※記事・写真等は、（一社）日本建設機械施工協会の
許諾を得て転載しています。
記事、画像等の無断転載は一切お断りします。

※平成２９年度建設施工と建設機械シンポジウム
（（一社）日本建設機械施工協会）

道路啓開時における路上車両移動技術について

国土交通省　関東地方整備局　関東技術事務所　○ 松岡　良介
国土交通省　関東地方整備局　関東技術事務所　　島崎　浩志
国土交通省　関東地方整備局　関東技術事務所　　長山　真一

１．はじめに

首都圏での大規模災害の発生時には、多くの人的・物的被害や国全体の経済被害は甚大なものとなると予想される。

発災時には、被災地内の多くの道路において、大渋滞や放置車両による通行阻害が懸念されるため、人命救助や支援物資輸送のための緊急通行車両をいち早く通行させるために道路啓開を迅速かつ効率的に行うことが必要不可欠である。

迅速な道路啓開に向けた放置対策車両対策等の強化を図るための措置として、平成２６年１１月２１日に施行された災害対策基本法の一部を改正する法律では、首都直下地震をはじめとする災害発生時に道路管理者が放置車両・立ち往生車両の移動・撤去を行うことが可能となった。

関東地方整備局では、首都圏での大規模災害発生時に全国各地からのアクセスが可能となるよう、放射道路を活用し、都心に向けた八方向（八方位）毎に優先啓開ルートを設定し、郊外から一斉に道路啓開を実施する首都直下地震道路啓開計画を策定した。

本報告では、過年度に引き続き平成２８年度に行った迅速な道路啓開に用いる試作機の設計・製作・検証結果について紹介する。

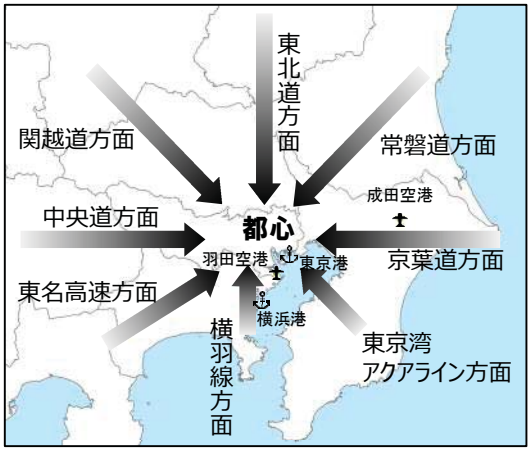

図-1　首都直下地震に備えた八方向からの道路啓開

２．車両移動技術について

2.1　車両移動機材の種類

既存の車両移動技術は、以下のようなものがある。

①レッカー車

乗用車から大型車までを対象とした特殊車両で、けん引以外にもクレーン装置による吊り上げや油圧装置での持ち上げ、ウインチの巻き上げなど、車両を対象とした様々な機能がある。

写真-1　レッカー車（大型・中型・小型）

②フォークリフト

通常は荷役作業を行う機械であるが、乗用車を横向きに持ち上げ、移動することが可能である。

写真-2　フォークリフトによる乗用車の持ち上げ作業

③ホイールローダ

フォークアタッチメントを装着することで、フォークリフトと同様に乗用車を横から持ち上げて移動することができる。

写真-3　ホイールローダによる乗用車の持ち上げ作業

④車両移動用ジャッキ

乗用車のタイヤ４輪をキャスター車輪で持ち上げ、数人の手押し作業で移動を行う装置である。小型軽量でレバー操作のみのため、複数準備しておくことで同時作業が可能となる。

写真-4　車両移動用ジャッキによる乗用車の移動作業

⑤クレーン装置

ラフテレーンクレーンやクレーン付トラック、クレーン機能付油圧ショベルなどの機械で車両を吊り上げて移動することが可能である。

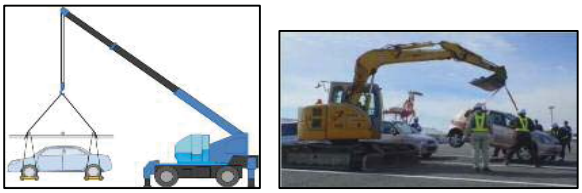

写真-5　クレーン装置による乗用車の吊り上げ作業

⑥けん引装置・けん引台車

被けん引車の前輪などを持ち上げて固定することで、車両移動が可能となる。

写真-6　けん引装置による乗用車のけん引作業

2.2　車両移動用機器の開発対象

東京都内の直轄道路における常時観測データ（平成２６年度）によると、通行量が最も多い車種は、小型貨物車で４４％、次に乗用車４１％、中型・大型貨物は１４％、バスが１％という比率であった。貨物車やバスなどの大型車両に対応できるのは専用会社の大型レッカーのみである。乗用車は、比較的移動が容易であり、被災状況を鑑みて移動対象となる台数の多い小型貨物車と乗用車から小型トラック（２～３ｔ積み）を試作機の開発対象とした。

３．小型トラック用車両移動用機器の設計・試作

3.1　経緯

平成２７年度に試作した小型トラック用車両移動機器は、全体重量が９００ｋｇ以上、分割重量で１００ｋｇを超える部品が複数あるという規模で、組立・準備時間に約１時間を要するため、小型・軽量化、作業時間の短縮を目的とした第２試作機の設計・試作を行うこととした。

写真-7　平成２７年度の試作機

3.2　設計の条件

開発対象の小型トラックは、運転席が広いワイドキャブや後席があるダブルキャブなど運転室に様々な規格があるうえ、荷台も寸法の大きいロング・ワイドボディや平ボディ、アルミバン、保冷車、ウイング車など様々である。

しかし、車両の移動機器の開発において支配的となるのは前後のタイヤ寸法（タイヤ形状、トレッド、ホイールベース等）と設計荷重である。そこで、運転室や荷台の規格に関わらず国内のトラックメーカー６社のベースシャシーの標準仕様から設計条件を決定した。

項　目	許容範囲	備考
車両総重量	4.0～6.0t	標準～ワイド・超ロング・4WD
車体幅	1.69m～2.22m	標準～ワイド
トレッド（前輪・後輪）	1.23m～1.68m	〃
ホイールベース	2.4m～3.9m	標準～超ロング
最低地上高	135mm～205mm	2WD・4WD
タイヤ幅（前輪・後輪）	185mm～225mm	後輪のダブルタイヤは2倍
タイヤ直径（前輪・後輪）	640mm～805mm	

表-1　各メーカーの標準仕様調査結果

3.3　設計

複数の案を比較検討し、優位であったジャッキ付ドーリーを試作することとした。

	ジャッキドーリー案	エアージャッキ・簡易ドーリー案	車両移動用ジャッキ大型化案	平成２７年度試作機
設計条件（共通）	２ｔトラック：総重量５ｔ（前輪２ｔ、後輪３ｔ）（前輪タイヤ幅２２５mm、直径φ６６０～８００mm、後輪ダブルタイヤ幅５００～５５０mm、直径φ６４０～８００mm）			
概要・特徴	乗用車用の車両移動用ジャッキの他、昇降器具などを参考に大型化したもので、タイヤ１箇所ずつ垂直に持ち上げてけん引する。 対象車両の前・後どちらからでも作業可能なけん引装置を組み合わせる。 ホイールローダーのバケットへの負担はけん引力のみで少ない。	簡易ドーリーを、タイヤ４輪に配置する。 けん引作業は、前・後両方から対応可能とする。 エアージャッキは乗用車もしくはホイールローダーの排気を使用する。 個々の器具類は１００ｋｇ未満で人力作業に問題ない。 構造は単純で、組立・準備時間は少ない。	乗用車用の車両移動用ジャッキを大型化する案で、ローラーを複数配置し、油圧ジャッキによる挟み込みと持ち上げ操作を行う。 けん引作業は、前・後両方から対応可能とする。 ホイールローダーのバケットへの負荷はけん引力のみで少ない。	ホイールローダーのバケットを利用して、けん引装置を配置し、てこの原理で前輪を持ち上げてけん引する。 後輪は簡易的なドーリーを取り付けて対応する。 平成２７年度の試作機は、形状変更や軽量化、補強箇所など要改善箇所が複数あり、見直しが必要。
寸法重量	使用する機具類は２ｔクレーン付トラックの荷台分の規模で合計重量は９５０ｋｇ程度。 部品の容積は１，２００×９００×２，２００程度が予想され、ホイールローダーのバケットに山積みで積載できるか試作機製作後に確認が必要。	使用する機具類は比較的軽量なため、概ねバケット内に積載可能（要確認）合計重量は３００ｋｇ程度。	許容荷重に対応した大型化により、タイヤ１箇所当たりの単体重量は１００ｋｇを超える見込み。全体では６００ｋｇを超える規模。 寸法は詳細設計にて要確認であるが、ジャッキドーリー案に比べて小規模となる見込み。	使用する機具類は２ｔクレーン付トラックの荷台分の規模で合計重量は９５０ｋｇ程度。 分割重量が１００ｋｇを超えている部品が複数あり、ユニック車での運搬・組立作業が必要。
課題・懸念事項	概略検討によるとタイヤ１箇所あたりの重量が約２００ｋｇであり、人力作業を考慮した分割構造となるが、組立後の移動にも注意が必要。 車両の前後・左右のバランスを考慮した持ち上げ作業が必要（重い位置が先）。 組立後の寸法・重量では、クレーン付トラックによる搬入が必要。	許容荷重４ｔ級のエアージャッキを利用した動作確認が必要。 複数台に連続使用する場合、エアージャッキの耐久性が懸念される。 ホイールローダーのマフラーは１０m以上離れること、形状が各社異なるため事前調整が必要。 持ち上げ荷重に対して排ガス量が少ないとエアージャッキの膨張に時間を要する。	後輪のダブルタイヤを想定し、許容荷重と動作機構の詳細検討が必要。 ローラーの回転は、持ち上げやすいと逆に外れやすいため、タイヤの固定方法が必要。 各部の構造や仕様、部品や耐久性など、懸念事項が多く確認が必要。 設計・製作期間が長く、完成までに最も時間を要する。	前輪けん引用装置の分割部品数が多く、部品重量も重いため、クレーン付トラックによる組立や作業準備に約１時間を要する。一体化による形状変更と作業効率の改善が必要。 後輪の持ち上げに別途ジャッキが必要。 けん引作業は車両の前方からのみで、中心線を合わせた位置決めが必要。 作業中はアスファルトの段差や勾配の影響を受けやすい。
総合評価	○	○	△	△

表-2　試作機案の比較

	ジャッキ付ドーリー案	評価	エアージャッキ・簡易ドーリー案	評価	車両移動用ジャッキ大型化案	評価	平成２７年度試作機	評価
重量	全体：約９５０ｋｇ 分割：約６０ｋｇ	△	全体：約３００ｋｇ 分割：約６０ｋｇ	○	全体：６００ｋｇ以上 分割：１００ｋｇ未満	△	全体：９５０ｋｇ 分割：１００ｋｇ超が複数	△
分割数	２８点	△	１０点	○	１６点	△	１２点	○
全体規模（運搬容積）	ホイールローダーのバケット内 ｏｒ ２ｔクレーン付トラックの荷台分	○	ホイールローダーのバケット内	○	ジャッキドーリー案よりも小規模	○	２ｔクレーン付トラックの荷台分	△
輸送方法（積載車両）	ホイールローダー ｏｒ クレーン付トラック	○	ホイールローダー	○	ホイールローダー	○	クレーン付トラック	△
作業人員（運転手除く）	３～４名	○	２～３名	○	３～４名	○	３～４名	○
作業に必要な機器	輸送にクレーン付トラックが必要な可能性あり	△	自動車ｏｒホイールローダーの排気	○	輸送用車両（クレーン付トラックより小型）	○	クレーン付トラック（クレーン）、大型ジャッキ	△
作業準備時間	３０分～１時間程度	○	３０分～１時間程度	○	３０分～１時間程度	○	約１時間	△
作業性１（作業配置・手順）	・前後どちらからでもけん引可能。 ・前後・左右のバランスを考慮した持ち上げ作業が必要。	△	・前後どちらからでもけん引可能。 ・前後・左右のバランスを考慮した持ち上げ作業が必要。	○	・前後どちらからでもけん引可能。 ・前後・左右のバランスを考慮した持ち上げ作業が必要。	○	・けん引は車両前方からのみ。 ・中心線を合わせた位置決めが必要。	△
作業性２（けん引作業）	・キャスター径φ１００mmで、けん引時に路面の性状や段差の影響を受ける。	△	・キャスター径φ１５０mmで、けん引時に路面の性状や段差の影響を受けやすい。（φ１００mmよりは優位）	△	・キャスター径φ１２５mmで、けん引時に路面の性状や段差の影響を受けやすい。（φ１００mmよりはやや優位）	△	・テコの原理で前輪を持ち上げるため、段差や勾配の影響を受ける。	△
作業性３（安全性・確実性）	・１基あたり６分割と組立後の重量２００ｋｇに注意が必要。 ・タイヤの持ち上げと保持の構造は比較的安全。	○	・部品数と重量は最も有利。 ・エアージャッキの取り扱いは、事前に十分な確認と注意が必要。 ・カタログ仕様４ｔ級の持ち上げ能力は実機確認が必要。	△	・分割数と組立後の重量にやや注意が必要。 ・構造や機能など詳細未検討なため、具体的な内容は詳細設計にて検証が必要。	△	・１００ｋｇ以上の分割重量と１時間の作業手順に注意が必要。	△
実現性		◎		△		△		△

表-3　試作機案の比較（詳細）

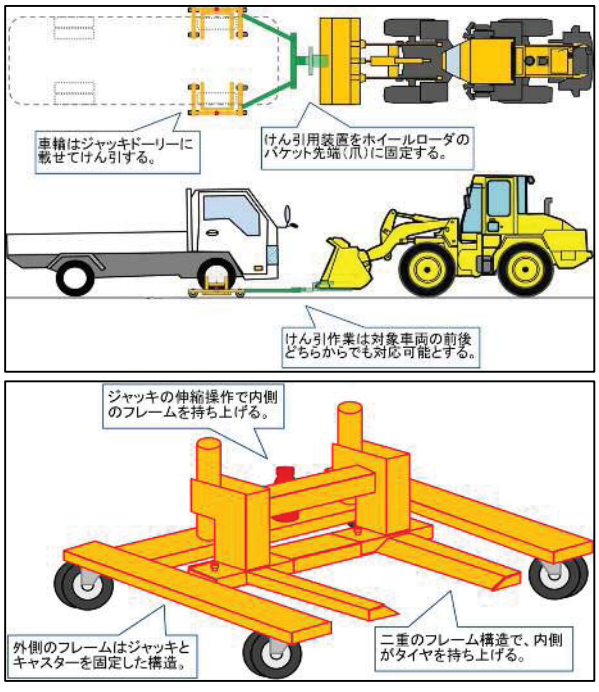

図-2　ジャッキドーリー案試作イメージ図

3.4　試作機

製作した試作機を写真－８から写真－１０に示す。試作したジャッキドーリーの特徴は、①分割重量が最大約６０ｋｇであり、人力でトラックからの積み卸し、組立・分解が可能。②タイヤを直接持ち上げるため、サスペンションストロークの影響を受けず、また車体下部形状の影響を受けにくい。という点である。

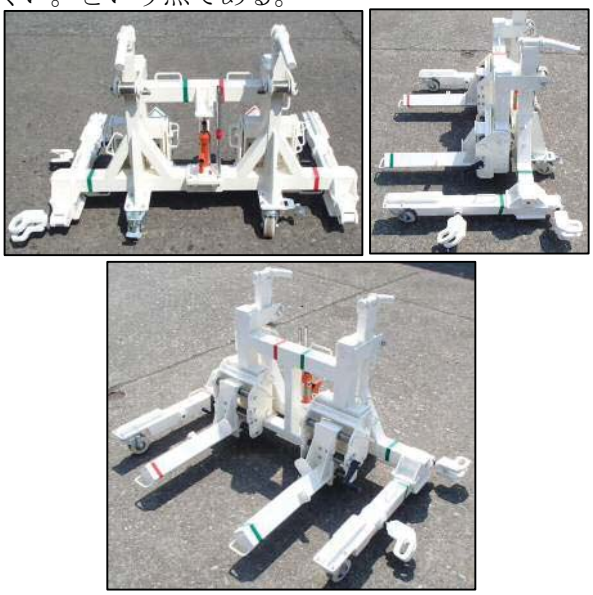

写真-8　ジャッキ付ドーリーの外観

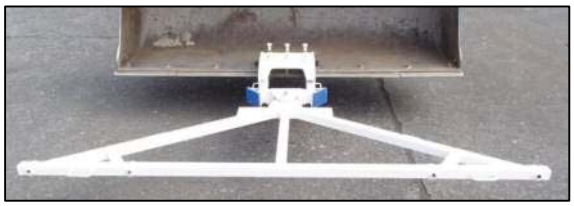

写真-9　けん引装置の外観

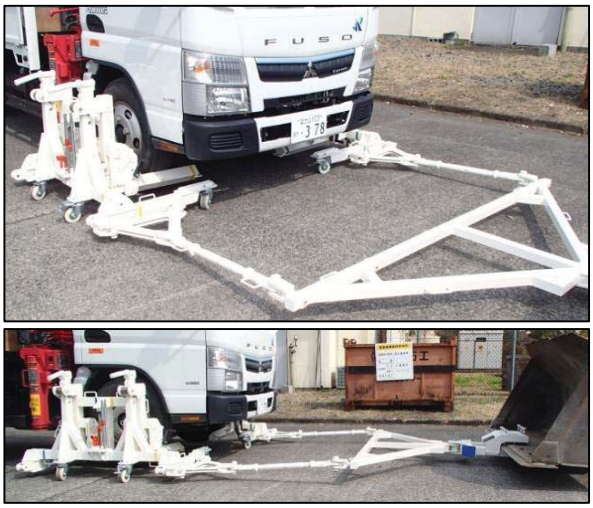

写真-10　車両への取付状況

４．現場適用性の検証

製作した試作機を用いて、現場適用性の検証を行った。

4.1　試作機の使用条件

試作機の仕様により以下のとおりである。

・１基あたりの許容荷重：２，５００ｋｇ程度まで

・タイヤ寸法：外径φ６４２～８４０．５mm、幅５００mm以内

4.2　現場への移動方法

ジャッキ付ドーリーを現場に移動する方法は、

本体の組立重量が１基あたり１８９ｋｇであるため、組立状態としてクレーン付トラックで運搬するか、分割状態でトラックの荷台に積載する方法となる。実機検証の結果２ｔ積みトラックの荷台に積載可能であることが分かった。それぞれの積載状態を図－３に示す。

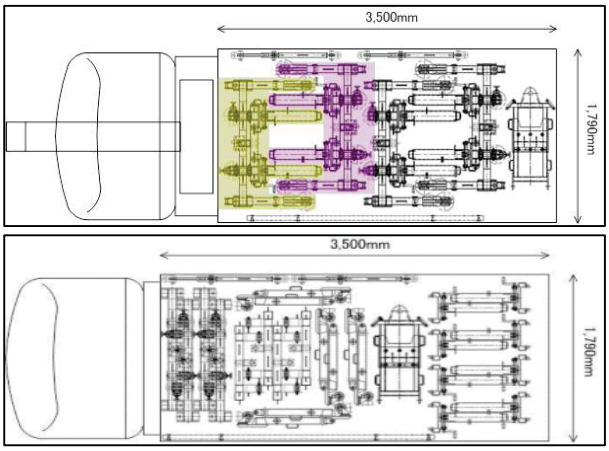

図-3　ジャッキ付ドーリー積載状態

4.2　現場での作業条件

①路面状態の制約条件

実機検証の結果、以下の条件で使用可能なことが確認できた。

・路面種別：アスファルト舗装及びコンクリート舗装
・段差や溝：１０～２０mm程度まで
・路面勾配：２．０%程度まで
・天候その他：雨天及び凍結は不可、夜間は照明が必要

②作業人員編成

検証の結果、作業員は、４名必要であることが分かった。内訳は、特殊運転手（ホイールローダ）１名、普通作業員３名で、特殊運転手は、必要に応じて運転以外の作業も兼ねて対応することとなる。

写真-11　検証の様子

4.3　作業に要する時間

作業にかかる時間は、表－４のとおりであった。

車両移動準備	必要時間(分)	備考
①分割部品の荷下ろし・準備	8	(全て3人作業)
②ジャッキ付ドーリーの組み立て	5	
③ホイールローダーのバケットへけん引装置の取り付け	15	
④ホイールローダーとジャッキ付ドーリーの位置決め・連結	3	
⑤ジャッキ付ドーリーでの持ち上げ	2	
合　計	33	

車両の移動	必要時間(分)	備考
・前後への移動(20m 直進)	1	

※移動時間の目安として、実作業から逆算すると移動速度は 30～40m/min となる。

移動後の片付け	必要時間(分)	備考
①ジャッキを下ろしてタイヤ接地	1	
②連結解除・けん引装置の取り外し	7	
③ジャッキ付ドーリーの分割	5	
④積込み・片付け	6	
合　計	19	

表-4　建設機械を利用した車両移動機器の必要時間

4.4　検証結果

検証の結果、試作した小型トラック用の試作機で、実際に小型トラックを持ち上げ、移動することが可能であることが分かった。

また、習熟度が上がっていれば、準備等にかかる時間は今回の検証結果よりも短縮することが可能と思われ、平成２７年度試作機では、約１時間かかっていた準備時間が、今回目標としていた３０分以内に収められると考えられる。

５．まとめ

今回の検証の結果をもとに、不具合のあった部分について修正を加えた製作仕様書及び製作図面を作成し、業務の成果とした。

今年度の試作機は、試作の段階で業務終了としているが、今年度の業務では、過年度に製作し、各事務所に配備した車両移動用機器の運用手順のとりまとめも行っている。災害は、起きないにこしたことはないが、いざという時に備え、日頃から訓練・準備等を行っていくことが重要であると考える。

謝　辞

今回の車両移動機材の試作及び改造にあたり、道路啓開時における路上車両移動技術研究会、本省・各地方整備局の災害時の道路啓開技術（路上車両移動技術）の検討 WG 及び局内の関係各課の方々より、貴重なご意見を頂き誠にありがとうございました。この紙面を借りて御礼申し上げます。