鉄道駅における昇降施設の利用実態分析と施設設計基準の整備 ～JR 東日本の駅における例～

定兼　透[1]・鈴木　健史[2]・山本　航介[3]

[1]非会員　東日本旅客鉄道株式会社　東京建設プロジェクトマネジメントオフィス
（〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8）
E-mail:sadakane@jreast.co.jp

[2]非会員　東日本旅客鉄道株式会社　東京建設プロジェクトマネジメントオフィス
（〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8）
E-mail:suzukitakeshi@jreast.co.jp

[3]正会員　東日本旅客鉄道株式会社　JR 東日本研究開発センター
（〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479）
E-mail: kousuke-yamamoto@jreast.co.jp

鉄道駅構内の階段やエスカレーターの昇降施設配置及び幅員等の設計には、過去の流動調査等の結果から事業者が独自に設定した基準類が用いられている。JR 東日本においても施設設計の際には国鉄時代に定められた古い基準値を適用している。しかし近年、働き方の多様化やスマートフォン普及による「歩きスマホ」の増加、COVID-19 感染症拡大の影響等から、社会環境や駅利用者の価値観が変化しており、過去の基準値と現在の旅客流動が適合していない可能性がある。

本研究では駅の流動調査を通じて階段及びエスカレーターの利用実態を分析し、階段とエスカレーターそれぞれの基準値について現在の流動実態と乖離があることが分かった。調査結果を基に、各昇降施設の基準値を新たに設定した。

Key Words: *昇降施設,基準値,設計,流動,鉄道駅,エスカレーター,階段*

1. はじめに

鉄道駅構内の階段やエスカレーター等の昇降施設には、旅客流動を考慮した適切な施設規模が要求される。過大な施設を設計すると経済性を損なうが、過少な施設では混雑を発生させ、安全性の低下をもたらす。

そのため、鉄道駅構内の階段やエスカレーターの配置および幅員等の設計には、過去の流動調査等の結果に基づき事業者が独自に設定した基準類を用いている。JR 東日本においても、施設設計の際は国鉄時代に定められた基準類を適用し、今日まで昇降施設の設計を行っている。

しかし、同基準類が定められた当時から今日の社会環境や駅利用者の価値観が変化している。COVID-19 感染症の拡大、スマートフォンの普及による「歩きスマホ」の増加、働き方の多様化等から生じた変化により、基準類が現在の旅客流動と適合していない可能性があった。山本ら[1)]により、JR 東日本の鉄道駅における昇降施設の基準類と、今日の実流動に乖離があることが示唆されている。

本研究では、山本ら[1)]によって示唆された、JR 東日本において設定されている基準類と実流動の乖離程度について更に複数の駅施設で調査分析を行い、その結果を踏まえて実施した JR 東日本の鉄道駅における昇降施設に関する基準類の改定について述べる。

2. JR 東日本における現行の昇降施設設計基準

JR 東日本では、各昇降施設の設計において、経済性や安全性、そして施設の特性から基準値を定めている。基準値は、昇降施設の特性を基に定めている。プラットフォーム（以下「ホーム」と呼ぶ）とコンコースを結ぶ階段やエスカレーターには、常に一定量の流動が生じているわけではなく、特に降車客については、列車が到着

した直後に大きく利用が増加する傾向がある。

しかし、ホーム上の全ての降車客をホーム外に捌き終える前に次の列車が到着した場合、ホーム上の混雑は悪化する。更にホーム上で安全に滞留可能な許容量を超過すると身動きが取れなくなり、旅客の線路への転落等、事故を誘発する危険な状態となる。JR 東日本では適切な施設規模の昇降施設を設計するため、階段については次に示す大都市通勤駅算定式、及び簡便法によって必要幅員を算出し、エスカレーターについては公称輸送能力を基に定めた輸送能力を設計値として必要な台数や型式の検討を行っている。

(1) 大都市通勤駅算定式（東三工式）

大都市通勤駅算定式（以下「東三工式」と呼ぶ）は、国鉄東京第三工事局が 1984 年に実施した調査を基に確立された算定式である。対象とする駅が、乗車利用が主であるか、降車利用が主であるかによって用いる式を設定している。以下に、算出過程において階段幅員の算出を行っている、降車利用が主な場合における幅員算定の式(1a)を次に示す。

$$B = \frac{P_k}{\rho \cdot v \cdot t} + 5.6 \qquad (1a)$$

B：ホーム幅員［m］
P_k：1 列車・1 階段当たりの平均降車人数
t：捌き時間　［運転間隔 5 分以上：150(秒)］
［運転間隔 3 分～5 分：120(秒)］
［運転間隔 3 分未満：100(秒)］
ρ：階段流動密度［2.62(人/m・秒)］
v：階段流動速度［0.58(人/m・秒)］
$\rho \times v$：流動係数［1.52(人/m・秒)］

本算定式は、ホームの幅員を算定するために用いられる式であるが、定数項である 5.6 は階段外壁とホーム縁端部の間の離隔、階段壁厚、乗車客用の流動幅を合計したもので、これを除く項が階段幅員を導出する部分を表している。流動係数の 1.52 は、1981 年に国鉄が実施した調査結果に基づき定めたものである。流動係数は幅員 1m の階段を 1 秒間に通過する人数であり、幅員 1m の階段であれば 1 秒間に 1.52 人の流動を捌く能力を持つことを示す。また、捌き時間については運転間隔が 5 分以上であれば 150 秒、3 分～5 分の間であれば 120 秒、3 分未満であれば 100 秒として幅員を算出することとしており、階段幅員の設計時に要求される捌き時間は運転間隔に対して余裕を持たせていることが分かる。

(2) 簡便法による階段幅員算定

東三工式は、1 列車・1 階段当たりの平均降車人数を算出する必要がある等、実務上の幅員算定に用いることは容易ではない。そのため、実務においてはより簡易に幅員を算出する「簡便法」が考案され使用されている。簡便法では、最も多くの旅客が利用するピーク 1 時間あたりの流動（通過人員）を用いて必要な幅員を算出する。

算出における設計値は 2,500（人/m・時）である。例えば 1 時間当たりの通過人員が 5,000 人であれば階段幅員は 2.0m 必要である、といった使用方法となり、捌き時間を考慮せず必要幅員の算出が可能な基準となる。

(3) 東三工式と簡便法の比較

簡便法の基準値設定の経緯は明らかでないが、東三工式を基に設定されたものであると想定される。東三工式で示されている流動係数を 1 時間単位に拡大したものを流率と定義し、各手法における流率を**表-1** に示す。

表-1　計算方式毎の流率

計算方式	流率（人/m・時）
東三工式	5,472
簡便法	2,500

ここで、東三工式で示される流率は階段幅員を最大限に使用した場合の流率であり、すなわち階段の能力値と呼ぶ。この流率を基に、東三工式と簡便式の関係性は次式の形で整理されたと考えられる。

$$B = \frac{P_i}{5400 \times t_c} \Rightarrow \frac{P_i}{2500} \qquad (1b)$$

B：1 階段の幅員［m］
P_i：1 階段当たりの降車人数［人/時］
t_c：運転間隔に対する捌き時間の割合

式(1b)においてt_cは約 45%となる。つまり、**図-1** のように次列車までの半分の時間で流動を捌くことが簡便法の前提としていると考えられる。

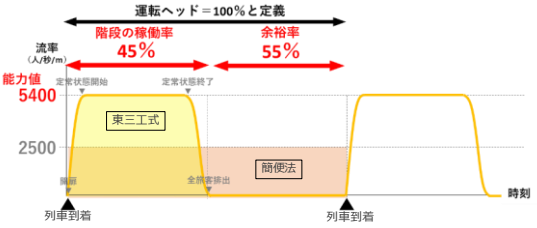


図-1　東三工式と簡便法の関係性

能力値の約半分を余裕として確保している理由は明確でないが、簡便法が設定された当時は高度経済成長期であり、将来の人口増加等の可能性を考慮したものであると考えられる。

(4) エスカレーターの輸送能力

エスカレーターは、1 ステップに 2 人乗りこむ前提で算出されている公称輸送能力を基に、基準値を定めている。JR 東日本において定められているエレベーター・エスカレーターマニュアル[2]では、**表-2** に示す通り型式及び運転速度別に輸送能力を定めており、これを基準値として施設設計時に必要な台数や併設する階段の幅員算定に用いている。一般的に利用の多い 2 人乗り用の S1000 型については、公称輸送能力 9,000（人/時）の約 70%である 6,500（人/時）を基準値としており、**図-2** のようにステップ 2 段に 3 人乗っている状態を前提としている。

表-2 エスカレーターの輸送能力

型式	30m/分	40m/分
S1000 型(2 人用)	6,500(人/時・基)	8,100(人/時・基)
S600 型 (1 人用)	3,200(人/時・基)	—

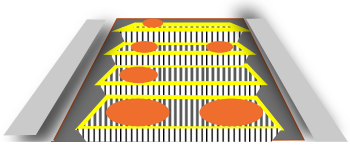


図-2 基準値想定の利用状況

3. 旅客流動調査の概要

本調査は、山本ら [1]にによって示唆された今日の流動と基準値が想定する流動についての乖離が、他の駅においても同様であるかを明らかにし、新たな基準値を設定するための実測データを取得することを目的とする。

(1) 調査概要

本調査では、首都圏の JR 東日本駅構内において、降車客がホームから階段もしくはエスカレーターに進入する様子を、ビデオカメラを設置し撮影する。撮影した映像を用いて目視による利用者数のカウントを行い、実流動における流率を算定する。調査によって明らかとなった 1 列車毎の流率と、定常状態の継続時間を基に、1 時間当たりの流率を算出する。調査対象は階段については 6 駅 201 本の到着列車、エスカレーターについては 7 駅 242 本の到着列車とし、後述する定常状態が観測可能な朝の通勤時間帯に実施した。

(2) 定常状態について

ホームにおける階段の状態は、**図-3** のように次の 4 状態を列車が到着する度に繰り返している。①列車が到着し、ホームに降りた降車客が一斉に階段に向かい、階段に近い最初の降車客が階段に進入する。②多数の降車客が階段に進入し、階段入口に滞留が生じる。③降車客の大半が階段を通過し、階段入口の滞留が解消される。④全ての降車客が階段を通過し、徒列が解消される。②～③の遷移状況においては階段空間を全て使用して降車客を捌くため、降車客を捌く階段の能力が最も発揮されている状態である。この状態を定常状態と定義する。



図-3 定常状態の定義（階段）

エスカレーターにおいては、**図-4** のように階段とは若干異なる 4 状態を繰り返す。①列車が到着し、エスカレーターに近い最初の降車客が進入する。②ステップの左側の降車客がが静止状態で利用し、右側が歩行状態で利用する。③ステップ右側の歩行利用者がいなくなり、静止状態で利用する降車客の徒列のみとなる。④全ての降車客がエスカレーターを通過し、徒列が解消される。

エスカレーターにおいて降車客を捌く能力が発揮されるのは、②の静止状態利用と歩行利用が同時に生じている状態である。そのため、エスカレーターにおいては②～③に遷移するまでの状態を定常状態と定義する。



図-4 定常状態の定義（エスカレーター）

本調査においては、階段及びエスカレーターについてそれぞれ定常状態における流動を計測する。

4. 調査結果

階段およびエスカレーターの計測結果を以下に示す。集計にあたっては、異常値及び外れ値を除外するために上下 5%のデータを除いている。

(1) 階段

階段における旅客流動調査の結果を次に示す。

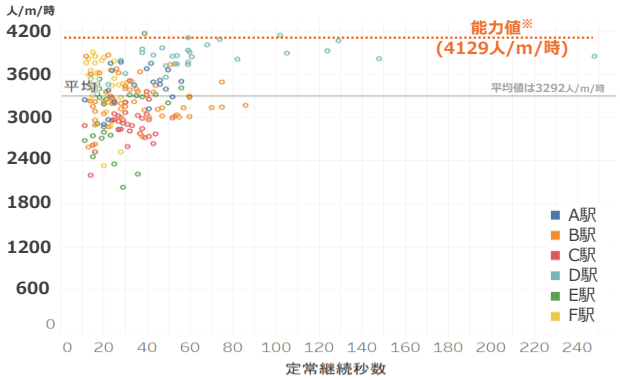


図-5　階段の流率測定結果

図-5 は 1 列車ごとの降車流動をプロットしたもので、縦軸に流率、横軸に定常状態の継続秒数を示している。定常状態の継続秒数が長く流率が高いほど降車客が多かったことを表す。列車、駅によってばらつきはあるものの、流率の最大値は 4,129(人/m・時)であった。一方、平均値は 3,292(人/m・時)となった。

(2) エスカレーター

エスカレーターは、手すりに掴まり主にステップ左側に立つ静止状態での利用と、歩きながら利用する歩行利用の 2 つの挙動が見られた。そこで、ステップ左側の静止状態での利用、ステップ右側の歩行状態利用についてそれぞれ計測を行った。

計測の結果を図-6, 7 に示す。定常状態におけるステップ左側の静止状態での利用においては 2,745（人/時）が最大値となった。右側の歩行利用においては 3,840（人/時）が最大値となった。静止利用における平均値は 2,186（人/時）、歩行利用における平均値は 3,051（人/時）となった。

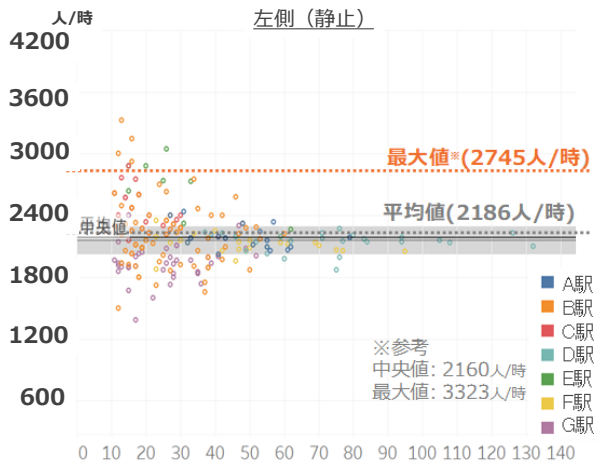


図-6　エスカレーターの流率測定結果（静止利用）

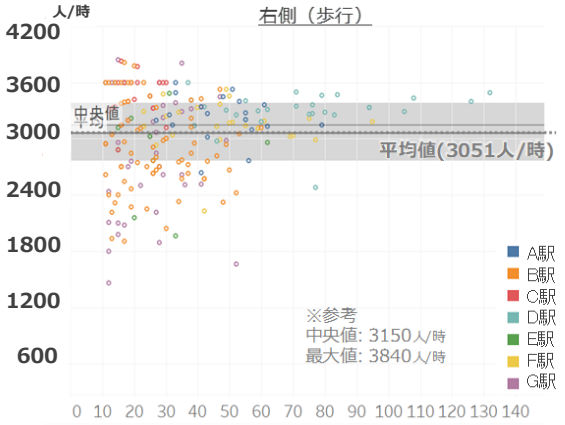


図-7　エスカレーターの流率測定結果（歩行利用）

また、ステップ左側の静止利用においては 1 段空けて利用する状況が見られ、右側は歩行による利用が多く観測された。

5. 昇降施設規模算定時における基準値の設定

JR 東日本における昇降施設規模算定に用いる基準値について、改定が必要と考えられる事項は次のとおりである。

① 階段の能力値は 5,472(人/m・時)は妥当であるか。
② 簡便法における余裕率 55%は妥当であるか。
③ エスカレーターの輸送能力は妥当であるか。

これらについて、実測結果を基に改定を行った。

(1) 階段

調査の結果、流率の実測最大値は 4,129（人/m・時）であった。従来の東三工式における能力値と比して小さい値となったが、社会環境の変化によるものと考えられる。この実測値を基に、階段の能力値は 4,100(人/m・時)と設定した。

次に簡便法における設計値についても見直しを行った。階段の流動に影響をもたらしうる要素として、利用方向の違い、整流柵の有無、幅員の大小等の階段の仕様が考えられるが、過去の社内研究において 1 割程度と軽微であることが分かっている。また、表-3 に東三工式においては運転間隔と捌き時間の関係性を示す。

表-3　運転間隔と排出時間の関係

パターン	運転間隔	階段排出時間	排出時間/運転間隔
5 分以上	5 分	150 秒	50%
3 分～5 分	3 分	120 秒	67%
3 分未満	2 分	100 秒	83%

最も厳しい 3 分未満のパターンにおいても、運転間隔に対して 2 割程度余裕を持った時間で流動を捌くことを前提とした設計値となっている。

以上の条件を考慮し、簡便法を用いる際の階段の設計値は実測最大値に 2 割程度の余裕をもたせた 3,300（人/m・時）と設定することとした。

表-4 にこれまでの基準値と今回の基準値の変化を示す。能力値は、流率の計測結果より 30%程度低い値となり、設計値は余裕率の見直しにより 30%程度高い値となった。

表-4 過去の基準値と今回の基準値

単位(人/m・時)	東三工式	簡便法	今回
能力値	5,472	—	4,100
設計値	—	2,500	3,300

(2) エスカレーター

エスカレーターの利用については、運転速度が一定であること、公称輸送能力と異なる利用状況であることから多角的に検討を行った。

JR 東日本を含めた鉄道事業者、空港施設、商業施設及び自治体は共同で「エスカレーター歩かず立ち止まろう」キャンペーン[3]を実施している（**図-8**）。



図-8 「エスカレーター歩かず立ち止まろう」キャンペーンポスター

キャンペーンでは事故防止を目的とし、現在の利用実態である片側静止、片側歩行による利用ではなく、両側静止状態での利用を推奨している。また、埼玉県においては「埼玉県エスカレーターの安全な利用の促進に関する条例」が施行されており、利用者の義務として立ち止まった状態でエスカレーターを利用しなければならないことが明文化されている。したがって今後もこのような両側静止による利用を推奨する動きが高まると考えられる。

また、調査の際の静止状態における利用状況として、ステップを 1 段空けて並ぶ状況が観測されている。そのため、推奨される両側静止利用時においても同様に 1 段空けて利用することが想定される。

さらに計測結果においても、静止状態で利用した場合の平均値は 2,186（人/時）であり、同様に推奨される両側静止状態での利用される場合は 4,372（人/時）となる。

以上の条件を基に、新たなエスカレーターの基準値は**図-9** のように 2 段に 2 人乗車、交互に静止利用する場合を前提とした。運転速度 30（m/分）のエスカレーターにおける基準値としては公称輸送能力の 50%である 4,500（人/時/基）の設定とし、速度や型式に応じて**表-5** のとおりとした。新基準値は旧基準値よりも 30%程度小さい値となった。

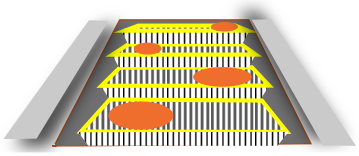


図-9 新基準値想定の利用状況（エスカレーター）

表-5 エスカレーターの新基準値

型式	30m/分	40m/分
S1000 型(2 人用)	4,500(人/時・基)	6,000(人/時・基)
S600 型 (1 人用)	2,250(人/時・基)	—

6. まとめ

本稿では、複数の駅における実流動を測定した結果を基に、JR 東日本における昇降施設設計の基準値として今日の社会環境に適用可能な基準値に改定した。

階段については、これまで用いてきた能力値が社会環境の変化等により、今日において過大であることが明らかとなり、計測結果を元に能力値の改定を行った。また、簡便法における能力値に対する余裕率について、利用方向の違いや整流柵の有無、幅員の大小等からなる階段の仕様の影響、東三工式における運転間隔と捌き時間の関係性等を考慮し、能力値に対して約 2 割の余裕を持たせた 3,300（人/m・時）を簡便法の新たな設計値とした。

エスカレーターについては利用挙動を考慮し、静止状態での利用と歩行状態での利用について流率を計測した結果、これまで用いてきた基準値は今日においては過大であることが明らかとなった。そこで、条例や事業者が推奨する両側静止状態を前提とし、計測結果及び 1 段空きで利用されている実情等を考慮した基準値を設定した。

本基準値は、今後 JR 東日本の駅構内において適用する値となる。社会環境の変化に伴う利用実態の変化を考慮した適切な基準値を定めたことで、経済合理性の高い駅施設の構築に繋げることができる。これを元に、より混雑の少なく利便性の高い駅施設の構築を行っていく。

参考文献

1) 山本航介, 鈴木健史, 柴田宗典, 石突光隆：鉄道駅における施設規模設計に関する基準類と旅客流動実態の比較～JR 東日本の駅における例～, 土木計画学研究発表会 2021.
2) エレベーター・エスカレーターマニュアル：東日本旅客鉄道株式会社社内資料, 2012.
3) 東日本旅客鉄道株式会社 HP：2023 年 7 月 13 日プレスリリース.
4) 伊藤 滋：省線電車驛に於ける旅客施設の設計について, 1947.
5) 竹内美礼, 井上晋一：駅構内の旅客流動に関する一考察, 土木学会第 57 回学術講演会, 2002.
6) 石間計夫, 尾住秀樹, 坂本圭司, 木下芳郎：駅ホームにおける階段、エスカレータの流率調査–鉄道駅旅客の階段、エスカレータ流動調査と旅客処理能力算定式の作成　その 1–, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2012.
7) 山本航介, 家田仁：都市鉄道における旅客施設の要領設計に関わる技術基準類とその運用に関する国際比較, 第 60 回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2019.
8) 鈴木章悦, 日比野直彦, 森地茂：都市開発による鉄道駅の混雑と施設容量に関する研究, 運輸政策研究 Vol. 15 No. 3 pp. 2–pp. 9, 2012.
9) 石川唯志：旅客設備規模算定式に関する調査, 第 34 回停車場技術講演会, 1983.
10) 阿久津七郎, 石井忠久：旅客設備規模算定式に関する調査, 東三工第 9 号, pp. 73–pp. 88, 1980.
11) 西山秋二ら：旅客設備規模算定式に関する調査（その 2）, 東三工第 10 号, pp. 37–pp. 55, 1981.

THE RESEARCH OF ELEVATING EQUIPMENT ON TRAIN STATION, UTILIZATION AND RE-EVALUATION DESIGN CRITERION -EXAMPLE AT JR-EAST TRAIN STATION-

Toru SADAKANE, Takeshi SUZUKI and Kosuke YAMAMOTO

The standards set by the railway operator based on the results of past flow surveys are applied to the layout and determination of width of the elevating equipment and passages in the railway station. In the JR-EAST, set the standards by the result of Japan National Railways about 40 years ago. However, the passengers behavior on the railway station change by social environment and values. There is also possibility that standards differ to real passengers flow. We compared the standards with the survey results of real passengers flow of elevating equipment in the railway station. And we set new standards at JR-EAST by the fitted survey results and social enviroment.