

スラットコンベヤの運搬性能調査

岡村 武史
脇坂 達也

概要

建築現場における運搬の合理化，特に省力化は労務事情の逼迫から最近とみにその重要性を増している。コンベヤの建築現場における垂直運搬手段としての利用も運搬の省力化，管理面の合理化などをねらった1つの試みである。今回，スラットコンベヤが設置された現場においてその運搬性能に関する調査が行なわれたが，その結果，積み込みおよび積み卸しの合理化，システム構成要素間の能力バランスなどがはかられば，十分所期の目的は達せられることがわかった。

1. 序

運搬の合理化をめざして，コンベヤを建築現場における資材の垂直運搬に利用する試みがすでに数現場でなされ，一部で運搬の省力化，運搬コストの低減など良好な成績を収めた¹⁾。

今回，某社研修所新築工事にスラットコンベヤが導入されたのを機会にその運搬性能を徹底的に調査することになり，主体および仕上工事用資材の運搬について作業性，運搬能力および経済性の3つの観点から調査および検討を行なった。

本報告では，作業性と運搬能力に関する調査および検討の結果を報告する。

2. 工事概要

工事名称；某社研修所新築工事

所在地；大阪市内

規模；地下1階，地上6階，塔屋2階，

建築面積 1115m²，延床面積 7347m²，

軒高 GL+20m，最高 GL+30m

構造；鉄骨鉄筋コンクリート造

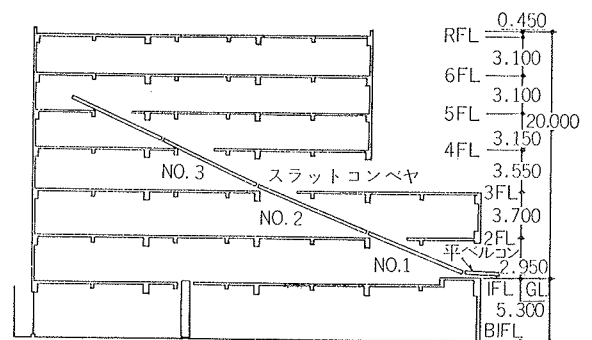
工期；昭和44年6月18日～同45年8月31日

2.1. 運搬設備

当現場の運搬設備は概略図-1に示すように，主体工事期間はスラットコンベヤ5台，平ベルトコンベヤ1台および移動軽便クレーン1台から，仕上工事期間はスラットコンベヤ4台，平ベルトコンベヤ2台およびユニバーサルリフト1台から構成された。

スラットコンベヤは図-2に示すように，すべり止めのゴム板を張り付けた木製のスラットを使用している。その仕様は表-1に示すとおりである。

2.2. 運搬資材



断面図

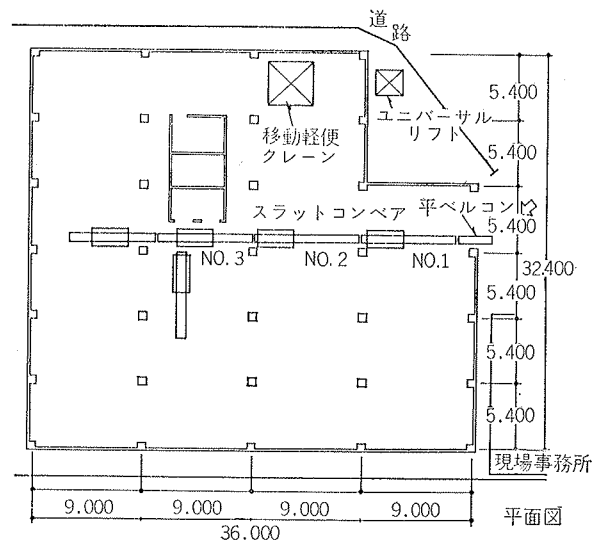


図-1 コンベヤ配置図

| 長さ (m) | 巾 (mm) | 速度 (m/分) | 能力 (t/時) | 駆動方式 | 所要動力 (KW) | 最大傾斜角 (°) | 総重量 (t) |
|--------|--------|----------|----------|----------|-----------|-----------|---------|
| 8または9 | 600 | 28 | 50 | ギヤードモーター | 1.5 | 35 | 2 |

表-1 スラットコンベヤの仕様 (60Hz の場合)

代表として4階の主体および仕上工事に要する主要資材の内訳数量とハンドリング単位の寸法および重量

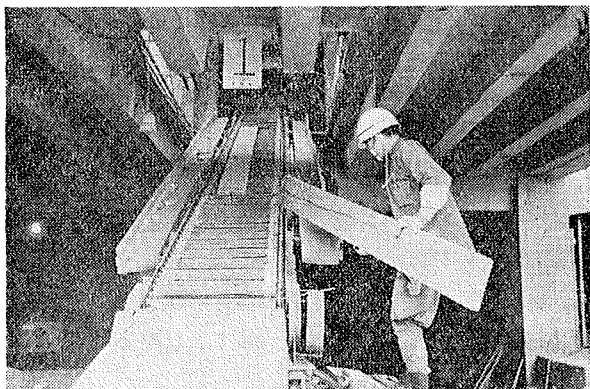


図-2 スラットコンベアへの積み込み

| | | 主体工事用資材 | | | | | | | |
|------------------------|------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|---|----------------------------|------------------------------|
| | | コンクリート | 鉄筋 | 型枠 (110月取) | 合板 | 機木 | 鋼製バタ | パイプ支柱 | G金物 |
| 数量 | 32.3 m³ | | | 282.3 m² (28.0) | 2100 m² | 2820 m | 14500 m | 1100本 | 4300ヶ |
| 重量(t) | | 32.0 | | 14.1 | 1.7 | 58.8 | 18.7 | 4.3 | |
| ハン グ ド 単 位 | 寸法 (mm) | | | ex. 12× 910×1810 | 2000 | ex. 60× 100×2000 | 長さ | 4.5ヶ入り ビニール袋 | |
| | 重量 (kg) | | | 13 | 12 | 8 | 15 | 45 | |
| | | 仕上工事用資材 | | | | | | | |
| | | 見 取 角 タ イ ル | 床 モ ザ イ ク タ イ ル | 天井 ロッ タ ス タ ー | 天井 フ ラ ス ト ー キ | 天井 フ ラ ス ト ー キ ク ラ フ ス | 床 ビ ニ ー コ ク タ イ ル | 床 ゴ ム タ イ ル | 床 OIC カ ー ペ ッ |
| 数量(m²) | 100 | 8 | 32 | 60.7 | 1.7 | 11.9 | 80 | 34.0 | |
| 総数 | 63箱 | 2箱 | 10箱 | 37.5枚 | 11枚 | 4.3箱 | 2.5箱 | | |
| ハン グ ド 単 位 | 寸法 (mm) | 220×450 ×110 | 310×310 ×230 | 350×650 ×250 | 910×1820 ×9 | 470×470 ×210 | 305×310 ×110 | 305×310 ×110 | |
| | 重量 (kg) | 18 | 33 | 14 | | 30 | 20 | 25 | |

表-2 4階の主体および仕上工事用資材内訳数量を表-2に示す。

3. 調査方法

主体および仕上工事用資材の運搬について時期的に2回に分けて調査を行なった。前者については、4階の主体工事期間のうち、3階のコンクリート打設2日目から4階のコンクリート打設前日までの8日間を調査期間とし、最初の2日間は全種類の調査、残りの6日間は運転記録計によるコンベアの稼働調査のみを行なった。後者については仕上工事の最盛期に2日間、コンベアの稼働調査を除くすべての調査を行なった。調査の内容は表-3、4、に示すとおりである。

| 調査種類 | 調査目的 | 調査項目 | 調査票 | 測定器具 | 調査員 |
|--------------|------------------|-------------------------------------|-------|------------------------|---------|
| 全体調査 | 作業性 能力 経済性 | 表-4参照 | (I) | 時計 カウンター トランシーバー | 2人 |
| 積み卸し 時間調査 | 能力 | 資材1単位の積込および積卸時間、水平運搬の1サイクルタイム | (II) | ストップウォッチ | 2人 |
| 運搬経路 調査 | 作業性 | 積込階の置場から積卸階の置場までの運搬経路 | (III) | | 上記4人が兼務 |
| 作業者 調査 | 作業性 能力 | 作業者名、職種、年齢、経験年数、作業名、疲労感、作業直後心拍数(一部) | (IV) | ストップウォッチ | 同上 |
| コンベア 稼働調査 | 能力 経済性 | コンベア(4台)の上りまたは下りの稼働時間、運搬品目、区間、職種 | (V) | 運転記録計(8ペン式) | (現場兼務) |

表-3 調査内容

| スラットコンベア運搬調査票(I) | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----------------------|--|---------------|--|---------------|----|---------------|--|---------------|------|---------------|------|
| 調査年月日 | 45. 6. 27 | | | | 天気 | 曇り | | | 湿度 | 29.9 | | 25.1 |
| 整理番号 | 15 | | 16 | | 17 | | 18 | | 19 | | 20 | |
| | 右 | | 左 | | 右 | | 左 | | 右 | | 左 | |
| 運搬品目 | 汎用タイル | | 同 | | 同 | | 同 | | 汎用タイル | | 汎用タイル | |
| 単位法 | m | | m | | m | | m | | m | | m | |
| 寸法 | 265×310×110 | | 同 | | 同 | | 同 | | 170×110 | | 300×450×130 | |
| 重量 | 20 | | 60 | | 20 | | 20 | | 11 | | 11 | |
| 運搬距離 | 150 | | 60 | | 20 | | 20 | | 20 | | 20 | |
| 重量 | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | | 300 | |
| 最大重量 | 58.6 | | 18.6 | | 15.1 | | 145 | | 13 | | | |
| 運搬区間 | 1F→2F | | 1F→B1F | | 1F→1F | | 1F→2F→5F | | 3F→4F | | 1F→B1F | |
| 平均運搬距離 | 3.75 | | 4.50 | | 11.0 | | 14.15 | | 3.15 | | 4.50 | |
| 時間 | 15時 15分00秒→20分00秒 | | 20分00秒→25分00秒 | | 25分00秒→30分00秒 | | 30分00秒→35分00秒 | | 35分00秒→40分00秒 | | 40分00秒→45分00秒 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 作業員数 | コンベア | | コンベア | | コンベア | | コンベア | | コンベア | | コンベア | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 作業時間 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 要員数 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| (A) | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| 積込 | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |
| | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | | 積込 | |

表-4 調査票(I)(記入例)

4. 調査結果とその検討

4.1. 作業性

コンベアの作業性について調査票(I), (III), (IV)(表-3, 4参照)などから検討すると以下のとおりである。

4.1.1. 操作性 i) コンベアの操作には特別な資格を必要とせず、だれでも自由に簡単に使用できる。

図-3に示すように、コンベアの運転は現場事務所内で集中管理され、作業場では停止のみ行なえるような

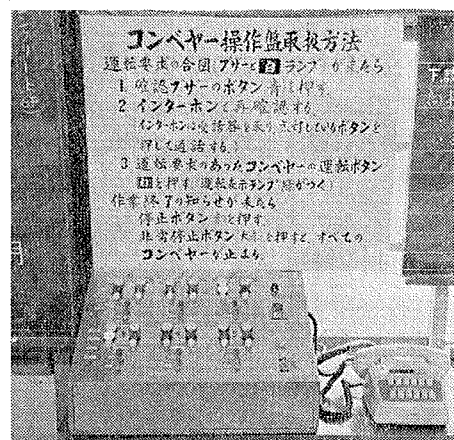


図-3 運転操作盤(現場事務所内)

システムをとると、運搬および機械管理が完全に実施できる。

4.1.2. 安全性 i) コンベヤを通すための床開口は小さくてすみ、その位置が各階でずれているので、各階同一場所に大きな開口を設ける場合に比べて安全である。ii) 積み・卸しは安全な作業である。

4.1.3. 融通性 i) 主体工事用資材から仕上工事用資材の運搬まで一貫して使用できる。ii) 同時に多種類の資材を異なった階へ運搬できる。iii) 1ラインを幾つかのブロックに分けて同時に使用できる。iv) 荷姿および重量の制約を受ける(荷姿による制約は連結部を改良することにより大幅に緩和される)。v) すえ付けに関して建物の平面の制約を受ける。

4.1.4. 積み・卸しに対する作業性(人力で積み・卸しをする場合) i) 資材は1つずつ積み込むので、一束にまとめられて搬入された資材は荷くずししなければならぬ。ii) 資材は重ねずに積み込むので、長尺物では作業員に手待ちが生じる。iii) 積み・卸しの作業域は狭いので、多量の資材を連続的に運搬するためには、同時に水平運搬を行なう必要がある。

4.1.5. 積み・卸しに対する疲労 作業直後の心拍数は最大132/分(作業強度の指標であるエネルギー代謝率に換算すると6~9)²⁾まで測定され、疲労感については、疲れると答えた者19%、多少疲れる35%、疲れない45%であった。作業姿勢が変則的で作業強度が高いわりに、一連続作業時間が短いためか、疲労を訴える者は少なかった。ただ、コンベヤが騒音を発しながら(ベルトコンベヤの場合は静か)常に動いているため、特に積み卸し側で心理的な圧迫を受けるといふ感想は多く聞かれた。

4.2. 運搬能力

コンベヤによる資材の運搬は、一般にコンベヤ(1ライン)、積み・卸し作業員(2人)、水平運搬作業員(適当な人数)から構成されたマン・マシン・システムにより行なわれる。このシステムにおいては、これらの要素が並列的に結ばれているので、システムとしての運搬能力はいちばん能力の低い要素の能力によりきまる。そこで、まず各要素の能力を求めてその比較からシステムとしての能力を求め、次にコンベヤの稼働率を検討し、それらと時間の積である運搬量として総合的な能力を求めた。

4.2.1. コンベヤの能力 コンベヤの運搬能力は、表一に見られる公称能力50 t/時を上限值とし、運搬資材の荷姿と重量から(1)³⁾式により求められる。

$$q_c = 60Av\gamma \dots\dots\dots(1)$$

ただし、 q_c —コンベヤの能力(t/時)

A —平均積載断面積(m²)

v —コンベヤの速度(m/分)

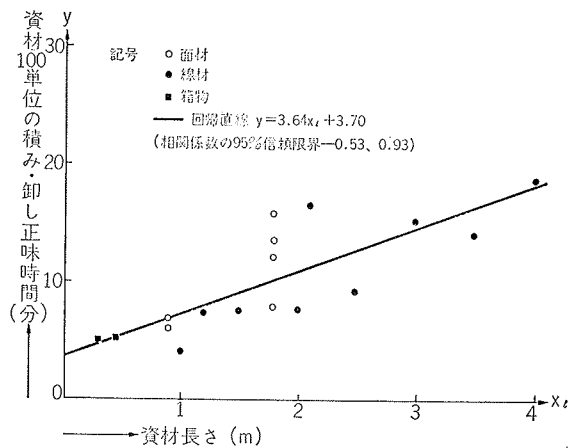
γ —運搬資材の見掛比重(t/m³)

| | 面・線材 | 袋物 | 箱物 |
|----------------------------------|------|----|--------------|
| $A \cdot \gamma$ (kg/m) (代表値) | 7 | 20 | 70 |
| q_c (t/時) | 12 | 34 | (120) →50 |

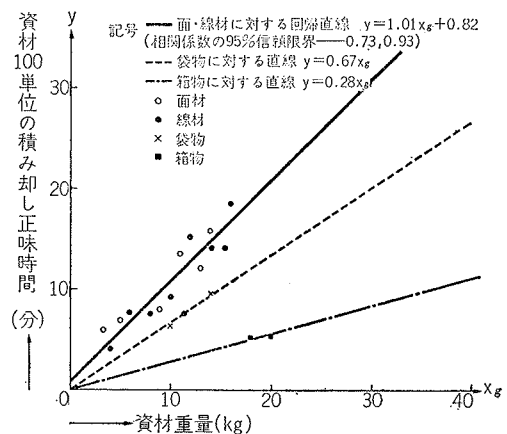
運搬資材を荷姿により面・線材(合板などの面材や鋼製バタなどの線材)、袋物(扱いにくい袋詰めの金物や重量のわりに容積の大きい箱詰めの天井材など)、箱物(箱詰めのタイルなど)に大別し、(1)式から q_c を求めると表一5のようなになる。

4.2.2. 積み・卸し作業員の能力 積み・卸し作業員の能力は、まず資材100単位当たりの積み・卸しに対する正味および標準時間としてとらえ、後にそれを t/時単位に換算した。

正味時間 調査票(II)から資材100単位当たりの積み込みおよび積み卸しに要する正味時間を求めたところ、両者の間にほとんど差がないことがわかったの



図一4 資材100単位の積み・卸し正味時間測定値と資材長さ



図一5 資材100単位の積み・卸し正味時間測定値と資材重量

で、これらを積み・卸し正味時間測定値として一括した。

この測定値と資材の長さおよび重量との間には、図-4, 5に示すようにならぬ高い相関が認められるので、資材100単位の積み・卸し正味時間の推定には資材長さに関する(2)式、または多少推定精度の高い資材重量に関する(3)~(5)式を用いることにした。

任意資材に対して $y = 3.6x_l + 4$ (2)

面・線材に対して $y = x_g$ (3)

袋物に対して $y = 0.7x_g$ (4)

箱物に対して $y = 0.3x_g$ (5)

ただし、 y —資材100単位の積み・卸し正味時間推定値(分)

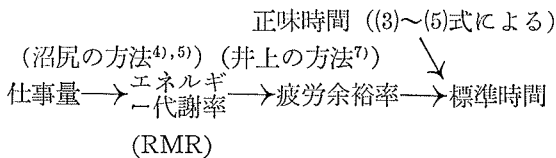
x_l —資材長さ(m)

x_g —資材重量(kg)

標準時間 標準時間は一般に(6)式から求められる。積み・卸しに関しては疲労が最も重視されたの標準時間=正味時間+余裕時間

= 正味時間 × (1 + 余裕率)(6)

で、余裕率として疲労余裕率だけを取り上げることとし、労働科学の分野における研究成果^{4)~7)}に基づいて、次に示すような手順と仮定条件により資材100単位の積み・卸しに対する標準時間を計算した。その結果は表-6に示すとおりである。



仮定条件

i) 仕事量 = 積み込み距離 × 資材重量 × 積み込み回数 (kgm/分) 積み込み距離 = 1m

ii) 疲労余裕率 = $\frac{420 \times \text{RMR} + 576 - K}{K - 576} \times 100$

K (拘束8時間における消費カロリー) = 2000 Cal

| 資材 | 仕事量 (kgm/分) | RMR | 疲労余裕率 (%) | 資材100単位当り(分) | | 能力(t/時) | |
|------|-------------|-----|-----------|--------------|-----------|---------|-----|
| | | | | 正味時間 | 標準時間 | 正味 | 標準 |
| 面・線材 | 100 | 4.0 | 18 | x_g | $1.2x_g$ | 6.0 | 5.0 |
| 袋物 | 143 | 5.3 | 57 | $0.7x_g$ | $1.1x_g$ | 8.6 | 5.5 |
| 箱物 | 333 | 9.6 | 183 | $0.3x_g$ | $0.85x_g$ | 20.0 | 7.1 |

表-6 積み・卸し作業員の能力

4.2.3. 水平運搬作業員の能力 調査票(II)から資材100単位当たりの水平運搬に要する正味時間を求めると、i) 1回の運搬重量=30kg, ii) 歩行速度=70m/分, iii) かつぎ上げおよび卸し時間=0.2分として計算した値とかなりよい近似を示すので、正味時間の推定にはこれらの条件による(7)式を用いることにした。

$y' = 3.3x_g \left(\frac{l}{35} + 0.2 \right)$ (7)

ただし y' —資材100単位当たりの水平運搬正味時間(分)

x_g —資材重量(kg)

l —水平運搬距離(m)

疲労余裕率を4.2.2.と同様の手順と仮定条件 iv) 水平運搬距離=10m, v) かつぎ上げ高さ=80cm から求め、水平運搬距離が5および10mに対する標準時間を計算すると表-7のようになる。

| 水平運搬距離(m) | RMR | 疲労余裕率 (%) | 資材100単位当り(分) | | 能力(t/時) | |
|-----------|-----|-----------|--------------|----------|---------|-----|
| | | | 正味時間 | 標準時間 | 正味 | 標準 |
| 5 | 4.6 | 35 | $1.1x_g$ | $1.5x_g$ | 5.5 | 4.0 |
| 10 | 4.6 | 35 | $1.6x_g$ | $2.2x_g$ | 3.7 | 2.7 |

表-7 水平運搬作業員の能力

表-6, 7から積み・卸しと水平運搬の速度がつりあう場合の水平運搬作業員数を求めると表-8のようになる。

| コンベヤの能力 | 面・線材 | | 袋物 | | 箱物 | |
|---------|------|----|----|----|----|----|
| | 正味 | 標準 | 正味 | 標準 | 正味 | 標準 |
| 運搬能力 | 50 | 42 | 25 | 16 | 40 | 14 |
| 公称能力 | 12 | 10 | 17 | 11 | 40 | 14 |

表-8 積み・卸しと水平運搬の速度がつりあう場合の水平運搬作業員数(人)

4.2.4. システムの能力とコンベヤの効率 表-8

で小数点以下を切り上げた数の作業員を水平運搬に配するものと仮定すれば、システムの能力はコンベヤと積み・卸し作業員の能力の低いほうで定まる。すなわち、表-5, 6の比較から積み・卸し作業員の能力がシステムの能力となる。

コンベヤの効率をシステムの能力とコンベヤの能力との比として求めると表-9のようになる。

| 水平運搬距離(m) | 面・線材 | | 袋物 | | 箱物 | |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 正味 | 標準 | 正味 | 標準 | 正味 | 標準 |
| 5 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 1.4 | 3.6 | 1.8 |
| 10 | 1.6 | 1.9 | 2.3 | 2.1 | 5.4 | 2.6 |

表-9 コンベヤの効率 (%)

4.2.5. コンベヤの実作業率 調査票(I)からコンベヤの稼働時間に対する積み・卸し時間および全運搬時間(後述)の比としてコンベヤの実作業率を求めると、おのおの88%および92%となる。

| コンベヤNo. | 1 | | 2 | | 3 | | 1, 2, 3 | |
|---------|--------|------|-------|------|-------|------|----------|------|
| 区間 | 1階↔2階 | | 2階↔3階 | | 3階↔4階 | | 1階↔4階 | |
| 方向 | up | down | up | down | up | down | up | down |
| 稼働時間(分) | 60.9 | 41.0 | 211.3 | 29.7 | 299.2 | 0.2 | 571.4 | 70.9 |
| 調査時間(分) | 3930.8 | | | | | | 3×3930.8 | |
| 稼働率 (%) | 1.55 | 1.04 | 5.38 | 0.76 | 7.61 | 0.01 | 4.85 | 0.60 |

表-10 4階主体工事期間におけるコンベヤ稼働率 (稼働率=稼働時間/調査時間)

4.2.6. コンベヤの稼働率 4階の主体工事期間における1階から4階に至る3台のコンベヤの稼働時間を集計すると表-10のようになる。同表から稼働率が非常に低いことがわかるが、その理由として i) 鉄筋などの長尺物および外部から搬入された資材の大部分がクレーンにより荷揚げされ、コンベヤは型枠材の補転に対する使用にとどまった、ii) コンベヤとクレーンを作業員に自由に選択使用させたため、なじみが薄く、積み・卸しのきついコンベヤが敬遠された、iii) コンベヤによる運搬可能資材が荷姿により制約を受けたなどがあげられる。

コンベヤに対する資材の配分率を推定すると表-1の型枠材および鉄筋の積み・卸し正味時間は(2)、(3)式から960分および320分と推定されるので、表-10のコンベヤNo.3の上りの稼働時間290分の88% (実作業率) が型枠材の運搬に当てられたものと仮定すれば、4階の型枠材の27%、鉄筋を含めると21%がコンベヤに、残りがクレーンに配分されたことになる。これは現場側の観測とほぼ一致した。

4.2.7. システムの運搬量 1ラインのコンベヤシステムによる運搬量は(7)式から求められる。実作

$$Q = E_w \cdot E_r \cdot q_s \cdot t \quad \dots\dots\dots(7)$$

ただし、Q—運搬量(t)

E_w —コンベヤの稼働率

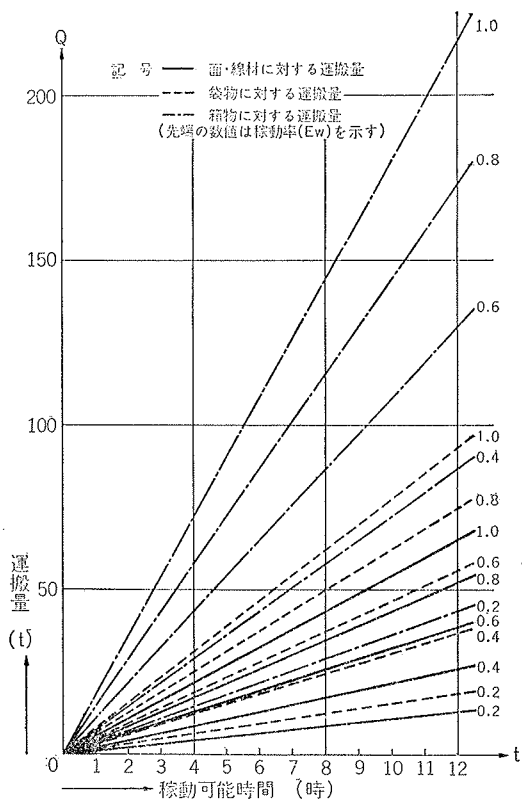


図-6 運搬量 (実作業率(E_r)=0.9 の場合)

E_r —コンベヤの実作業率

q_s —システム的能力(t/時)

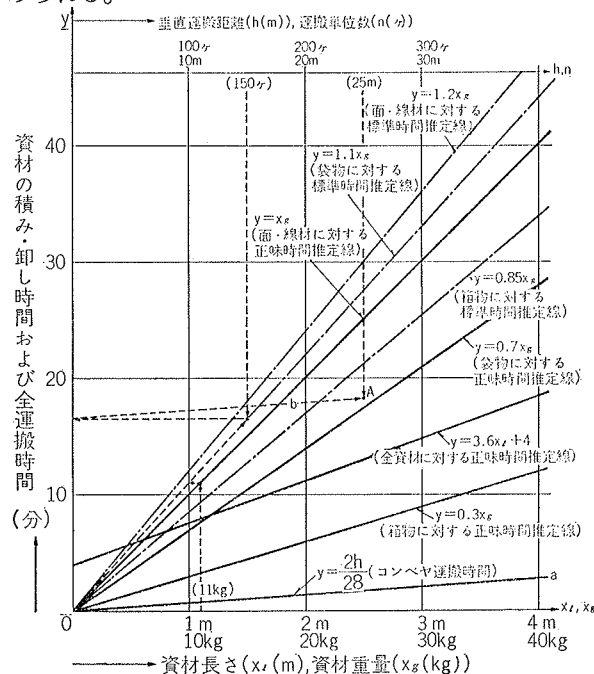
t—コンベヤの稼働可能時間(時)

業率とシステム的能力についてはこれまでの検討結果を用い、稼働率は5段階変化させて同式から運搬量を求めると図-6のようになる。

参考までにコンベヤの負担可能床面積と全運搬時間を計算すると次のようになる。

コンベヤの負担可能床面積 主体工事用資材の運搬に関して1ラインのコンベヤが負担できる床面積は、1階分の主体工事期間(15日と仮定する)の2/3日間にコンベヤの稼働率50%で主体工事用資材(型枠と鉄筋)を運搬するものと仮定すると、この種の建物で約1200m²になるものと推定される。

全運搬時間 ある集積資材に対する全運搬時間は、資材の水平運搬は無視して、積み込み階における最初の単位の積み始めから積み卸し階における最終単位の卸し終わりまでの時間であると定義すると、図-8に示すような関係となり、全運搬時間は(8)式から求められる。



(例) プラスターボード(910×1820×9mm, 11kg) 150枚を高さ25m 運搬する場合の正味全運搬時間は図中の点線矢印に従って求めていくとA点で18.4分と求まる。但しa/b

図-7 資材積み卸し時間および全運搬時間

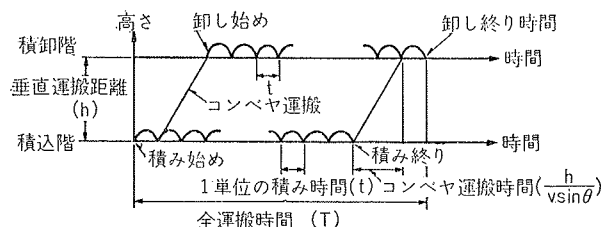


図-8 コンベヤ運搬模型図

$$T = (n+1)t + \frac{h}{v \sin \theta} \quad \dots\dots\dots(8)$$

ただし、T—全運搬時間(分)

n—運搬単位数

t—1単位当りの積み・卸し時間(分)

h—垂直運搬距離(m)

v—コンベヤの速度(m/分)

θ —コンベヤの傾斜角度(°)

tに正味または標準の積み・卸し時間を代入すると、Tとして正味または標準の全運搬時間が求められる。いまv=28m/分、 $\theta=30^\circ$ とおくと、Tはnとhの任意の組み合わせに対して、プラストターボードの例で示すように図一7上で容易に求められる。しかし(8)式または同図からわかるように、nが増加するにつれてTに対するhのきき方は低下するので、一般には、 $T=nt$ とみなしてさしつかえないであろう。

5. まとめ

(1) 操作性、安全性および管理面から見て非常にすぐれた運搬方法である。

(2) 荷姿と重量により多少制約を受けるが、主体および仕上工専用資材の垂直運搬に一貫して便利に使用できる。

(3) すえ付けにおいて建物の平面に制約を受ける。

(4) 人力で積み・卸しをする場合、作業性および疲労に関して問題がある。

(5) システムの運搬能力は一般に積み・卸し作業員

の能力できまり、最大約20 t/時、これはスラットコンベヤの公称能力の40%にすぎない。また疲労余裕を含む標準の能力はこの約1/3まで低下する可能性がある。

以上、スラットコンベヤの作業性と能力を検討した結果、積み込みおよび積み卸しの合理化、システム構成要素間の能力バランス、連結部の改良などが達成されれば、コンベヤは建築現場の垂直運搬手段として十分使用できることがわかった。

なお、この調査は、本店工務部の毛利次長、吉田職員、機械部の兼子職員、現場の中川所長、富田主任をはじめ多くの方々協力のもとに行なわれた。また、労働科学研究所の沼尻博士に御示唆をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 花田史朗：林兼産業(株)第二食品工場増築工事における施工改善と運搬管理について、社内資料(1969)
- 2) 橋本邦衛：人間工学の方法論，人間工学，1—2
- 3) 日本機械学会：機械工学便覧
- 4) 沼尻幸吉：労働の強さと適正作業量(1969)
- 5) 沼尻幸吉：運搬作業のエネルギー代謝について，労働科学，40—6(1964)
- 6) 沼尻幸吉：筋作業の疲労余裕率に関する研究，労働科学，44—10(1968)
- 7) 通商産業省産業構造審議会管理部会：作業研究，(1969)，217