

駅シミュレータを用いた駅の安全性・快適性主観評価実験

構造物技術研究部 建築研究室
研究室長 伊積康彦

1. はじめに

駅の安全性や快適性を向上させるため、従来は実際の駅での状況を観察したり実態を調査したりすることにより問題点を把握し、対策案の検討を行ってきた。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、実験を行うことが有効であるが、営業時間中の駅において安全かつ効率的に実験を行うことは不可能なことが多い。そこで、鉄道総研では駅に関する様々な実験が実施可能な実物大駅舎模型「駅シミュレータ」を建設した。本設備では、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・空間形状等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の実験が実施できる。ここでは、今まで駅シミュレータで実施された主観評価実験のうち、代表的な3種類の実験を紹介する。

2. 駅シミュレータの概要

駅シミュレータは橋上駅を模擬したもので、ラチ内コンコース、駅事務室、自由通路、ホーム階段（2か所）に相当する空間を有しており、階段下には模擬ホームを備えている（図1、2）。広さは約15m×17m、天井高さは、天井仕上げ部（仕上げ材量：アルミスパンドレル）では3.5m、天井未仕上げ部では6.0mである。天井未仕上げ部には、仮設天井を任意の高さで設置できる。また、床材の一部は躯体とポリフィルムなどで絶縁されており、比較的容易に任意の床仕上げ材を試験施工することが可能である。

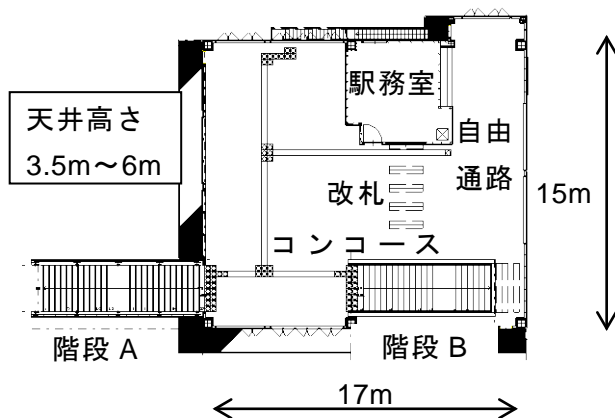


図1 駅シミュレータ概要図



図2 駅シミュレータ内部

3. 駅階段における混雑の評価実験

花火大会後の駅構内など、通常より多くの旅客数が見込まれる場合、入場規制などにより一時的に旅客を滞留させる必要性が生じることもあるが、特に階段のように足元が不安定な場所での

密度の増加は避けなければならない。しかし、このような場所での高密度状態に関する実測データは少ない。そこで、階段での誘導安全に関する基礎資料を得ることを目的に、ホーム階段の混雑再現実験を実施した¹⁾。

実験では、駅シミュレータ内の、図3のような踊場より下の部分（高低差 1.65m）を用いて、被験者 37 名を均等に整列させ（図4）、静止した状態から3歩だけ階段を昇らせ（降りさせ）た。整列の形態は、高密度下でも被験者間の距離が均質となる千鳥配置とし、被験者には、同条件の試番を2~3回体験させた後に、表1のようなアンケート調査を行い、歩行開始時の足の動き（4段階）と不安感（5段階）について主観評価させた。歩行開始時の密度は、表2のように0.62~4.32人/m²の8条件を設定した。

不安感に関する被験者の回答結果を図5に示す。集計では、「どちらかといえば安心」の回答は「安心」として、「どちらかといえば不安」の回答は「不安」とした。密度1.85人/m²から「不安」と回答した被験者の割合は上昇し始め、「安心」と「不安」の割合が逆転するのは、密度4人/m²付近であることがわかった。また、降りでは、密度4.32人/m²で「不安」と回答した被験者の割合は70%に達した。このようなデータは、駅における適切な昇降設備計画や旅客誘導などの旅客の歩行安全対策に活用できるものと考えている。

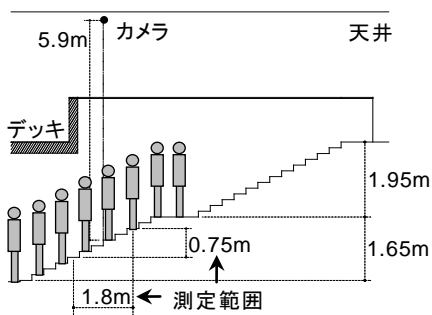


図3 実験に使用した階段の断面



図4 被験者の整列状況

表1 アンケートの内容

| |
|---|
| Q1: 階段を昇る(降りる)ときの足の動きについて |
| A1: ①自分の意思で踏み出せた ②前が動くまで踏み出せなかった ③後から押され踏み出さざるを得なかった ④まったく踏み出せなかった |
| Q2: 階段を昇る(降りる)ときの気持ちについて |
| A2: ①不安 ②どちらかといえば不安 ③どちらでもない ④どちらかといえば安心 |

表2 設定した密度と整列状態の模式

| 密度(人/m ²) | 0.62 | 1.23 | 1.65 | 1.85 | 2.47 | 3.09 | 3.70 | 4.32 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 模式図 | | | | | | | | |

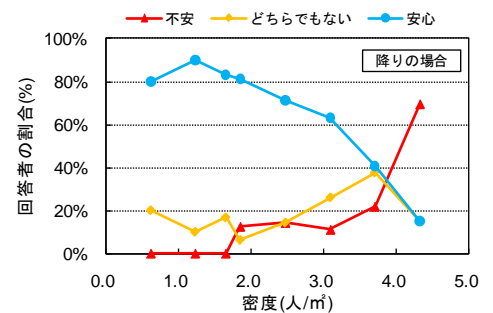


図5 アンケート結果（不安感）

4. 駅コンコースにおける床の滑りやすさに関する評価実験

駅構内での床の滑りに起因する転倒事故を防ぐためには、適切な防滑性能を有する床材を選定する必要がある。そこで、駅コンコースを想定した被験者による歩行実験を行い、床の摩擦係数と滑りやすさに関する主観評価との関係を得た²⁾。

実験では、表3に示す11種類の床材を用いた。これらの床材は、摩擦係数が低いものから高い

ものまでを含めるとともに、駅コンコースで多く使用されている材料を選定した。実験では、床材毎に 800mm×4m の歩行路を作成し、滑り摩擦の測定と被験者による主観評価を行った。試験条件は、乾燥状態と雨天を想定した湿潤状態の 2 条件とした。

滑り摩擦の測定には多くの方法があるが、本実験では国内で主に用いられている CSR (Coefficient of Slip Resistance)、BPN (British Pendulum Number)、DF の 3 種類の方法で測定した。このうち CSR とは、錘を床材に置いた瞬間に斜め上方に引っ張り上げた時の瞬間の最大引張荷重と錘の質量から求める最大静止摩擦係数である。BPN は、振り子先端のゴム製のすべり片を床と水平な位置から自由落下させ、その際のすべり片と試験片間で生じる摩擦によって変化する振り上がり高さを、測定機の日盛りから読み取って行うもので、動摩擦の評価手法の一種である。また、DF は水平に回転する円板にゴム片を取り付け、これに一定の荷重を加え、この時ゴム片に加わる摩擦力と、その時のゴム片の線速度 (円板の回転速度) から摩擦係数を算出するもので、静摩擦、動摩擦両方の測定が実施できる。

これらのうち、CSR による滑り摩擦係数の測定結果と、被験者による床材の主観評価との関係を図 6 に示す。ばらつきが大きいものの、概ね摩擦係数が高くなるほど「滑りにくい」と評価される。今回の試験に用いた床材で湿潤状態でも比較的「滑りにくい」と評価されたのは、磁器質タイル、花崗岩水磨き#100、花崗岩ショットブラストなどであった。また、「滑りやすさ」の評価が「どちらでもない」付近以上となる CSR 値は 0.5~0.6 以上であった。同様に他の 2 種類による摩擦係数は、BPN 値では 30 以上、DF 静摩擦で 0.5 以上、DF 動摩擦で 0.1 以上であった。

表 3 実験に用いた床材

| 番号 | 床材 |
|----|-----------------|
| ① | 花崗岩 本磨き |
| ② | 花崗岩 水磨き#400 |
| ③ | 花崗岩 水磨き#200 |
| ④ | 花崗岩 水磨き#100 |
| ⑤ | 花崗岩 ショットブラスト |
| ⑥ | 花崗岩 パーナーブラスト |
| ⑦ | 人造大理石 本磨き |
| ⑧ | 人造大理石 ショットブラスト |
| ⑨ | テラゾタイル 水磨き |
| ⑩ | テラゾタイル ショットブラスト |
| ⑪ | 磁器質タイル |

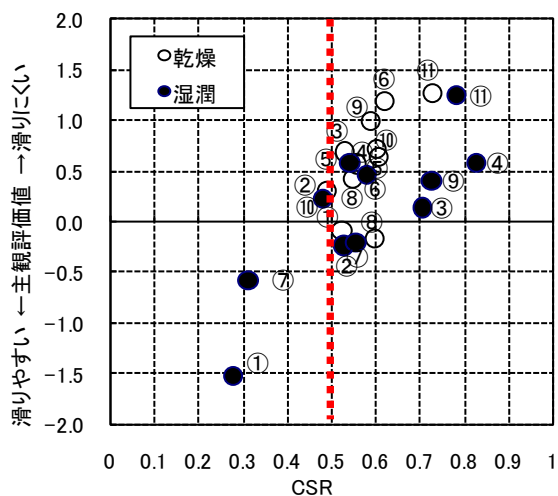


図 6 滑り摩擦係数 (CSR) と主観評価の関係

図中の番号は、表3の床材番号を示す

5. 駅コンコース案内放送の聴き取りにくさ実験

駅コンコースで、列車の運行状況や災害時における避難誘導等に関する音声情報を旅客に確実に伝えることは非常に重要である。しかし、特に大きなターミナル駅では案内放送が聴き取りにくい場合がある。案内放送が聴き取りにくくなる主な原因の一つに、案内放送のレベルが適切でないことが挙げられる。しかし、駅案内放送の適切なレベルについては、まだ不明な点が多い。そこで、暗騒音の大きさを変化させた場合の案内放送の聴き取りにくさ試験を行った³⁾。聴き取りにくさとは、試験用単語などを被験者が聴き取り、その聴感印象を「聴き取りにくくない」か

ら「大変聞き取りにくい」まで4段階で評価したもののうち、「聞き取りにくい」以外を回答した被験者の割合である。よって、聞き取りにくさが低いほど高い音声伝送性能を有しているといえる。

試験概要を図7に示す。案内放送用として、音声伝送性能測定用スピーカを壁際の床上高さ3m点に設置した。雑踏音の音源は、実駅で収録したもののなかから、騒音レベルがほとんど変化していない区間を切り出して、騒音レベルを60～72dBに変化させて再生した。この騒音レベルの値は、首都圏のターミナル駅での実測結果を参考とした。

実験結果を図8に示す。SN比（案内放送とそれ以外の騒音のレベル差）が高くなるほど（案内放送のレベルが相対的に高くなるほど）、聞き取りにくさは低くなる傾向が明確に表れているが、同じSN比でも暗騒音の大きさによって聞き取りにくさに差が生じている。また、SN比がある値を超えると聞き取りにくさが高くなり、聞き取りにくさが極小となるSN比が存在する。聞き取りにくさが極小となるSN比は、暗騒音のレベルにより異なっている。よって、案内放送を聞き取りやすくするには、案内放送のレベルを暗騒音レベルに一定の数値を足したものではなく、暗騒音のレベルにより案内放送のSN比を適切に設定する必要があることがわかる。

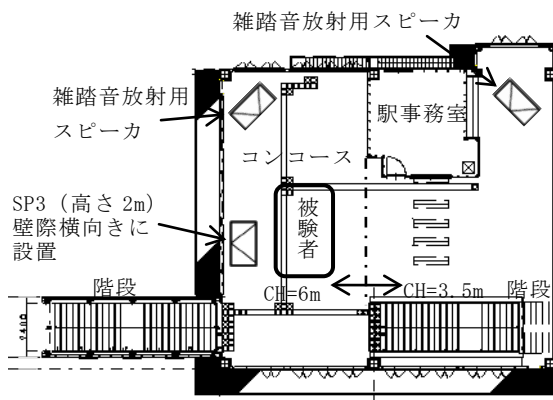


図7 聞き取りにくさ実験概要

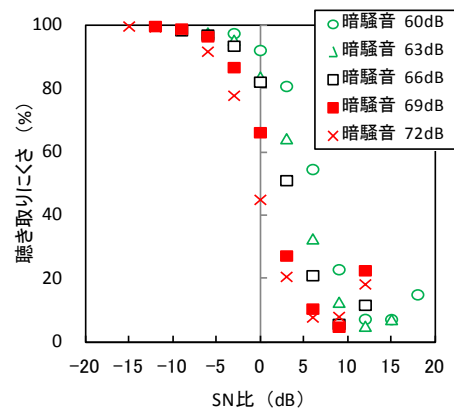


図8 暗騒音を変化させた場合の聞き取りにくさ

6. おわりに

駅シミュレータで実施された主観評価実験を紹介した。今回紹介した実験は、実駅で行うことが不可能な、条件を様々変化させた場合の駅利用者の主観を評価したものである。これらの実験を行うことにより、階段は混雑していない方が望ましい、というような定性的に明白なことについて、目標性能を定量的に把握することができる。駅に求められる性能は、今回取り上げたもの以外にも多くの項目が存在する。今後もこのような評価実験を積み重ねることにより、駅の適切な目標性能を提案していく予定である。

参考文献

- 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, 第27巻第6号, 2013.6
- 2) 伊積康彦, 石突光隆, 大野央人: 床材の防滑性能評価法, 鉄道建築ニュース, 通巻718号, 2009.9
- 3) 伊積康彦, 石突光隆: 駅案内放送の明瞭度向上手法, 鉄道総研報告, 第27巻第6号, 2013.6