

都市鉄道における旅客施設の容量設計に関わる 技術基準類とその運用に関する国際比較

山本 航介¹・家田 仁²

¹正会員 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 (2018 年度政策研究大学院大学・修士課程)
(〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-5)
E-mail:kousuke-yamamoto@jreast.co.jp

²フェロー会員 政策研究大学院大学教授(〒106-8677 東京都港区六本木 7-22-1)
E-mail: iceda@grips.ac.jp

我が国では都市鉄道では、開業後の利用者数増加の結果、駅旅客施設の容量が不足し、拡張工事等の対策をせざるを得ない駅が少なからず存在する。本研究では各鉄道事業者が定めている駅旅客施設容量設定に関する技術基準類に着目し、国内における技術基準類を歴史的に振り返るとともに、3ヶ国の鉄道事業者を対象とした技術基準類の考え方と実運用についてのインタビュー調査と2ヶ国での簡易的な流動調査を実施した。調査より、国内事業者は所要最低値の算出法のみを定めていることが多いが、海外事業者はこれに加えて望ましい値を定めているという設計思想の根本的な違いが存在することと、一部設備において実態と乖離した処理容量が設定されている点が明らかになった。これらは、今後の駅旅客施設の容量設計の改善に向けた極めて有用な情報になると考えられる。

Key Words : 都市鉄道駅, 容量設計, 技術基準, プラットホーム, 階段, 通路, 幅員, 国際比較

1. はじめに

都市鉄道において事業者と旅客が必ず接する場所は駅である。駅を設計する際にはその駅の想定需要に見合った容量でプラットホームや階段等の配置を計画し、円滑な流動と利便性を確保する必要がある。しかし、我が国の都市鉄道においては用地をはじめとした各種制約により建設当時は流動に問題がなかった駅でも旅客の増加やホームドアの設置により各施設の容量が不足する事例や、駅周辺開発等によって駅の利用者が建設時の想定を大幅に上回ってしまったためにプラットホーム、階段、通路等(以下、総称して旅客施設と呼ぶ)の空間容量が不足し、利用者の快適性を欠くばかりか、安全を確保するために毎日のピーク時に入場制限を行わなければならない事例も見られる。またハード面での対応として、プラットホームや階段等の拡幅や増設を実施する事例も見られる。

例えば JR 横須賀線 武蔵小杉駅では、2010 年に同線用の島式プラットホームが設置されたが、当初の想定よりも利用者が増加し開業から長く経たずして朝ラッシュ時に入場制限が行われるようになる程施設容量が不足したため、開業 8 年後の 2018 年に朝ラッシュ時用の臨時改札

設置とエスカレーターの増設を実施している。さらに抜本的な対策として下り線専用ホーム設置による 2 面 2 線化と改札口の増設を 2023 年度を目標に実施することとしている¹⁾。東京メトロでは利用者数の大幅な増加に伴い、豊洲駅において改札口・エスカレーターの増設、東西線の数駅において混雑緩和のための駅改良・配線変更工事を実施している²⁾。

これらの駅改良工事を実施する際は、終電～初電の夜間に行われる作業が多くなることから駅新設時と比較して多額の費用が必要である点、仮囲い等の設置により一時的に駅構内の利便性が低下する等のデメリットがあるため、駅建設時に将来の増加する利用者を見込んだ容量を空間を設定すべきであることは言うまでもない。

一方で海外における事例を見てみると、シンガポールの MRT(図-1)ではプラットホームが大きく余裕を持った空間で建設されており、我が国と海外の間で駅旅客施設設計に関して、主に容量の設定に関する根本的な思想の違いがあることが予想される。

新駅設置や駅改良工事を実施するにあたり各駅の駅施設容量を決定づけるのは、設計時に用いる各鉄道事業者の実施基準や手引、マニュアル等(以下まとめて基準類



図-1 シンガポール MRT のプラットホーム

と呼ぶ)に記載された最低値や標準値及び算出式による計算値等であり、これらの値に基づいて実際の階段やプラットホーム等の幅員やエスカレーターの配置が決定される。既往の研究では鉄道省工務局³⁾や阿久津ら⁴⁾において乗降場所要幅員検討を数多く実施している他、山本ら⁵⁾による駅階段における流動の実態把握や、鈴木ら⁶⁾による駅施設の許容量の検討によるボトルネック把握等がある。

このように、都市鉄道におけるプラットホームや階段、改札口等の旅客施設及び流動に着目した研究は数多く存在するが、旅客流動の実測結果報告や特性把握、各社に適用すべき流動式の導出といった研究が中心であり、鉄道事業者において実際に使用されている基準類についての妥当性、鉄道事業者間の比較に着目した研究は筆者の知る限り見当たらない。

そこで本研究では各鉄道事業者が使用する旅客施設を決定する基準類に着目し、第3章および付録で国内における基準類を鉄道創世記から振り返り、第4章では海外鉄道事業者における基準類とその考え方について述べる。これらを受けて第5章にて国内外の鉄道事業者で使用される基準類の根本的な考え方、条件、パラメーター等の比較を行いそれぞれの基準類のメリット・デメリットを把握するとともに、簡易的な流動調査の結果と各国の基準類の設定値と比較する。

結果の細部については後述するが、そのエッセンスのみ概説すると、わが国では空間設計の所要最小限度値のみを算出する方法を定めているのに対し、英米の事例ではこれに加えて旅客へのサービス上望ましい値を算出する方法を定めていることが明らかになった。この結果、わが国では強い経費節減の要請の中、必要最小限の空間を整備することに陥りがちとなっている。

今後、わが国の鉄道技術が海外への事業展開を求められる中、このような基準類の状況を改善し、国内のみならず海外においてもより良い空間設計を実現するための制度的環境整備を充実することが必要であることが明らかとなった。

2. 調査方法

本研究では文献調査、駅計画担当者へのインタビュー調査、簡易的な流動調査を実施した。文献調査は各鉄道事業者の基準類および基準類の根拠資料を対象とする。また駅計画担当者へのインタビュー調査については鉄道事業者の担当者に対して対面あるいはメールでのインタビューを行い、文献に記載されていない基準類の根拠や各基準類の運用状況について把握するものである。

簡易的な流動調査は、各鉄道事業者の駅にてラッシュ時に階段・通路・エスカレーター等の流動係数を測定するものであり、列車到着後に降車客が当該箇所へ達した後、流動速度が安定した状態で1分間の流量を計測した。今回対象とした鉄道事業者と実施した調査項目は表-1の通りである。

表-1 調査対象事業者及び項目

国	鉄道事業者	① 文献 調査	② インタ ビュー	③ 簡易 流動調査
日 本	JR東日本(含む前身)	✓	✓	✓
	東京メトロ(含む前身)	✓	✓	-
	東武鉄道	✓	✓	-
UK	Network Rail	✓	✓	-
	Transportation for London (London Underground)	✓	-	-
USA	NYCT MTA (New York Metro)	✓	✓	✓

3. 国内鉄道事業者における旅客施設設計に関する基準類

我が国の鉄道における旅客施設に関して初めて言及した基準類は1900年(明治33年)に鉄道営業法と同時に制定された逓信省令鉄道建設規程である⁷⁾。同規程では旅客施設容量に関する項目として乗降場の最小幅員、乗降場端部から跨線橋・地下道・停車場本屋との最小離れについて記載している。その後1908年(明治41年)に停車場規程によりプラットホーム、跨線橋における標準幅員が4種の駅分類に応じて定められた⁸⁾が、その後の菌類により効力価値が減じ重視されなくなった⁹⁾。1921年(大正10年)の建設規程改訂の際に先述の最小幅員及び最小離れが変更され、その値は今日まで用いられている。

旅客施設の所要幅員について議論が始まったのは1938年(昭和13年)に鉄道省工務局により作成された工務資料第45号「乗降場の所要幅員」³⁾からである。同資料では、これまでの資料が最小幅員の規定や定型的標準を定めたものであったのに対し、乗降客の流動面積・速度や乗車客の蟻集形態及び面積の計測結果を用いて施設規模を理

論的な誘導によって求めた初めてのものであった¹⁰⁾。

1947年(昭和22年)には伊藤¹⁰⁾により上記の調査結果を用いて省線電車駅における旅客施設設計の理論が取りまとめられた。その後は後述の通り、各鉄道事業者により所要幅員算定に関する基準類が策定されている。

現在の我が国における基準類の体系は、強制力を持つ「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」(以下、省令と呼ぶ)と強制力を持たない省令の解釈基準及び解説を参考に、各鉄道事業者が個々の事情を反映した詳細な実施基準を策定している。さらに各鉄道事業者は実施基準の下へ細目や各種マニュアル等を制定しており、これらに示された最小値や標準値、算出式を用い需要予測値に応じた旅客施設の規模を設定している。

本章では省令解釈基準及び国内鉄道事業者における基準類について述べるが、直近で使用されていない基準類については付録に記載する。

(1) 省令解釈基準及び解説

省令解釈基準において旅客施設に関する項目は第36条(プラットホーム)及び第37条(旅客用通路等)に記載されている。プラットホーム幅員については両側を使用するものは中央部を3m以上、端部を2m以上、片側を使用するものは中央部を2m、端部を1.5m以上と規定されている。柱類及び跨線橋口等の壁とプラットホームの縁端との距離については以下の表-2の通りである。さらに、解説にはプラットホーム幅の算定式の例として国鉄において使用されてきた改良工事順位算定式及び大都市通勤駅算定式が記載されている。旅客通路等の幅員については旅客用通路及び旅客用階段の幅は1.5m以上と記載されており、解説にこの数値が少なくとも2人の人がすれ違える幅として設定されていることが記載されている。

これらの最小値を基に各鉄道事業者は基準類を定めることとなるが、ホームドアに関する部分を除き、1921年(大正10年)に建設規程が改正された当時から最小値は変わっていない。

表-2 省令解釈基準における柱類及び跨線橋口等の壁とプラットホーム縁端との距離

場所	ホームドア 設置有無	規定値
柱類~ホーム縁端	無	1.0m以上
跨線橋口・地下道口・待合所等 ~ホーム縁端	無	1.5m以上
跨線橋口・地下道口・待合所等 ~ホームドア	有	1.2m以上 (0.9m以上*)

*旅客の乗降に支障を及ぼす恐れのない箇所

(2) JR 東日本(含む国鉄)

本項では JR 東日本及びその前身において使用されてきた算定式のうち、参考文献¹¹⁾に記載されている改良着

手順位査定式及び大都市通勤駅算定式と、現在同社において標準的に用いられている算出方法について述べる。

a) 諸改良工事着手手順位査定式(東工式)

1955年(昭和30年)に国鉄施設局停車場課より改良着手手順位査定式(通称:東工式)が制定された¹¹⁾。本査定式は名前の通り、通勤客の増加により容量が不足し駅改良を行う際の優先順位を定める用途であり、プラットホーム所要幅員算定式と通路幅員所要算定式が存在する。

プラットホーム所要幅員算定式は、乗車客に対する幅員 B_1 と降車客の流動に必要な幅員 B_2 、その他余裕幅員 r の和で示される。同式では乗降客について1)乗車客は扉毎の偏りなく分布し各扉前に半円状に蟻集する、2)降車客も扉毎の偏りなく分布し、降車後は一律の速度で階段へ移動する、という条件でラッシュ時ピーク30分における1列車平均の乗降客数を用いて算定式を導出している。

B_1 は各扉の乗車人数及び蟻集密度(4.0人/m²)から求められる蟻集半径、 B_2 は降車客が電車から降りてホームを歩行する際に占有する面積であり、 r は退避用幅員0.8m、柱幅0.3m、腰掛幅1.1mをプラットホーム形状毎に考慮したものである。電車駅におけるプラットホーム所要幅員算定式を以下に示す。

$$B = B_1 + B_2 + r \tag{1}$$

$$B_1 = 0.2 \left(\frac{P_a}{N} \right)^{0.5} \tag{2}$$

$$B_2 = \begin{cases} \frac{2P_b}{3LN} & \left(\frac{P_b}{N} < 6.4LN \text{ の場合} \right) \\ \frac{13N}{3} & \left(\frac{P_b}{N} > 6.4LN \text{ の場合} \right) \end{cases} \tag{3}$$

ただし、 B : 所要プラットホーム幅員

P_a : ラッシュ時30分間帯平均1列車乗車人員

P_b : ラッシュ時30分間帯平均1列車降車人員

N : 編成両数

L : 車両1両の車両延長

γ : 余裕幅員 退避幅員0.8m 柱幅0.3m 腰掛幅1.1m

通路幅員算定式はラッシュ時30分間の乗降人員を捌くことができるよう乗降客数ともに秒あたりに変換し算出している。通勤駅における具体的な算定式は以下の通りである¹²⁾。

$$B = \frac{1}{1.5} \left(\sum \frac{P_a}{T} + S' \right) \tag{4}$$

B : 所要通路/階段幅員

P_a : ラッシュ時30分の1列車平均降車人員

S' : 同時間における1秒あたり乗車人員

T : 降車客排出時間(列車運転間隔により変化)

運転間隔5分以上 : 150(s)

同 3分以上5分未満 : 120(s)

同 3分未満 : 100(s)

上記のように通路が繋がっている各ホーム毎の降車客を列車運転間隔に応じた排出時間以内に捌き、かつ乗車客を捌く容量を確保する設計思想となっている。

諸改良工事着手順位査定式はラッシュ時30分における平均1列車の乗降客の流動に必要な各幅員とプラットホーム上に配置される柱やベンチ等を加算して所要幅員を算出しているが、現在の都市鉄道駅へ適用した場合は、乗降客の分布を一律としている点と乗車前の蟻集形態を扉前半円上としている点が現実と異なるため、課題があると言える。

b) 大都市通勤駅算定式

前項の諸改良工事着手順位査定式がしばらくの間用いられていたが、大都市圏の通勤駅においては整列乗車が行われており、

- ・乗車客の蟻集形状(半円形)
- ・降車客の流動形状
- ・乗降客が階段等の位置に依らず均等に分布

等の点が実情にそぐわなくなっていた。そこで国鉄東京第三工務局は大都市通勤駅に適切な算定式を確立することを目的に、1980年より東京圏の駅にて流動密度及び速度や蟻集密度、プラットホーム上における分布等の実態調査を行い⁴⁾、測定値の平均からその結果から新たなプラットホーム幅員算定式を確立した¹³⁾。

実態調査の結果から本算定式は前提条件を以下の通りに設定している。

- ・乗車客は2列または3列に整列し待機
- ・乗降客分布は階段から離れるほど減少
- ・乗降場の性格毎に以下の3パターンに分類し算出
 - 1:乗車客が主なプラットホーム
 - 2:降車客が主なプラットホーム
 - 3:乗降客両方が多いプラットホーム

乗車客が主なプラットホームにおいてはラッシュ時ピーク30分における列車到着直前の状況において島式ホームの左右両側に乗車客が整列している際に中央部での流動を確保するために必要な幅員を算出している(図-2)。

$$B = B_1 + 1.4 + 0.8 \times 2 \quad (5)$$

$$B_1 = \frac{P_{nj}}{r\rho} + \frac{P_{kj}}{r\rho} \quad (6)$$

- P_{nj} : 1列車1階段あたりの上り列車乗車人員
- P_{kj} : 1列車1階段あたりの下り列車乗車人員
- ※上記人員はラッシュ時30分間の平均とする
- r : 整列幅(2列の場合1.3m, 3列の場合2.1m)
- ρ : 整列時の蟻集密度 [4.1(人/m²)]

降車客が主なプラットホームにおいては、列車到着時に降車客を排出する階段の容量がコントロールポイントとなる。よって、階段脇に最低限必要なスペースと乗車客用の階段流動スペースを確保しつつ、降車客を次列車

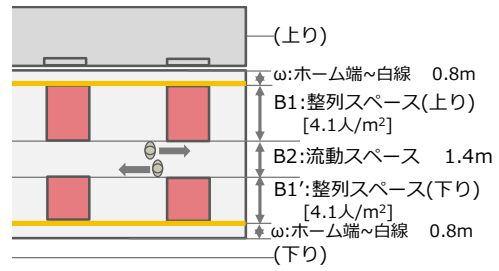


図-2 乗車客が主なホームにおける所要幅員算定時の想定場面

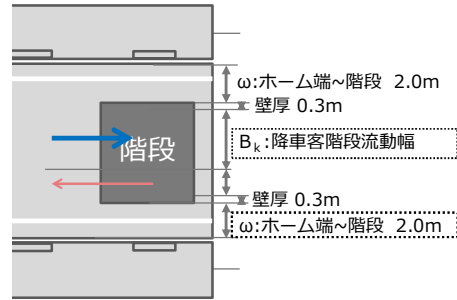


図-3 降車客が主なホームにおける所要幅員算定時の想定場面

到着までに排出する能力を持った階段幅員を確保する設計(図-3)としている。この場合の所要プラットホーム幅員算定式を次に示す。

$$B = \frac{P_k}{\rho_s v_s t} + 1.0 + (0.2 + 2.0) \times 2 \quad (7)$$

- P_k : 1列車1階段あたりの平均降車人員 (上記人員はラッシュ時30分間の平均)
- ρ_s : 階段における流動密度 [2.62(人/m²)]
- v_s : 階段における流動速度 [0.58(m/s)]
- t : 降車客排出時間(列車運転間隔により変化)

運転間隔5分以上	: 150(s)
同 3分以上5分未満	: 120(s)
同 3分未満	: 100(s)

乗降客両方が多いプラットホームでは以下の3パターンにおける所要幅員を算出し、最大値をとることとしている。

- ・両側整列中の状況(乗車客が主なホームと同じ)
- ・片側が乗降中の場合
- ・両側が乗降中の場合

片側が乗降中の場合には、次頁の図-4のような片側(例えば上り)の列車が到着し、整列していた乗車客が扉前に詰めている状況を想定した場合の所要幅員を算出している。この場合の所要幅員は上り乗車客のスペース、上り降車客の流動スペース、下り乗車客の整列スペースを考慮する必要がある。図-4の場合の所要幅員算定式を以下に示す。

$$B = B_1'' + B_3 + 1.4 + B_1' + 0.8 \quad (8)$$

$$B_1'' = \frac{P_{nj}}{r \rho_j} \quad (9)$$

$$B_3 = \frac{n}{20} \left(\frac{P_{nk}}{V_h \rho_h} - \frac{V_k}{V_h \rho_h} B_1'' \right) \quad (10)$$

$$B_1' = \frac{P_{kj}}{r \rho} \quad (11)$$

- P_{nj} : 1列車1階段あたりの上り列車乗車人員
- P_{nk} : 1列車1階段あたりの上り列車降車人員
- P_{kj} : 1列車1階段あたりの下り列車乗車人員
- ※上記乗車人員はラッシュ時30分間の平均
- r : 整列幅(2列の場合 1.3m, 3列の場合2.1m)
- ρ : 整列時の蟻集密度 [4.1(人/m²)]
- ρ_j : 乗車直前の蟻集密度 [6.13(人/m²)]
- ρ_h : ホーム上の水平歩行密度 [1.23(人/m²)]
- V_h : ホーム上の流動速度 [1.17(m/s)]
- V_k : 降車速度 [1.59(人/s)]

両側が降車中の場合は式(8)のうち、乗降中の幅員 ($B_1'' + B_3$)をもう片側にも適用し、 B_2 を加えた数値が所要幅員となる。

以上のように大都市通勤駅算出式は駅を3パターンに分け、駅の性格毎に所要幅員を算出している。また、諸改良工事順位査定式とは異なり乗車客が整列乗車を行なっていることを前提としており、同式よりは実態に即していると言える。しかし、通勤駅を対象としていることから日々のラッシュ時における安全な旅客流動のみを考慮し、プラットホーム上に売店や腰掛け等の設備を置くことは考えられていない。

c) 現在の算出方法(簡便法等)

現在、JR東日本では主に簡便法を用いて階段・通路の所要幅員を算出し、その結果を用いて所要プラットホーム幅員を算出している。

簡便法は国鉄時代から通路及び階段幅員の算定に用いられており、1時間あたりの処理能力を通路は3,000(人/時/m)、階段は2,500(人/時/m)と設定している¹²⁾。しかし、その制定時期と算出根拠は明らかにはなっていない。

簡便法では設定されていないエスカレーターの輸送能力は同社のエレベーター・エスカレーターマニュアル¹⁴⁾にて表-3の通りに定められている。

表-3 JR 東日本エレベーター・エスカレーターマニュアル (2014) ホームに設置するエスカレーターの輸送能力¹⁴⁾

形式	30m/分	40m/分
S1000型 (2人乗り)	6,500(人/h)	8,100(人/h)
S600型 (1人乗り)	3,200(人/h)	—

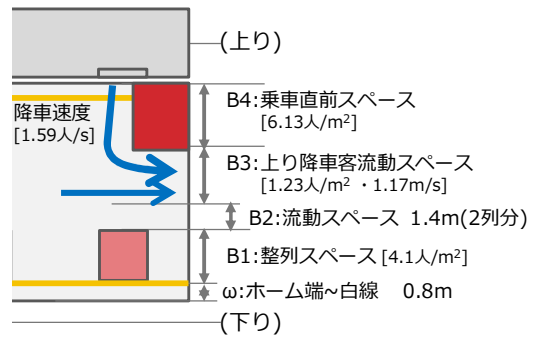


図-4 片側が乗降中の場合における所要幅員算定時の想定場面

予想利用者数に基づき簡便法にて所要階段幅員及び所要エスカレーター台数を算定し、算定値に階段壁厚、手すりと壁～ホーム端部に黄色線の内側を車いすを使用した乗客が1列分通行できるよう2.0m以上(ホームドアを設置している場合は壁～ホームドア内側で1.2m以上)を加えてプラットホーム所要幅員を算出している。(図-5)

また、同社土木施設実施基準にはプラットホーム幅員の最小値は先述の省令解釈基準と同じ値が、プラットホーム上構造物と端部の離れについては次頁の表-4のように最小値が記載されており、これらの最小値を下回らないよう設計されている他、関係者へのインタビュー調査によれば基準類には記載されていないものの次列車到着までに降車客がプラットホームから排出可能か確認をしている。

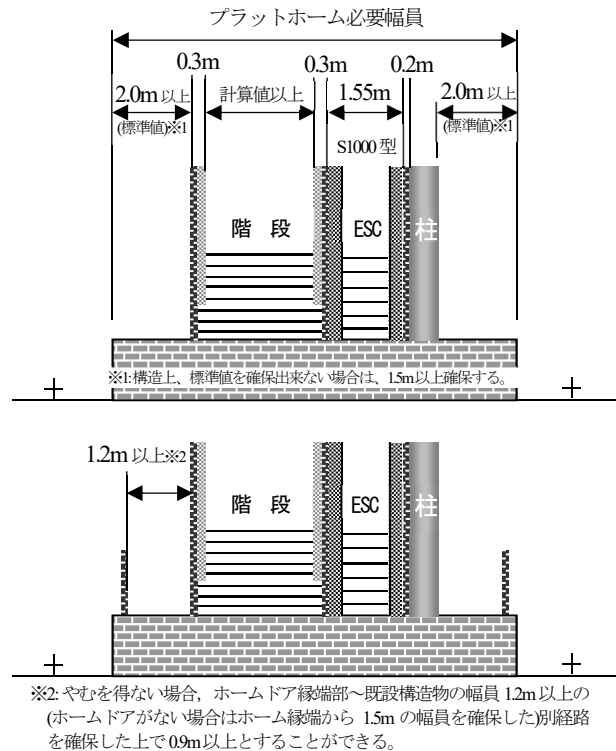


図-5 JR 東日本における所要プラットホーム幅員算定図²⁹⁾

表-4 JR 東日本 土木施設実施基準(2016)による最小値

場所	ホームドア	最小値
柱類～ホーム縁端	無	1.0m以上 (標準値1.5m)
跨線橋口・地下道口・待合所等～ホーム縁端	無	1.5m以上
跨線橋口・地下道口・待合所等～ホームドア	有	1.2m以上 (0.9m以上*)

*旅客の乗降に支障を及ぼす恐れのない箇所

このように、所要プラットホーム幅員は階段・エスカレーターと階段脇の最小幅員により決定しており、先述の2式で考慮されていたプラットホーム乗客の整列状態や流動、柱やベンチなどの設置物等については幅員算定式に含まれておらず、階段直下以外の場所についての容量確認は行われていない。簡便法は1時間当たりの流量のみで幅員算定ができる利便性が高い方法であるが、設定容量は国鉄時代から30年以上更新されておらず、現状の流動との整合性を確認する必要がある。また、簡便法やエレベーター・エスカレーターマニュアルの数値が閾値として使用されており、当該箇所の評価指標は導入されていないため、既設設備の混雑度や容量の余裕を評価することは出来ていない。

(2) 東京メトロ(営団を含む)

東京メトロにおける駅計画時に使用する基準類は1974年に前身の営団設計部により作成された社内資料「駅の基本設計」¹⁵⁾を改訂しながら現在まで用いてきた¹⁶⁾。同資料には島式及び相対式プラットホームの標準形が図示されている他、駅階段配置の選定方法や各箇所における容量の確認方法について記載されている。検討は、1)あらかじめ代表パラメーターで計算された階段及びエスカレーターの幅員/配置の一覧表より想定1日乗降客数に合致するパターンを選定、2)選定したパターンにおける各

表-5 東京メトロにおける幅員基準値

		同社実施基準	駅の基本設計 ¹⁶⁾
島式	中央部	3.0m以上	※1
	プラットホーム 端部	2.0m以上	5.0m以上(4.0m)
相対式	中央部	2.0m以上	3.5m以上
	プラットホーム 端部	1.5m以上	2.5m以上(2.0m)
プラットホーム	柱類	1.0m以上	2.0m以上(1.5m)
端からの離れ	壁等	1.5m以上	1.0L/20m※2
ホームドア	壁等	1.2m以上	1.5m以上
からの離れ		(0.9m)	(1.2m)
階段・通路		1.5m以上	1.5m以上

※1: プラットホーム端からの離れによる

※2: 最小値は1.5m, Lは当該階段が降車客を受持つプラットホーム延長

※3: ()内は左記の値が確保できない場合の最小値

階段及びエスカレーター毎の輸送能力が当該階段及びエスカレーターの使用者数を上回っていることを確認、の順序で行われる。以下では同資料におけるプラットホーム及び階段の幅員決定について述べる。

a) 標準形

先述の通り、島式及び相対式プラットホーム毎に標準形が定められている。同社の実施基準¹⁷⁾と標準形における最小幅員は表-5の通りである。駅の基本設計による規定は実施基準による最小値より余裕を持って設定されている。プラットホーム端から壁等までの離れは当該階段が降車客を受持つプラットホーム延長に比例する式となっており、階段脇における流動幅員の確保について考慮がなされている。これらの情報より、島式プラットホーム中央部の幅員は階段・エスカレーター等の昇降施設の所要幅員とプラットホーム端からの離れによって決定していることが分かる。

b) 階段/エスカレーター配置パターンの選定

先述の通り予想される1日乗降客数からパターン化された階段及びエスカレーターの配置より適切なものを選定する。本項では配置パターンの前提条件と選定方法について述べる。

配置パターンの前提条件は以下の通りである。

- ・片側線全ての乗降客を見込む
- ・降車時に乗車客の滞留はないものとする
- ・列車の運転間隔は120秒、停車時間は20秒とし、停車時間中に降車可能な旅客数を次列車の開扉前に降車客をホーム上から排出
- ・階段から1扉遠ざかる毎に当該扉乗降時間は1秒減
- ・エスカレーターは1200型40m/min、方向は無視する
- ・ラッシュ時30分間集中率は1日乗降者数の10%
- ・階段の間隔は40m以上

また、配置パターンの検討に必要な旅客流動に関するパラメーターは1972年から翌年にかけて調査した結果より表-6の値で設定している。

上記条件に基づいて編成両数毎に最大15パターンの階段配置について、最混雑昇降箇所におけるエスカレーター台数と階段幅員の組合せと、想定1日乗降客数から配置パターンを選定するか一目で理解できる一覧表より選定する。

表-6 駅の基本設計における採用パラメーター

		項目	パラメーター
旅客 流動	流量	乗降速度	1.3(人/扉/s)
		階段	0.85(人/m/s)
		プラットホーム	1.3(人/m/s)
	通路	1.4(人/m/s)	
輸送 能力	ESC 1200型 40m/min		2.0(人/s)
	ESC 1200型 30m/min		1.66(人/s)
	ESC 800型 30m/min		0.8(人/s)

c) 容量の確認

上記の一覧表より選定した階段/エスカレーター配置及び幅員から、各階段/エスカレーターにおける利用者数と容量を算出する。以下ではこの手順について説明する。まず当該駅のラッシュ時 30 分集中率を仮定し、想定乗降者数からラッシュ 2 分あたりの駅全体乗降客数 P_2 を求める。 P_2 から先述のパターン表にある各配置パターン毎の式より駅全体乗降客数から乗降時間 T を算出する。次に各昇降箇所毎の受持扉数と乗降客数の関係を示した表より昇降箇所毎の乗降客数 P を求める。最後に当該昇降箇所毎のエスカレーター台数と階段幅員の組合せ毎に設定された昇降可能容量 Q と P を比較し、 $P > Q$ となるような階段及びエスカレーターの配置を決定する。

本節では東京メトロにおけるプラットホーム及び階段/エスカレーターの配置方法について述べた。都心の地下駅を主に建設する特情から、階段の配置をパターン化しており、昇降箇所の配置選択により階段やプラットホームの幅員を縮小可能な基準類となっていた。その一方で、先述の JR 東日本とも重複するが、流動速度や密度等の各種パラメーターが 1970 年代から更新されていない点、エスカレーターの方向を考慮せず全て降車客を排出する方向として計算している点、プラットホーム上の待機客を考慮しない点が実運用から乖離している可能性があり、将来の容量不足を招く可能性もある。

(3) 東武鉄道

担当者へのインタビュー調査を実施した。同社においては駅改良工事や新駅設置を行う機会が非常に少ないことから、先述の JR 東日本(国鉄)や東京メトロ(営団)のように同社独自の容量算定式は定められていない。直近の新駅における旅客施設容量は以下のように設定されたことが分かった。

a) 階段幅員

最小値は同社実施基準により省令解釈基準と同じ 1.5m と規定されているが、歩行者 1 人の所要幅員を 60cm と仮定し可能な限り幅 3 人が並列に歩行できるよう 1.8m 以上で設定することとしている。新駅における階段幅員は近隣における想定 1 日乗降者数が近い駅(類似駅)を設定し、同駅プラットホームにおける階段幅合計を両駅の 1 日乗降人員の比で掛けた値を新駅プラットホームにおける階段幅の合計値としている。また、エスカレーターについてはサービス向上のオプションとして位置づけており、輸送能力を組み入れていない。

b) プラットホーム幅員

プラットホーム幅員については鉄道に関する技術基準(土木編)改訂版(第三版)¹¹⁾に参考として記載されている

先述の大都市通勤駅算定式により求めた幅員と近隣駅の幅員を比較し、線区の状況に合わせて設定している。

上記の通り同社においては独自の算出式を持たないため、周辺類似駅と同等のスペックを有するように所要幅員を設定している。先述の JR 東日本や東京メトロとは異なり、所要幅員の算出にかかる手間が非常に少なく済む。しかしこの方法は裏を返すと類似駅の選定次第により妥当性が大きく変化することから、類似役の旅客流動に関する妥当性を慎重に確認することが非常に重要と言える。

(4) 第 3 章のまとめ

第 3 章では国内鉄道事業者における旅客施設設計に関する基準類について述べた。ここでは各社の基準類を俯瞰的に見て考察する。

a) 設計思想

3 社共通共に安全に乗降客を流動させる最低限の幅員確保を目標とした設計をしている。具体的には次の列車到着までに降車客をホームから排出するよう容量設計している点である。一方で、旅客の排出のみを考慮し、プラットホーム上に腰掛や売店を配置するといったサービス設備に関しては現在使用されている算定式では考慮がなされていない。

またプラットホーム上の乗客の整列や流動形態については、各鉄道事業者は整列乗車位置をプラットホームに表記しているにもかかわらず、現在使用されている算出方法はいずれも乗客の整列・流動についての考慮がなされていない。国鉄において昭和時代に使用してきた算出式では乗車旅客の蟻集や整列形態、プラットホーム上を移動する旅客に必要な幅員を考慮していた点からすると簡略化されたと言える。

b) パラメーター

次頁の表-7 に各社が使用しているパラメーターとその値に該当する評価基準としてフルーインのサービス水準(以下、LOS)を示した。LOS は歩行者 1 人あたりの専有面積から歩行路・階段・待ち空間の 3 条件の基準を決めており、最も空間的余裕がある LOSA から最大容量となる LOSF までの 6 段階で定義されている¹⁸⁾。

例えば、歩行路における LOSD は $1.0 \sim 1.5 \text{ m}^2/\text{人}$ (流動係数 $45\text{-}60 \text{ ppmm}$ [passengers per minute per meter width])の歩行空間と定義され、大部分の人の歩行速度が制限され低下する状況で、絶えず歩幅や方向の修正をしなければならないような最も混雑する公共空間に相当する水準のみに充てられる。また同 LOS E は $0.5 \sim 1.0 \text{ m}^2/\text{人}$ (流動係数 $60\text{-}80 \text{ ppmm}$)の歩行空間と定義され、事実上すべての歩行者は自分の通常の歩行速度で歩けず、足どりも頻繁に変える必要があり、逆方向に歩く人があれば非常に迷惑がかか

表-7 国内鉄道事業者の旅客施設設計に関する基準類におけるパラメーター

		国鉄/JR 諸改良工事順位査定式	国鉄/JR 大都市通勤駅算定式	国鉄/JR 現在の算出法	営団/東京メトロ 駅の基本設計
制定年(パラメーター最終変更年)		1955	1982	不明(簡便法)/2014(ESC)	1979
ホーム上	乗/降速度(人/s/扉)	1.9 / 1.6	1.17 / 2.53	-	1.3
	蟻集密度 (m ² /人)	0.25 LOS E	0.25-0.16 LOS E-F	-	-
	流動速度 (m/s)	0.84	1.17	-	-
	流動面積 (人/ m ²)	1.75	1.23	-	-
	歩行流率 (人/m/分)	88.2 LOS F	86.3 LOS F	-	78.0 LOS E
階段	流動速度 (m/s)	0.53(上) / 0.38(下)	0.58	-	-
	流動面積 (人/ m ²)	2.7(上) / 2.9(下)	2.62	-	-
	歩行流率 (人/m/分)	85.9(上)/66.1(下) LOS F	91.2 LOS F	41.7 LOS E	51.0 LOS E
E S C	S1000型 30m/min(人/時)			6,500	6,000
	S1000型 40m/min(人/時)			8,100	7,200
	S800型 30m/min(人/時)			3,200	2,880
通路	流動速度 (m/s)	-	1.29	-	-
	流動面積 (人/ m ²)	-	1.20	-	-
	歩行流率 (人/m/分)	90.0 LOS F	92.9 LOS F	50.0 LOS D	84.0 LOS F
設定旅客排出時間(s)		100~150	100~150	-	100

※各数値は基準類に記載された数値を比較のために表左側記載の単位に換算した
 ※エスカレーター形式は新呼称に統一した
 ※表中のLOSはフルインのサービス水準[18]を示す

る状況で、短時間に大量の人間が退場する時が該当するが、LOS Eでの設計をする際は人の流れがクリティカルになる部分に十分な滞留収容面積を設け、付随的な施設にも細心の注意を払う必要がある。LOS F(0.5m²/人以下)では交通のマヒ状態となり、歩行路の設計に適用すべきではないとされている。項目別のLOS定義の例として、階段におけるLOS別の状況を表-8に示す。

各項目について国内鉄道事業者の設定値を見てみると、まず国鉄におけるプラットホーム上の蟻集密度は整列時に0.25m²/人と設定されているが、これはLOS Fに該当しいわゆるすし詰め状態となるため、周囲の人との接触は避けられない密度であり、ごく短時間でなければ生理的あるいは心理的不快を生じる基準¹⁸⁾である。

その他のパラメーターについても1970~1980年代の通勤地獄と言われた時代の計測値から算定されたものであり、簡便法の通路幅員算出を除きLOS EまたはFに相当する。この数値で設計をした場合、利用客が想定通りの数となると、当時と同様の混雑状況となるよう設計していることと同じとすることができる。当時から人口構成や混雑度が変化していることを考えると、再度旅客流動等の基礎データを調査し現代の乗客に合わせた数値へと更新し、設定値がどのような状況を示しているかを評価可能な指標を検討する必要があると考えられる。

表-8 階段におけるLOSの定義¹⁸⁾

LOS	一人当たり面積	状態			
	流動係数	前後間隔	追越	歩行速度	対向流
A	2.0m ² /人~ ~15ppmm	大	自由	自由	問題なし
B	1.5~2.0m ² /人 15~20ppmm	約5段	若干の 困難 (下限値の場合)	自由	多少の混乱
C	1.0~1.5m ² /人 20~30ppmm	約4~5段	困難	制約され 始める	ある程度の 困難
D	0.7~1.0m ² /人 30~40ppmm	約3~4段	不可	ほとんどの 人が制約	非常に困難
E	0.4~0.7m ² /人 40~55ppmm	約2~4段	不可	全員制約	衝突を引き起 こさざるを得ない
F	~0.4m ² /人 60ppmm以下 で変化	約1~2段	不可	しばしば 停止	-

c) 問題点と今後の課題

根本的な思想としてラッシュ時を前提とし旅客をホームから排出するという前提のみで最低限必要な施設容量を算出する形態となっており、評価指標や目標値が導入されていない点である。現在は通勤時の有料着席列車導入をはじめとしたサービス合戦が繰り広げられている中で快適な旅客施設空間を計画するためには基準類の設定に発想の転換が必要ではないだろうか。

4. 海外鉄道事業者における旅客施設設計に関する基準類

本章では、海外鉄道事業者における旅客施設設計に関する基準類とその考え方について述べる。

(1) Network Rail (UK)

Network Railはイギリスの地下鉄を除く鉄道網のインフラ部分を所有し管理している事業者であり、日本で言う第3種鉄道事業者である。Network Railでは駅計画に関する基準類として STATION CAPACITY PLANNING GUIDANCE¹⁹⁾(以下、Guidance)を定めており、2016年に改訂されている。このGuidanceは経済的、安全かつ顧客満足を満たすため基準を設定するために制定されており、通常の状態、列車遅延が発生している状態、災害避難時、工事中等の状況に応じてどの程度の容量を確保すべきか、各場所別の必要容量と満たすべきフルインのサービス水準(以下LOS)を示している(表-9)。例えば、両側通行の旅客通路ではLOS Cである40ppmmの容量を満たすように設計することとしている。以下で設計要件について述べるが、全て通常時(Normal Ops)におけるものとする。

a) プラットホーム幅員

プラットホームは日本と同様に最小幅員と所要幅員の両方が規定されている。最小幅員はプラットホーム形式と通過列車の速度別に定められており、片面使用の場合、100mph(約 160km/h)を超える速度の通過列車がない場合は 2.5m、ある場合は 3.0m であり、両側使用の場合はそれぞれ 4.0m と 6.0m である。所要幅員は図-6 のようにプラットホームを車両約 1 両分の延長の carriage block に分割し、各 carriage block 毎に示す 4 つのセクションの所要幅員を算出する。例えば Boarding/Alighting Zone ではこのブロック内に乗降客を LOS C である 0.93m²/人以上の密度を確保可能な幅員が所要幅員となる。Activity Zone には構造物、階段、エレベーター等、駅舎、売店のスペースが参入される。乗降客数はラッシュ時 5 分ピークに想定される最大値を採用するだけでなく列車遅延を考慮しさらに 25%増しで算出している。

b) 旅客通路及び階段

旅客通路、階段ともに最小値と所要幅員算定式が規定されている。旅客通路は壁際の手すりによる影響(左右各 0.3m)を考慮し最低幅員は 2.2m と規定されており、所要幅員はピーク 1 分あたりの通行量に対して一方通行の場合は LOS D である 50ppmm、両側通行の場合は LOS C である 40ppmm を満たすように設計するよう規定されている。階段は手すりによる影響は考慮せず、最低幅員を 1.6m、所要幅員を同様に片側通行の場合は LOS D である 35ppmm、両側通行の場合は LOS C である 28ppmm を満たすように設計するよう規定されている。

表-9 STATION CAPACITY PLANNING GUIDANCE による LOS の指定

	単位	通常時	列車遅延時	避難時	工事中	近隣イベント時			
		Normal Ops LOS 設定値	Perturbation LOS 設定値	Evacuation LOS 設定値	Construction LOS 設定値	Special Events LOS 設定値			
通路	1方向	D	50	D/E	65	E/F	80	D/E	65
	2方向	C	40	D	50		D	50	D
階段	1方向	D	35	E	43	F	56	E	43
	2方向	C	28	D	35		D	35	D
プラットホーム	m ² /pax	B/C	0.93	E	0.282		D	0.452	D
エスカレーター	ppm		100		110			120	110

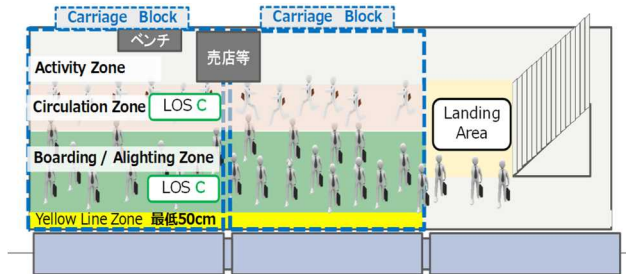


図-6 STATION CAPACITY PLANNING GUIDANCE における プラットホーム幅員算定方法

上記のように Network Rail における容量設計について述べたが、根本的な考え方として旅客に対して提供すべき余裕を持った目標サービス水準を定義している点が日本と大きく異なっている。同社担当者へのインタビューによると、現在は Guidance であるため LOS を逸脱することは可能であるが、基本的には逸脱させることがないよう設計しており、近い将来にはこれを Standard へ変更し逸脱を不可能にする考えを持っている。

(2) London Underground (UK)

London Underground(LU)では駅計画に関する基準類(Standard)として S1371 Station Planning(以下、Standard。2016年改訂)²⁰⁾が定められている。Standard では混雑を最小限に抑える、需要の急増に耐え運転見合わせによる混乱に耐える、スタッフが効率的に機能可能な十分な非乗客スペースを提供する、乗客とスタッフを安心させるために適切なレベルのセキュリティを提供するの 4 点を要求事項として挙げている。また、

表-10に示す通り各場所別の必要容量と満たすべき LOS を指定しており、項目は通常時のラッシュ時だけでなく、

表-10 London Underground Standard による LOS の指定

	単位	通常時	工事中	近隣イベント時					
		Normal Operation	Temporary work	3日まで	3日を超える				
		LOS 設定値	LOS 設定値	LOS 設定値	LOS 設定値				
通路	1方向	D	50	D	65	E	80	D	65
	2方向	C	40	D	50	E	65	D	50
階段	1方向	D	35	E	43	E	43	E	43
	2方向	C	28	D	35	E	43	D	35
プラットホーム	m ² /pax	C	0.932	D	0.452	E	0.282	D	0.452
エスカレーター	ppm		100		110		120		110

工事やコンサート、展示会、スポーツイベント等のイベント開催を想定した各場所別の目標 LOS が定められている。Network Rail との相違点は Perturbation の想定が存在しない点と Special Event が開催日数別に分割されている点である。詳細な数値は後述するが、前述の Network Rail と同じ値を用いている項目が多い。以下では通常時の設計要件について述べる。

a) プラットホーム

Network Rail 同様に最小幅員と所要幅員が規定されている。最小幅員は相対式で 3.0m、島式で 6.0m である。乗客はプラットホーム全体を 1/4 ずつのブロックに分割した場合に最も混雑するブロックにピーク 15 分における乗客全体の 35%、以下 30%、22.5%、12.5% で分布すると想定しており、この想定乗客数を用いて所要プラットホーム幅員が算定される。所要プラットホーム幅員は乗降客を 0.93m²/人の密度(LOS C)を確保可能な幅員に端部効果の 1m(両側各 0.5m)を加えた値となり、基本的には線路方向の全長に渡り同じ幅員とすることとしている。島式プラットホームは両側それぞれの幅員を計算した和を用いる。その他にプラットホーム上における柱等の設備についても規定があり、端部効果の範囲内である壁から(島式プラットホームの場合は中央から)0.5m 以内に設置することが義務付けられている。これはプラットホーム上の旅客流動がある箇所に柱等を置かないこととなり流動の阻害要因の一つを排除することとなる。

b) 旅客通路及び階段

旅客通路、階段ともに最小値と所要幅員算定式が規定されている。旅客通路の最小幅員は 2.0m と規定されており、所要幅員は Network Rail と同様のピーク 1 分あたりの通行量に対して一方通行の場合は LOS D である 50ppmm、両側通行の場合は LOS C である 40ppmm を満たすような幅員に両端部のエッジ効果 0.6m(各 0.3m)を加えた値で設計するよう規定されている。階段は手すり間の最小幅員を一方通行の場合 2.0m、両側通行の場合は 2.4m、所要幅員は Network Rail と同様に一方通行の場合は LOS D である 35ppmm、両側通行の場合は LOS C である 28ppmm を満たすように設計するよう規定されている。

目標 LOS を定める等の根本的な考え方は Network Rail と類似していることが読み取れるが 1 点異なる点は、先述の Network Rail は Guidance であるのに対し、LU は Standard として規定しており拘束力が強い点である。

(3) New York Metro – MTA (USA)

New York Metro では駅計画に関する基準類として Station Planning and Design Guidelines(以下、Guidelines. 2018 年改訂)²⁾が定められている。Guidelines は駅の適切な機能を確保するための十分な容量を確保するための算出方法を記載している基準類である。

a) 旅客通路及び階段

旅客通路と階段幅員では過去の流動調査結果をより想定した Lane(乗客一人に供する幅)を定義し、これに基づいた幅員を設定している。いずれも 1 Lane のみの通路や階段は許容されておらず最小でも 2 Lane の幅員を確保する必要がある。通路においては最小 Lane 幅員を 30inch(約 76cm)、階段においては 24inch(約 61cm)と規定している。つまり最小通路幅員は 60inch(約 152cm)、最小階段幅員は 48inch(約 122cm)となる。また Lane 幅員により Lane あたりの流量が変化すると想定しており、それぞれの流量は表-11、表-12 の通り記載されている。また階段は全体幅員毎の Lane 数がのように定められている。

表-11 Lane 幅員による設定流量

Lane 幅員[通路]	Capacity	Lane 幅員[階段]	Capacity
≥ 36 inches	60 ppm	> 28inches	40 ppm
≥ 34 inches, < 36 inches	55 ppm	> 25inches, ≤ 28inches	36 ppm
> 30inches, < 34 inches	50 ppm	≤ 25inches	30 ppm

表-12 階段幅員による設定 Lane 数

階段幅員	Lane 数
8 - 12 feet	4
6.5 - 7.9 feet	3
4.5 - 6.4 feet	2

上記から計算される設定流量で列車到着から 30 秒以内(プラットホーム端部あるいは端部付近の階段等は 45 秒以内)に降車客の 80%をプラットホームから排出可能な昇降設備を設置することとしている。

b) プラットホーム

プラットホームは所要幅員のみ記載されており、最小幅員は規定されていない。所要幅員は端部 2ft(約 60cm)の Yellow Line Zone 及び柱等の構造物、階段下のクリアランススペースを除いたプラットホーム全体の有効面積において乗客一人当たり 10ft²(約 0.93m², LOS C 相当)の密度に対応可能な設定とすることと規定されている。これに加え、後述の階段/エスカレーター幅員に Yellow Line Zone と階段脇の通行用スペースを加えた幅員との比較を行い最終的な幅員を決定している。(図-7)

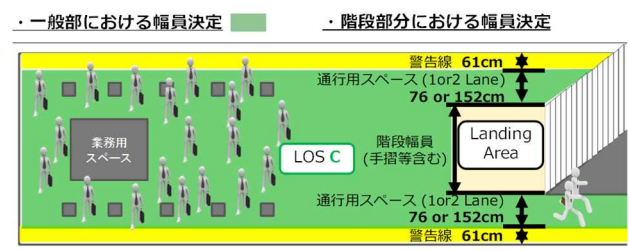


図-7 MTA におけるプラットホーム幅員決定方法

5. 基準類と流動実測値の国際比較

本章では前章までで調査した基準類同士と流動実測値を項目別に比較する。国内については代表して JR 東日本が用いている例を記載する。

(1) 基本理念と想定状況

表-13 に一覧を示す。基本理念を見てみると UK の 2 者は基本理念が明確に示されており、安全と流動の確保の他に顧客満足度を考慮した設定をしていることが読み取れる。MTA もホーム幅員算定時に一人当たりの面積確保を明記していることから乗客の快適性について言及していると言える。次に想定状況を比較すると日本はラッシュ時のみ検討しているが、MTA では近隣のイベント時についても検討をすることとしている。さらに UK では列車遅延発生時や改良工事中についても容量を確認している。通常時以外の設定値については 1 段階あるいは 2 段階分危険側の LOS を許容し一時的な混雑を許容している。

(2) 階段幅員

各事業者における算定式等を一覧としたものを表-14 に示す。算定欄を見ると他の 3 事業者が 1 分あたりの値を用いているのに対し JR 東日本のみ 1 時間単位の値を用いている。パラメーターの大きさを比較すると、目標 LOS を定めている UK の 2 事業者が突出して低い。また欧米 3 者は降車客の目標排出時間を明文化している。使用データは日本はプロジェクト毎に異なっているが欧米 3 者は明確な規定をしかつ短時間ピークの数値を用いピーク中のピークの流動を想定していることが分かる。

図-8 に筆者によるラッシュ時ピーク 1 分における幅員 1m あたりの流動実測値と各基準類における流動係数を示す。プロットされた計測値から日本におけるラッシュ時の流動は LOS E~F にあたり、階段登行動作として可能な最低限の値となっている¹⁸⁾。このような流動が日常的に発生していることは望ましくないと考えられる。一方で MTA における実測値は日本より低い LOS D~E となっている。実測値に差が出た要因としては両都市における階段の蹴上高さの違い(日本:160mm 程度以下, MTA:7 inch[178mm])による歩行速度の違いやパーソナルスペースの差が出ていることが考えられる。

(3) エスカレーター

図-9 に 2 人乗りエスカレーターにおけるラッシュ時 1 分あたりの実測値と各都市における設定値を示す。記載している LOS はハンドレール間の幅員 1.2m, 各運転速度の条件下で密度を階段におけるフルーインのサービス水準の規定値に固定した場合の仮定 LOS である。

表-13 基本理念及び想定状況の比較

鉄道事業者	JR東日本	Network Rail	LU	MTA
基準類改正年	unclear	2016	2016	2018
基本理念	安全確保 乗客流動容量 目標値・評価基準導入 快適性・満足度確保	安全確保 乗客流動容量 目標値・評価基準導入 (プラットフォーム容量)	安全確保 乗客流動容量 目標値・評価基準導入	安全確保 乗客流動容量 目標値・評価基準導入
想定状況	通常ラッシュ時 列車遅延発生時 工事期間中 近隣イベント時	通常ラッシュ時 列車遅延発生時 工事期間中 近隣イベント時	通常ラッシュ時 列車遅延発生時 工事期間中 近隣イベント時	通常ラッシュ時 列車遅延発生時 工事期間中 近隣イベント時

表-14 階段幅員算出方法の比較

鉄道事業者	JR東日本	Network Rail	LU	MTA
基準類改正年	unclear	2016	2016	2018
所要幅員設定流量	41.6ppmm (2500人/時/m)	1-way / 2-way 35ppmm / 28ppmm	30-40ppmm (Laneによる 流量設定)	30-40ppmm (Laneによる 流量設定)
(LOS換算)	LOS D	LOS D / LOS C	LOS D	LOS D
算定式の拘束力	参考式	標準 (将来的には必須へ)	必須基準	必須
最小幅員規程	1.5m	1way / 2way 2.0m / 2.4m	1.6m	1.21m
排出時間規程	unclear	次列車到着まで (短縮も考慮)	次列車到着まで	集中旅客の80%を 30秒以内
使用データ	プロジェクト により異なる	5分ピーク×1.25	15分ピーク	(入場)15分ピーク×1.25 (出場)1列車ピーク

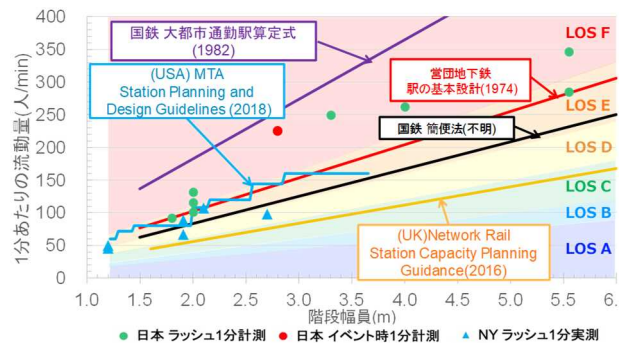


図-8 階段における流動実測値と各基準類における設定値

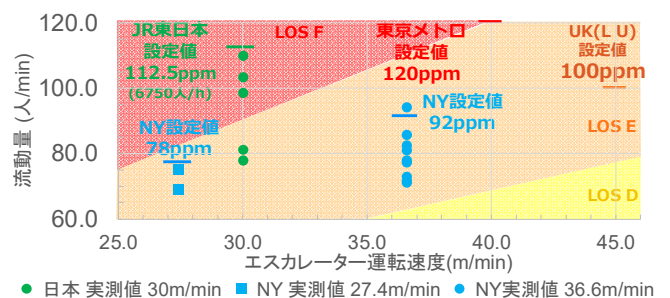


図-9 エスカレーターにおける流動実測値と各基準類の設定値

日本のエスカレータ輸送能力は欧米より高く見積もられていることが読み取れる。また実測値と比較してみると日本・MTA 共にほぼ設定値が実測値を上回っており輸送力を過大に見積もっていることが明らかとなった。以上より、エスカレーター輸送能力設定については見直しが必要と言える。

(4) プラットホーム幅員

各事業者におけるプラットホーム幅員設定要件を次ページの表-15 に示す。日本は階段幅員によりホーム幅員が決定するため要件が非常に少ない。欧米はホーム上の乗降客人数に応じた目標 LOS を導入し、階段下のクリアランススペースを規定し LOS 算出面積から除くことで待機客の快適性と確保しようとしている。しかし、欧米も各ブロックまたはホーム全体のボリューム管理しかしておらず、個々の旅客流動は考慮できていない。つまり詳細な流動はどの事業者も基準類に反映できていないということである。よってホーム上に発生している乗降客の交錯やボトルネックは考慮しきれておらず、詳細な旅客流動コントロールには別視点からの研究が必要と言える。

(5) 仮想駅における算出による各国基準類の比較

国鉄・JR東日本・Network Rail・MTAの基準類を使用し、プラットホーム中央付近にハの字型に階段が設置された単純な仮想駅を所要幅員算定を乗車メインの駅1パターン、降車メインの駅2パターンの計3パターンで行った。各パターン別のラッシュ時30分1列車平均の乗降人員は表-16の通り、階段配置と列車の前提条件、所要幅員算出結果は図-10の通りである。

まず、各式の乗降客分布条件から改良工事順位査定式、簡便法、MTAはプラットホーム全体で幅員が一定となることがわかる。パターン1の算出結果を比較すると階段・プラットホーム幅員算定時のLOSを一番快適側にしているNetwork Railが最大の値を取っている一方で、同じプラットホーム待機客に対するLOSをNetwork Railと同値としているMTAが5式中2番目に狭い値となっている。これは所要幅員が全体面積からではなく階段部分の幅員により決定されたためである。パターン2及び3のように降車客の割合が増加し乗降客数全体も増加した場合はLOSを導入しているNetwork RailとMTAの算定値が日本の約2倍まで膨ら上がることが明らかになった。この結果から単純に欧米の基準を日本に導入した場合は所要幅員が過大となり、用地の確保が難しくなる可能性が高いことが分かる。よって、これらの指標をそのまま日本で導入することは現実的ではなく、基本的な旅客流動・待機形態の調査結果から地域に合った数値へ改める必要があるだろう。

6. まとめ

本研究で得られた知見について以下に記す。

- 1) 日本における基準類は旅客の安全な流動、特にラッシュ時において降車客を次列車が到着する前に排出することに主眼が置かれているため、基準類はこれを満足する

表-15 各事業者におけるプラットホーム幅員決定要件

鉄道事業者	JR東日本	Network Rail	LU	MTA
基準類改正年	unclear	2016	2016	2018
所要幅員設定流量	階段/ESC +片側2m	0.93m ² /pax	0.93m ² /pax	【階段部】 階段/ESC +片側1.52m +0.6m+α 【その他】 0.93m ² /pax [10ft ² /pax]
(LOS換算)	—	LOS C	LOS C	—
最小幅員 (中央部)	相対式 2.0m 島式 3.0m	2.5m 4.0m	3.0m 6.0m	—
幅員算定場所	階段部	プラットホーム 全域 (各車両毎)	最混雑部 (全体の1/4)	階段部 プラットホーム 全域
想定乗客分布	—	各車両毎の 実測調査	最混雑部に (全体の1/4面積) 35%が集中	全域に均等分布
使用データ	—	5分ピーク×1.25	ピーク1列車	15分ピーク
階段下等のクリアランス	—	規程有 (最低6m)	規程有	待ち行列スペース設定あり (4.5m)
(容量設定との関係)	—	当該部 容量計算除外	—	当該部容量計算除外

表-16 仮想設計 ラッシュ時 30 分 1 列車平均乗降客数の前提条件

パターン	乗車			降車			単位:人		
	上り	下り	合計	上り	下り	合計	上り	下り	合計
パターン1 (乗車メイン)	600	200	800	50	50	100	650	250	900
パターン2 (降車メイン)	20	50	70	2100	50	2150	2120	100	2220
パターン3 (降車メイン2)	20	50	70	1400	50	1450	1420	100	1520

※上り列車 1扉平均15人が乗車する想定 ※上り列車 定員の150%の人が降車する想定
※上り列車 定員の100%の人が降車する想定

【条件】 列車 : 20m モノクラス 10両編成
 運転間隔: 3分間隔(両方向ともに)
 乗客分布: 各算定式による
 (Network Rail は今回実測値がないため大都市通勤駅算定式と同分布と仮定)

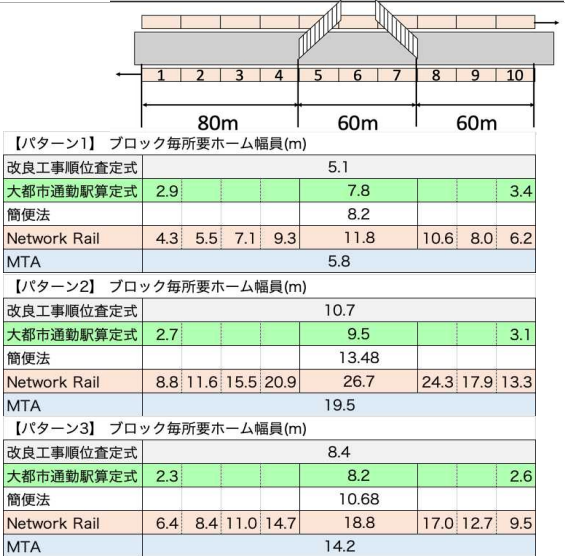


図-10 仮想設計の階段配置・列車の前提条件と算出結果

必要最低値を算出するものとなっており、幅員設定値に対する評価基準も定められていないことが分かった。また、流動に関するパラメーターは 1980 年代以前の通勤電車が激しく混雑して時代に測定されたものを用いており、特にエスカレーターでは設定輸送能力が現実より過大である可能性が高い。そのため、現行基準類の算定結果を用いて旅客施設を建設した場合、利用者数が需要

予測通りの場合でも余裕がなく、非常に混雑し状態となることが明らかになった。

2) 欧米鉄道事業者は状況に応じてどのレベルの容量を確保すべきか各場所別に満たすべき基準がフルーインのサービス水準により規定されており、幅員の評価を行うことが可能な基準類となっていた。ピークの取り方についても短時間のデータを採用し瞬時のピークを考慮することで余裕を持っていた。しかし、同条件での仮想設計の結果からこの基準類の値をそのまま日本の駅に導入した場合、所要幅員が非常に大きくなり非現実的な値となることが判明した。

3) 日本・海外ともにプラットフォーム上における乗客の流動状態や待機状態、乗客同士の錯綜については現行の基準類では完全に把握しておらず、これらの危険を廃すための流動マネジメントにはまだ多くの課題が残る。

将来や海外展開を考慮した都市鉄道旅客施設における容量設計のあり方を考えると、最低値を定めるのみの基準類からは脱し、旅客快適性を考慮した目標値及び評価基準を定めるべきであろう。これらの設定に際しては鉄道駅構内の旅客流動・待機形態に関する基礎的データを再調査を実施し、導入場所と実態に見合った形として設定する必要がある。またエキナカ店舗等、過去調査時に存在しなかった施設も設置されていることから、過去調査の前提条件だけでなく、柔軟な発想で旅客施設設計に考慮が必要となる項目を検討する必要がある。

本研究の成果が今後の鉄道旅客施設の設計の一助となれば幸いである。

謝辞：本論文執筆にあたり、東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 開発調査室、東京地下鉄株式会社 改良建設部、東武鉄道株式会社 村山氏・二木氏・越野氏、Network Rail社 Daniel氏、Transportation For London, New York City Transit Eric氏、政策研究大学院大学 森地先生、富山大学 金山先生をはじめ、多くの方々に貴重な資料のご提供並びにアドバイスをいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

付録

(1) 建設規程(1900年)によるプラットフォーム等最小幅員

我が国の鉄道における最初の基準類は1900年(明治33年)に鉄道営業法と同時に制定された通信省令鉄道建設規程とされている⁷⁾。プラットフォームの幅員及び端部から構造物までの離れの最小値について規定されており、プラットフォームの最小幅員は片面使用の場合7呎、両面使用の場合は9呎、端部から跨線橋等までの離れは5呎以上、端部から柱までの離れは3呎以上となっており、

現在の省令解釈基準における数値と近い値となっている。原案は野村龍太郎がイギリスを調査したものの適当なものが無かった為、ドイツ鉄道の建設規程を参考に制定されたと言われている²⁾。

(2) 停車場定規(1909年)による標準値設定⁸⁾

1909年(明治42年)にプラットフォーム、跨線橋における標準幅員が4種の駅分類に応じて定められた(表-17)。規定されたものの、その後の基準類制定によりあまり重視されられなくなったとされている⁹⁾。

表-17 停車場定規による標準寸法

駅分類	乗降場幅員		階段幅員		跨線橋幅員	
	幅員	長さ	幅員	長さ	幅員	長さ
甲	32'10"	100m	12'0"	366m	9'0"	274m
乙	26'10"	8.18m	9'0"	274m	6'0"	183m
丙	26'10"	8.18m	9'0"	274m	9'0"	274m
丁	20'10"	6.35m	6'0"	183m	6'0"	183m

(3) 建設規程改訂(1921年)による最小幅員規程

1921年(大正10年)に建設規程が改定され、プラットフォーム幅員に関する数値は表-18の通りに変更された、現在の省令解釈基準でも同数値で規定されている。

表-18 過去の基準類と現行省令解釈基準の最小値¹⁰⁾²²⁾

単位:m	プラットフォーム幅員 (中央部)		プラットフォーム端部 からの離れ	
	島式	相対式	柱類	階段
建設規程(1900年)	2.74m (9'0")	2.13 (7'0")	0.91m (3'0")	1.52m (5'0")
建設規程(1921年)	3.0m	2.0m	1.0m	1.5m
省令解釈基準(2002年)	3.0m	2.0m	1.0m	1.5m

(4) 工務資料第45号³⁾による所要幅員算定

昭和初期以前は多くの駅にて既往の実績より類似とみられる駅を頼りに幅員を決定していたが、1937年(昭和13年)に鉄道省工務局発行の工務資料第45号で乗降場の所要幅員の算出法について記載がある。同資料では多客時の乗降人員に着目しプラットフォーム幅員の算定式を提言しており、図-11のように列車到着時に扉横に半円状に蟻集する乗車客に要する幅員と、各扉より均等に下車し1列でプラットフォーム上を移動する降車客の流動に必要な幅員、その他構造物等に必要な幅員の合計を所要幅員としてモデル化している。

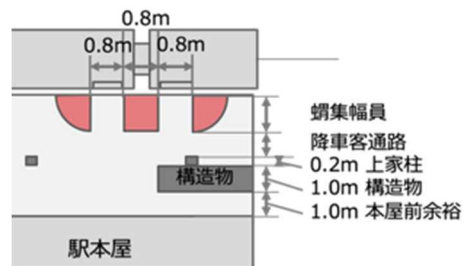


図-11 工務資料第45号による幅員算定のモデル

算出に用いる乗降人員は、汽車駅においては年間30日起こりうる、電車駅においてはラッシュ時における1列車あたりの最大乗降人員を用いている。また降車最も混雑している状況について検討する為、各種パラメータは各改良事務所及び鉄道局において測定された調査より導かれた数値を用いている。例として本屋前の単純乗車降車場において3ドアの電車が発着するプラットホーム幅員の算出式を以下に記載する。

$$B = 0.231 \times \left(\frac{P}{N}\right)^{\frac{1}{2}} + 0.2 + 1.0 + 1.0$$

P : ラッシュ時 1 列車の最大乗降者人員(人/列車)

N : 同列車の編成両数(両)

参考文献

- 1) JR 東日本 : “JR 横須賀線武蔵小杉駅及び駅周辺の混雑緩和に向けた取組を進めます”, https://www.jreast.co.jp/press/2018/yokohama/20180717_y01.pdf, 2018.7.17, (2019年10月1日閲覧).
- 2) 東京地下鉄株式会社 : 2011 年度(平成 23 年度)事業計画, https://www.tokyometro.jp/corporate/profile/scheme/pdf/plan_h23_2.pdf, 2011.3.30, (2019年9月27日閲覧)
- 3) 鉄道省工務局 : 工務資料第 45 号, 1938.
- 4) 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 卷, pp.73-88, 1980.
- 5) 山本昌和, 吉村英祐 : 駅の階段における一歩行群衆流動の特性の定量的把握, 日本建築学会計画系論文集 第 79 巻 第 701 号, pp. 1515-1521, 2014.
- 6) 鈴木彰悦, 日比野直彦, 森地茂 : 都市開発による鉄道駅の混雑を施設容量に関する研究, 運輸政策研究 Vol.15 No.3, pp. 2-9, 2012.
- 7) 日本国有鉄道 : 鉄道技術発達史 第 1 篇, 1958.
- 8) 鉄道院総裁官房 編纂 : 鉄道法規類抄 第 2 編 附録(工事図面), 1914.
- 9) 川西早苗 : 汽車駅に於ける乗降場所要幅員の算定と拡幅の順位査定, 第 7 回停車場技術講演会記録, 1957.
- 10) 伊藤滋 : 省線電車駅に於ける旅客施設の設計について, 1947.
- 11) 国土交通省鉄道局監修 土木関係技術基準調査研究会編 : 解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第三版, 日本鉄道施設協会, 2014.
- 12) 東日本旅客鉄道株式会社 設備部・建設工事部 : 鉄道施設計画の手引, 2005.
- 13) 石川唯志 : 旅客設備規模算式に関する調査, 第 34 回停車場技術講演会, 1983.
- 14) 東日本旅客鉄道株式会社 営業部他 : エレベーター・エスカレーターマニュアル, 2014.
- 15) 帝都高速度交通営団 設計部 : 駅の基本設計, 1974.
- 16) 東京地下鉄株式会社 建設部 : 駅の基本設計, 2004.
- 17) 東京地下鉄株式会社 : 鉄道土木施設構造及び整備実施基準, 2017.
- 18) John・J・Fruin(長島正充訳) : 歩行者の空間=理論とデザイン=, 鹿島出版会, 1974.
- 19) Network Rail : STATION CAPACITY PLANNING GUIDANCE, 2016.
- 20) Transport for London / London Underground : Category 1 Standard S1371 Station planning, 2016.
- 21) MTA NYCT Operations planning : Station Planning and Design Guidelines, 2018.
- 22) 建設規程調査委員会幹事 : 建設規程の変遷, 鉄道総合技術研究所蔵, 発行年不明.
- 23) 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 : 鉄道施設計画の手引(第 1 章 鉄道施設の計画編), 2018.

INTERNATIONAL COMPARISON OF TECHNICAL STANDARDS IN CAPACITY DESIGN OF URBAN RAILWAY STATION

Kosuke YAMAMOTO and Hitoshi IEDA

In Japan, railway stations were built in anticipation of future demand and technical standards of each railway company. But due to various factors, some stations' capacity are inadequate today; it is inevitable to implement counter-measures such as extension work at these stations. The aim of this study is to identify the key concepts in passenger facility design at urban railway stations from the technical standards of each country's operators. We conduct an interview survey for urban railway operators' standards and technical concepts. According to the survey, Japanese railway operators often specify only the required minimum value calculation method, but other railway operators have fundamental differences in design philosophy that they set the desired value in addition to this. It has been clarified that the capacity differs from the actual situation in some facilities. These are considered to be extremely useful information for improving the capacity design of station passenger facilities in the future.

Key Words : urban railway station, capacity, technical standards, platform, stairway, passageway, width, international comparison