

## 日立オートライン

Hitachi Autoline

神 峯 次 郎\* 杉 本 宏\*  
Minejirō Jin Hiroshi Sugimoto

## 内 容 梗 概

交通の近代化に伴い、道路が動けば人の流れも整理でき、秩序を保ちながら、目的の場所に行くことができるという夢を実現した「動く歩道」が新時代の注目を浴びている。

日立製作所においては、諸外国で開発された「動く歩道」に検討を加え、新しい駆動方式のオートラインを開発し好結果を得た。

本稿はオートラインの構造および利用範囲について述べる。

## 1. 緒 言

近年わが国における交通量の増加は著しく、ビル内部の交通手段として縦のエレベータ、斜めのエスカレータのほかに、「動く歩道」としてのオートラインの完成により、ビル内外の群衆を秩序正しく能率的に誘導することが可能となった。

今回試作したオートラインは、すでに諸外国で発表されたベルトコンベヤ方式<sup>(1)(2)</sup>、およびエスカレータ方式<sup>(3)</sup>とは異なり、新規な構想に基づいて開発したチェーンベルト式の「動く歩道」である。

日立オートラインは、乗心地がよく、安全確実な構造として、実用化の第一歩を築いた。

本稿では、オートラインの概要を紹介し、設備計画のご参考に供する次第である。

## 2. 駆 動 機 構

第1、2図はオートラインの構造図である。

第1図に示すように、ベルトシステムを生かして、エンドレスのベルトとこれを支持するエンドレスの連鎖帯を組合わせたものからなっている（特許 No. 261880）。

この連鎖帯は、左右2条のチェーンと、ベルトをささえる軸、およびレール上を転動するゴムローラから構成される。

連鎖帯は、両端に設けた駆動ギヤおよび従動ギヤにかけられレールによって案内される。

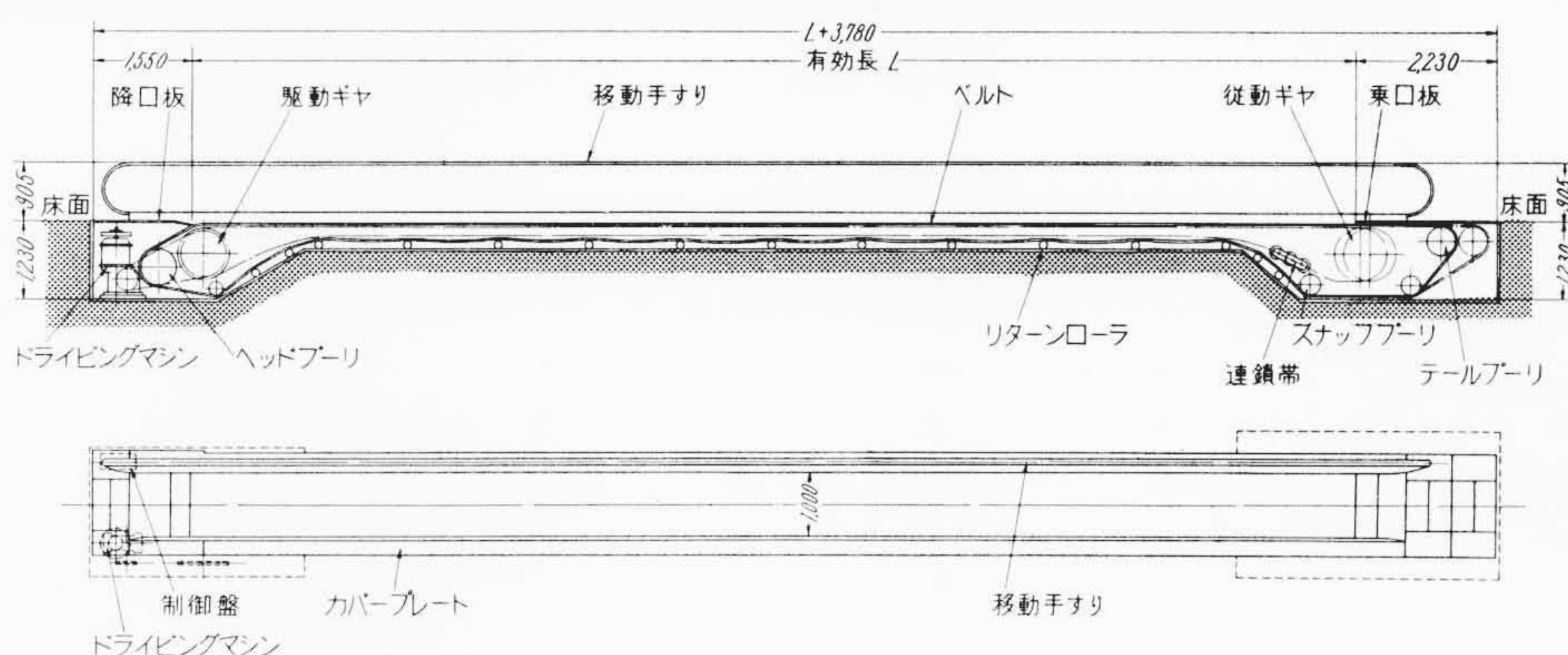
駆動ギヤは降口側に、従動ギヤは乗口側に設置した。

またループ状を形成しているベルトは、降口端で連鎖帯から離れ帰路ベルトとなって各プーリに案内される。乗口端ではテールプーリから離れて往路ベルトとなる。

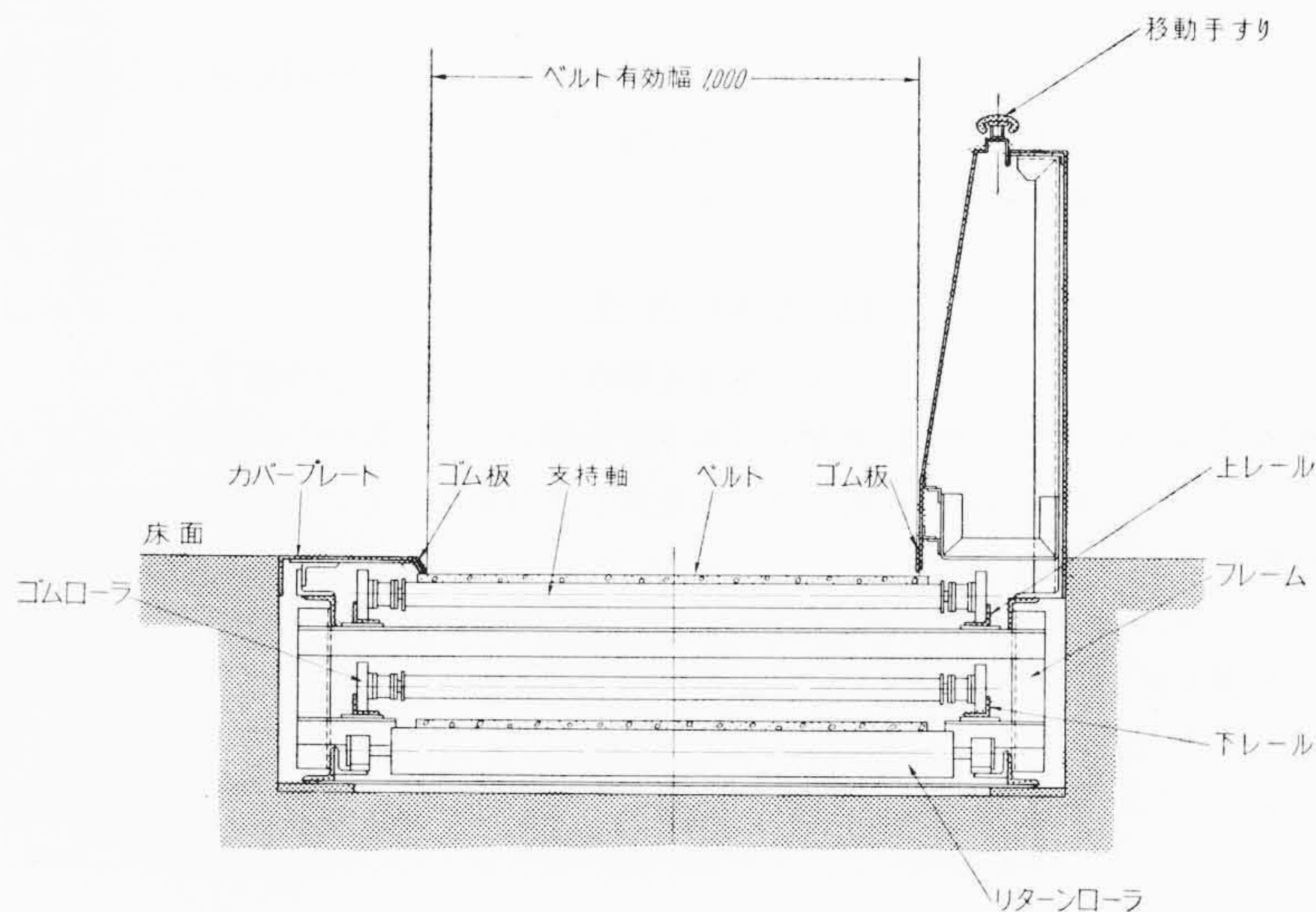
ベルトに生ずるローラの回転抵抗を少なくするため、各プーリの軸受にはボールベアリングを使用した。

また帰路ベルトのたるみ抵抗を少なくするために、リターンローラを適当な間隔で設け、ベルトの自重によるたわみを小さくした。一方往路ベルトは、乗客の足もとに安定感を与えるために連鎖帯の支持軸間ピッチを適当な寸法とし、乗客が乗ることによって生ずるたわみを少なくした。

\* 日立製作所国分工場



第1図 オートライン



(片側移動手すり)

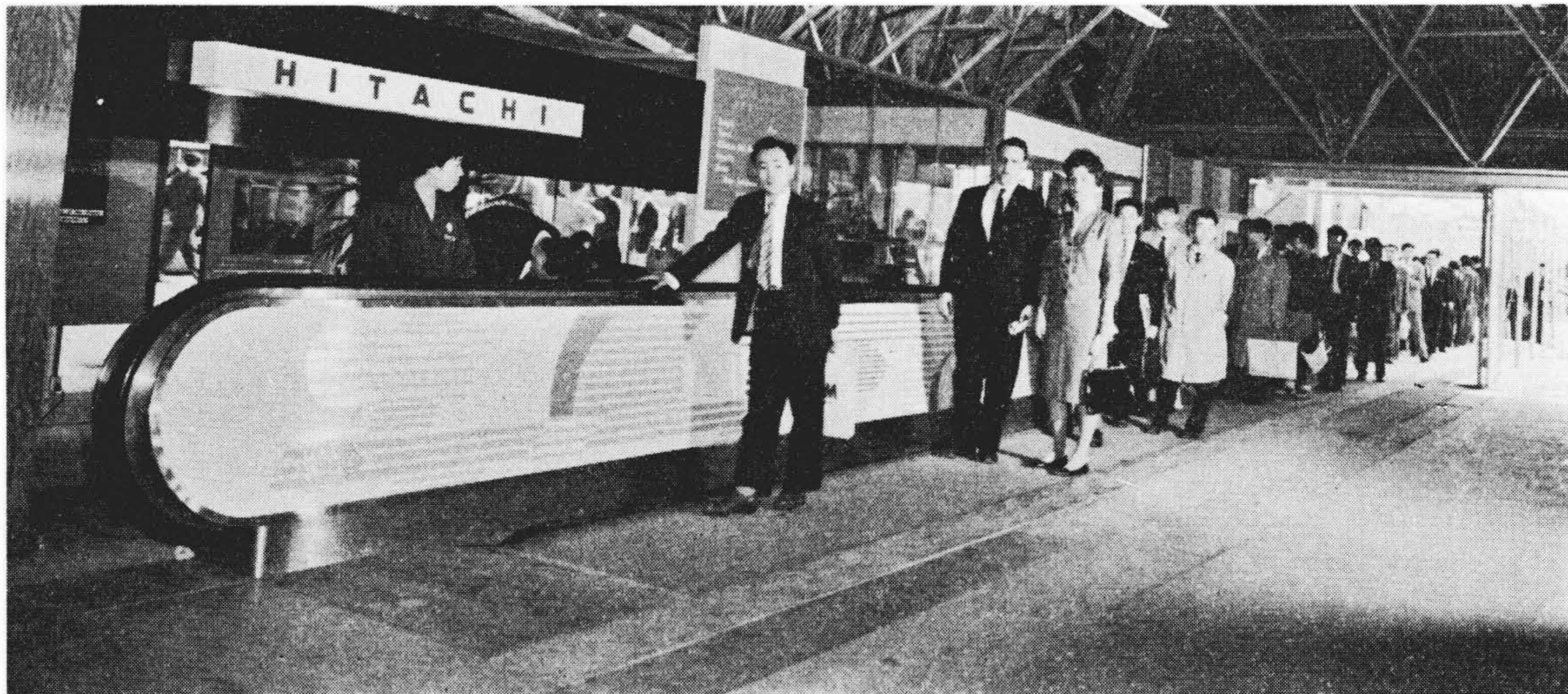
第2図 第1図の中間断面図

ドライビングマシンによって駆動される連鎖帯の上に往路ベルトがおかれ、ベルトは自重によって生ずる支持軸との静止摩擦力によって駆動される。一方帰路ベルトには、前記リターンローラの転動による摩擦力が働く。

この静止摩擦力が転動摩擦力より大きい場合のみ、ベルトは連鎖帯と同一速度で移動することができる。

ここで往路ベルトと支持軸の間に生ずる無負荷摩擦力を  $C_{kg/m}$ 、帰路ベルトがリターンローラおよびプーリで案内されるときに生ずる抵抗を  $C_1 kg/m$  とすれば、ベルトが連鎖帯と同一速度で移動するためには、





第 3 図 国際見本市，日立特設館でサービス運転中のオートライン

第 1 表 動く歩道の主要諸元

|                       | 日立オートライン | (1)(2)<br>SPEED<br>WALK | (8)<br>TRAV-O-<br>LATOR | 1,200T形<br>エスカレータ |
|-----------------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| ベルト有効幅または<br>踏段幅 (mm) | 1,000    | 1,580                   | 1,220                   | 1,000             |
| 速 度 (m/min)           | 50       | 37                      | 40                      | 27                |
| 輸送人員 (人/時)            | 15,000   | 10,800                  | 12,000                  | 8,000             |
| 馬 力 (HP)              | 10       | 20                      | —                       | 10                |

第 2 表 日中の閑散な銀座通での平均歩速 (4)

|   |     |   |   | 歩 速 (m/min) |
|---|-----|---|---|-------------|
| 男 | 子   | 1 | 人 | 75          |
| 女 | 子   | 1 | 人 | 67          |
| 女 | 子   | 2 | 人 | 66          |
| 女 | 子・子 | 供 | 連 | 60          |
| 男 | 女   | 同 | 伴 | 50          |

$$\frac{C}{C_1} > 1 \dots\dots\dots (1)$$

でなければならない。

オートラインは長ければ長いほど  $C/C_1$  が大きくなって駆動しやすくなる。これはオートラインの大きな特長である。

このような駆動方式をチェーンベルト式と称する。

### 3. 諸元の決定

動く歩道として，多数の人々の集まる場所でも，通行の能率があり秩序を保つための走行速度・ベルト有効幅の決定は簡単な問題ではないが，実験の結果と現在までに発表された資料にもとづき第 1 表のようにした。

ここで，日立オートラインと現在までに発表された動く歩道の諸元を第 1 表に示して比較対照する。参考のためにエスカレータの諸元を加えた。

#### 3.1 ベルト有効幅

オートラインは 2 人立とし，エスカレータと同様そのベルト有効幅 1,000 mm を標準とした。

最小幅 600 mm (1 人立) から最大幅 1,500 mm (3 人立) まで製作が可能である。1,500 mm 以上は現在のベルトおよび帆布の製造能力から制限をうけ，支持軸の強度にも影響をうけるので望ましくない。また製造費，据付費もコスト高となり，広いベルトを採用することは経済的でない。

輸送能力を増すために，1,500 mm 以上を要するときは，数台を並列運転してその目的を達成すべきである。

#### 3.2 走行速度

動く歩道の走行速度は，乗降時の動作に危険を伴わないよう歩速以下とした。

50 m/min という速度は，人が散歩する程度の速さで，実験によって妥当な速度であることを確認した。

この速さも，要求によっては変更も可能であり，利用する乗客層と場所を考えて，適切な速度を決める必要がある。

#### 3.3 輸 送 人 員

オートラインは，1 m<sup>2</sup> あたり 5 人乗ることができる。したがって速度 50 m/min では，輸送人員が毎時 5 人/m<sup>2</sup> × 50 m/min × 60 min × 1.0 m = 15,000 人となる。

毎時 8,000 人を運ぶ 2 人立エスカレータで，1 m<sup>2</sup> あたり約 5 人乗ることを考え合わせ，オートラインの場合も毎時 15,000 人の輸送は十分可能であるといえる。

### 4. 所要馬力の算定

オートラインの運転に要する馬力の計算には，次の項目を考えねばならない。

すなわち

- (1) 連鎖帯がベルトと乗客をのせながら移動するとき，上レールとの間に生ずる走行抵抗
- (2) 連鎖帯が下レール上を移動するときの走行抵抗
- (3) 駆動ギヤ，従動ギヤ，ドライビングマシンの駆動損失
- (4) 各種プーリの回転抵抗
- (5) ベルトのたるみ抵抗，折返し抵抗
- (6) 移動手すりの駆動馬力
- (7) 乗客 (人荷重) を垂直に上げ下げするのに要する動力

などである。

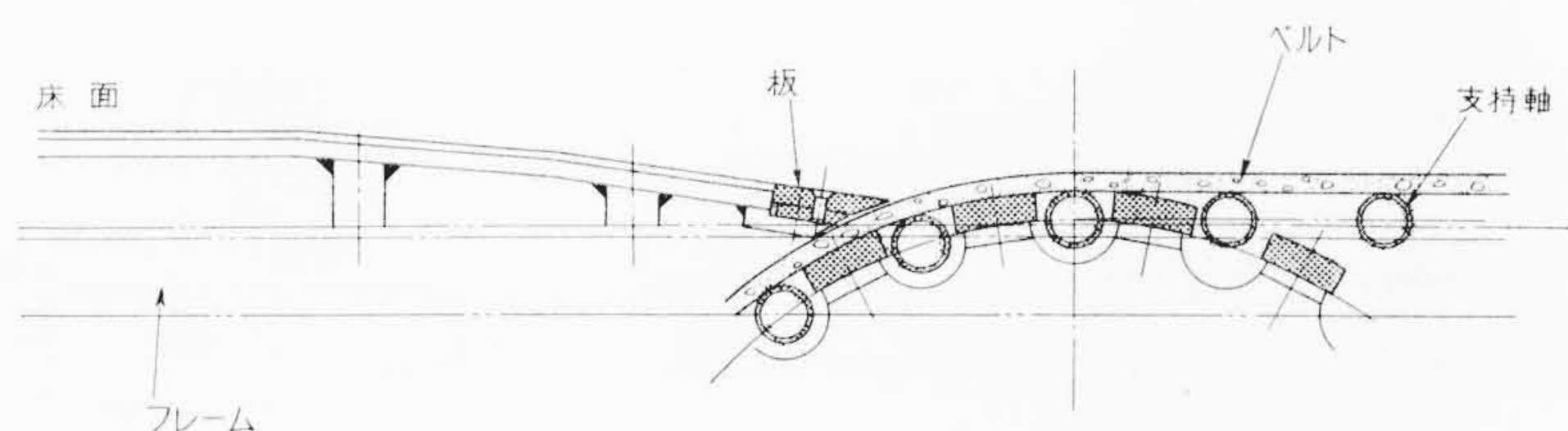
ここで上記 (1)～(6) は，水平オートラインの駆動馬力を算定するのに要する諸抵抗で，傾斜オートラインの場合は (7) を加算しなければならない。

第 6 項の移動手すりの駆動馬力は，実験の結果に基づき，水平オートラインの場合長さ 20 m で約 1 HP を消費する。

電動機の所要馬力を  $HP_M$ ，水平オートラインの駆動馬力を  $HP_H$ ，垂直に  $H_m$  だけ上げ下げするのに要する馬力を  $HP_V$  とすれば，

$$HP_M = HP_H \pm HP_V \dots\dots\dots (2)$$





第4図 降口部

第3表 ベルトの仕様

|         |         |    | (mm)    |
|---------|---------|----|---------|
| 有効幅     | 幅       | 厚さ | 1,000   |
|         |         |    | 1,050   |
| 上面カバーゴム | 裏面カバーゴム |    | 16      |
|         |         |    | 6       |
| 帆布      | 布       |    | 3       |
|         |         |    | 綿帆布 9 A |

$$HP_M = \frac{V}{4,500\eta} \left\{ (W_a + W_m + W_b) L\mu + W_a L\mu + C_1 L \right\} + C_h \pm \frac{QH}{270\eta} \quad (3)$$

ここに

 $W_a$  .....連鎖帯の自重..... (kg/m) $W_m$  .....人荷重..... (kg/m) $W_b$  .....ベルトの重量..... (kg/m) $L$  .....有効長さ..... (m) $Q$  .....輸送人員..... (ton/h) $H$  .....揚程..... (m) $V$  .....走行速度..... (m/min) $C_1$  .....ベルトの走行抵抗..... (kg/m) $C_h$  .....移動手すりの駆動馬力..... (HP) $\mu$  .....ゴムローラの走行摩擦係数 $\eta$  .....機械の効率 $\eta \cdot \mu$  は実験結果よりそれぞれ 0.75 および 0.025~0.03 であった。ベルトの走行抵抗  $C_1$  は、ベルトの幅、長さに関係する。

たとえば、ベルト幅 1,050 mm の場合

長さが 20 m で 約 3.65 kg/m

100 m で 約 1.92 kg/m

となり、ヘッド・テール・スナップの各プーリで損失する回転抵抗およびベルトの折返し抵抗が長さに関係なく一定であり、リターンローラで生ずる回転抵抗、ベルトのたるみ抵抗が長さに関係する。

たとえばベルト有効幅 1,000 mm、走行速度 50 m/min、輸送人員 15,000 人/時、有効長さ 60~100 m の水平オートラインでは、

$$HP_M \div 0.290 L \quad HP \quad (4)$$

となる。

## 5. 設計上考慮した事項

設計にあたって考慮したおもな点について概要を述べる。

### 5.1 乗心地

日立オートラインは、運搬用ベルトコンベヤのキャリヤローラで生ずる“ゴロゴロ”という感じがなく、また振動もきわめて少ないので、乗心地は快適である。

すなわち、平滑なレール面をゴムローラが転動する構造としたので、走行中の振動がない。また、支持軸間のピッチが小さく、乗客が乗ってもベルトのたわみがきわめて少ない。さらにヘッドプーリをフレーム上面よりさげて設置したので、ベルトは乗口板から降口板まで常に連鎖帯と接触して走行する。

### 5.2 安全性

オートラインの走行速度は、エスカレータの速さに比べ約 1.8 倍 50 m/min であるから、乗客の乗降が安全に行われるように、また乗口、降口付近で混雑した場合でも安全であるように特に下記の点に考慮を払った。

#### 5.2.1 乗口板、降口板

乗口板をベルト上面よりわずかに高くして、乗る動作が安全に行われるようにした。

降口板の先端は、ベルト上面よりわずかに低くして、ゆるやかな上り傾斜を設け、常に乗客は高いところから低いところへ乗降するようにした。

降口板の先端には、調整可能な耐摩耗性合成ゴムの板を第4図のように取付けてある。

駆動ギヤとかみ合った支持軸上のベルトは多角形を形成するので、ベルトと降口板先端とのギャップが一定せず、その調整がきわめて困難である。そのため駆動ギヤに、支持軸とかみ合う円筒を設け、あたかも円筒プーリに巻込まれると同様な効果を与えた。

#### 5.2.2 片側移動手すり

乗客が乗口、降口で混雑した場合、輸送能力は著しく減少する。乗客は前へ歩く傾向があるため、降口付近での乗客の密度が高く、混雑する。万一降口付近で事故がおこると、ますます降口に乗客が殺到し、きわめて危険な状態となる。

このため第2図のように中間カバープレートを設置して、途中から自由に乗り降りできるようにすると安全である。

#### 5.2.3 ゴム板

子供が好奇心から、ベルトの端部に乗ったり、座ったりすると、欄干部分のスカートガードまたは中間カバープレートとベルト間に手足をはさまれけがをする危険がある。第2図のように薄いゴム板を全長にわたって取付け、この危険性を除去した。

### 5.3 ベルトの伸び

チェーンベルト式を採用したオートラインはベルトに張力が加わらず、すべてベルトを支持している無端連鎖帯で負担するので、ベルトの伸びは僅少であることが工場での実験で確認された。

したがって、ベルトの寿命はきわめて長い。また長大なオートラインでも、ベルトの伸びを考慮する必要がないので据付面積は小さくてすむ。

## 6. 構造

### 6.1 ベルト

ベルトの伸びが僅少であるから、長大なオートラインでも、材質を特に考慮する必要はない。ただし屋外用の場合は、耐候性ベルトを使用する。

第3表にベルトの仕様を示す。表面ゴム層と耳部補強のために補強ブレーカを入れた。

### 6.2 連鎖帯

運動部分は、円滑な運転と長寿命を考慮して各部の重量軽減をはかった。また主体をなす支持軸に新規な考えを多数採用して、組立調整が容易な構造とした。この支持軸の両端に2条のローラチェーンを組立て、最端部にボールベアリングを内装した耐油性合成ゴムローラを組立て、連鎖帯を構成している。

### 6.3 プーリ

全面的に溶接構造を採用して重量軽減をはかり、組立が容易な構造とした。

乗口側のテールプーリには、機械室にはいらなくても床面から操作できるネジ式調整装置を設け、ベルトの接続時に生ずるゆるみを



調整できる新規な構造とした。

リターンローラには鋼管を使用している。

#### 6.4 フレームとガイドレール

両端の床下に機械室を設け、降口側フレームに駆動機械を、乗口側フレームに従動装置を設けた。

中間部ではフレームの高さを極力低くして、工費の節約を期した。このフレームに各種プーリ、レールなどのブラケットを取付けてある。

レールは山形鋼を機械加工して使用し、上レールは床面に沿って配置し、ゴムローラが正しく接触して移動するようにしてある。下レール(帰りレール)は、その曲率半径をできるだけ大きくし、従動側では、さらにチェーンがスプロケットにスムーズにかみ合うことができるようにわずかな直線部分を設けたので、摩耗・振動および騒音も少ない。

#### 6.5 欄干部分

華美な意匠を廃止して実用本位に考え、内側板はパネル式鋼板塗装を標準とした。

周囲の状況、好みなどによって要求される場合は、ステンレス鋼板、プラスチックなどを用いることができる。

### 7. 用 途

その代表的な使用例を紹介する。

#### 7.1 駐車場のフォームの例

ターミナル駅に設置し、改札口からフォームまでオートラインによって乗客を誘導し、サービス輸送する。

この場合、多少起伏のあるオートラインも可能であるから階段のあるところはエスカレータの代用として、乗りつぎなしにサービス輸送ができる。ただしカーブのある場合は、数台のオートラインを配置して乗りつぎように設置する。

またフォームの上では、列車発着の反対側に移動手すりを設けて列車の発着側から自由に乗降できる構造がよい。

#### 7.2 百貨店の例

ターミナルステーションデパートの場合、駐車場の改札口から百貨店までサービス輸送して、乗客を店内に誘導する。また百貨店の地階に駐車場を設置している場合もオートラインによるサービス輸送が好適と考えられる。

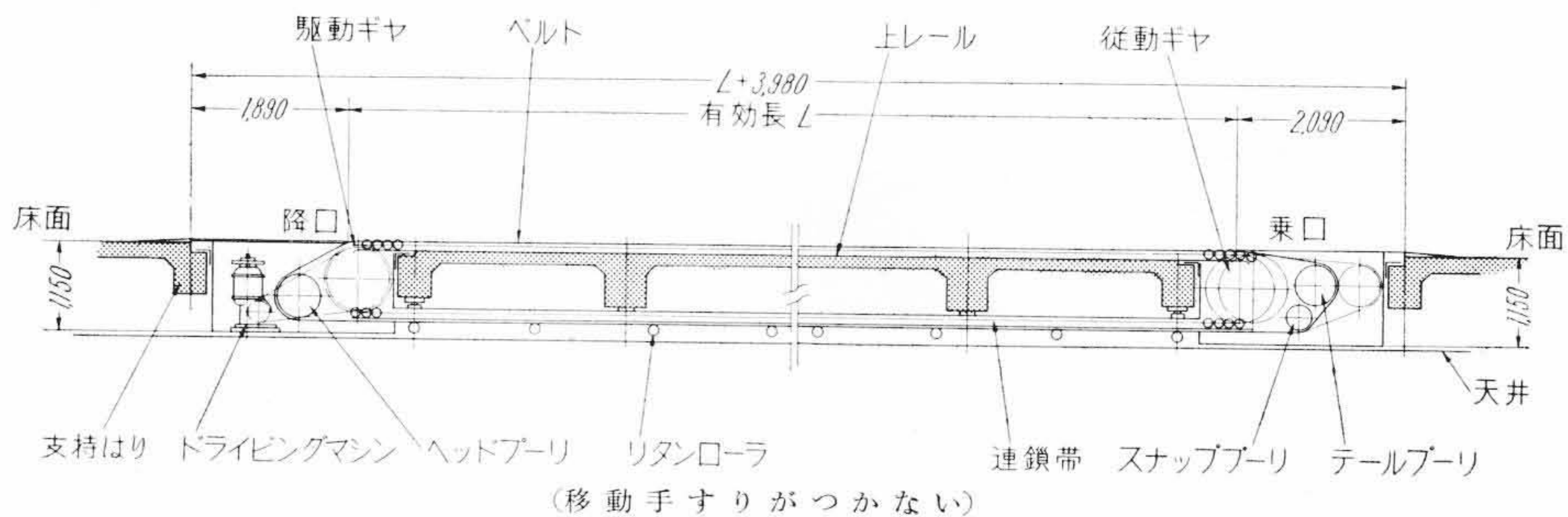
さらに百貨店の陣列ケースの間に設置すると、売場の見とおしがよく開放的であり、歩かずに目的の売場で自由に乗降ができ、客の購買欲をそそることができる。

この場合はオートラインの速度を 20 m/min 前後とし、十分にショーケースをながめることのできる速度としなければならない。

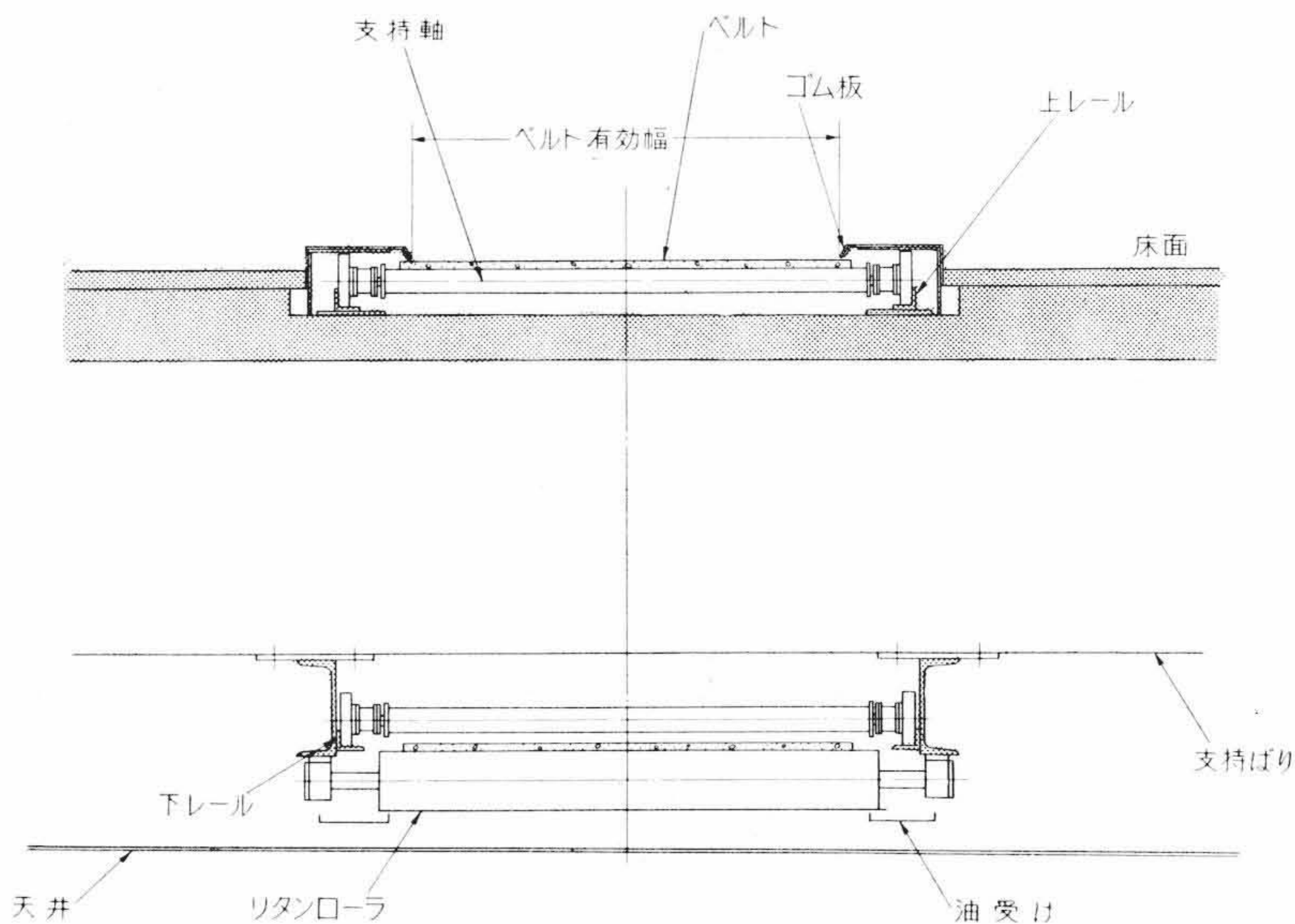
#### 7.3 ビルとビル間のかけ橋の例

車道をはさんで向い合っているビル間の連絡の場合、かけ橋を設けオートラインを据付けると能率的で歩かなくてもよい。

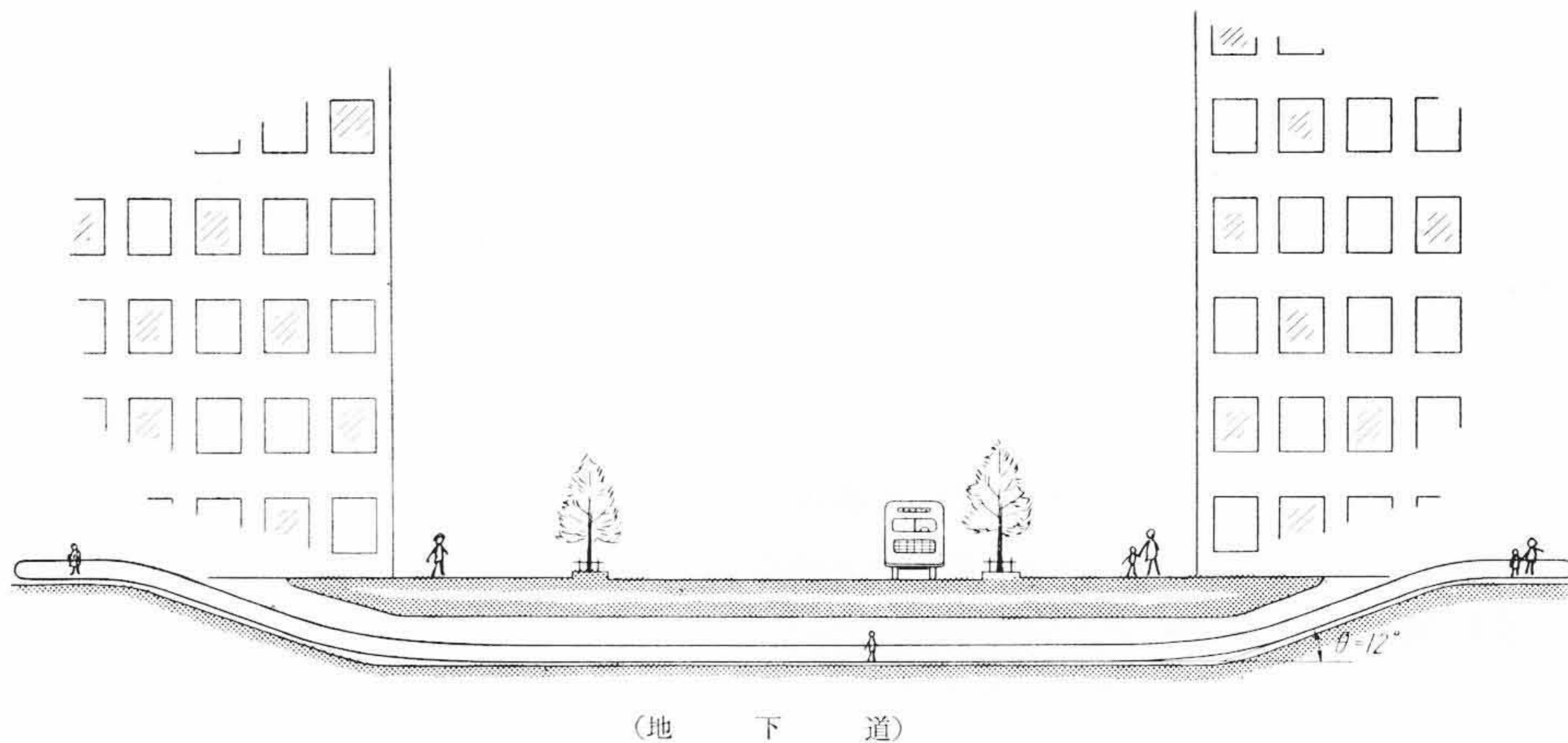
この実例として、アメリカにホテルの本館と別館とを結んだもの



第5図 ビル内にオートラインを設置した例



第6図 第5図の中間部断面図



第7図 ビル間に設置したオートライン

がある。

#### 7.4 商店街の例

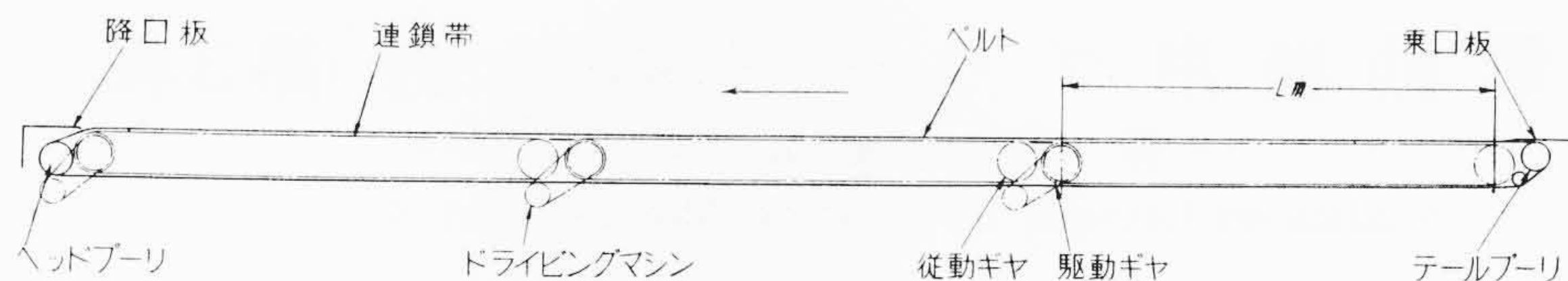
商店街の歩道に設置した場合は、両側に移動手すりを設けず、途中から自由に乗降でき、走行速度も 20 m/min 程度に下げて、ショーウィンドをながめながら買物をするのも夢ではないと考えている。

百貨店などで、両側にショーケースが並んでいる場合には第5図、第6図の例が最も好適と思われる。すなわち乗口側、降口側の機械室を建屋のほりに設置し、中間部分のフレームを廃止し、床面を利用してレールを据付ける。また帰りベルトおよび連鎖帯は建物のほりを利用してオートラインを据付けることができる。

#### 7.5 傾斜設置の例

エスカレータの代用としてオートラインを利用できる。エスカレ





ータの傾斜角度は $30^{\circ}$ ，またアメリカの「SPEED RAMP」<sup>(2)</sup>（傾斜した動く歩道）は最高を $15^{\circ}$ としている。筆者らの実験では，平坦なベルト上に乗客を乗せるオートラインは， $12^{\circ}$ 程度が無理な姿勢を与えない限度で，その速度も $30\text{ m/min}$ 程度が乗降時の動作に無理がなく，安全であることを確認した。

この場合ベルトの表面ゴムに滑り止め模様をつけて、乗客の足が滑らないようにする必要がある。

### 7.6 起伏のある例（立体交さ方式）

交通の円滑、迅速、安全をはかるため、最近道路交通も立体交差方式が採用されている。

オートラインも第7図に示すとおり、地下道に設置すれば、交通の緩和に役買うことができる。

ただし傾斜角度は傾斜オートラインと同様 12° 以下におさえる必要がある。

## 7.7 長大な例

ベルトに張力がかからず伸びが少ないから、非常に長くすることも可能である。第8図は、長大なオートラインを駆動する方式の一例である。

長大なオートラインでは、チェーンの強度に限度があるので経済

的ないくつかのユニットに分け、数個の駆動装置で直列に配列された連鎖帯を同時に運転し、その上かけられた1本の無端ベルトを駆動する構造を採用して長区間乗継ぎなしにすることができる。

以上代表的な設置例について述べたが、このほかにも遊園地、観光地、野球場、空港などに利用して真価を発揮することができる。

## 8. 結 言

わが国においては、いまだ本格的な「動く歩道」の実施例はないが、今回、日立製作所が開発したオートラインは、今後さらに混乱する道路交通において、乗客を整然と能率よく輸送し、交通の緩和に十分その偉力を発揮するものと信ずる。

「動く歩道」の採用が活撥化する機運にあるとき、われわれは今後一そうこの研究を重ね、需要家の要望にこたえたいと考えている。

本稿を設備計画のご参考に供する次第である。

## 参 考 文 献

- (1) Electrical Eng. 685 (July 1954)
- (2) STEPHES - ADAMSON Catalog.
- (3) Otis Elevator Catalog.
- (4) 伊藤：建築雑誌 1 (昭34)



特許 第268826号



## トルクコンバータの制御装置

この発明の制御装置は、油圧サーボモータのストロークを燃料レバーの位置に応じて制限するように構成し、トルクコンバータを駆動するエンジンの低速度の範囲で不必要にガバナが作動するのを防止するようにしたものである。

燃料レバー7を減速方向Aまたは加速方向Bへ動かすと、それとともなつてカム8が上方または下方に動かされる。カム8が上方に動くとストップ10はカム面(斜面)で押されて右方へ動かされる。

燃料レバー 7 を動かすと、同時にエンジンガバナ 9 も操作されるから、燃料レバーのストロークとともにエンジンの速度も増減する。

燃料レバー 7 がいちじるしく減速側 A に移されているときには、カム 8 はストッパ 10 をいちばん右方へ移行させる。この状態でトルクコンバータの出力軸速度が上昇しても、プランジャ 5b はすでにストッパ 10 により右行させられているため、それ以上は右行しない。

トルクコンバータの出力軸速度が零のときには、プランジャ 5b はバネ 5c によりストップ 10 の位置まで左行している。トルクコンバータの出力軸速度がだんだん上昇して、プランジャ 5b に働く油圧による力がバネ 5c の力に打ち勝つと、プランジャ 5b は右行を始める。

プランジャ 5b はフローティングレバー 6 を介してエンジンガバナ 9 を操作する。そしてプランジャ 5b が左行すればエンジン速度を低下させ、したがってトルクコンバータの出力軸のトルクを制限する。このように、トルクコンバータの出力軸速度が低下すれば自動的にトルクコンバータのトルクを制限し、しかもプランジャ 5b はエンジン速度により制限されている。

この発明によれば、エンジン速度が低い範囲で不必要にガバナが作動してトルクコンバータの伝達トルクが必要以上に低下することを防止し運転性能を上げることができる。(富田)

