

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

駅環境が再現できる 駅シミュレーター

駅は、お客様が鉄道を利用するうえで欠かせない施設の1つです。そのため、鉄道の利便性や魅力を向上させるには、駅の利便性などを向上させることが重要です。駅の利便性には、混雑の程度、案内情報のわかりやすさ、デザインの魅力など多くの要因が影響します。鉄道総研は、これらの駅に関わる多くの要因について実験するための設備として、実物大駅舎模型「駅シミュレーター」を有しています。ここでは、駅シミュレーターの概要と駅シミュレーターで行った実験について紹介します。



伊積 康彦
Yasuhiko Izumi
構造物技術研究部
建築研究室
室長
【専門分野】 建築環境



山本 昌和
Masakazu Yamamoto
構造物技術研究部
建築研究室
主任研究員
【専門分野】 建築計画



石突 光隆
Mitsutaka Ishizuki
構造物技術研究部
建築研究室
副主任研究員
【専門分野】 建築計画

駅シミュレーターの概要

駅の利便性などを向上させるため、実際の駅での混雑状況を観察したり、温熱環境や音環境の実態を調査したりすることにより問題点を把握し、対策案を検討することがよく行われています。一方、問題点の詳細な把握や対策案の効果を検証するには実験が有効ですが、営業時間中の駅構内で安全かつ効率的に実験を行うことは困難です。そこで、鉄道総研は駅に関するさまざまな実験を実施できる設備として、実物大駅舎模型「駅シミュレーター」を有しています。

駅シミュレーターでは、旅客流動の再現実験、温熱環境の継続的な測定実験、温熱環境・音環境・空間形状などの組み合わせまたは単独の主観評価実験、駅設備の性能評価実験などを行うことができます。

駅シミュレーターは、線路上空に改札口などの駅施設を設ける橋上駅を模擬したもので、コンコース(※参照)、駅事務室、自由通路、ホーム階段に相当する空間を有しており、階段下には模擬ホームがあります(図1、図2)。

大きさは約15m×17mで、複線区間の小規模な橋上駅に相当します。天

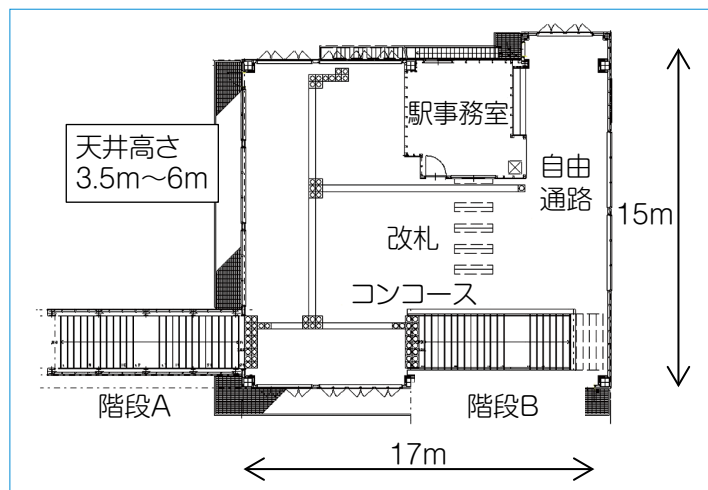


図1 駅シミュレーター平面図



外観



コンコース部

図2 駅シミュレーター

天井高さは、天井仕上げ部分で3.5mです。また、一部天井を設けていない箇所があり、ここでの天井高さは6mあります。天井を設けていない箇所では、実験の目的に応じて任意の高さに天井を設けることができます。

ラチ内コンコースに相当する場所には、ハの字状に2つの階段があります。階段の高低差や勾配も実際の駅と同じように設けているため、たとえば2カ所の階段を利用した降車客がコンコース内で合流して改札へ向かうような旅客の流れを再現することが可能です。

さらに、床の一部は床仕上げ材を簡単に取り換えることができるようになっているため、新しい床材の滑りに

コンコース

駅の出入り口からホームまでの主要な旅客通路。改札付近にある柵を「ラチ」といい、駅の出入り口から改札までの通路をラチ外コンコース、改札からホームまでの通路をラチ内コンコースということがあります。コンコースは、移動、待ち合わせなどさまざまな用途で利用されています。最近では、コンコース内にコンビニやコーヒーショップなどを設けて、鉄道利用者の多様なニーズに応えるための多目的空間になりつつあります。



図3 被験者の整列状況 密度 3.7人/m²

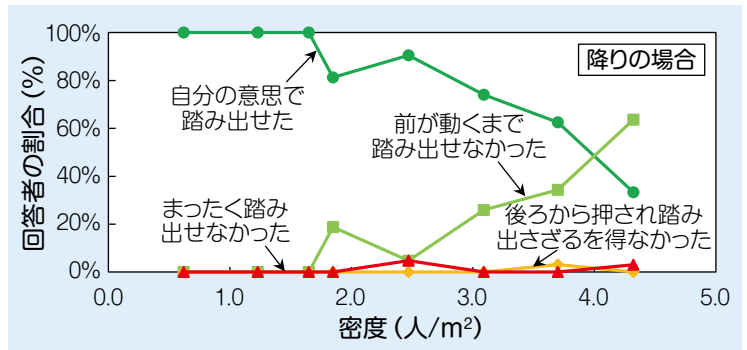


図4 密度と足の踏み出しの関係

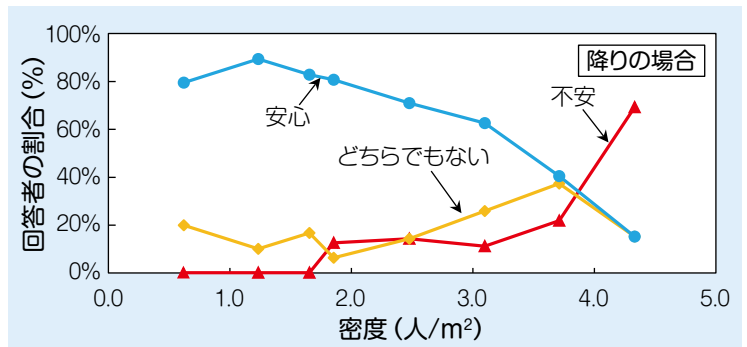


図5 密度と不安感の関係

くさや歩きにくさなどの評価試験に活用することも可能です。

このように、駅シミュレーターは駅空間を極力再現するとともに、駅の安全性や利便性に関わる実験を効率的に実施できるように工夫されています。

以下では、駅シミュレーターを用い

た実験をいくつか紹介します。

駅階段における混雑評価

花火大会後の駅構内など、通常より多くの利用者が見込まれる場合、駅やホームへの入場を制限して、一時的に旅客をコンコースなどに滞留させる必要が生じることがあります。このような場合でも、階段のように足元が不安定な場所で高密度となる事態は避けなければなりません。階段部での安全が確保できる旅客の密度については明らかになっていませんでした。そこで、階段部での混雑が安全や不安感に与え

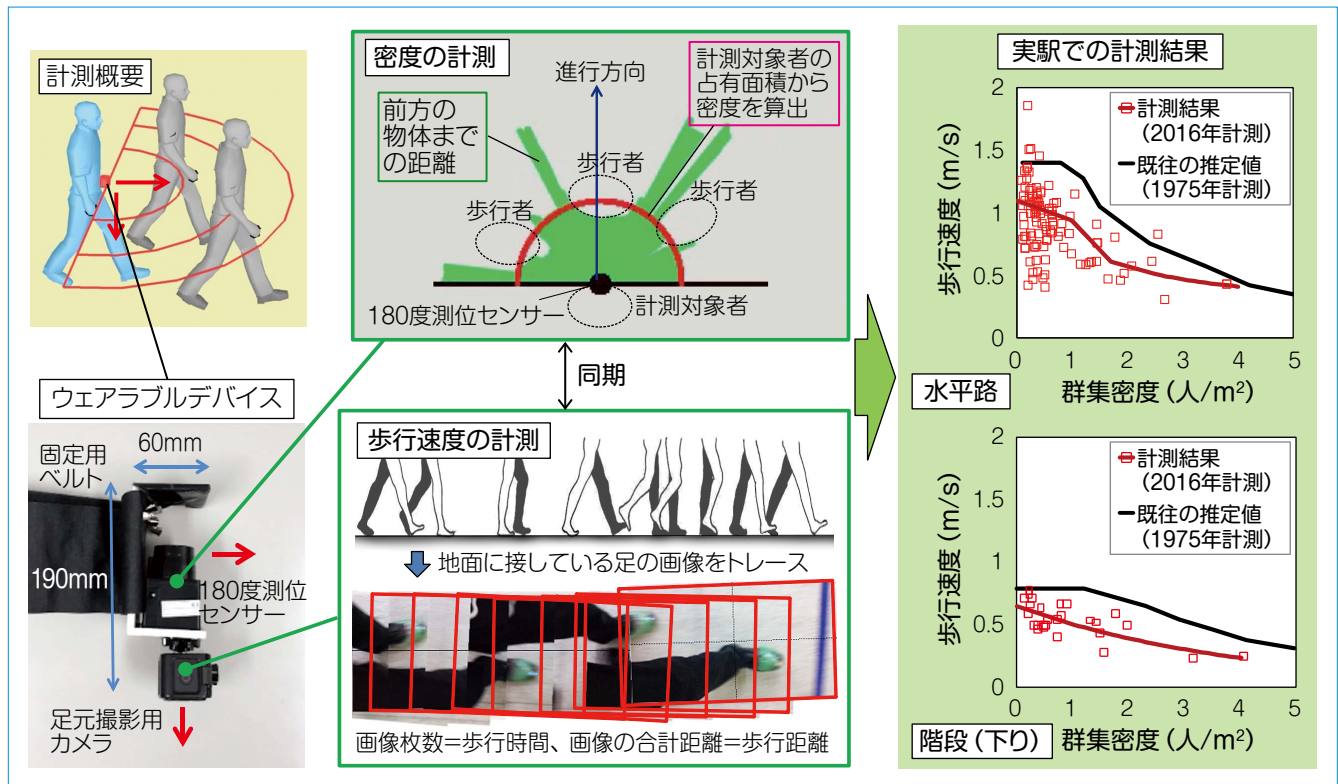


図6 旅客の歩行速度と密度の計測手法

る影響を把握するために、ホーム階段の混雑再現実験を行いました¹⁾。

実験では、駅シミュレーター内の階段で被験者に並んで立ってもらい、静止した状態から3歩階段を昇ったり降りたりしてもらいました。被験者には、「自分の意思で足を踏み出せたかどうか」、「階段を昇るまたは降るときに不安感を感じたかどうか」について、実験終了後アンケートに答えてもらいました。旅客の密度は0.62～4.32人/m²とし、被験者間の距離が均一になるように被験者を配置しました(図3)。

アンケート結果より、密度が増加するほど「自分の意思で踏み出せた」という回答は少なくなり、密度が4人/m²を超えると過半数の被験者が自分の意思では足を踏み出せなかったと回答しました(図4)。

密度と不安感との関係を見ると、2人/m²で「不安」という回答が始め、密度が高くなるにしたがって「安心」という回答が減少し、4人/m²を超えると「安心」よりも「不安」と答えた人

数が多くなりました(図5)。

今回の実験では、極度に混雑した階段で歩行者が不安を感じずに歩行開始できる密度は2人/m²以下、自らの意思で足が踏み出せ、半数以上の人不安を感じずに歩き始められる密度は4人/m²であることがわかりました。これらのことから、混雑のためにやむを得ず階段内で留まる必要のある場合には、密度を4人/m²以下とすること、歩き始める際は前列から徐々に歩き始めるように誘導することなどが重要であるといえます。

駅利用者の移動特性計測手法

駅構内での過度の混雑を抑制するには、混雑箇所を正確に把握し、事前に対策を行う必要があります。混雑箇所の把握手法として、旅客流動シミュレーションが一般的になりつつあります。旅客流動シミュレーションを精度良く行うには、旅客の歩行速度などの行動モデルを正確に構築する必要があります。現在、歩行速度などの計測

には天井などに設置したビデオカメラで撮影した群集流の映像を解析する手法が多く用いられていますが、ビデオカメラを設置できる場所の制約や、撮影映像の解析手法が確立されていないことなどから、行動モデルデータが体系的にまとめられていません。そこで、群集内を歩行する計測者の周囲の群集密度と計測者の歩行速度を計測する新しい計測手法を開発しました(図6)。

開発した計測手法では、計測者が身に付けたウェアラブルデバイス(参照)を用いて、計測者の周囲にいるほ

ウェアラブルデバイス

身体に装着して利用する装置・端末の総称。

メールの通知や心拍の計測などの機能を時計に付加したスマートウォッチがよく知られています。また、コンピューターグラフィックスなどを使って実際とは異なる空間を作り出すバーチャリアリティの環境を提供するために、頭部に装着して使用するヘッドマウントディスプレイもウェアラブルデバイスの一つです。

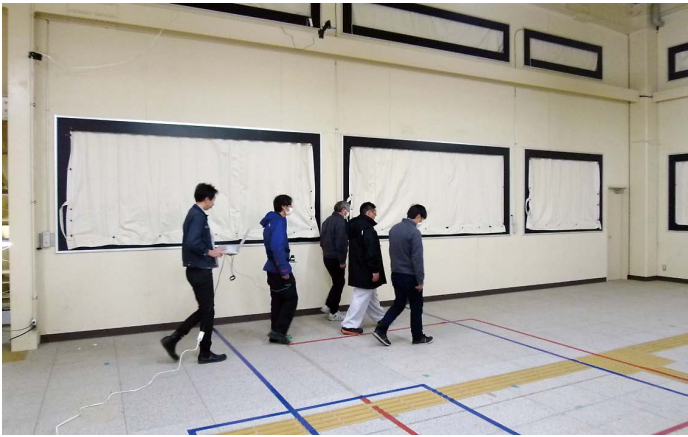


図7 移動特性計測システムの検証実験



図8 聴き取りにくさ試験の様子

かの旅客までの距離と計測者の足元の動画を記録し、それらのデータから計測者周囲の旅客密度と計測者の歩行速度を算出します。

この手法の測定精度を検証するための実験を、駅シミュレーターで行いました。実験では、計測者の前方にいるほかの歩行者までの距離や歩行速度を駅シミュレーター内のコンコースと階段で計測しました(図7)。実験の結果、前方の歩行者までの距離の計測誤差は、コンコースと階段部で約4%、歩行速度の計測誤差はコンコースで約4%、階段部で約2%でした。従来の映像を用いた方法の場合には、旅客の身長やカメラの設置位置などが測定精度に与える影響が大きく、これらの条件によっては歩行速度の計測誤差が最大で50%程度になる可能性があります。実験の結果、新しい計測手法の測定精度は、従来の方法よりも高いことがわかりました。

そこで、実際の駅で、新しい手法により密度と歩行速度の関係を計測しました。その結果、現在の駅における旅客の歩行速度は、既往の推定式による値よりも低い傾向にあることがわかりました(図6右のグラフ)。

このように、新しく開発した手法ではビデオカメラの設置が不要なため、計測者が歩行できる場所であればどこでも計測可能であり、さらに高い精度でデータを得ることができます。

駅案内放送の音 声明瞭度

駅構内では、利用者への情報伝達のために、案内放送が多く流れています。案内放送を明瞭に聴き取れるようにするには、案内放送のレベルをそれ以外の騒音よりも十分高くすること、有害な反射音のないことなどの条件を満たす必要があります。また、急速に高齢化が進む日本では、高齢者への配慮も必須です。そこで、高齢者にも若齢者にも聴き取りにくさを感じさせない案内放送の条件を明らかにするための実験を行いました²⁾(図8)。

実験では、反射音の影響も比較するため、駅シミュレーターの天井を設けていない箇所に、吸音性と反射性の2種類の実験用天井を仮設しました。

実験の結果、案内放送とそれ以外の音のレベル差であるSN比を8dB以上確保した場合、高齢者も若齢者も聴き取りにくさを感じる割合を5%以下にできること、SN比が0dB以上の場合、反射性天井よりも吸音性天井の方が、案内放送が聴き取りにくくない、などのことがわかりました(図9)。

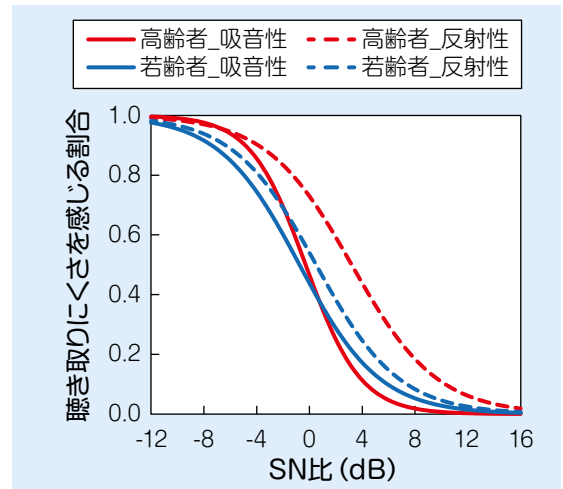


図9 聴き取りにくさの実験結果

おわりに

ここでは、駅シミュレーターで実施した駅利用者を対象とした実験内容を紹介しました。今回紹介した実験は、どれも実際の駅では行うことが難しいものばかりです。今後も、駅シミュレーターやシミュレーション技術などを用いて、駅の安全性や利便性を向上させる研究開発を進めていきます。[RRR]

文献

- 1) 山本昌和, 石突光隆: 駅の階段とホーム狭隘部における混雑時の歩行安全性評価, 鉄道総研報告, Vol.27, No.6, pp.43-48, 2013
- 2) 辻村壮平, 伊積康彦: 高齢者に配慮した駅の案内放送の提供手法, 鉄道総研報告, Vol.29, No.10, pp.53-58, 2015