

建築現場における運搬作業の実態調査

森 一 汐 川 孝

Investigation of State of Transportation at Construction Sites

Hajime Mori Takashi Shiokawa

Abstract

This report describes the results of work analyses of transportation at a number of construction sites in order to develop an optimum planning system for hauling equipment and materials. In this investigation, the authors selected some office and housing construction projects which were of the most general types in building construction, and analyzed times, methods and other particulars of horizontal and vertical transportation in the projects.

As a result of this investigation the following problems were pointed out: (1) Horizontal transportation at construction sites required much manpower because it was mostly done manually. (2) The efficiency of vertical transportation with construction elevators was still at a low level because time required for loading and unloading constituted 75 percent of the transportation time per cycle.

概 要

建築現場における揚重計画の最適計画システム開発のために、幾つかの建築現場で行なった運搬作業の作業分析結果について報告する。

この調査では、最も一般的建築工事である集合住宅と事務所建築工事を対象にして、水平運搬作業および揚重運搬作業の方法、時間などの解析を行なった。この結果から、(1) 水平運搬作業は、人力運搬が中心になっており、相当量のマンパワーを要している。(2) 揚重作業では、工事用エレベーターの占有時間の約75%が資材の荷積み・荷卸し作業に占められ、効率が悪いことなどの問題点が明らかになった。

1. はじめに

一般に、建築業のような資材の集積・組立てが中心作業となる産業では、運搬が作業の中でも重要な役割を占めることが以前から一部の識者の間で指摘されてきた。しかし、建築工事における運搬作業については、一般の製造業の場合と異なって、運搬対象物の種類・量あるいは運搬される環境が建築工事の経過と共に変化するなど変動的要素が多い。また、一般に運搬作業は附随的な作業であるとの見方も多く、超高層建築工事を除いた建築工事では、運搬に対する積極的な取組みがあまりなされてこなかったのが実情であろう。

しかし、今日の労働力不足や低成長経済下での生産性の向上を計るには、建築工事の運搬作業に対しても、作業改善や生産管理技術の導入を計るなどの対応が望まれ

ている。

本報では、建築現場における運搬や揚重計画の最適化を目的にして行なった運搬作業の実態調査の結果を報告する。

2. 調査概要

2.1. 調査項目

建築現場の運搬作業の現状を把握すると共に問題点や改善事項の検討資料になることを目標に、調査項目を設定した。その内容を表一1に示す。水平運搬作業の調査は、仮置場間の運搬や仮置場と揚重機との運搬（移動距離の小さいのは除く）などの顕在運搬作業のみを対象とした。調査項目としては、作業強度に関することも必要であるが、調査の困難なことから省略している。

対象	調査項目		調査方法	
運搬システム	管理方式	管理方法, 組織	観察	
	運搬経路	搬入出経路, ストックヤード		
	手段	水平運搬		方法, 使用器具
		垂直運搬		方法, 使用機械
運搬物	活性状態	荷姿の状態(バラ, 梱包etc.)	計測 + カタログ	
	形状	資材の梱包の寸法		
	重量	資材の重量(梱包単位)		
	容積	資材の容積(梱包単位)		
	取扱い量	運搬時の1回あたりの取扱い量		
水平運搬作業	運搬時間	運搬作業の正味時間	作業測定	
	作業方法	作業の方法, 使用器具		
	作業内容	要素, 作業内容		
揚重作業	運搬物	荷種	荷姿, 概略寸法	8mmメモ ーション
		積載量/回	方法	
		積載時間/回	方法, 量	
	機械稼働	発生時期	各工事毎の負荷の変動	オペレーシ ョングラフ + 8mmメモ ーション
		作業時間	動作時間, 荷積み, 荷卸し, 停止	
		稼働率	平均稼働率, 稼働率の変動	
		利用区分率	各工事毎の利用比率	

表-1 調査項目と調査方法

項目	A 工事	B 工事	C 工事
建物用途	共同住宅	事務所	共同住宅
構造	SRC造	SRC造	SRC造
階数	地上11階	地上10階 地下1階	地上8階
敷地面積	24,894m ²	4,629m ²	1,127m ²
延床面積	24,672m ²	21,036m ²	4,977m ²
建築面積	3,061m ²	2,227m ²	1,127m ²
軒高	30m	37m	24m
外装仕上げ	打込タイル+吹付タイル	打放しに吹付タイル	窯変タイル張り
居室・床仕上げ	PC大引+木毛パネル	ビニール系タイル	発泡モルタル+カーペット
壁仕上げ	左官仕上げ+ビニールクロス	左官仕上げ+V.P	左官仕上げ+ビニールクロス
天井仕上げ	石膏ボード+ビニールクロス	石膏ボード+岩綿吸音板	石膏ボード+クロス張り

表-2 工事概要

移動軽便デリック		自動足場	
定格荷重	1,600kg	積載荷重	1,550kg
ブーム長さ	9,500mm	搬器の大きさ	6.75m ²
ジブ長さ	4,200mm	昇降速度	10m/分
揚程	40,000mm	操作方式	操作上の押ボタン

表-3 揚重機の概略仕様

2.2. 調査方法

各調査項目に対する調査の方法を表-1に示す。水平運搬作業の時間分析には、一般的なストップウォッチ法による継続時間観測法(時計を止めずに要素作業が変るごとに時刻を記録する方法)を用いた。

揚重機では、各動作情報をオペレーショングラフで連

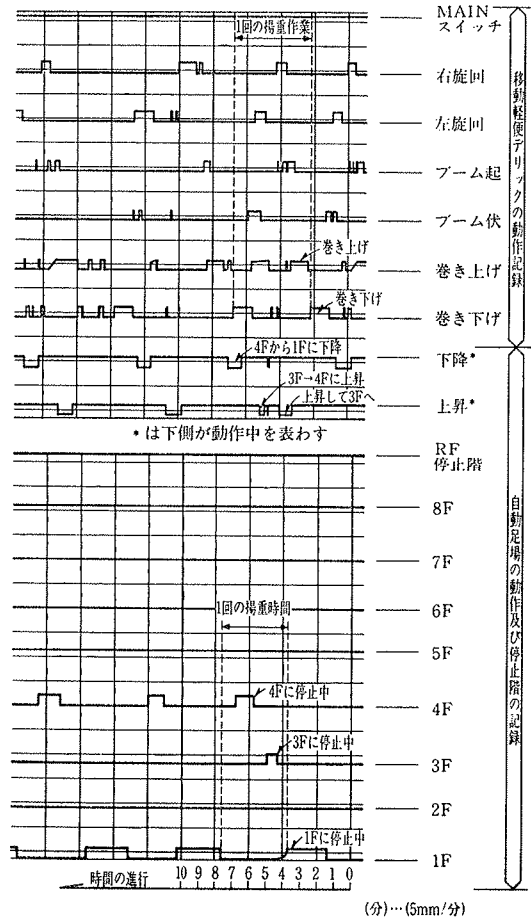


図-1 オペレーショングラフによるデータ

続的に記録する方式と積載状況を8mmメモーションカメラで撮影する方法を併用した。いずれも自動的に記録されるので調査が容易であった。オペレーショングラフによる記録の一部を図-1に示す。

2.3. 調査対象

一般的な建築工事である集合住宅と事務所建築の中規模程度の工事を対象とした。対象工事の概要を表-2に示す。揚重機の調査では、調査能力上の制限より一般的な揚重設備である自動足場、移動軽便デリック(表-3参照)を最小限に備えたC工事を対象とした。A・B工事では、主として水平運搬作業を対象に調査を行なった。いずれも都内における工事である。

3. 調査結果とその考察

3.1. 運搬システム

3.1.1. 管理方式 揚重の管理方式は、揚重機の運転時間のスケジュールリングを元請が管理し、それに従って各協力業者が揚重作業を行なう運転管理方式が中心である。水平運搬では、仮置場や主要通路の管理を元請が行ない、スケジュールリングや運搬手段は各協力業者まかせである。いずれも管理が容易であるが、作業が錯綜する

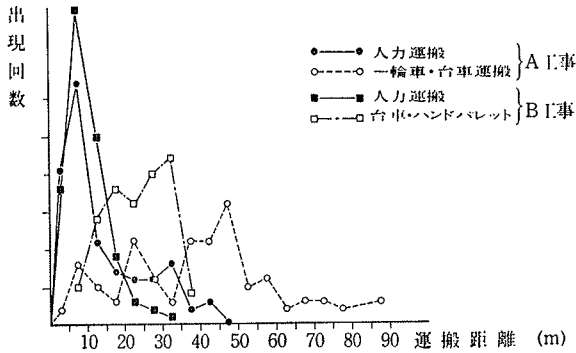


図-2 場内における運搬距離

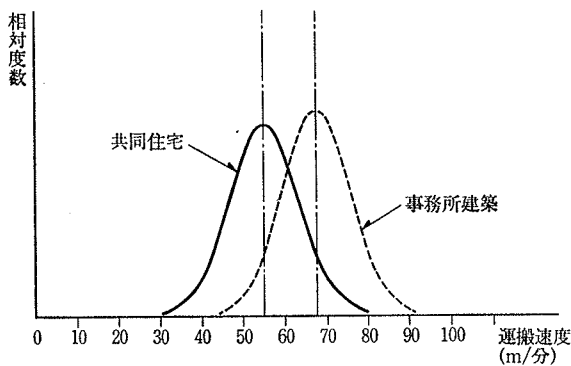


図-3 人力運搬の運搬速度

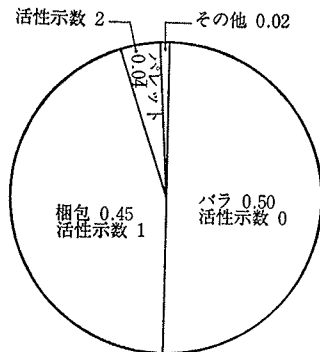


図-4 資材の荷姿

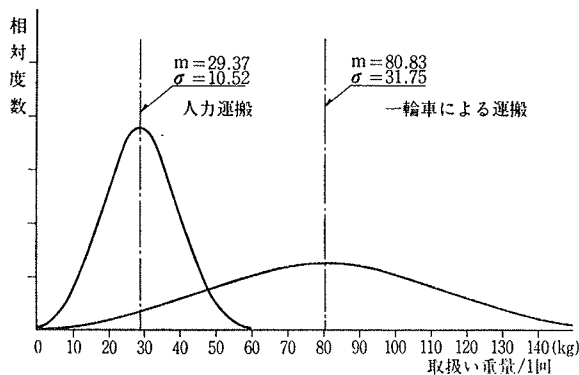


図-5 1回あたりの取扱い重量

ときなどには限界がある。

3.1.2. 運搬径路 運搬径路は、建物や敷地の制約条件で異なるが、仮置場の大部分は揚重機の搬入出口近くに設置されており、揚重機の設置場所が運搬径路の要になっている。図-2に示すように、人力運搬（器具を使用しない人力のみの運搬）の距離には限界があるので、揚重機の配置計画においては、十分な配慮が必要になる。

一般に、集合住宅の場合は戸境壁があって、廊下部分が運搬径路になるので、事務所建築に比べて、空間的な制約が大きい。このため、図-3に示すよう人力運搬の運搬速度の低下がみられている。

3.1.3. 運搬手段 建築現場内で使用される運搬機器は、一輪車、台車およびハンドパレットトラック程度で、動力装置のあるものの使用はほとんどない。総じて、水平運搬の大部分は人力運搬で占められている。図-2に示すように、約15~20 mを境に、人力運搬と運搬機器使用の運搬に分けることができる。

3.2. 運搬物

3.2.1. 運搬物の荷姿（活性示数） 調査対象となった資材の荷姿構成比率を図-4に示す。大部分が活性示数（運搬物の置かれている状態を表わし、取扱いが困難なほうから、0.1.2.3.4.と示す）1以下で、運搬作業の手間数の多い資材の置き方になっている。運搬作業効率化の大きな障害の一つである。

3.2.2. 運搬物の取扱い量 一回の運搬時に持つ重量を荷重に関係なくまとめ、図-5に示す。人力運搬では、約30 kgが平均で、10~50 kgの範囲である。一輪車で、平均で約2.7倍になるが、偏差が大きくなっている。積載能力の大きい台車、ハンドパレットトラックの順にこの傾向は大きく表われている。重量のほか、形状、材質および運搬距離などによっても異なるが、特に荷姿がバラのものに著しい差がみられている。

3.3. 水平運搬作業

3.3.1. 運搬作業内容 建築工事での運搬作業は、運搬量が多いため繰返し型の作業になるので、運搬作業は空手移動も含めた1サイクル分の作業を1単位として扱うことにした。各運搬作業の内容を図-6に示す。台車による運搬作業で最も作業数が多くなっている。建築現場ではパレット化された資材が少ないので、ハンドパレットトラックも台車と同様の作業内容を示している。

3.3.2. 運搬作業時間 台車など運搬機器を使用する運搬作業では、台車への荷積み・荷卸し作業と移動作業とは分けて、時間分析を行なった。運搬作業時間への直接的な影響要因としては、運搬物の重量が最も大きく、特に40 kg以上の場合には著しい差が表われている。次

は、3.1.2. で示したように、運搬径路の要因による変動も約20%と大きい。運搬径路による影響は軽重量のような比較的速い作業に顕著にみられる。運搬物の形状によって、運搬動作が異なるが、これによる運搬時間への影響もみられる。線状の資材など肩にかつぐ動作の

運搬と箱型の資材など抱きかかえる動作の運搬では、同一条件でも、肩にかつぐ方の時間が少ない。これは、それぞれの運搬動作での作業強度¹⁾が異なるためと思われる。

3.3.3. 疲労余裕率を見込んだ運搬作業時間 建築現場

における概略の運搬作業時間を把握するために、正味時間に疲労余裕を見込んだ作業時間の算出を試みた。疲労余裕は、作業強度あるいは仕事の困難さと関係があるとされ、作業強度を示すエネルギー代謝率から、疲労余裕率（疲労余裕時間/正味時間×100%）を求める推測式が幾つか提案されている。ここでは、井上 敏氏の推測式²⁾により求めた。その1例を図-7に示す。この疲労余裕を見込んだ運搬作業時間によれば、運搬速度 50m/分、取扱い量 20~30 kg で肩かつぎの場合が最も疲労余裕率が小さくなっている。

3.3.4. 各運搬作業の能率 疲労余裕率を見込んだ作業時間から、各運搬方法の能率を比較し、図-8に示す。それぞれの運搬方法では、1回あたりの積載量（取扱い量）が異なるので図に示した運搬量を想定した。人力運搬に比べて、簡単な運搬機器を利用することにより、作業時間が大幅に短縮されるのがわかる。運搬費用の面でも、一輪車、台車等の単位時間あたりの原価償却費は、人件費に比べてはるかに小さいので低減される。

3.4. 揚重作業

3.4.1. 揚重作業内容 移動軽便デリックは、三次元的運搬設備であるので、仮置場から仮置場に直接運搬できる。途中、人間による運搬作業が入らない。自動足場は一次元的運搬設備のため、上記と異なり、仮置場から荷台までの水平運搬（荷積み・荷卸し作業）

が入る。また、積載量や仮置場と荷台の運搬距離に応じて作業量変動するなど自動足場の作業内容は、複雑である。

3.4.2. 揚重作業時間 それぞれの揚重機における1サイクルあたりの揚重作業時間の分布を図-9に示す。いずれも左側に片寄ったベータ分布を示しているが、自動足場の場合は偏差が大きく、作業時間が長くなっている。揚重作業の1サイクル平均時間における内訳は図-10に示すように、自動足場の荷積み・荷卸し作業に占有される部分が全体の約75%にも達し移動軽便デリックとは対照的な傾向を示している。揚重機本来の機能からは、移動軽便デリックのような時間構成が望まれる。図-11

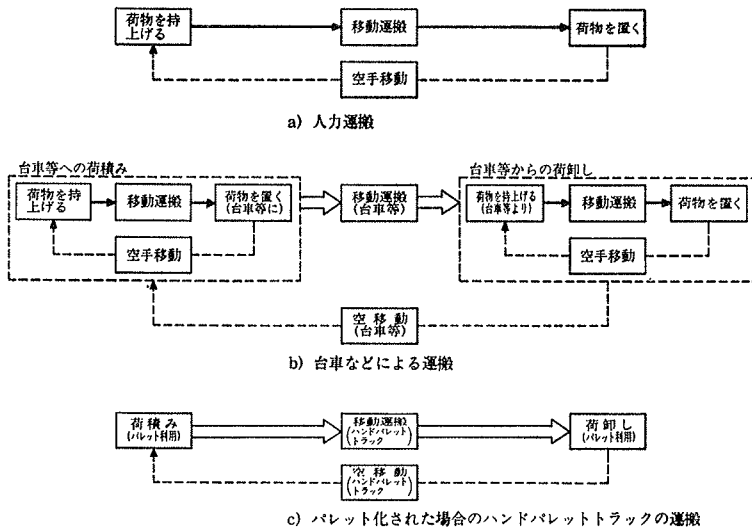


図-6 水平運搬作業の内容

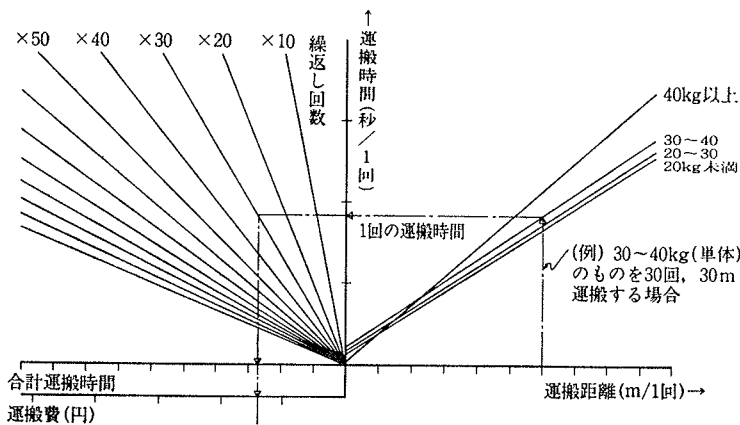


図-7 水平運搬の作業時間

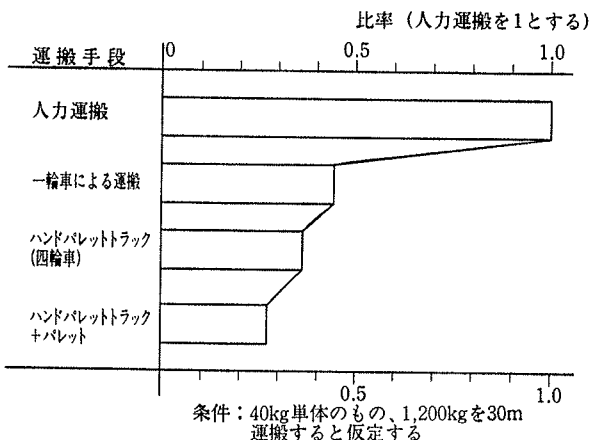


図-8 各運搬方法の能率比較

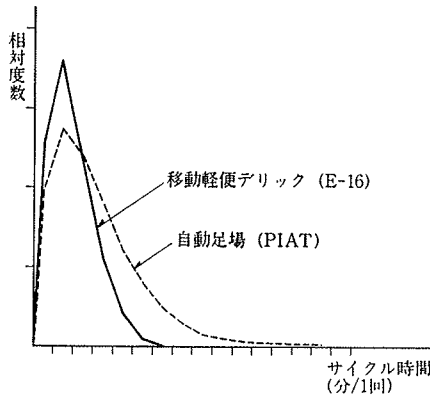


図-9 揚重作業時間の分布

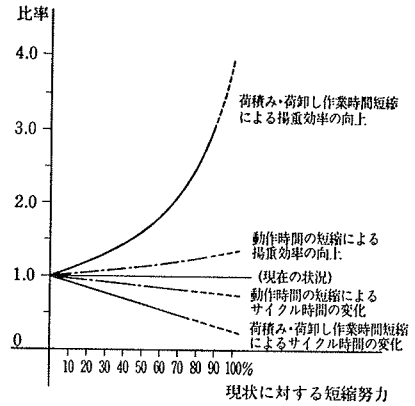


図-11 揚重能力の変動

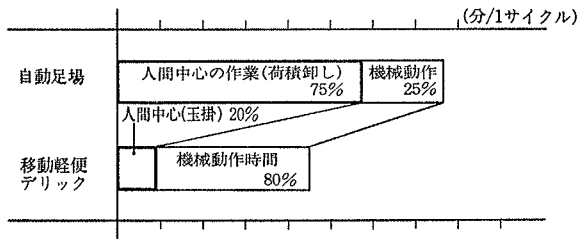


図-10 揚重作業時間の内訳

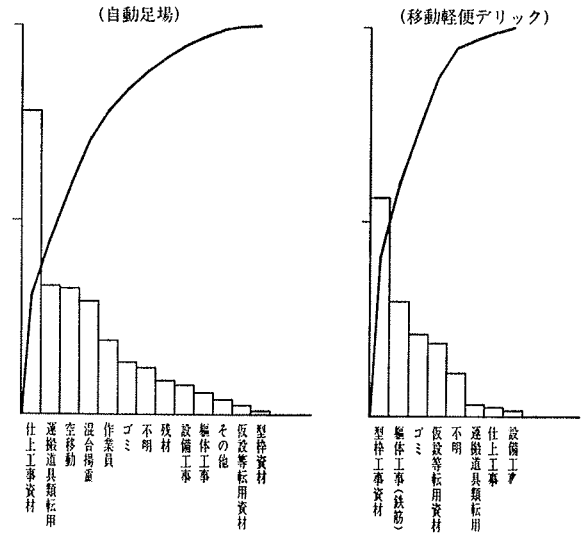


図-12 揚重機における各資材の占有時間

は、自動足場の現在の荷積み・荷卸し作業時間と機械動作時間における短縮努力を計った場合に、揚重能力がどう変化するか示したものである。現在、人力のみに頼っている荷積み・荷卸し作業の時間を約70%弱まで短縮することができれば、揚重機は、2台分の能力を発揮することが読みとれる。3.3.4. に示したように、簡単な運搬機器の利用により相当量の改善が見込まれるので、十分可能性がある。

3.4.3. 揚重機の利用区分 調査工事では、移動軽便デリックを躯体資材と仮設機材用に、自動足場を仕上げ資材用とそれぞれに分けて計画・管理されていたので、図-12に示すような結果を示している。自動足場による仕上げ資材の約64%は、左官工事資材に占有されており、集合住宅の揚重計画では重要な計画項目になる。また作業員、ゴミおよび残材など、揚重負荷としては、予測しづらい資材の利用比率も高く、計画において、見落すことはできない項目であろう。

4. まとめ

今回の調査により、一般建築現場における運搬作業では、

- (1) 資材における大部分が、活性示数1以下の状態にあり、運搬作業の効率化の障害になっている。

- (2) 水平運搬作業は人力運搬が主体で、相当量マンパワーを要している
 - (3) 揚重作業の中心になっている自動足場の荷積み・荷卸し作業が人力運搬主体であるため、その能力を十分活用していない。
- などの問題点が明らかになった。また、この調査により、運搬作業における基礎資料が得られ、改善などの検討を十分に行なうことができた。

今後、運搬作業や運搬環境の改善と平行して、運搬管理についての検討も必要になるであろう。

参考文献

- 1) 沼尻幸吉: 運搬作業のエネルギー代謝率について, 労働科学, No. 40, (1964), pp. 243~251
- 2) 通商産業省産業構造審議会管理部会編: 作業研究, (1969), pp. 113~142, pp. 205~235