

屋外形エスカレータ

Outdoor Escalators

As the escalator has become a popular means of urban transportation so much that its application is not confined indoors. Many customers these days want it installed out-of-doors or to use it to connect the outside with the inside of a building. Having its eyes on this trend, Hitachi has developed an outdoor escalator, Type C-PA, by incorporating new dust-proof and rust-proof construction and automatic lubrication system. This article introduces this new type of escalator and some necessary considerations to be given when planning an outdoor escalator installation.

寺西勝也* Katsuya Teranishi

神永 烈* Isao Kaminaga

1 緒 言

エスカレータは、これまでに百貨店、ショッピングセンター、銀行あるいは事務所ビルなどに多く用いられてきたが、近年発展著しい地下鉄など都市交通網の設備の一環として広く用いられるようになってきた。

特に都市交通用のエスカレータは、プラットホームとプラットホーム間あるいは連絡通路間など建物内での利用のほか、街路など建物外と直接結ぶように設置されることが多くなった。また歩道からショッピングビルへの客の誘導に大きい効果を果たすものとして、この方面からも大きく期待されている。これら建物外に露出するエスカレータにあつては、完全な屋外設置用エスカレータ、すなわち降雨降雪などの使用条件に耐えうるものが必要である。

われわれは、このような情勢に対処するため、いち早く屋外形エスカレータの開発を進めわが国では最初のものとして東京都内の赤坂東急ビルへ納入、その後多くの実績をあげて

いる。図1はその稼(か)動状態を示すものである。

以下、屋外形エスカレータの構造とエスカレータを屋外で利用するにあたって考慮すべき諸点と建築上配慮をしていただかねばならぬ諸事項について述べる。

2 屋外形エスカレータの使用環境

屋外で使用するエスカレータは、直射日光や風雨の影響を直接受け、屋内で使用する場合と全く異なった環境にあり、基本的には1個の建造物として取り扱われるべきものである。

2.1 温 度

直射日光を受けるエスカレータの外側、特に欄干ハンドレールの表面は周囲外気温よりかなり高くなり、夏季には50℃を越えることも少なくない、また冬季には氷点下になるなど、ハンドレールの耐候性は一段とすぐれたものが必要である。

さらに、欄干構成部もこのような温度の変化によって膨張、収縮をくり返す。ことに表面がアルミニウムの場合には本体固定部が鋼材であるから、部品相互に伸縮差が生じ、その固定部あるいは表面化粧デッキなどの接続部のすきまからの雨水侵入のおそれがあるからその防止構造に、十分な検討が必要である。たとえば、長さ3mのアルミニウム製デッキの接続部に生ずるすきまは、アルミニウムの線膨張係数 $24 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、これをささえるブラケットの材料である鉄鋼のそれは $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるから年間を通じ40℃の変化を見込めば、およそ1.5mmとなる。

2.2 降 雨

エスカレータは踏み段などの運動部分と、欄干などの固定部分とから構成され、相互のすきまを皆無とすることは不可能であり、降雨の際、これらのすきまを通して雨水が本体内部へ流入する。したがって、エスカレータを構成する部品の防水、あるいは防錆(せい)を可能なかぎり完全なものとすると同時に、流入する雨水の量、その経路を把(は)握し、十分な保護カバーを取り付ける必要がある。

図2はエスカレータの断面で雨水がどのように本体内部へ流入するかを示したもので、ハンドレールを境界として、外側はデッキ面を伝わりエスカレータの外へ流下し、その内側部分はすべて、内装パネルや踏み段を流れ落ちて、本体内部へ流入する。もちろん、デッキあるいはパネルの継目の防水処理が完全でなければ、図の破線で示すように欄干内へ流れ込み、



図1 日立屋外設置エスカレータ 赤坂・東急ビル納め800C-PA 日立屋外形エスカレータの稼動状況を示す。

Fig. 1 Hitachi Outdoor Type Escalator

*日立製作所水戸工場

ハンドレールやそれを支持する案内ローラさらには電気配線部への侵入を招き悪影響を与えるから、できるかぎり完全な防水構造を設定しなければならない。

エスカレータ本体内を流下する雨水の量は、図2からわかるように、幅方向ではハンドレール間隔、長手方向では乗降口床カバー間の水平投影長さで形成される範囲、すなわち図3の濃く示した面積に降雨量を乗じて求めることができる。

これらの本体中にはいった水はすべて下部機械室あるいはピットに集まるから、十分な排水設備を下部機械室部に設け、エスカレータ機械の冠水を防止しなければならない。

また、ハンドレールの外側に降った雨はデッキ面を伝わり下部機械室床面に流下するため、床周辺の水はけも十分考慮する必要がある。

2.3 降雪・結氷

わが国の大半は降雪の機会のある地域であり、また、所によっては夜間の凍結現象が見られる。積雪あるいは前日の雨水が凍結した状態でエスカレータを起動することは、踏み段踏み面がすべりやすいばかりでなく、図4で示すように踏み面やハンドレール上の雪や氷が降り口に集まったり、はなはだしいときは踏み段などが欄干固定部と固着し起動を不可能にするなど、正常なエスカレータの運転はとうてい望めない。

したがって、冬季、特に降雪の多い地域で安全な運転を行なうには、適当な融雪設備が必要となる。

雪の重さは積雪の量にもよるが、おおよそ雨水の倍であり⁽¹⁾、融雪によって本体へ流れ込む水量はこれによって推定できる。

たとえば、夜間停止中に200mmの積雪があった場合、これを1時間で融雪するなら、40mm/hの降雨と同量の水がエスカレータ内へ流入すると考えなければならない。

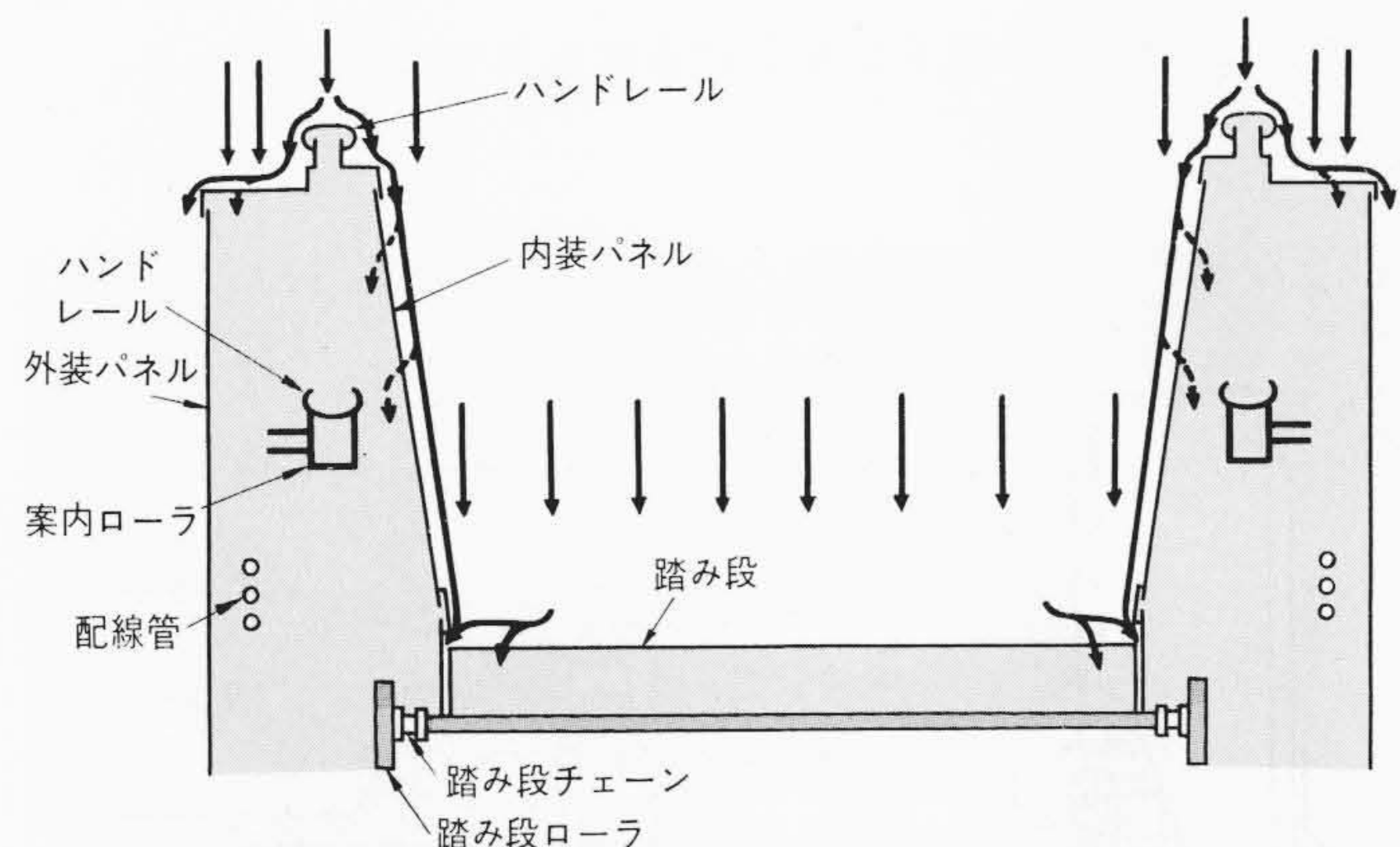


図2 雨水の流入経路(エスカレータ欄干断面) 欄干および踏み段上に降った雨は矢印のようにエスカレータ本体へ流入する。

Fig. 2 Route of Rain Drop

2.4 塵 芥(じんかい)

路面の舗装が進んでいる都市内にあっても、微細な砂粒や塵芥の飛来は少なくなく、これらが直接あるいは降雨によってエスカレータ機構部へ付着することは十分予想され、雨水が流下する部分を通して運転される踏み段や踏み段チェーンなどは、それ自体の防塵構造はもとより、保護カバーの大幅な採用が図られるべきである。

2.5 風

屋外に設置されるエスカレータは、それ自体建造物としての性能を備える必要があるが、特に都市交通施設として用いる場合かなりの高さになることが多く、この場合には中間に支点を設けなければならない。また、このような高さのエスカレータでは横風の影響も無視することができない。本体フレームは通常の負荷のほかには横風圧荷重にも耐えるような構造を採用しなければならない。

「建築基準法」⁽¹⁾では建造物が受ける単位面積あたりの風圧 P は、

$$P = 60\beta \cdot \sqrt{h} \quad (\text{kg/m}^2) \dots\dots\dots(1)$$

ここに、 β ：風圧係数(1.0~1.2)

h ：地表からの高さ(m)

で与えられ、これをエスカレータに適用すれば、図5によって、エスカレータが受ける全横荷重 F は、

$$F = k \int_0^{H+a} B \cdot \sqrt{h} \cdot dh \quad (\text{kg}) \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 H ：エスカレータの階高(m)

B ：外装面水平長さ (m)

a ：欄干の高さ (m)

k ：係数(60 β)

で求められる。



図4 積雪状態での運転例 踏み段およびハンドレール上の雪は、降り口に運ばれて山積み状態となる。

Fig. 4 Operating Condition in Snow

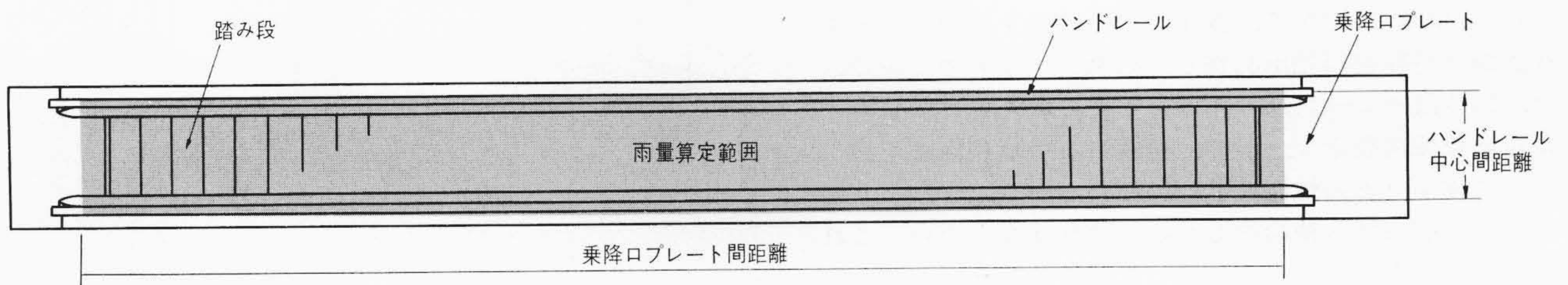


図3 流入水量算定範囲(エスカレータ平面図) エスカレータ本体へ流れ込む雨の対象範囲は、濃く示した部分である。

Fig. 3 Area to Calculate Precipitation

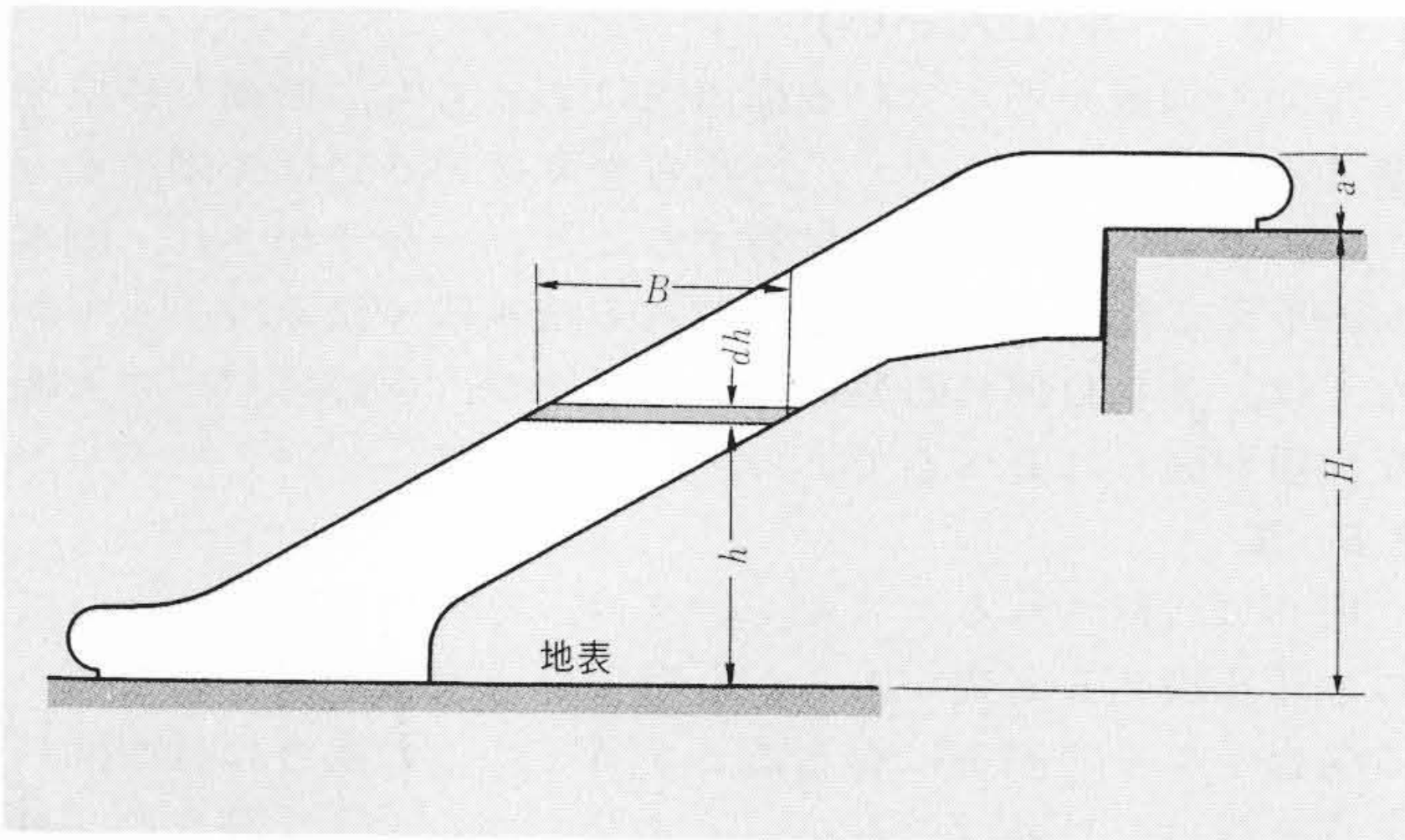


図5 風圧の計算 地表にあるエスカレータ外装表面が、横風を受ける。

Fig. 5 Wind Pressure on Escalator

3 日立屋外形エスカレータ

以上述べたように、屋外に設置されるエスカレータは降雨あるいは降雪など過酷な条件のもとで使用されるものであり、防水、防錆効果を高める目的から、日立屋外形エスカレータはパネル式欄干としている。図6は、その標準寸法を示すものである。

3.1 本 体

エスカレータの本体フレームは据付完了後、欄干および外装パネルで全体がおおわれ、また内部は踏み段列あるいは駆動機械でその空間のほとんどが占有されるため、運転開始後の防錆補修塗装を施すことは長期間使用後のオーバーホールの機会を除いてない。したがって、据付開始から長年の使用にも耐える堅固な防錆処理が必要である。日立屋外形エスカレータでは、各種防錆塗装について独自の試験検討と、これまでの経験のうえに立った耐候性の高い防錆方法を確立し、高温高湿にも発錆が少ないようにしている。

また、エスカレータの階高が高く、かつ中間支持も十分にとれない場合でも、風圧による横荷重に対し十分な強度をもつ強固な二重トラス⁽²⁾(実用新案申請中)構造とし、あらゆる場所に設置できるようにしてある。

3.2 駆動機械と潤滑装置

エスカレータにはモータ、減速機、駆動ギヤあるいは踏み段チェーンなど多くの運動部品があり、これらには高精度のベアリングを使用しているが、雨水の流入や塵芥の侵入を防止するため、本体内部へ流入する雨水をこれらの機構部から極力遠ざける構造を用いると同時に、各所に防滴防塵構造を採用している。図7は数量が最も多く、かつ乗りごこちに直接影響する踏み段ローラベアリング部に適用しているシール構造(実用新案申請中)の例で、表1はこの構造を採用した効果を実稼動20ヶ月経過後抽出調査した結果を示すものである。

また、踏み段チェーンはエスカレータを構成する部品のうち特に重要な機構要素の一つで、発錆あるいは潤滑の不良は直ちにエスカレータの性能低下につながるから、平常より必要かつ十分な潤滑油の補給を心がけなければならない。これまで能率のよいエスカレータに適した給油装置がなかったが、われわれは屋外形エスカレータに欠くことのできない自動潤滑装置、すなわち給油のむらや補油過剰のない装置(特許出願中)を開発し実用している。図8はその潤滑系統を示すも

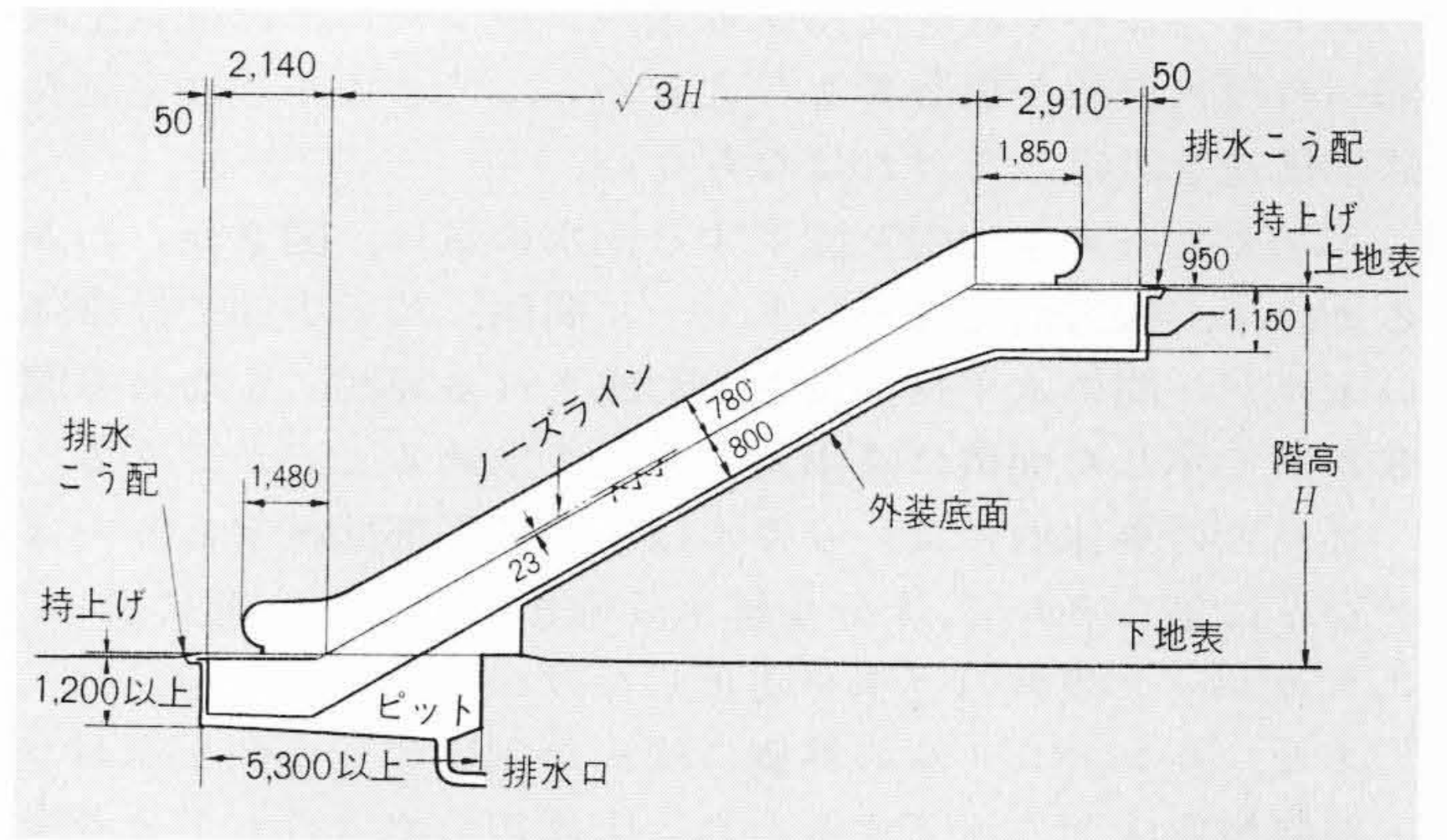


図6 日立屋外形エスカレータ外觀形状および寸法 乗り降り口周辺とピットの排水設備に留意しなければならない。保守作業性の向上のため、上、下機械室寸法が屋内エスカレータより太となっている。

Fig. 6 Profile of Hitachi All Weather Type Escalator

のであるが、これによれば長いループを持つ踏み段チェーンにも連続的に十分な補油ができ、かつ給油効率の高い潤滑ができるものである。

3.3 欄 干

屋外形エスカレータの欄干は、前述したようにパネル式とし、エスカレータ内部への雨水の浸入を極力避けると同時に、見た目もよくするため、欄干デッキには耐食アルミニウムを、内外装パネルはステンレス鋼を用い、長期の使用にも発錆や腐食が生じないようにしている。

また、前述したように、1年を通じて温度差の大きな地域では部材の収縮差によるすきまを生じさせないため、欄干表面をすべてステンレス鋼材とすることが有効で、われわれはこのような欄干の要求にも応じられる体制を整えている。

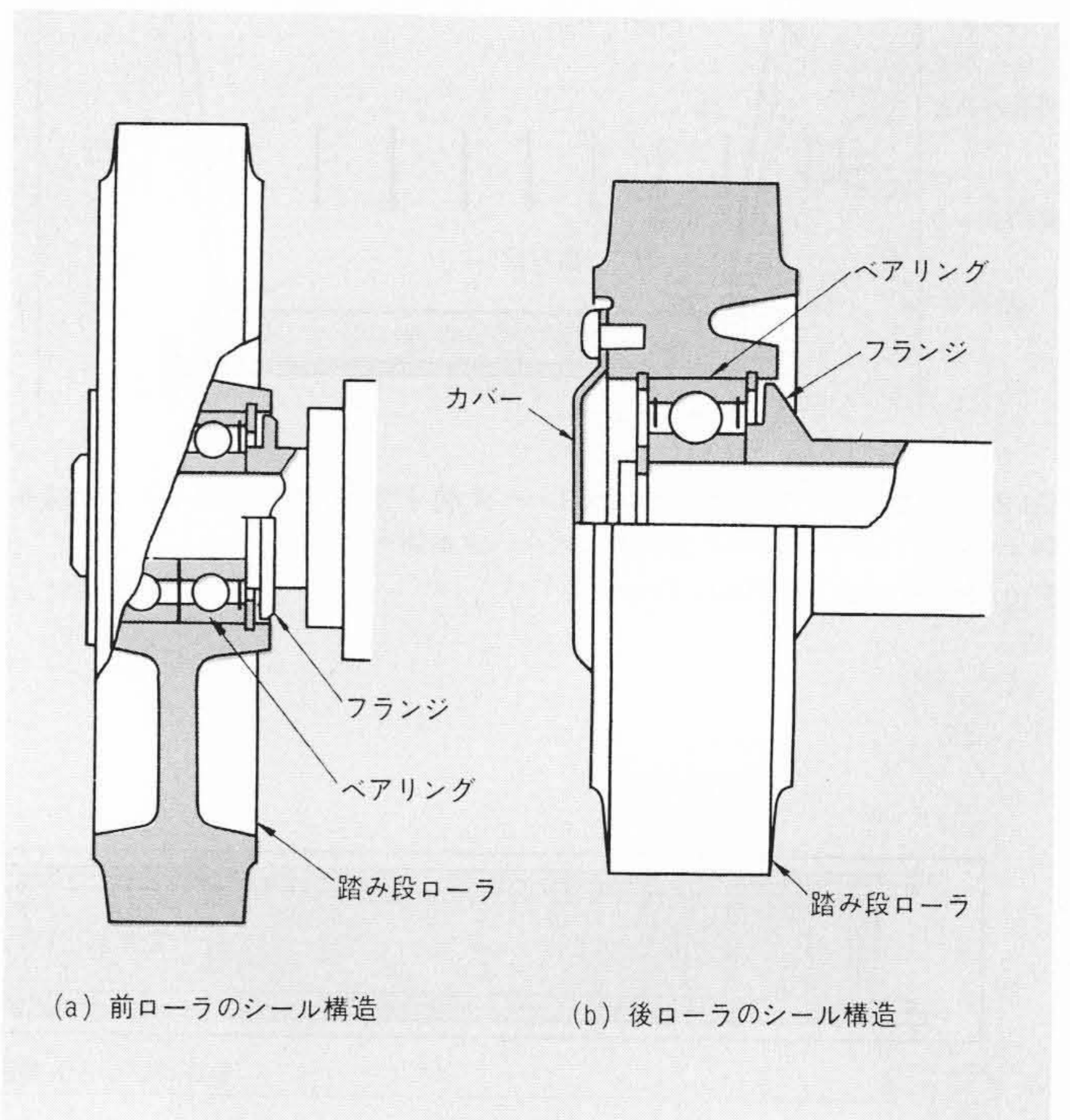


図7 踏み段ローラのシール フランジあるいはカバーによって、水滴がベアリング部へ浸入するのを防止している。

Fig. 7 Sealing of Step Roller Bearings

表1 踏み段ローラのベアリングに対する防水構造の効果 フランジあるいはカバーシールを追加したローラベアリングは20個月経過後もほとんど性能劣化を示していない。

Table 1 Effect of Water Proof for the Step Wheels

部 位	前 ロ ー ラ												後 ロ ー ラ					
試 料 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
防 水 構 造	なし	なし	なし	なし	フランジ	フランジ	なし	フランジ	フランジ	フランジ	フランジ	なし	フランジ+カバー	フランジ+カバー	フランジ+カバー	フランジ+カバー	フランジ	フランジ+カバー
回 転 音	△	△	×	△	○	○	△	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	○
内外レース面 状	×	△	×	×	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
グリース状態	△	×	△	×	△	△	×	○	○	△	○	×	○	○	○	○	×	○
軸 受 す き ま	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
評 価	C	D	D	D	B	B	D	A	A	B	A	D	A	A	A	A	D	A

注：1. 20个月実用後のベアリング状況，○は良好，△は劣化傾向あり，×は劣化を示す。
2. 評価のA，Bは継続使用可，C，Dは継続使用不可である。
3. 屋外形用として前ローラーにはフランジシール，後ローラーにはフランジ+カバーシールを採用している。

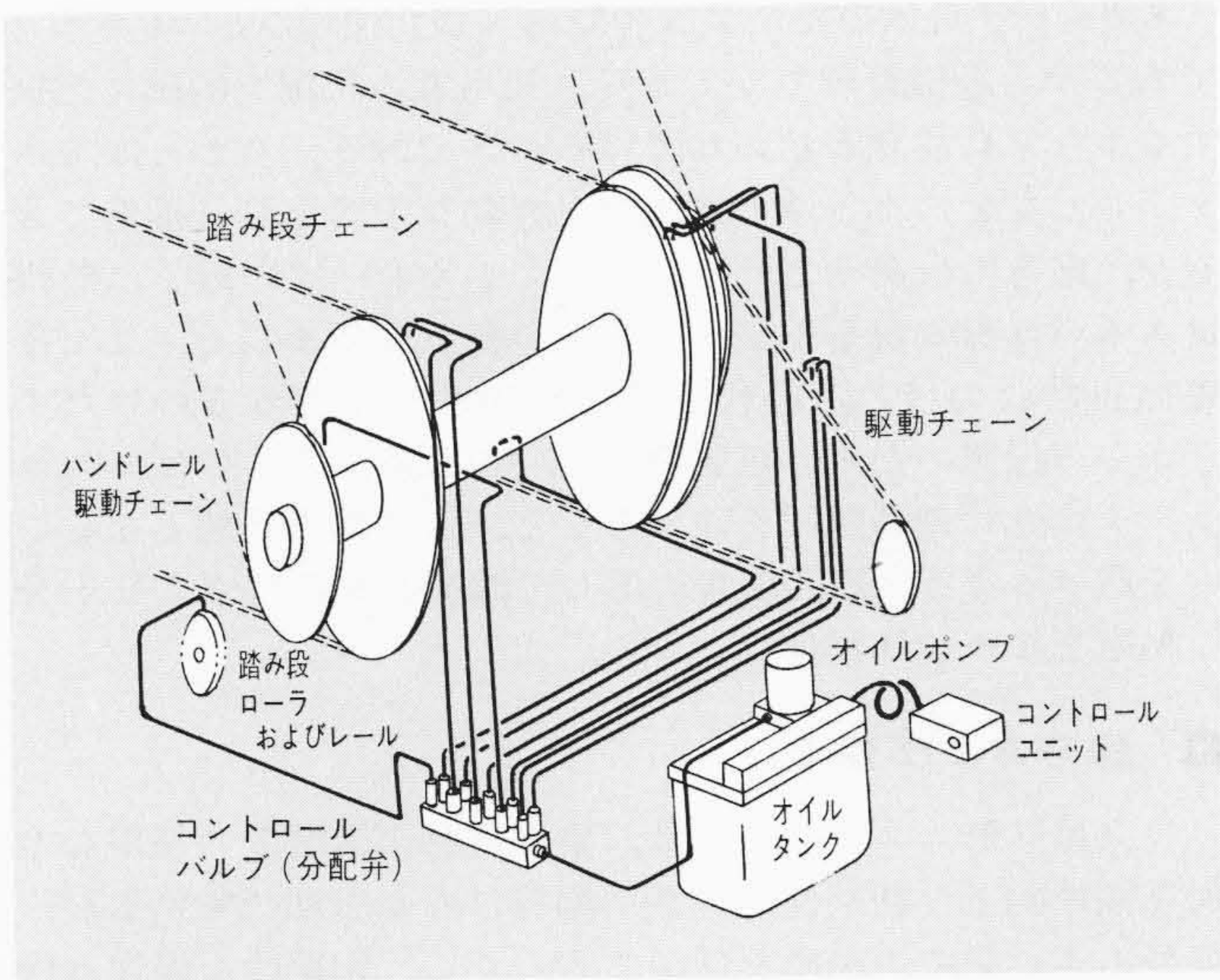


図8 全自動集中潤滑装置 各給油口へ1分間10ccの送油を行ない，かつ連続的に油を流下させることが可能である。
Fig. 8 Automatic Lubrication Device for Escalators

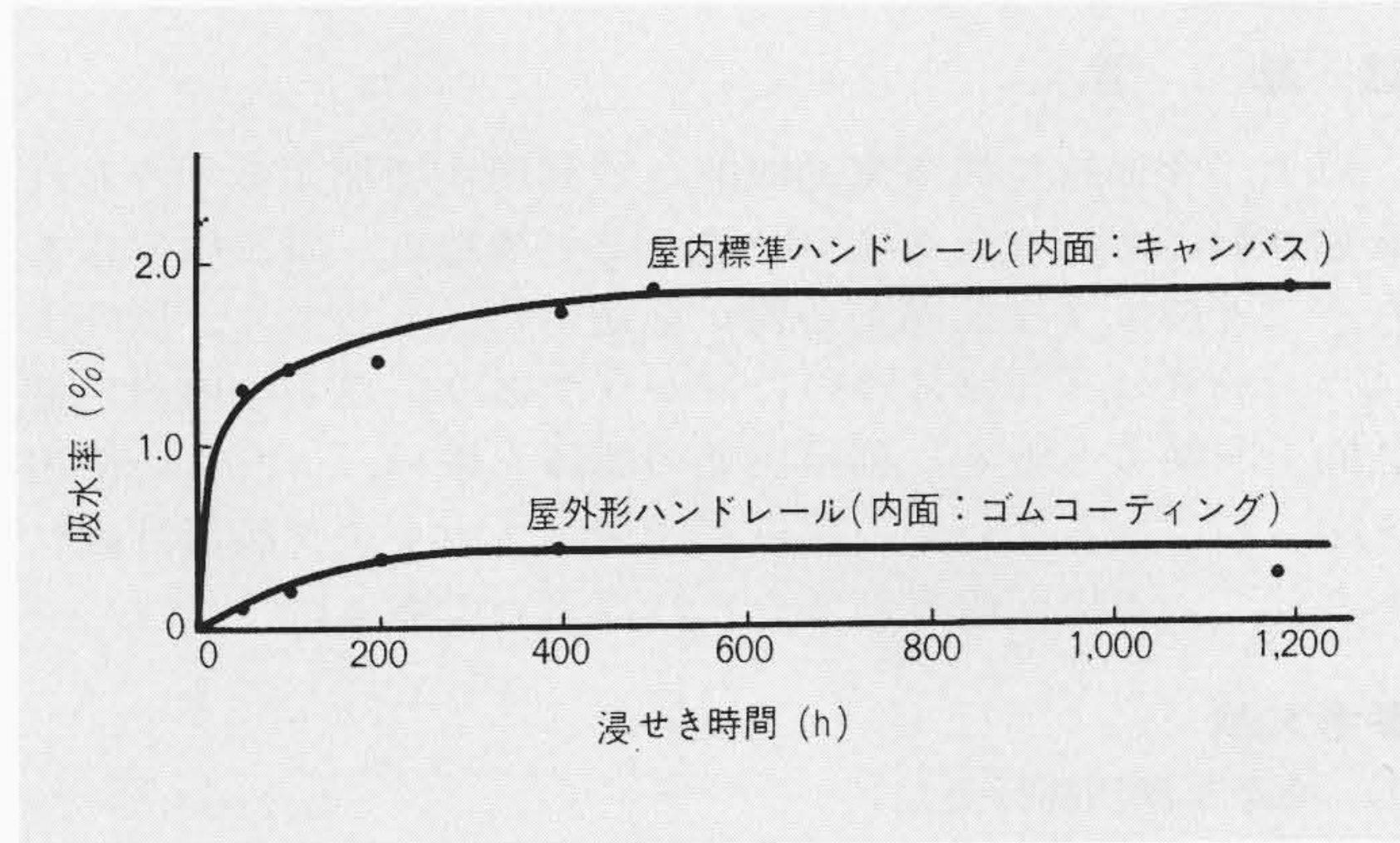


図9 屋外形ハンドレールの吸水率 ハンドレール内面にゴムコーティングを施すことによって著しく吸水率が低下する。
Fig. 9 Absorption Factor of Handrail

3.4 ハンドレール

前述のように屋外で直射日光にさらされるハンドレールは，特に耐候性にすぐれたものが必要である。日立屋外形エスカレータに用いられているハンドレールは，表面にハイパロン合成ゴムを採用している⁽³⁾ので，耐候性がすぐれている。また，一般に用いられているハンドレール構造，すなわち内側面にキャンバス層が現われているものでは，降雨時の吸水が激しく，キャンバスあるいは内部補強心材などの劣化あるいは腐食を生じ，寿命低下をきたすため，われわれは内側面もハイパロン合成ゴムで被覆する特別な構造としている。図9はこのハンドレールの吸水率の実際を示したものであるが，通常の屋内用のそれに比べ著しく耐水性にすぐれていることがわかる。また，長期寿命を期待するためハンドレールの色調は，最も安定した黒色とするべきである。

3.5 融雪装置

降雪が考えられる地域での屋外形エスカレータは，前述したように融雪を考慮しなくてはならない。実際の積雪下における実験の結果では，往(ゆ)き側踏み段の直下に平面的熱源を置けば最も融雪効果の高いことがわかった。この熱源としては，電熱式および建屋の暖房排気利用が実際的手段として考えられるが，前者については図10で示すように温度上昇を25℃程度に押えられる融雪装置（特許申請中）がある。しかし，この方法を用いる場合，消防庁や所轄官庁の認可はもちろん，維持管理体制の確立が前提となるなど实际的に困難な問題を含んでおり，熱源供給が容易でかつ，維持も簡単な後者が実現度が高いものと考えられる。いずれにしても完全に雪が融けてのち，はじめて運転にはいるよう考慮しなくてはならない。

4 設置計画

図6で示したように，日立屋外形エスカレータの寸法は必要最小限の保守作業空間をとってあり，実際に設置計画を立てるにあたっては，この基本寸法を縮小することは避けなければならない。以下，計画に際して留意しなければならない事項を列挙する。

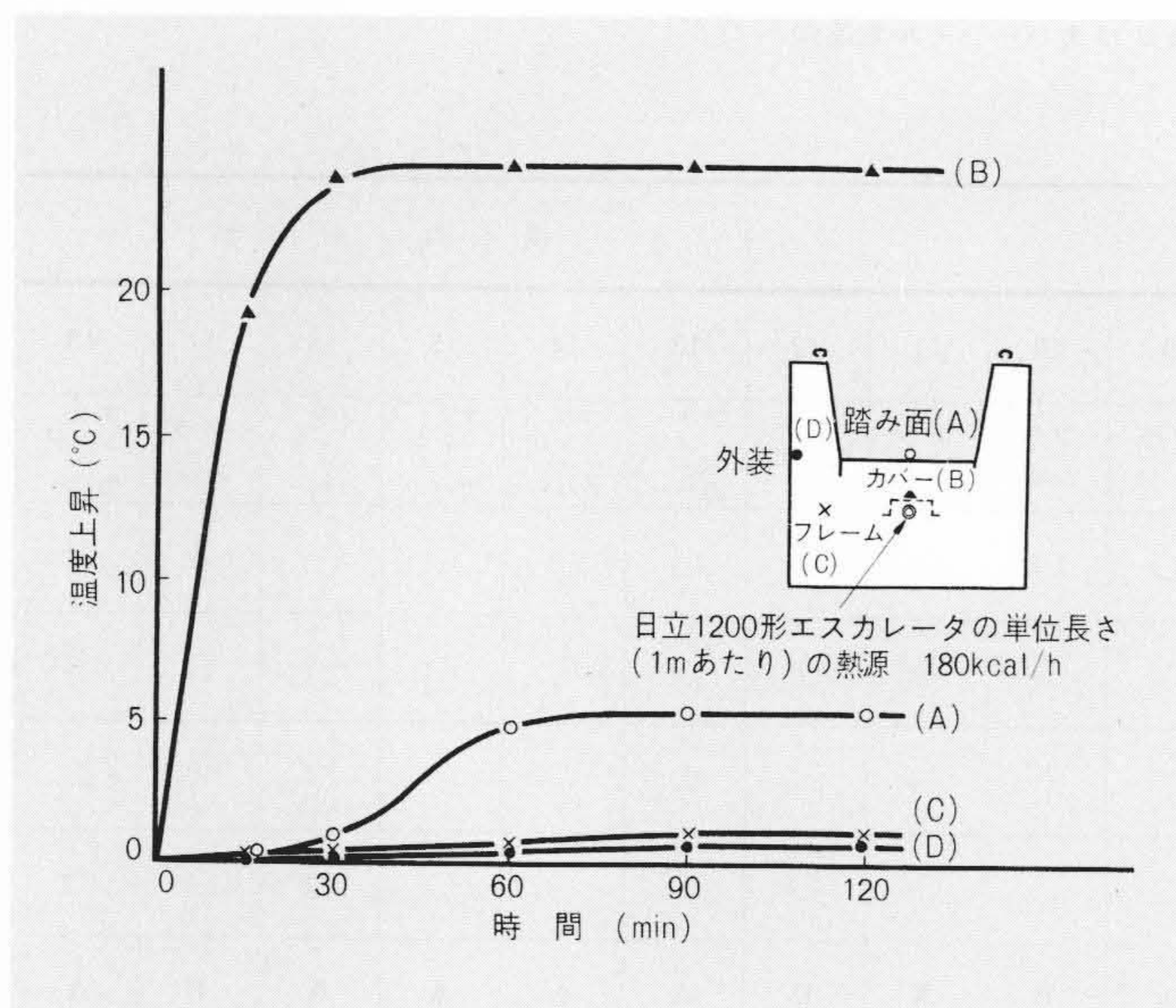


図10 融雪装置による各部の温度上昇 保護カバー上でも温度上昇は25℃で、かつ十分な融雪能力を持っている。

Fig. 10 Temperature Rise of Escalator with Heating System

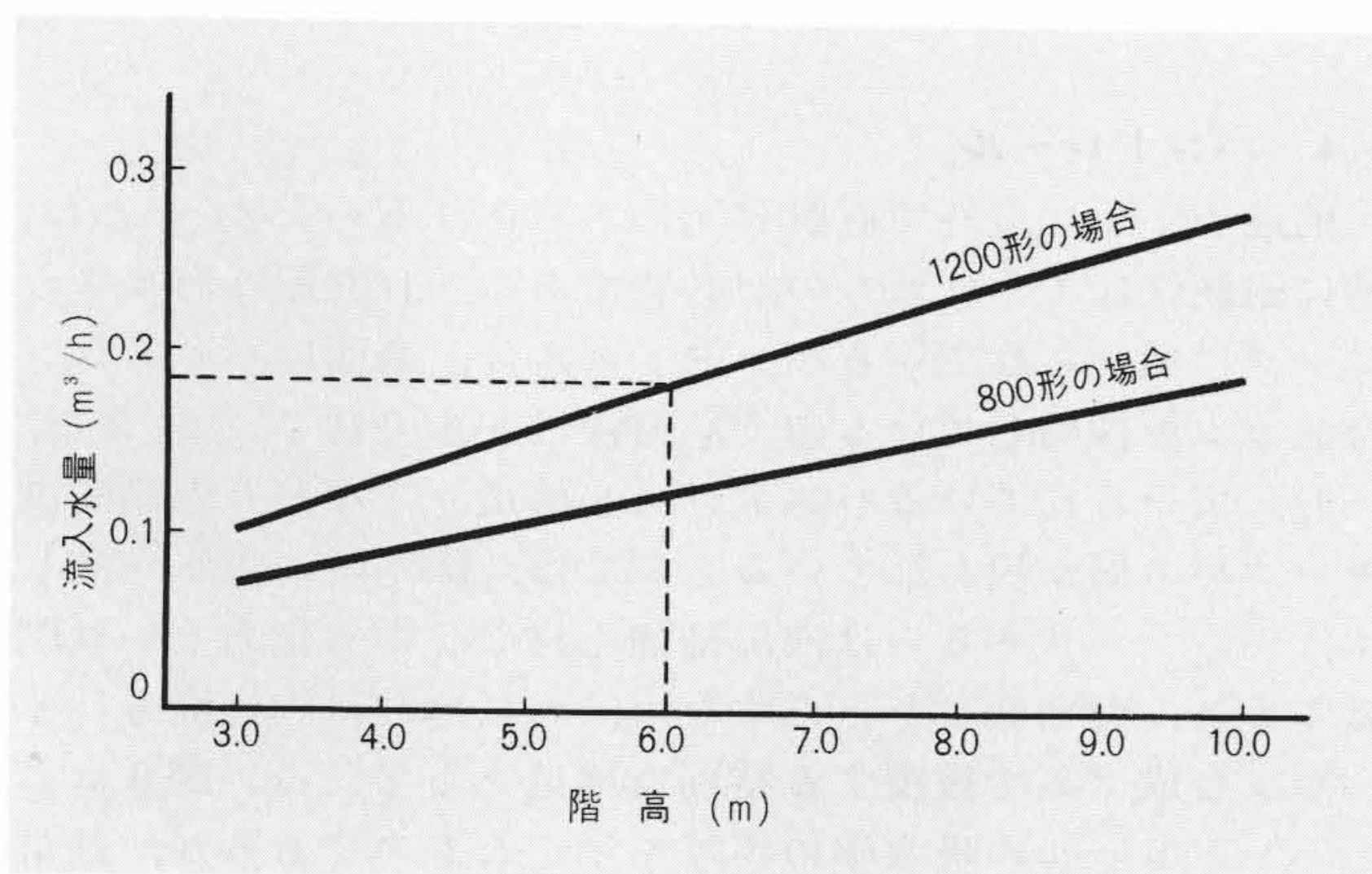


図11 エスカレータへの流入水量と階高 単位時間あたりの雨量10mmの場合を示す。

Fig. 11 Volume of Rain Water into Escalator Pit

4.1 エスカレータまわりの排水

エスカレータの機器自体に、防水、防錆など万全を期していることは前述したとおりであるが、エスカレータ外からの雨水の流入を避けるため、建築設計計画時エスカレータ周囲の排水に考慮が必要である。実際には、エスカレータ乗降口機械室床カバー面を周囲地表面より30mmから50mm高くすることを推奨している。また、乗降口周辺の仕上げ、ピット内壁あるいはエスカレータ通過壁面などの仕上げにはすべて防水モルタルを使用し、エスカレータ内部への流水や噴水などがないようにしなければならない。

4.2 エスカレータピットの排水

エスカレータ下部機械室ピットには踏み段あるいは欄干上に降った雨が最終的に集まるが、その総量は、2.2からエスカレータの大きさによって異なる。図11は1時間あたり10mmの降雨によってピット内に集まる水量（エスカレータ外からの流入は考慮しない）を日立屋外形エスカレータの階高と欄干有効幅との関係から求めたものである。たとえば200形階高6mのエスカレータにおいて、50mm/hの降雨があるものとすれば、同図から、約0.9m³/hの雨水がピット内に集まるこ

ととなり、この量に対して十分な能力の排水設備を設けなくてはならない。

また、エスカレータの本体内を流れて集まる雨水は塵芥のほか潤滑油も含まれているため、十分浄化して下排水口へ流すような処理施設の整備についても考慮が払われるべきである。

4.3 エスカレータ上部おい

日立屋外形エスカレータは、これまで述べてきたように、完全屋外設置となることを前提として設計されているが、雨天にエスカレータを利用する人々が、かさをさしたままで乗り込むことは欄干との接触、ハンドレールをつかめなくなるなど安全性の低下になるので、絶対に避けなければならない。しかし雨天にエスカレータを運転し、かつ利用者にかさをさすことを禁止することは大きな矛盾であり、雨天にもかさをささなくてもよい程度のおおい、(側壁および屋根)を設けることが、安全確保とエスカレータの利用価値を高めるために絶対に必要といえる。特にエスカレータの乗降部には十分に広い範囲のスペースをとり、かさを折りたたんで乗る人が混乱しないよう考慮する必要がある。

4.4 その他利用上の配慮

屋外形エスカレータは建物外にあるため、あらゆる人々と接することになり、かつ放置状態となりやすい。したがって、エスカレータ自体の安全装置の整備を強化することはもちろんであるが、設備管理のうえから、利用者の状況を的確に把握するよう常に注意が払われているべきである。たとえばモニタテレビなどによる遠方監視など有効な手段として推奨できるが、応急の行動がとれるようにエスカレータの近くに監視員あるいは保安員を配備するなどの処置が望ましく、また夜間停止時における階段代わりの利用や子どもなどのいたずらからの保護のための可動柵(さく)の設置、あるいはエスカレータわきに補助階段を設けるなど、常に放置状態となることを避けるよう、周囲環境に応じて設置計画の時点より十分な配慮を払わなければならない。

5 保守および保全

日立屋外形エスカレータは、集中自動潤滑装置の採用など保守性の向上と初期性能の長期維持に万全を期しているが、屋外ふんい気での過酷な使用であるから、定期的な保守点検は欠くことができない。したがって、稼動開始後保守作業のために交通に支障をきたすことがないようにエスカレータまわりの保守作業環境、時間帯などを設置計画の段階から考慮しておかなければならない。

6 結 言

以上、今後特に都市交通機関への利用が増加するとみられる屋外形エスカレータについて、その構造と、設置するにあたってどのような配慮が必要かを述べた。もちろん、屋外エスカレータはその緒についたばかりであり、さらに機器の性能向上を図るとともに利用実態の認識を深め、よりよい活用を図らねばならないが、都市交通用エスカレータ設置計画にあたって、本稿が参考に供されれば幸いである。

参考文献

- (1) 建築基準法施行令
- (2) 平元、三ツ井、佐々木：「日立超大形エスカレータ」日立評論 (昭45-万博特集号)
- (3) 原、北条：「日立エスカレータ用ハンドレールの諸特性とその駆動方式」日立評論 49, 537 (昭42-5)