

TC型重量物運搬機の開発



林 南美*1



佐々木 和洋*2



金田 敏之*3

Developing TC-type heavy-load carrier

Nami HAYASHI*1, Kazuhiro SASAKI*2, and Toshiyuki KANEDA*3

*1 Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

*2 Chief Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

*3 Principal Researcher, Technical Center, Research and Development Center of JR EAST Group

Abstract

Signal facilities, such as electric point machines and impedance bonds, require labor-intensive transport and construction work; an area that would benefit from more efficient measures toward labor-saving. For this research, we have developed a TC-type heavy-load carrier that can be used for both transporting and construction work by a single unit within a railway construction environment. We are in the process of verifying its practicality for on-site use, since such a product would attain higher performance than by present methods.

●**Keywords:** Machine, Efficiency, Labor saving, Transportation, Maintenance

*1 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 研究員

*2 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 主幹研究員

*3 JR東日本研究開発センター テクニカルセンター 上席研究員

1. 緒言

人口が減少傾向にある昨今、鉄道工事に従事している作業員も減少傾向にあり、今後はより少ない作業員で設備の施工等を行わなければならない。現状、信号設備の施工は人力で行っていることが多く(図1)、特に苦慮している電気転てつ機やインピーダンスボンド等の重量物の運搬や交換作業については、機械技術の導入による効率化および省力化が強く求められている。

本課題の対策として、カナダ製のクローラー式運搬台車をベースとしたTC型重量物運搬機(以下、運搬機)を開発した(図2)。本機は、バッテリー駆動のため排気ガスや騒音の発生がなく、傾斜地や段差がある環境でも走行が可能である他、治具を使用することでバラスト上走行、オンレール上走行、レール横断が可能であるため、鉄道工事環境下での施工に有効である。

開発品の検証試験を行った結果、現状の人力方式に比べ、運搬機を用いた方式は作業全体で約45%の人工削減が見込めることを確認したため、今後は実導入に向けた更なる検証を行っていく。



図1 現状の人力方式



図2 TC型重量物運搬機

2. 開発品の詳細

2・1 運搬機の開発

クローラー式運搬台車にクレーン装置を付加した運搬機(図3、4)を開発した。諸元を表1に示す。

運搬機のクレーン部にアウトリガーを設け、山越器と同様の門型構造としたことで、支柱とアウトリガーによる安定した吊り荷作業を

実現した。機体寸法は、車両限界やトラックへの積載時に道路交通法を支障しない寸法とし、機体総質量は、既製品のトロ台車やトラックに積載が可能な1.0t未満とした。クレーン操作は、関連する規程類を調査し、免許や資格が不要な吊上荷重500kg未満をめざした。ブームの旋回や張り出し操作については、誤操作防止のため手動方式とした。クレーンの構造上、機体後方の領域は、台車やアウトリガーがアンカーとして機能しないため、支柱を中心とした機体前方180°の範囲を作業範囲とし、クレーンが機体後方に旋回できないようにした。チェーンの巻上方式については、電動式で検討と試作を行ったが、動力用バッテリーを搭載することで大幅な取付けスペースを要し、質量増となることから、乱巻きや電装系等の故障リスク回避を考慮した手動のチェーンブロックを採用した。また、レール間中心位置から転てつ機等の既設品の交換作業が行えるよう、ブームの最大作業範囲は2,000mmとした。その他、作業時の安全性確保のため、ブームとアウトリガーには作業の確定位置で固定するロック機構と、プレントロリにはロック機構に加えて指挟み防止ガードを設けた。



図3 クレーン部の名称 (機体正面)

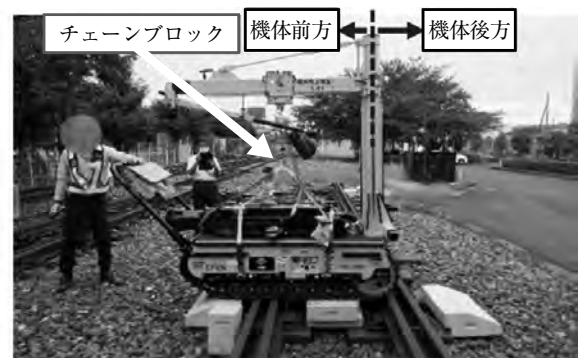


図4 クレーン部の名称 (機体側面)

表1 運搬機の諸元

項目	諸元	特徴
機体寸法	1,981mm×1,011mm×2,196mm	車両限界やトラック積載時に道路交通法を支障しない寸法とした
機器総質量	783kg	既製品のトロ台車やトラックへの積載が可能な質量とした
積載重量	平地 800kg 傾斜 500kg	NS形電気転てつ機、インピーダンスボンド等の積載が可能
最大登坂斜度	30°	傾斜のバラスト登坂やレール横断が可能
連続運転時間	1.0h(平地・無負荷時)	バッテリー駆動のため排気ガスや騒音の発生がない
移動速度	高速 50m/min 低速 6.7m/min	リモコンによる操作で速度調整が可能
バッテリー充電時間	8.5h	本体バッテリーゲージで残量確認が可能 万が一バッテリーが切れた場合は、発動発電機 (AC100V) により充電が可能
クレーン部	最大吊上荷重	400kg 操作に免許や資格が不要な最大吊上荷重とした
	最大作業範囲	2,000mm レール中心位置から既設品の交換作業が可能な範囲とした

2・2 異常時における対処法

運搬機が故障等で走行不能な状態になった場合を想定し、異常時の対処法を検討した。

運搬機の構造として、2つの制御ユニット(インバータ)が左右それぞれのモータを制御しているため、片側クローラー停止または両側クローラー停止の二通りの走行異常が想定される。この分析を踏まえ、片側が故障した状態と両側が同時に故障した状態を想定した故障模擬試験を行い、建築限界外への搬出方法について考案した。

(1) 片側クローラー停止時の搬出

片側クローラーが停止した場合は、反対側モータの駆動力でクローラーが連れ回るため、低速直進走行で建築限界外へ移動させる。

(2) 両側クローラー停止時の搬出

両側クローラーが停止して完全に機体が動かなくなった場合は、クレーンのブームを付属工具(スパナ、六角レンチ)により分解した後、重量物を積載したままの運搬機を山越器にて搬出させる(図5、6)。



図5 ブームの分解



図6 山越器による搬出

2・3 専用トロ台車の開発

運搬機単体では、バラスト上走行にて移動が可能であるが、実際の線路沿線環境下では構造物等があるため、レール上を走行できれば短時間で効率的に移動が可能となる。そこで、オンレール上走行の方式として運搬機専用トロ台車(以下、専用トロ台車)を開発した(図7)。

重量物を積載した運搬機の最大質量は約1.6tになることから、この荷重に耐え得る2.0t軽便トロ台車の構造をベースに開発を行った。運搬機を専用トロ台車に積載(以下、オンレール化)した際に、機体全体が収まり、かつ運搬機が天板上で旋回できるよう、長手方向の寸法をベースの構造1,200mmから1,800mmまで拡大した。また、長手方向からのオンレール化による反対側車輪の浮き上がり防止機構として、転倒支点となる車軸を天板端と同様の位置まで拡大した。専用トロ台車の総重量は、作業員2名が人力で持ち運べる重量110kg(フレーム80kg、天板30kg)とした。

性能を評価するため、運搬機を積載した状態で既製品のトロ台車と同様の基本性能試験を行った結果、重量物積載試験(図8)、レール走行試験(直線、曲線、勾配、カント等)で各基本性能をクリアすることを確認した(図9~12)。

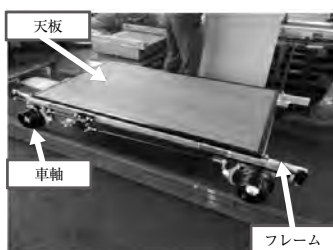


図7 専用トロ台車



図8 重量物積載試験



図9 直線



図10 曲線(R30)



図11 上り勾配



図12 直線カント(107mm相当)

2・4 専用治具および治具収容ラックの開発

運搬機のオンレール化(図13)、レール横断(図14)、アウトリガーの嵩上げが必要な場合において使用する専用治具を開発した(図15)。

専用治具は、既製品の踏切マットで実績があり、軽量かつ耐久性の高い材料(発泡剤を熱溶着させた材料)を採用した。専用治具は3組に分かれているため、その忘れ物防止対策として、専用トロ台車に取り付け可能な治具収容ラック(以下、収容ラック)を開発した(図16)。

収容ラックは、軽量化のためアルミ材を採用した他、専用トロ台車から取り外して反転させることで、作業員がオンレール状態で運搬機を操作する際の足場としても使用可能な構造とした(図17)。



図13 オンレール化



図14 レール横断



図15 アウトリガーの嵩上げ



図16 治具収容ラック



図17 作業員足場

3. 作業人工の検証試験

NS形電気転てつ機の交換作業において、現状の人力方式（作業員4名、既製品のトロ台車と山越器を使用）と運搬機を使用した方式（作業員2名、開発品一式を使用）で作業人工がどの程度変化したかを比較検証した。試験経路（図18）の通り、門扉からの搬入と設置箇所への運搬から、交換した撤去品を搬出するまでの一連の作業において、作業人数および作業時間を測定した。

試験の結果、人力方式では4名で運搬（搬入、搬出の合計時間）約17分、交換作業約7分という結果に対し、運搬機を使用した方式では2名で運搬約10分、交換作業約16分（開発品の操作説明に要した時間を除く）という結果となり、運搬に関しては約70%の人工削減、作業全体では約45%の人工削減が実現できた。交換作業については、作業員が運搬機の操作に慣れることで、作業時間の短縮が見込める。

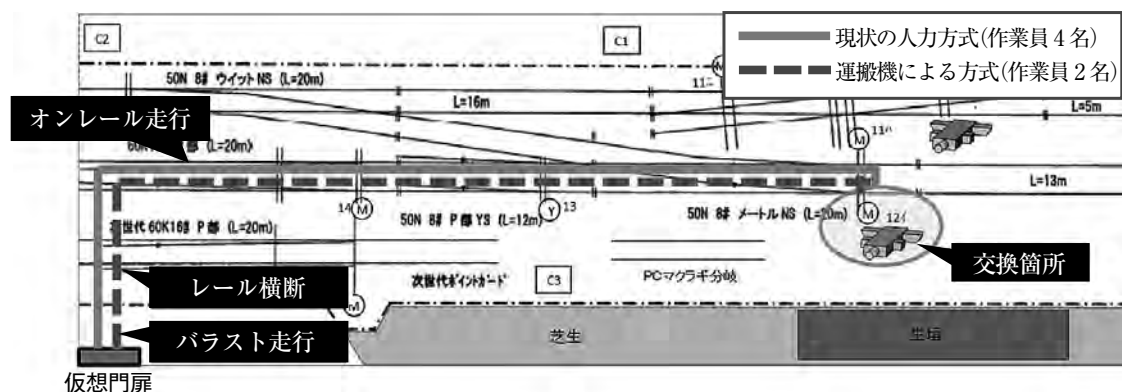


図18 試験経路

4. 結言

検証試験の結果から、開発品を用いた作業は、現状の人力方式より高い性能を有することが確認できた。今後は、開発品を実際の設備交換工事等に活用し、営業線における性能を評価していくとともに、活用用途や実運用方法を検討する。