、交通処理対策が必要である | 標識装置の搭載等による対応を検討する。 |

4. まとめ

本開発機械の運搬排雪車は、今までに事例のない機械であるが、性能確認試験から基本技術については確立できたものとする。

しかし、幾つかの課題が抽出されていることから、今年度はこれらの課題について解決を図っていくとともに、現場適応性試験を実施し、実用化にこぎつけたいと考えている。また、あわせて運搬排雪車導入における運用計画の設定や施工方法を示す施工マニュアルを取りまとめることとしている。