

「安全性」「快適性」「機能性向上」を追求した 不整地運搬車

IC75-5/IC100-5

石山 賢治

不整地運搬車における現場は軟弱地や凹凸の多い悪路走行等、過酷で危険な環境化下にあり、オペレータにストレスを強いることになる。ユーザーからは従来機に対してより一層の改善を求められていた。「安全性」「快適性」「機能性」を従来機より大幅に見直したIC75-5（積載荷重7,500 kg）/IC100-5（積載荷重10,000 kg）（「IC75-5/IC100-5」は同様の特徴・機能をもって開発したため、特記ない限り以下は合わせて「本開発機」という）について解説する。

キーワード：不整地運搬車、電気制御、低重心、荷台計量機能、テレマティクス

1. はじめに

不整地運搬車は、タイヤ式の車両が侵入できない様な不整地や軟弱地での使用を目的として設計されており、圃場整備、河川改修、林道工事、土地造成等の土木工事現場で土砂運搬や資材運搬に使用されている。近年においては、東日本大震災を始めとした大規模震災、豪雨災害、大型台風被害等の大規模な自然災害時の復旧作業においても、悪路での土砂や資材運搬で重要な役割を果たしている。不整地運搬車における使用環境・路面状況は現場によって様々であり、多様な環境下においても損傷することなく性能を発揮することが求められる。また、搭乗するオペレータに対しては、振動や転倒リスクなど大きな負担を強いることになり、不整地運搬車には多様な環境に対応しつつオペレータの負担を軽減する為の「安全性」や「快適性」が求められる。本開発機ではさらに使い勝手を良くするため「機能性の向上」を目指し、不整地運搬車のユーザーニーズに応えるべく開発を行ったものである。

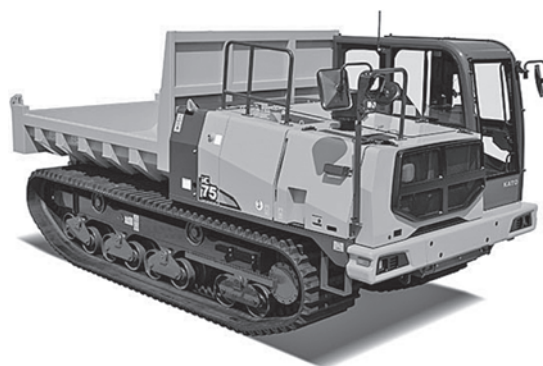
2. 本開発機 概要

「IC75-5」（以下、「積載荷重7,500 kg 開発機」という、写真—1）は従来機種の積載荷重6,500 kgから7,500 kgにアップした。電気制御を採用することにより最適なエンジン出力で基本性能を達成させた。

「IC100-5」（以下、「積載荷重10,000 kg 開発機」という、写真—2）は、コンパクトなボディながらも積載荷重を10,000 kgとし、ユーザーニーズに応える車

格とした。「積載荷重7,500 kg 開発機」と同様に電気制御を採用することにより、最適なエンジン出力で基本性能を達成させた。

エンジンは両機種共に国内特定特殊自動車排出ガス2014年基準、アメリカ排ガス規制EPA_Tier4、欧州



写真—1 積載荷重7,500 kg 開発機



写真—2 積載荷重10,000 kg 開発機

排ガス規制 Stage V に対応したエンジンを搭載し、環境にも配慮している。

本稿では「安全性」「快適性」「機能性の向上」をコンセプトにして採用した技術や特徴について紹介する(表-1)。

(1) 低重心化

不整地運搬車を低重心化することによって得られるメリットは、車体の安定性、輸送性、オペレータの疲労軽減、運手席への昇降性、荷台の積み込み性等が挙

げられる。上記メリットを得るために本開発機では今まで手を加えてこなかった足回りのフレーム構造や、キャビンの搭載構造を見直しして低重心化を実現した。足回りの見直しでは従来機の足回りフレームが正方形の角管断面であったのに対し、本開発機では扁平形状の断面に変更させつつ強度を見直した。また、ローラーの直径を小さくすることにより、クローラの厚みを従来機より85 mm(積載荷重7,500 kg 開発機)低く抑えることができた(図-1)。さらに、足回り以外では各部の厚みを減らして荷台の設置高さを下げるなどして、トータルとしては車体全体の重心高さを従来比で110 mm(積載荷重7,500 kg 開発機)下げることができた。重心が下がって機体の安定が増すことにより機体全体の振れが小さくなりオペレータに安心感を与えることができる(図-2)。

全高では積載荷重7,500 kg 開発機は2,620 mm、積載荷重10,000 kg 開発機は2,690 mmであり、輸送トラックの荷台高さが1,000 mmでも一般的な輸送制限高さ3,800 mmを超えることなく輸送を可能とした。

キャビンの搭載構造においては、従来機では床面フレームがあり、その上にキャビンが乗る構造だったが、本開発機では床面一体構造のキャビンを採用し、後方のマウントを上方に持つことで床下をフラットにすることができ、床面フレーム分低くレイアウトすることで、従来機比で145 mm床面を下げるこ

表-1 諸元表

		積載荷重 7,500 kg 開発機	積載荷重 10,000 kg 開発機
積載荷重		7,500 kg	10,000 kg
機械質量		9,760 kg	11,570 kg
走行速度	低速	0 ~ 8.0 km/h	0 ~ 8.0 km/h
	高速	0 ~ 12.0 km/h	0 ~ 12.0 km/h
エンジン	モデル名 型式	クボタ V5009	カミンズ QSB6.7
	定格出力	140 kW/2,200 min ⁻¹ (190.3 ps/2,200 rpm)	191 kW/2,000 min ⁻¹ (260 ps/2,000 rpm)
	総排気量	5.01 L	6.7 L
	燃料方式	直噴式ターボ ディーゼル	直噴式ターボ ディーゼル
燃料タンク容量		312 L	312 L
尿素水タンク容量		40 L	46.3 L
最低地上高		560 mm	580 mm
接地圧	空車時	21.9 kPa (0.22 kgf/cm ²)	28.1 kPa (0.28 kgf/cm ²)
	積載時	38.5 kPa (0.39 kgf/cm ²)	52.3 kPa (0.53 kgf/cm ²)
荷台容量	山積	4.3 m ²	5.6 m ²
	平積	2.68 m ²	4.0 m ²
標準荷台タイプ		舟形後方開き	舟形後方開き
走行駆動方式		HST	HST
変速方式		2速走行モータ	2速走行モータ
制御方式		電気式	電気式
HST 設定圧力		40.0 MPa (408 kgf/cm ²)	40.0 MPa (408 kgf/cm ²)

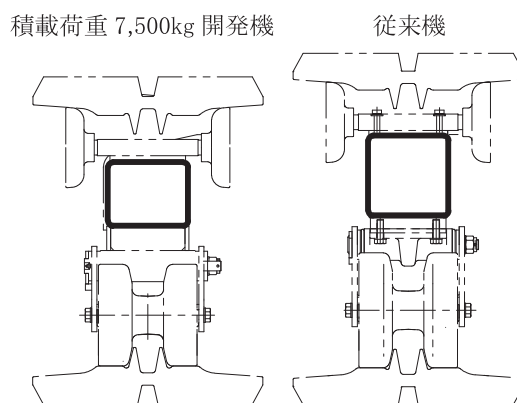


図-1 クローラ厚み 高さ比較

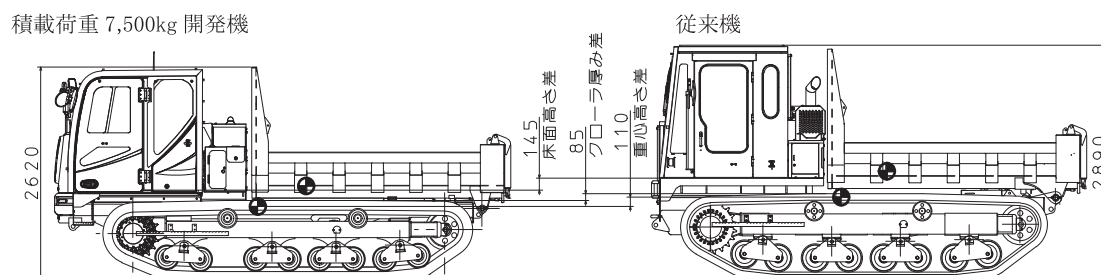


図-2 低重心化 高さ比較

とができた。以上により、キャビンへの昇降性改善のほか、オペレータの着座位置が低くなるため、車体の揺れに対してオペレータへの揺れの振幅量や加速度が緩和され、疲労軽減につながる。

(2) 安全性を高めた ROPS 適合 快適性を備えた 新型キャブ

従来機は角パイプを継いだ直線的なデザインに対し、本開発機では異形管曲げを採用しスタイリッシュなデザインとした。キャビン強度は車両が転倒した場合でも運転席空間が確保される ROPS 規格 (JIS-A8910) に準拠し安全性を担保している (図-3)。前述したキャビン床面一体構造により気密性が増したことに加えて、キャビンマウントにビスカスマウントを採用したことにより従来機に比べて大幅に静粛性を改善した。

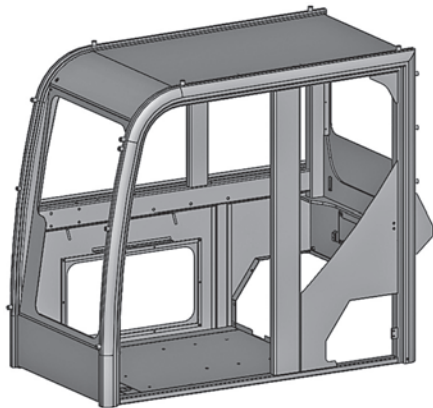


図-3 キャビン ROPS フレーム

(3) 快適性操を向上させた運転装置ポジション

走行操作方法は1本ジョイスティックで行うことができるため、旧来のメカレバー操作の様に前かがみの姿勢で操作する必要が無く、シートに深く座って体をシートに安定させた状態でレバー操作を行うことができる。またフットレスト・手すり位置を見直しシートポジションを従来機より低い位置に着座できる様にしたことにより機体の揺れに対して踏ん張りが効くようになり、より安定した操作が可能になった。

スイッチの配置は走行中に操作が必要な物は手元に配置しそれ以外のスイッチ類は天井パネルに配置するようにして操作系をシンプルにまとめた(写真-3)。

(4) 2つのカメラで後進時の死角をフォロー

バック・サイドカメラモニタを標準装備として機体の後方と右側の視界を補うことでより安全に作業を行えるようにした。



写真-3 運転室内

(5) 電子制御操作システムを採用し操作性を向上

従来機より電気制御を採用しており本開発機においても電気制御を採用している。電気制御はエンジン ECU, ジョイスティック, モニタディスプレイ, 制御コントローラが CAN ケーブルにより繋がって情報を相互に伝達しており, ジョイスティック, スイッチ, センサ等の入力情報より制御コントローラから HST ポンプやバルブをコントロールする比例ソレノイド等へ出力される。電気制御による主な機能としては、走行レバーに連動してエンジン回転をコントロールし待機時はローアイドル回転となる省エネ運転機能/エンジン負荷に応じてポンプ流量をコントロールすることでエンジンストールを防止するエンジンストール防止機能/傾斜地降坂時のスピード超過を防止するオーバーラン防止機能/走行負荷が高くなった時に自動的に1速に変速する自動変速機能等を搭載した。

(6) エンジン出力の最適化

旧来の不整地運搬車の走行操作は油圧とメカでコントロールしており、オペレータがエンジンをストールさせないようにレバー操作量を細かくコントロールしていた。そのためエンジンストールし難い様に排気量の大きいエンジンを選択していた経緯があった。本開発機では電気制御によりエンジンをストールさせずにエンジンの一番出力が出せるところで制御することができる。特に「積載荷重 7,500 kg 開発機」は従来機に対して積載荷重を 1,000 kg 増加させたにもかかわらず、走行性能を損なわない最適なエンジン出力(従来機出力比 83%)にて達成することができた。

(7) 荷台計量機能、ダンプカウント機能を追加
安全性と利便性を向上

本開発機では従来機には無かった新たな機能として荷台計量機能とダンプカウント機能を装備した。これまでは定格の積載荷重を示していてもオペレータには適量に積めているのかの目安が無いため荷台に積められるだけ積んで過積載となってしまう場合があった。

過積載は、車両の転倒等、安全性に問題が生じるとともに、車両の耐久性が低下する可能性があり、禁止事項である。

荷台計量機能は、積み込みしながら荷台の計量を行いモニタディスプレイに重量を表示し、定格の積載重量になるとホーン等で合図を出して適量に土砂が積まれたことをオペレータに知らせるようにした。計量する方法はモニタディスプレイの荷台計量ボタンを押すと荷台が僅かに浮き上がった状態となり（図-4）、起伏シリンダで荷台を支えることになるためこの時のシリンダの圧力からおおよその積載荷重を算出して表示するようにしている（図-5）。また、荷台の浮きを検出するスイッチを設けたことにより機体に積載して排土した回数をカウントアップするダンプカウント機能も搭載した。

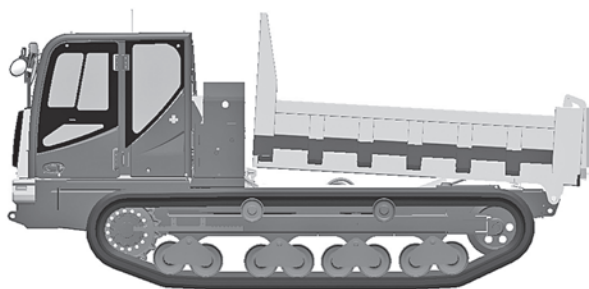


図-4 荷台計量姿勢



図-5 荷台計量時 モニタディスプレイ画面

(8) テレマティクス装置の搭載

本開発機ではテレマティクスシステムを国内標準装備とし、機体の位置情報と CAN-bus より得られる機体情報をクラウドサーバにアップしてインターネット上で稼働状況を管理できるようにしている。本機能はレンタルオーナー向けにも提供し、所有機の位置情報やエラー発生状況確認等の機体管理にも役立てることができる。

また、前述した荷台積載計量した値とダンプカウントの値の情報もクラウドサーバにアップされ、リアルタイムで出来高をモニタすることができるため土木現場の ICT 化の一つとして活用できると期待できる（図-6）。

(9) ロワローラー不等配置による耐久性の向上

従来機はロワローラーの揺動支点を均等配置していたが、積載した状態の機体重心は後方に偏るため三番目の揺動ピンに大きく負担が掛かり、ロワローラーの破損やピン・ブッシュがかじってしまうことがあった。本開発機では二番目と三番目の揺動ピンを後方に寄せて配置することにより、積載時の重量を均等に分配することで、ロワローラー・ピン・ブッシュの耐久性を向上させた（図-7）。

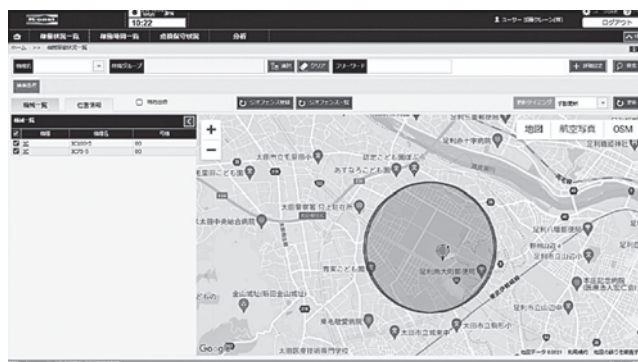


図-6 テレマティクス画面

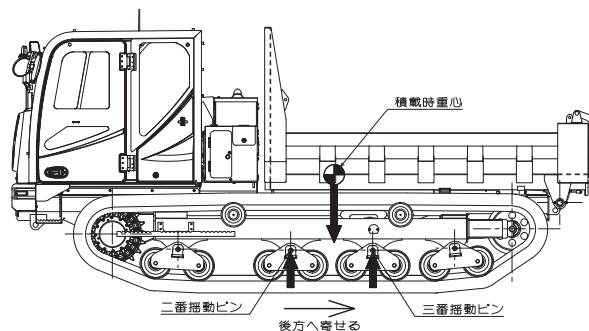


図-7 ロワローラー不等配置

(10) メンテナンス性の向上

不整地運搬車は砂埃を巻き上げて走ることが多くラジエータ前面やエンジンルームは汚れやすいため、定期的に点検清掃を行う必要がある。本開発機ではフロントカバーやエンジンハッチの開口を大きく開くようにして日々の点検整備・清掃を行いやすくした。また、エンジンの吸気にプレクリーナを標準装備し、フィルタの清掃サイクルを延長させている（写真－4）。



写真－4 カバー開き時

3. おわりに

不整地運搬車はタイヤ式の車両が侵入できない様な不整地や軟弱地の現場で活躍する車両であるが、常に転倒等の危険にさらされている。本開発機のコネプトである「安全性」「快適性」「機能性の向上」を従来機に対してブラッシュアップし今回の開発目的を達成した。今後もユーザーの声に耳を傾け、更なる車両の進化に取り組んでいく所存である。

JCMA

【筆者紹介】

石山 賢治（いしやま けんじ）

㈱加藤製作所

開発本部 設計第4部 小型建機設計G

課長代理

