

鉄道一般
車両
軌道
構造物
防災
電力
信号通信 情報
材料
環境
人間科学
浮上式鉄道

駅コンコースの快適性を評価する

最近のターミナル駅は、鉄道利用のためだけでなく、食事や買い物など多様な目的で利用されるようになってきているため、以前よりも駅構内の利用者の流れが複雑になるとともに、駅コンコースでの滞在時間が長くなる傾向にあります。そのため、駅の計画時点で快適性に関して十分に検討する必要性が高まっています。ここでは、駅の快適性に大きな影響を及ぼす旅客流動、温熱環境、音環境の快適性評価技術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】 駅的环境評価、鉄道沿線の振動・騒音評価



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】 駅の旅客流動評価、駅の安全性評価

駅の旅客流動

駅の旅客流動の特徴

ターミナル駅では、多くの利用者が行き交っています。このような駅の中を移動する旅客の流れを、駅の旅客流動と呼んでいます。例えば、列車から降りて改札口へ向かう旅客や異なるホーム間を乗り換えるような駅利用者の流れを指します。駅の旅客流動は時間や場所により、様々な姿を見せます。ここでは、駅における旅客流動評価について紹介します。

公共交通機関の中でも鉄道は大量輸送能力を有するという特徴があり、他の交通機関に比べ、一度の利用者数が多く、利用時間帯も集中する傾向があることから、駅の中を移動する旅客流動も、小川のような小さな流ればかりではなく、大河のような流れが生じることがあります。そのため、これら旅客流動の規模に対して十分な大きさと数の階段や通路、適切な大きさの待ち合わせスペースを持つ駅が造られてきました。

駅の旅客流動の持つ特徴のひとつに「波動」があります。鉄道の利用のされ方には、人々の生活リズムを反映した時間的な波があり、駅の利用者もそ

れに呼応して増減します。図1は都心近郊駅の1日の乗降人員のグラフです。この駅は、朝の時間帯に乗車人数が最大となっています。乗車と降車の「波動」は駅によって異なるため、それぞれの駅の特性に応じて駅の計画を進める必要があります。

図2は都心の駅のホーム階段の通過人数です。降車旅客は、列車の到着と同時に駅構内に大量に出現するため、一般的に大きな波となる傾向があります。一方、乗車旅客は、徒歩や自転車、バスなどにより、徐々に駅に到着することが多いため、他の鉄道路線からの乗り換えなどがない限り、通常はあまり大きな波とはなりません。

このように、駅では、朝夕のラッシュ時間帯を中心に大量の旅客が集中するため、他の建物では見られない混雑状態が日常的に発生します。そのため、利用者が、少しでも円滑に快適に利用できるような配慮が大切となります。

旅客流動を円滑にする基本的な考え方として、流れを滞らせるボトルネックを取り除くことが挙げられます。日常的なボトルネックには、車両扉・ホーム階段・改札口などがあり、これらの

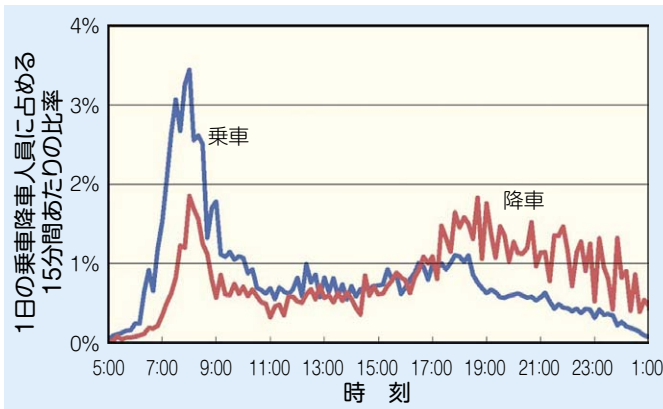


図1 1日における乗降人員の変化

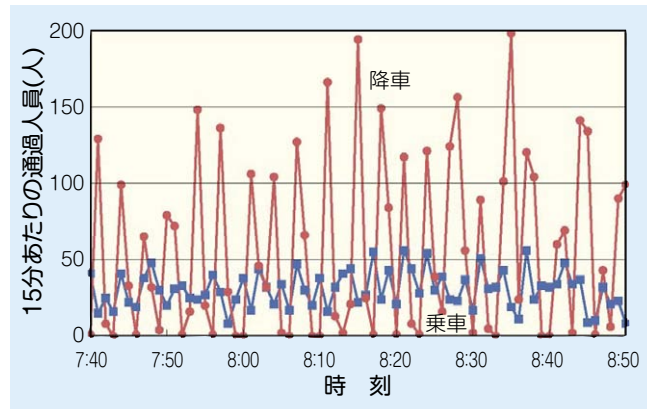


図2 駅ホーム階段の通過人員の変化



図3 駅の旅客流動シミュレーション

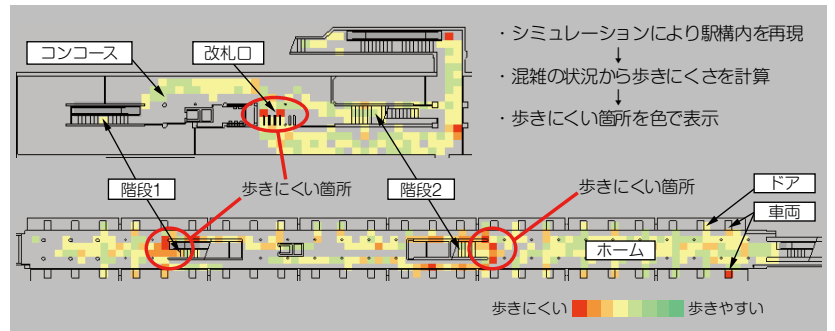


図4 駅の旅客流動評価シミュレーション

通過を円滑にするために、車両混雑の均等化、階段幅の拡張、エスカレーター・階段・改札口の増設・配置検討、改札機の高高速化・IC化などの様々な対策が取られてきました。

旅客流動シミュレーション

このようなエスカレーターや改札口を増設した効果や現状の問題点を検討する上で役立つのがコンピューターシミュレーションです。

図3は、鉄道総研でおこなっている「旅客流動シミュレーション」の出力例です。旅客流動シミュレーションでは、CADなどの駅の計画図面をベースとして、階段・エスカレーター・改札の位置、通路幅員などを設定し、さらに旅客数・旅客の移動経路・旅客の発生パターンなどを入力することで、駅構内での群集の動きを疑似的に再現し、流れや滞留の状態を可視化することで、旅客流動の問題点を把握しやす

くします。この旅客数や発生パターンは、実態調査に基づく場合と、仮想の条件に基づく場合があり、計算上で旅客数を増加させて悪条件を再現したり、階段の増設や拡張の効果を検証したり、様々な想定や対策を試みて結果を比較することで、設計段階における駅の流動実態に適した対策を事前に検討することができます。

上記のようなシミュレーションを行った後、次の段階としてシミュレーションによる計算結果をどのように評価するかが重要です。そこで、駅の旅客流動の状態とそこでの歩きにくさとの関係を調べるため、交錯した流れのあるコンコース、混雑した階段、長い乗車待ち行列が形成されたホームなど、駅の様々な混雑を再現する被験者実験を行いました。実験結果から、コンコース、階段、ホーム上など場所に応じた歩きにくさを指標化した駅の「歩きに

くさ評価指標」を作成しました¹⁾。

図4は、旅客流動シミュレーション結果から駅の歩きにくさ評価指標を算出して、それを可視化する旅客流動評価シミュレーションの例です。この例では、改札口付近、ホーム上のエスカレーター前や階段前で、混雑により歩きにくくなっていることが分かります。このように、駅構内で旅客がより歩きにくいと感じる箇所が他と異なる色で示されることで、駅が持つ旅客流動上の課題を一層分かりやすく表現することが可能となりました。

温熱環境

快適な温熱環境

駅の快適性には、先ほど紹介した旅客流動の他に、温熱環境や音環境のような物理環境の影響も受けます。物理環境のうち、温熱環境は駅の快適性に関する重要な要因の一つです。

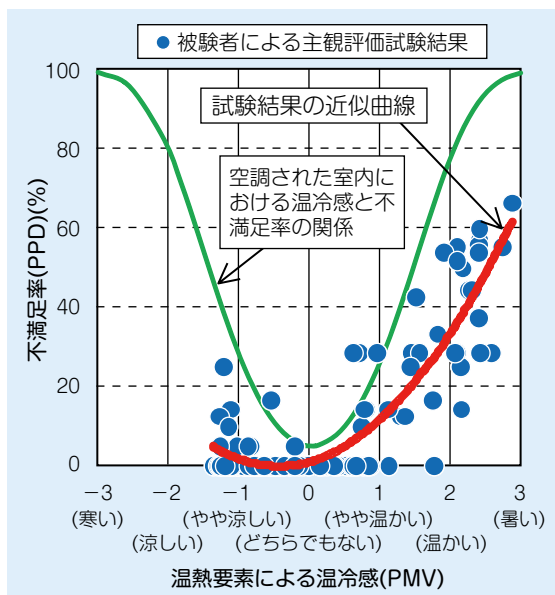


図5 PMVと不満足率との関係



図6 駅の温熱環境シミュレーション例

温熱環境の快適性には、気温、湿度、風速、輻射熱(☞参照)、代謝量(☞参照)、着衣量の影響を受けると言われています。駅コンコースではこれらの要因が大きく変化しているため、駅コンコースの温熱環境を評価するには、これら6つの要因を考慮できる指標が適していると言えます。そのような指標のうち、代表的なものにPMV(☞参照)があります。

ISOでは、PMV値とその環境を不満足だと感じる人の割合である不満足率との関係を整理しています。しかし、ISOでは、空調された住宅の居室や事務所の執務室のように比較的長い時間滞在する空間を想定しています。駅コンコースでは、これらの居室ほど長い時間滞在することはあまりないため、PMV値と不満足率との関係が、ISOで示されているものと異なる可能性があります。

そこで、首都圏のターミナル駅で被験者を対象として、PMV値と不満足率との関係を調査しました。調査結果を図5に示します。PMVが-1から+1の範囲では、ほとんどの被験者が

不満足でないと回答しています。同図には、ISOで示されているPMVと不満足率との関係を緑色の曲線で示しています。被験者試験の結果は、その曲線を下回っていることから、駅利用者の温熱環境に対する要求水準は、一般室内ほど高くないと言えます。

温熱環境シミュレーション

温熱環境についても旅客流動と同様

に、より良い環境を実現するためには計画時での数値シミュレーションが有効です。駅コンコースのシミュレーション例を図6に示します。同シミュレーションは、駅の断熱性や換気量などの影響を解析できるため、例えば開口部の最適な位置、形状などの検討に用いることができます。

☞ 輻射熱

冬の寒い屋外でも、たき火にあたると暖かく感じます。これは、たき火の熱エネルギーを直接人体が受けているためです。このようなある物体から直接得られる熱のことを輻射熱といいます。部屋の気温が同じ20～25℃でも、夏は半袖シャツで快適なのに、冬は長袖シャツやセーターを着ないと寒く感じるのは、窓ガラスや壁からの輻射熱の違いによるものです。

☞ 代謝量

代謝量は、人の活動量を表す指標の一つです。気温や湿度が同じでも、座っている時と走っている時とでは、体感温度には違いがあります。代謝量は、metという単位が使用され、椅子に座っている時が1met、立位で1.4met、歩行時で3met程度とされています。

☞ PMV

PMV (Predicted mean vote : 予測平均温冷感) は、気温、湿度、風速、輻射熱、代謝量、着衣量の6要素から算出される温熱環境に関する代表的な評価手法の一つです。PMVが高いほど暑い環境、低いほど寒い環境、0で暑くも寒くもない環境とされています。図5のISOの評価曲線(図中緑色の線)を見ると、PMVが0でも不満足率が5%であり、全ての人を満足させることの困難さが暗に示されています。

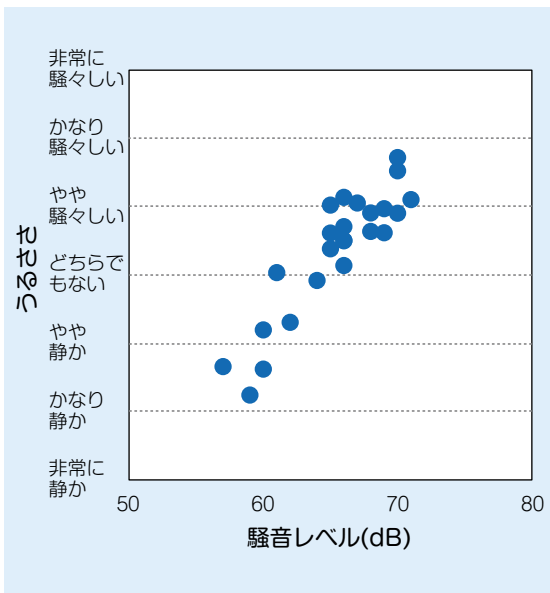


図7 騒音レベルと「うるささ」との関係

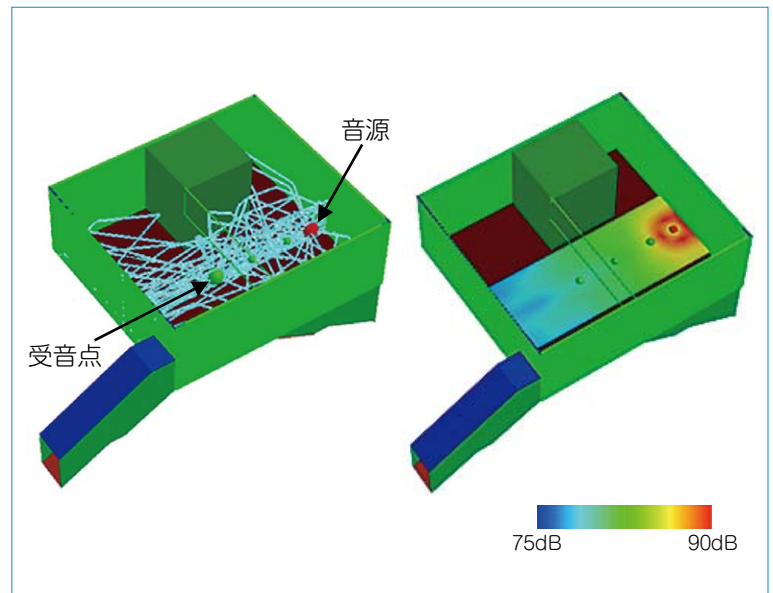


図8 音線追跡法のモデル図(左)と計算結果例(右)

音環境

騒音レベルとうるささ

ターミナル駅では、列車や旅客に起因する多くの音源があります。さらに、タイルや金属板など音を反射しやすい仕上げ材が多く使われているため、一部の駅では、騒音が高くなったり案内放送が聞き取りにくくなったりする場合があります²⁾。

図7は、首都圏の駅コンコースを対象とした、騒音レベルとうるささとの関係を調査した結果です。騒音レベルとうるささには高い相関があり、騒音レベルが60dBで「やや静か」、65dBで「どちらでもない」、70dBで「やや騒々しい」となっています。同時に、不快度に関する質問も行い、騒音レベルが60dBで「不快でない」、70dBで「やや不快」との結果が得られました。

これらの試験より、騒音レベルが高

くなるにつれてうるささや不快度が高まることが確認できました。また、騒音レベルが65dB以下であれば、どちらかといえば「静か」と判断され、不快度もそれほど高くないこともわかりました。

音響シミュレーション

温熱環境などと同様に、駅計画時で音環境について検討する場合にも、数値シミュレーションが有効です。

音響シミュレーション手法の一つに音線追跡法(☞参照)があります。音線追跡法のモデル図と計算結果の例を図8に示します。このような数値解析を行うことにより、ある音源による音の大きさの分布を知ることができます。また、スピーカーから流れる案内放送の伝わり方も計算できるため、スピーカーの設置位置を検討することも可能です。さらに、音源と計算結果を合成するこ

とにより、案内放送がどのように聞こえるかを耳で確認することもできるなど、音に関する問題が生じないように様々な検討を行うことができます。

おわりに

鉄道総研における駅の快適性評価技術に関する研究開発事例を紹介しました。駅の快適性には、今回紹介した以外にも色彩、明るさなど多くの要因が影響します。また、近年では、高齢者や省エネルギーへの配慮も求められています。このような多面的な視点から、より快適な駅を実現させるために、今後も研究開発を進めていく予定です。

RRR

文献

- 1) 山本昌和, 石突光隆, 青木俊幸: 駅における歩きにくさを可視化した旅客流動シミュレーション, 鉄道総研報告, Vol.23, No.12, pp.59-64, 2009
- 2) 伊積康彦, 石突光隆, 佐藤洋: 駅空間における聞き取りにくさ試験, 2011年度日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), pp.351-352, 2011

☞ 音線追跡法

音線追跡法は、図8左図に示すように、音源から音響エネルギーを持つ多数のビーム(音線)を放射し、壁や天井での反射経路を探索して、室内の音響エネルギー分布を計算するものです。コンピューターによる数値計算が普及する以前に、音楽ホールを設計する時に手書きで音の伝わり方を作図していたのを、コンピューター上で再現した手法です。