

救出用台車の研究開発（第3報）

（多目的救出用台車）

矢ヶ崎 孝*，大原 義雄*，米田 雅一*，橋本 剛**，日比 康友*

概 要

地下鉄駅構内等において多数傷病者が発生した場合、要救助者を迅速かつ安全に搬送し、また消防隊員の労力軽減を目的として、電動クローラ方式による救出用台車の研究開発を行ってきた。本研究は、電動クローラの機動性能向上と要救助者搬送能力に平担架着脱装置の付加により、救出用台車の消防活用範囲を多目的化することを目的とする。

本報では、隊員の運動能力、搬送時間、そして要救助者の生理現象をパラメータとした搬送実験を、多目的救出用台車の試作機と平担架とで行った検証結果から、救出用台車の有効性について報告するものである。

1 はじめに

平成7年3月に発生した地下鉄サリン事件は、多くの犠牲者を出し、現代社会に大きな不安と傷跡を残す反面、消防活動上においても、数々の教訓を与えることとなった。地下という密閉された空間で、ひとたび災害が発生した場合、その空間内の人々に与える影響は、計り知れないものであり、一刻も早く救出しなければならない。

このような状況下での消防活動において、要救助者の担架搬送、各隊員の個人装備重量、特殊精鋭部隊への労力集中、更に救命処置上の体位管理など、早急に新たな装備の開発が待たれるところである。

本研究は、災害現場への消防活動資器材の集結、要救助者の迅速確実な救出搬送、そして活動隊員の労力軽減等、集結した消防力の効率化を図るなどの救出用台車の多目的化を目的とするものである。平成10年度は、平成8，9年度の多数傷病者救出用台車研究開発をベースとした多目的救出用台車の試作機を製作し、各種性能確認実験を通じて、その有効性について検証した。

2 試作機の概要

多目的救出用台車（以後「台車」という）の外観を写

真1、写真2、図1、そして諸元性能を表1に示す。

また台車の走行機構、搬送用荷台、操作盤、停止装置等で構成される。各特長を以下に示す。

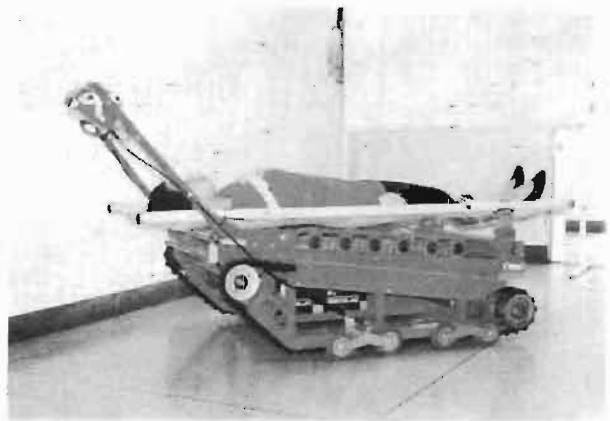


写真1 要救助者搬送

* 第三研究室 ** 品川消防署



写真2 資器材搬送

表1 諸元・性能

主要寸法	全長 1,700×全幅 926×全高 928(mm)
本体質量	110(kg)
最大積載量	200(kg)
昇降傾斜角	0～45°
原動機	永久磁石式 DC24V400V、2個並列接続
昇降速度	0～20(m/min)
バッテリー	小型シール鉛蓄電池 12V、2個直列

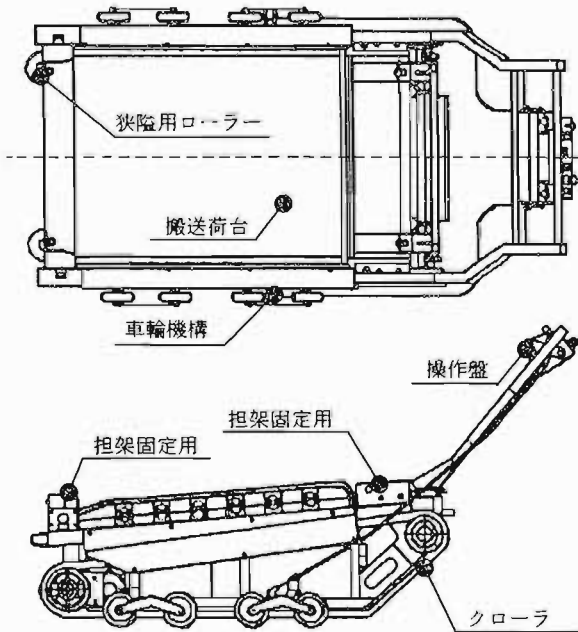


図1 台車概要

(1) 走行機構

ア 電動クローラ機構

階段昇降時用の機構で、これにより安定した重量物搬送走行を可能とする。駆動方式は、直流モータ付き歯車式減速機を2個連結し、回生制動と電磁ブレーキの連動で制動される。クローラベルトは、幅51mm、ピッチ周長

2622.55mm、トレッド750mmの左右一対、接地長は900mmで構成されている。

イ 車輪機構

平地走行時用の機構で、人力搬送方式である。制動は車輪外周摩擦式となっている。車輪は、外径100mmで2個一対タンデム式、ホイールベース405mm、トレッド870mm、クローラ底部-路面間28mmで構成されている。

台車本体前後部のタンデム式車輪は、両車輪接地点での接線位置が、常にクローラ底部より下方に位置することで平地走行を可能にする。また階段昇降時には、一対のタンデム式車輪が、クローラ基底に対して単独にシーソ運動をすることで階段の凹凸回避運動を可能とした。

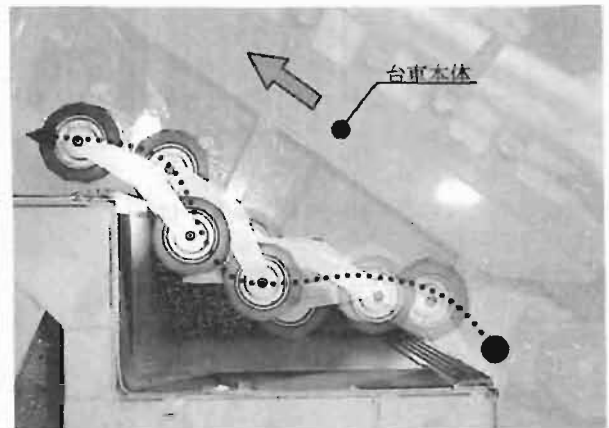


写真3 車輪機構

ウ 狭隘走行機構

台車前面の狭隘走行ローラーにより、台車本体を起立させ、ドア等の狭隘路通行を可能とした。(写真4参照)

(2) 搬送用荷台

ア 担架用アタッチメント

荷台四隅上に平担架(東消71型)固定用アタッチメントを有し、着脱法はスライド式である。(写真5参照)



写真4 狭隘走行機構



写真5 担架固定装置



写真6 固定金具

イ 資器材固定用ベルト

荷台左右に各6個のプッシュ・プル着脱式取り付け金具を有し、自在バンドとの組み合わせで、様々な資器材形状を固定させることができる。(写真6参照)

(3) 操作盤

昇降時の台車進行方向に位置する操作ハンドル中央に取り付けている。これは操縦者の安全管理上、台車の上方に常時位置する必要性からである。盤上にはパルス幅変調方式無段変速器、バッテリーゲージ、電源スイッチ、非常停止スイッチ等から構成される。

(4) 停止装置

操作盤反対側の台車側面に、左右各1個の緊急停止ボタンがある。これにより操縦者以外でも、容易に緊急停止させることができる。

(5) その他

ポンプ車等で台車搬送をする際は、台車収納用荷台を活用する。昇降時と同様に、電動クローラ機構により収納用荷台の前面から台車を収納できる。そしてホースカー積載部位に格納して輸送可能とした。(写真7参照)



写真7 台車積載状況

3 性能確認実験

本実験では、平担架搬送実験、台車操縦実験から隊員の体力的負担度比較、台車性能確認、そして安定性実験から、資器材積載による台車重心移動が、操縦安定性に及ぼす影響についてアンケート調査を行う。

(1) 平担架搬送実験

ア 実施場所

渋谷区幡ヶ谷一丁目13番20号 消防科学研究所内

イ 実験方法

同建物3階部分に要救助者1名がいるという設定で行った。同建物1階スタート位置から、隊員4名により救助救急資器材を現場まで搬送し、訓練用人形(以後「ダミー」という)と資器材を積載替えした後、同じ経路を経てスタート位置である1階部分まで救出する。

搬送質量は次のとおりである。また、救助救急資器材については代替とする。

- ・ ダミー 75 kg
- ・ 発動発電機 27 kg
- ・ バッテリー 30 kg [×2]
- ・ 平担架(東消71型) 5 kg

ウ 測定項目

救出時間(所要時間)、体力的負担度(被験者の実験前後における心拍数)について測定する。

(2) 台車操縦実験

ア 実施場所

平担架搬送実験(1)アに同じ。

イ 実験方法

救出想定は上記の搬送実験(1)イに同じ。搬送方法では、隊員1名により現場までの資器材搬送、及びダミー搬送に台車を活用する。ただし、台車への資器材・ダミー積載においては、隊員4名により行うものとする。

ウ 測定項目

上記の搬送実験(1)ウに加え、台車昇降速度、台車駆動時間について測定する。

(3) 安定性実験

台車操縦実験と同様にして、資器材(167kg)積載部位を「前・中・後」とした場合のアンケート調査を実施する。

4 実験結果と考察

(1) 所要時間と体力的負担度について

救出状況における心拍数と時間の関係を、図2に示す。

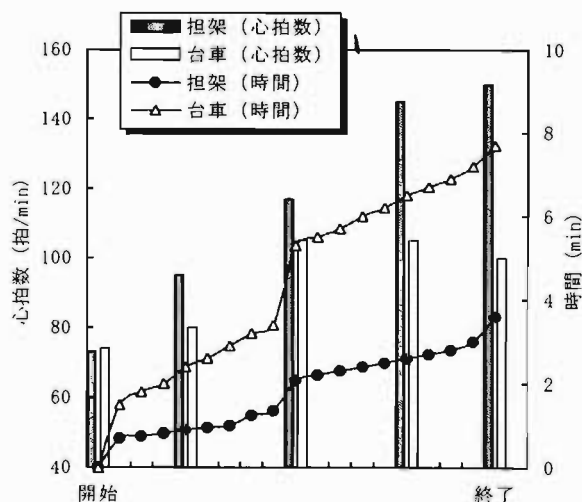


図2 体力的負担度

台車を活用した場合の総所要時間は、平担架活用時のそれと比較すると、倍近く経過している。これは前年度、本研究(第2報)¹⁾の報告と酷似しているが、操縦者の安全管理上、これ以上の台車速度増加は難しいことからの結果である。また開始と救出前後を見ると、担架より台車の方が時間を費やしていることがわかる。これは台車への資器材積載等で、固定バンド使用による作業時間の積算によるものである。

台車の所要時間曲線において、台車稼働状態ではほぼ直線であることから、昇降—平地間走行における操作性等、円滑に行われたと言える。

隊員の最大心拍数において、台車活用時では救出前後の105拍/minに対して、平担架活用時では活動終了の155拍/minであり、その差40拍/minもの開きがある。

また、台車では最大値を超過した後、徐々に値が降下安定するのとは逆に、担架では著しい上昇が見られる。

各隊員の体力差も要因となるが、活動時間経過に比例して体力的負担度が増加する担架搬送法に比べて、台車搬送法の有効性が顕著に現れる結果である。

(2) 性能確認について

質量、速度の関係を図3に示す。

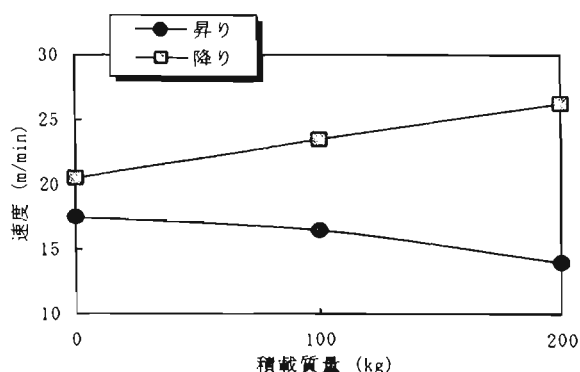


図3 質量—速度系

上昇時走行速度は、降下時のそれより大きく低下する。最大積載質量においては、両者に12m/minの相違が生じることを確認した。

変速器をOFF状態にし、階段部分での台車停止状態を測定したが、電動モーターによる制動作用が正常に働いていることを確認した。

バッテリー消耗度は、降下時に比べて上昇時の方が大きくなる。しかし台車積載質量の増加に伴い昇降に関わらず消耗度は大きくなる。これは制動方式が回生制動であることに起因すると考えられる。高速側電動機による定格駆動から、低速側に切り替わることにより、同期速度以上で駆動されていたものが、負荷トルクと釣り合う安定域までブレーキ作用を及ぼすことによりと考えられる。

(3) 安定性について

台車荷台前部（操作ハンドル側）、中央部、後部に資器材（167kg）積載した場合、各パターンにおいての操縦安定性についてアンケート調査を行った結果を図5に示す。

階段昇降においては、台車進行方向側である荷台前部に、重量物を積載した場合が最も安定している。それ以外のパラメータに関しては、荷台中央部へ積載した場合が最も安定している。逆に台車後部側へ積載した場合、平坦走行のパラメータ以外すべてにおいて不安定要素が大きいという回答結果であった。

台車と積載物の各重心のズレが大きな要因であると考えられる。この重心のズレが、クローラ底部と階段面との摩擦抵抗低下により、ピッチング運動等の操縦安定性上で不安要素を発生させている。これは平坦走行時において、どのサンプリングでも同じような回答を得ていることから確認できる。

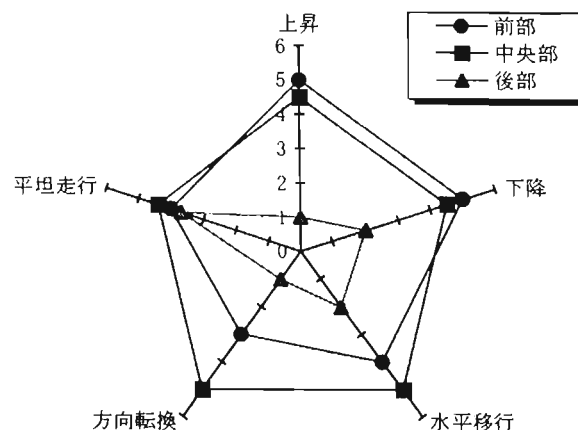


図4 操縦安定性

5 まとめ

本研究結果から、以下のことを確認した。

- (1) 連続台車搬送での同一人物における負担度は、担架の場合と同様に、活動時間に比例するが、その勾配は小さく、また各隊員体力の個人差による影響を受け難い。このことから、少数精鋭による救助活動において、長時間になるほど有効である。
- (2) 台車での要救助者搬送において、担架搬送に比べると、与える動揺は少ないことが確認できた。しかしながら、台車荷台部分の水平矯正機構を装備しない現段階では、傷病者の体位管理の観点から、今後の検討を要する。
- (3) 階段上昇と降下時での救出用台車速度は、最大で12m/minの開きがある。
- (4) 重量物の積載位置が、操縦性能に及ぼす影響は大きい。

6 おわりに

本研究結果から、多目的救出用台車における基本性能、及びその有効性について効果を期待できるものであることが確認できた。今後、本研究結果を踏まえ、更に応用性を追求した機能を持たせ、実用化に向けて研究開発を進めていく。

[参考文献]

- 1) 矢ヶ崎 幸ほか5名：救出用台車の研究開発について（第2報）、消防科学研究所報、Vol. 35、P. 65、Sep. 1998

RESEARCH AND DEVELOPMENT FOR A RESCUE STRETCHER (SERIES 3)

(STUDY ON A MULTIPURPOSE RESCUE STRETCHER)

Takashi YAGASAKI*, Yoshio OHARA*, Masakazu YONEDA*,
Gou HASHIMOTO**, Yasutomo HIBI*

Abstract

We have been engaged in the R & D for an electric crawler-driven rescue stretcher. This device will help fire fighters achieve smooth, safe rescue work with less labor in case of a mass casualty disaster at a subway station and such facilities.

We improved the electric crawlers mobility, attached an ordinary stretcher loading/unloading system to the rescue stretcher s body, and then conducted a study on a multipurpose rescue stretcher.

We report the rescue stretchers effectiveness which was identified after two kinds of experiment. One was conducted with a trial multipurpose rescue stretcher, and the other was with an ordinary stretcher. Both tests had rescuers physical abilities, patient transportation time and patients physiological conditions as parameters.

* 3rd-Laboratory - ** Shinagawa-Fire-Station