

## 建築資材輸送効率化のための取り組み

松井 友香 南野 貴洋 林 哲平 鈴木 沙帆  
Yuka Matsui, Takahiro Minamino, Teppei Hayashi, Saho Suzuki

### 概 要

2024年4月から、運転者の時間外労働の960時間上限規制と運転者の労働時間等の改善のための基準適用で労働時間が短くなり、輸送能力不足が生じて、「モノが運べなくなる」可能性が懸念されている。また、運転者の高齢化も重なり、このまま対策を講じなければ、輸送能力が2024年度に14.2%、2030年度に34.1%不足すると試算されている。技術的な課題は、設定したトラック台数を削減するために積載効率を向上させること、長時間労働の要因の一つである荷待ち・資材の積み下ろし作業の効率化を図ることである。本報では、建築資材輸送のための運搬ラックを開発し、生産、輸送及び施工現場のそれぞれの視点から、バランスの良い業務効率化を推進するための取り組みを実施した内容について述べる。建設資材は形状及び仕様が多種多様であり、運搬ラックも積載するそれぞれの建設資材ごとに種類が増えるため、投資低減のために部品の共通化を図った。また、検証結果から、トラック台数削減と作業効率向上を図ることができ、輸送能力の不足に対する施策として有効であることを確認した。

### Initiatives To Improve Construction Material Transportation Efficiency

#### Abstract

There are concerns that from April 2024, truck drivers will be limited to a maximum of 960 hours of overtime work and that the application of standards for improving the working hours of drivers will result in shorter working hours, leading to a shortage of transport capacity and an inability to transport goods. In addition, with truck drivers aging, it is estimated that if no measures are taken, there will be a 14.2% shortage in transport capacity in FY2024 and a 34.1% shortage in FY2030. Technical challenges include improving loading efficiency to reduce the set number of trucks and improving the efficiency of waiting for cargo and loading and unloading of materials, which is one of the causes of long working hours. This paper describes the development of a transport rack for transporting construction materials and implementing efforts to promote balanced business efficiency from the perspectives of production, transportation, and construction sites. Construction materials come in a wide variety of shapes and specifications, and the types of transport racks also increase for each construction material to be loaded, so we aimed to standardize parts to reduce investment. The verification results also confirmed that the number of trucks can be reduced, and work efficiency improved, demonstrating that this is an effective measure to address transportation capacity shortages.

キーワード：建設資材，輸送効率化，2024年問題，効率化，運搬ラック，  
トラック台数

## 1. はじめに

2024年4月から、運転者の時間外労働の960時間上限規制と運転者の労働時間等の改善のための基準の適用で労働時間が短くなり、輸送能力が不足するため、「モノが運べなくなる」可能性が懸念されている。また、運転者の高齢化も重なり、このまま対策を講じなければ、輸送能力が2024年度に14.2%、2030年度に34.1%不足すると試算されている<sup>1)</sup>。

このような状況の中、住宅メーカー各社の建設資材を運搬している物流事業者は、専用パレットを開発し、運搬及び保管に関する取り組みを積極的に行っている<sup>2)</sup>。これら取り組みの要点は、多種多様な建設資材の運搬荷姿を可能な限り統一し、積載効率を向上させトラック台数を削減すること、及び長時間労働の要因の一つである荷待ち・資材の積み下ろし作業の効率化を図ることである。

一方、建設業界の視点では、輸送前後の工程である部材の生産現場、及び建物の施工現場も物流と同様に人手不足が深刻化している状況にある。物流も含めた生産から施工を事業の一貫とする当社においては、それらのバランスの良い業務効率化が求められている。本報では、当社が実施した積載効率向上、並びに業務効率化の取り組み<sup>3)</sup>及び効果について紹介する。

## 2. 取り組みの概要

建設資材は形状及び仕様が多種多様である。資材を損傷させずに安定して輸送することのできる運搬ラックの導入は、多種多様な資材の積載効率の向上及び荷役作業員の負荷低減に効果的である<sup>4),5)</sup>。

### 2.1 外壁10段積載ラック

2013年から、住宅商品の外壁パネルを生産現場から施工現場に運ぶために写真1に示す外壁ラックを運用している。最大7段、最大重量1.7tfを積載する条件で設計開発したものである。この技術をベースにして、工場間輸送トラックの積載効率を向上し、運搬効率を向上させるための技術として、外壁10段積載ラックを開発した。概要を図1に示す。7段積ラックを工場間輸送トラックに積載すると、荷室の上部に空きスペースが発生する。7段積ラックの上部に3段分のラック部品を合わせて最大10段にすることで、運搬できる外壁パネル枚数を増やすことができ、トラックの積載効率が向上する。



写真1 外壁ラック

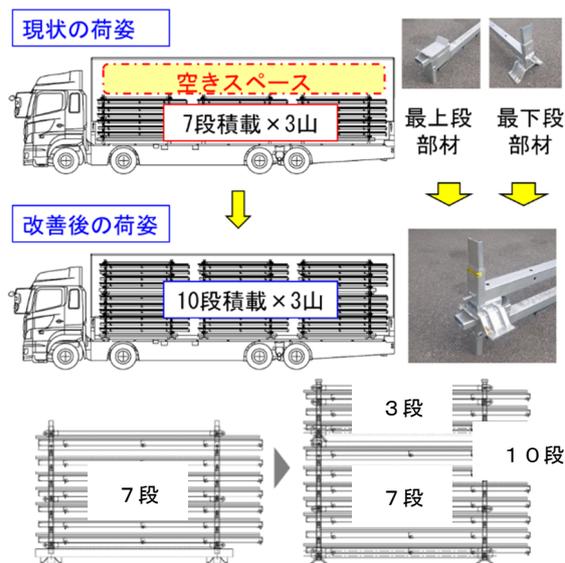


図1 外壁10段積載ラックの概要

### 2.2 木材ラック

現状、施工現場では、到着した資材をトラックから荷下ろしして、手作業で仮設の保管ラックに収納しているが、重量・荷量も多く重労働である。また、荷下ろし終了まで運転者は施工現場から離れることができず、長時間労働の原因の一つになっている。これらの問題を解決するために、写真2に示す木材ラックを開発した。概要を写真3に示す。生産現場で木材ラックを組立てながら集積し、養生シートを掛ける。その状態でトラックに積み込み、施工現場まで輸送する。施工現場では、写真4に示す通り、揚重機を使用し保管位置に荷下ろしすることで、ラックへの資材収納及び荷下ろし作業効率を向上させることが可能である。



写真2 木材ラック

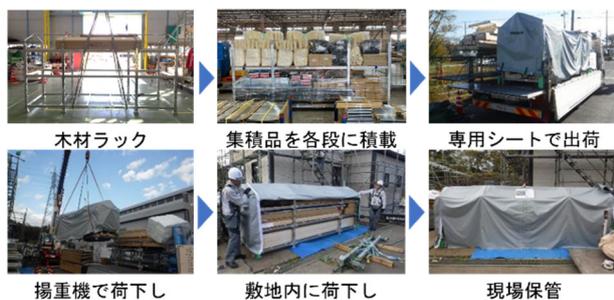


写真3 木材ラックの概要



写真6 現送品ラックの概要



写真4 木材ラック荷下ろし



図2 嵌合式接合

### 2.3 資材搬送ラック

資材を木製パレットや鋼製ラックに集積し、トラックの荷台上で、荷を損傷させずに安定して積載する工夫をする必要があった。また、積み方によっては、荷台スペースを有効に使うことができなくなり、非効率な輸送になっている場合があった。これらの問題を解決するために、写真5に示す資材搬送ラックを開発した。概要を写真6に示す。

### 2.4 木材ラックと資材搬送ラックの構成

開発当初、木材ラック及び資材搬送ラックの接合部はボルト接合であったが、ラックの組立てに施工手間が発生するため、図2に示す通り、嵌合式に改善した。また、図3に示す通り、ラック部品を共通化とすることで製品単価を下げ、投資を最小限に抑えた。

木材ラックは、資材搬送ラックの両端を長さ1P分拡張するものである。木材ラックの拡張部概略図を図4に示す。

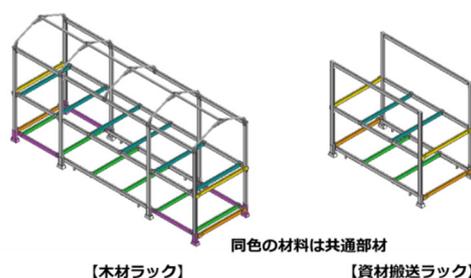
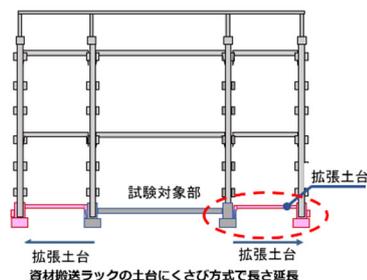
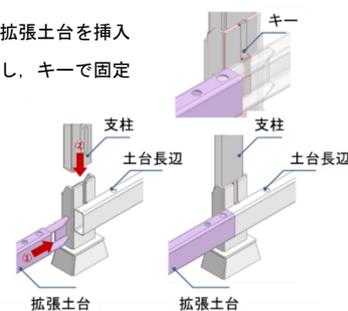


図3 木材ラックと資材搬送ラックの部品共通化



(a) 拡張土台

- ・土台長辺に拡張土台を挿入
- ・支柱を挿入し、キーで固定



(b) 拡張部

図4 木材ラック拡張部の概略図



写真5 資材搬送ラック

### 3. 試験及び検証

#### 3.1 外壁ラックのつなぎ部品強度確認

外壁 10 段積載ラックは、7 段積載ラックよりも積載重量が増加し、構成部品に作用する荷重が増加する。特に、最下段つなぎ部品は、写真 7 に示す通り、ラックをフォークリフトで移動する際、全荷重が作用する部品であるため、強度確認を実施した。

実際の積載状況を再現するため、10 段積載ラック全体を試験体とし、最下段つなぎ部品の強度を確認した。フォークリフトの爪間隔を 910mm とし、試験時の安全を考慮して、写真 8 に示す通り、支点であるフォークリフト爪をフランジ幅 100mm の H 形鋼で代用した。

試験は、10 段積載ラックの重量を測定し、その後、支持間隔 910mm に保った H 形鋼に試験体を積載した。確認項目は、最下段つなぎ部品のひずみと鉛直方向変位である。図 5 にひずみゲージ貼り付け箇所を示す。11 カ所の上端及び下端に貼り付け、ひずみを計測した。上下計測値の絶対値を平均し、応力を算定した。

図 5 に示す通りの応力分布となり、実験値と計算値は概ね相関していた。今後は、断面変更や積載する外壁仕様変更による重量の増減について、計算で確認できると判断した。次に、表 1 に示す通り、実験における最大変位は 7.80mm であり、応力の判定も満足している。また、最大変位時にラック部品が外壁パネルに接触しないことを確認した。



写真 7 フォークリフトでの移動状況

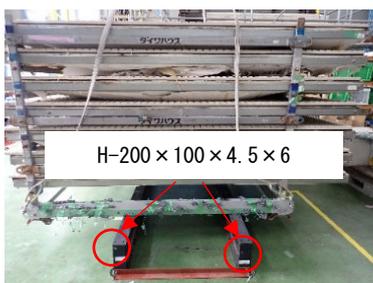


写真 8 強度確認状況

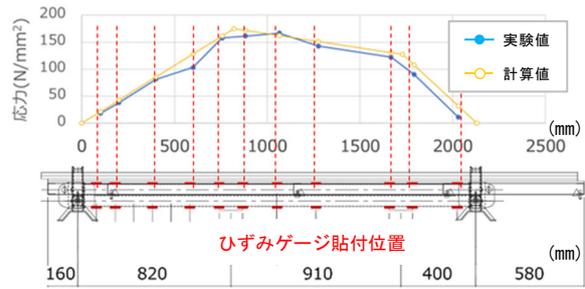


図 5 ひずみゲージ貼付位置と応力図

表 1 強度確認結果

項目		記号	単位	実験値	計算値
重量	積載荷重	$P$	kN	15	21
	分布荷重	$\#$	N/mm	5.28	7.39
曲げ	応力	$\sigma$	N/mm <sup>2</sup>	175	245
変形	最大変位	$\delta$	mm	7.80	10.90
判定	実験値 ÷ 計算値			0.72	
				OK	

#### 3.2 木材ラック及び資材搬送ラック接合部強度確認

木材ラック及び資材搬送ラックを嵌合式に変更した。図 6 に示す通り、くさび受けがつなぎを介して、木材ラック及び資材搬送ラック一段分の荷重を負担するため、強度確認を実施した。

写真 9 に示す通り、500kN アムスラー型万能試験機を使用し、くさび受けを切り出した試験体に 10kN、20kN、30kN、40kN で载荷及び除荷を繰り返して、最大荷重が確認されるまで単調に载荷した。試験体数は 3 とした。

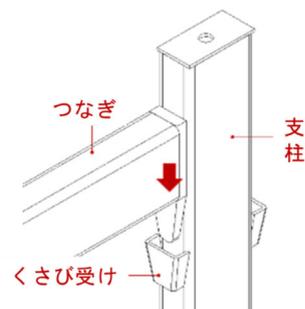


図 6 くさび受け部概略図



写真 9 試験状況

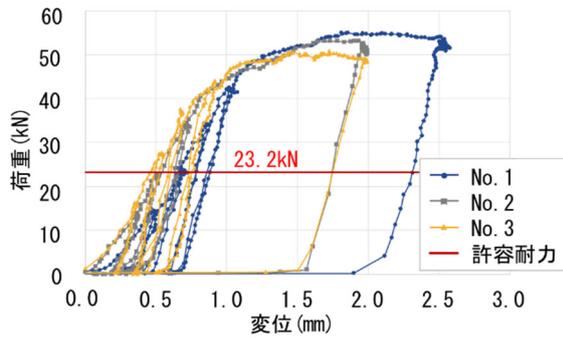


図7 荷重-変位関係

図7に示す通り、すべての試験体が許容耐力23.2kNを満足しており、くさび受け部は十分な強度を有している。また、荷重-変位関係からも許容荷重時に試験体は弾性範囲にあると判断できる。

### 3.3 現場検証による効果確認

#### (1) 外壁10段積載ラックの効果確認

外壁10段積載の運用対象となる工場間輸送について、写真10に示すように、実物件10棟を対象として積載荷姿の調査を実施した。

結果は、1棟当たり1.3から3.0台のトラックが必要であったが、表2に示す通り、1棟当たり0.3から0.7台削減できた。平均すると1棟当たり0.52台削減できることが分かった。

#### (2) 木材ラック及び資材搬送ラックの効果確認

木材ラックの適用対象となる工場出荷便について、表3及び図8に示す通り、同一敷地内の共同住宅2物件で調査を実施した。調査内容は、木材ラックへの資材集積、トラック積載、運搬、荷下ろし、保管及び解体までの作業時間とトラック台数である。



写真10 積載荷姿調査の例

表2 調査結果

No.	建物	床面積 (㎡)	階数	1棟当たり削減台数
1	A部	95	2階建	0.5台
2	B部	108	2階建	0.3台
3	C部	117	2階建	0.7台
4	D部	171	2階建	0.7台
5	E部	123	2階建	0.7台
6	F部	96	2階建	0.3台
7	G部	100	2階建	0.3台
8	H部	98	2階建	0.7台
9	I部	104	2階建	0.7台
10	J部	89	平屋	0.3台
	平均	110.1	—	0.52台

表3 物件概要

	木材ラック検証物件	現送品ラック検証物件
階数	地上3階	地上3階
法定構造	準耐火構造	準耐火構造
建築面積	219.48㎡	251.73㎡
延床面積	638.94㎡	794.21㎡

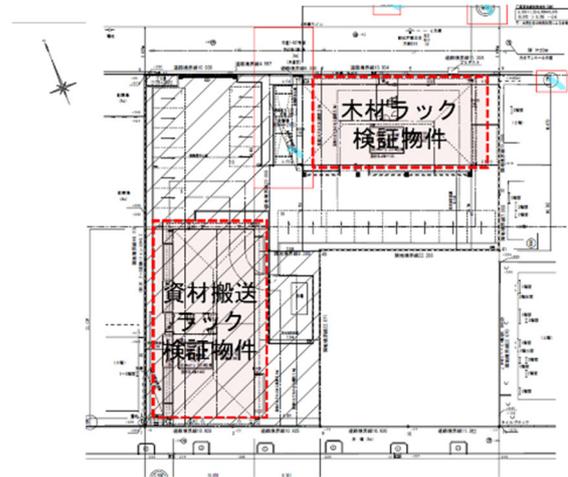


図8 物件配置図

木材ラック及び資材搬送ラックのそれぞれの調査結果を示す。

#### ① 木材ラック

建設資材を木材ラック2台に積込み、トラックに積載し、運搬する工程で調査を実施した。フォークリフトによる工場内運搬、トラック積込み作業は、荷崩れせず安定して作業が可能であり、トラックで運搬している際に荷崩れなどの不具合はなかった。

表4に示す通り、トラック台数は0.41台削減できた。ただし、生産現場や施工現場で木材ラック部品を取り扱う作業が増えているため、0.205人工の微増になった。一連の流れで、トラック台数削減効果が大きく、有効な取り組みであることを確認した。

また、これまで実施していた荷物を移動させる回数が減るため、ムリ・ムダ・ムラを省いて、作業効率を向上するためには有効な手段である。

#### ② 資材搬送ラック

建設資材を資材搬送ラック3台に積込み、トラックに積載し、運搬する工程で調査を実施した。木材ラックと同様に運搬時の問題はないが、施工現場でラック内の上部に集積された資材を荷下ろしする際に、作業負荷が高く、技能者の体格によっては下ろしにくい場合があった。

フォークリフトによる工場内運搬、トラック積込み作業は、荷崩れせず安定して作業可能であり、トラックで運搬している際に荷崩れなどの不具合はなかった。表5に示す通り、トラック台数は2台削減できた。ただし、生産現場や施工現場で資材搬送

表 4 木材ラックの調査結果

項目	現状	木材ラック (2台)	効果	
			作業時間	トラック台数
工場内	組立て	—	64分	+64.0分
	積み込み	3分	8分	+5.0分
輸送	運搬	2.59台	2.18台	-0.41台
	荷上げ・荷下ろし	41.6分	23.5分	-18.1分
現場	横持ち	35.0分	2.4分	-32.6分
	回収	—	80分	+80.0分
効果				+98.3分
			※作業時間÷480分(8時間) = 0.205人工	

表 5 資材搬送ラックの調査結果

項目	現状	資材搬送ラック (3台)	効果	
			作業時間	トラック台数
工場内	組立て	1分	27分	+26.0分
	積み込み	—	—	—
輸送	運搬	6.6台	4.6台	-2台
	荷上げ・荷下ろし	94分	105分	+11.0分
現場	荷上げ	—	—	—
	回収	3分	21分	+18.0分
効果				+55.0分
			※作業時間÷480分(8時間) = 0.115人工	

ラック部品を取り扱う作業が増えているため、0.115人工の微増になった。トラックを2台削減できることから大きな効果があることを確認した。

また、これまで高さ方向に積み上げることができなかった資材を積み上げることができるため、輸送時に関わらず、保管場所を削減することができ、倉庫費用などを削減することにもつながる。

#### 4. まとめ

物流業界の2024年問題で不足すると懸念されている輸送能力不足に対応するため、積載効率の向上及び業務効率向上のための技術開発を実施した。取り組み内容は以下の通りである。

- 外壁パネルの輸送効率を向上させるために、既存ラックの強度を向上し、連結させる技術を開発した。結果として、110m<sup>2</sup>程度の戸建て住宅1棟当たり10tトラック0.52台分の余裕を確保することができた。
- 木材ラックは、施工現場で資材を養生ラックに保管しなおす手間を省き、あらかじめ生産現場の集積場所を木材ラック内にすることで、生産現場の負荷は増やさず、施工現場の作業負荷を低減することができる。結果として、トラック台数は0.41台削減できた。ただし、生産現場や施工現場で木材ラック部品を取り扱う作業が増えているため、0.205人工の微増になった。一連の流れで、トラック台数削減の効果が大きいことから、有効な取り組みであることを確認した。
- 資材搬送ラックは、積み上げて集積することが

できないインテリアドアや電設部品などを重ねて集積できるようにすることで、積載効率をあげることができる。結果として、トラック台数は2台削減できた。ただし、木材ラックと同様に資材搬送ラック部品を取り扱う作業が増えているため、0.115人工の微増になった。トラックを2台削減できることから大きな効果があることを確認した。

今後も続く輸送能力不足に対して、ものづくりの技術だけではなく、荷物の配送管理やトラックの位置管理などデジタルトランスフォーメーションを活用した技術開発及び仕組みづくりが今後の課題である。

#### 参考文献

- 株式会社NX 総合研究所, “「物流の2024年問題」の影響について(2)”, 経済産業省 (持続可能な物流の実現に向けた検討会第3回資料), 2022-11-11, [https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/sustainable\\_logistics/pdf/003\\_01\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/sustainable_logistics/pdf/003_01_00.pdf), (参照 2024-07-03)
- “トップクラスの実績とノウハウで競合他社に負けない商品力ジャスト・イン・タイム(JIT)配送で効率化”, センコー株式会社, 2023, <https://www.senko.co.jp/jp/service/field/construction/>, (参照 2024-07-03)
- 松井友香: 施工計画・管理サブシステムの最前線と可能性 建築資材輸送効率化のための取組み, 建築技術, 2月号, pp.114-115, 2024.
- 国土交通省, “パレット標準化の取組状況について”, 官民物流標準化懇談会パレット標準化推進分科会 (中間とりまとめ), 2022-07-28, [extension://efaidnbmnnnibpcajpegclcfndmkaj/https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001493265.pdf](https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001493265.pdf), (参照 2024-07-03)
- 国土交通省, “流通業務総合効率化事業の実施に関する基本的な方針”, 国土交通省 (物流総合効率化に基づく支援), 2005, [extension://efaidnbmnnnibpcajpegclcfndmkaj/https://www.mlit.go.jp/common/001476249.pdf](https://www.mlit.go.jp/common/001476249.pdf), (参照 2024-07-03)

#### 執筆者紹介

##### ひとこと

生産現場と施工現場をつなぐ輸送に関するテーマに取り組んでいます。私自身も部門間の橋渡しができる人財になれるように日々精進します。



松井 友香  
学士 (工学)