

駅空間の快適性を向上する

伊積 康彦
構造物技術研究部
(建築 主任研究員)

石突 光隆
同
(同 研究員)

川崎 たまみ
環境工学研究部
(生物工学 主任研究員)



いづみ やすひこ



いしづき みつたか



かわさき たまみ

はじめに

鉄道をより快適に利用できるようにするには、駅の快適性を無視することができません。快適性には「楽しさ」のような感覚的なものも含まれますが、ここでは計測器などで客観的にデータを得ることのできる温熱環境や音環境などについて紹介します。

駅シミュレータの開発

駅の中の旅客流動や快適性に関わる温熱環境、音環境な



図1 駅シミュレータ外部

どについて検討する場合、従来は実際の駅で生じる現象を観察することが主な手段でした。しかし、様々な課題を解決するには実験的な検討が必要となりますが、駅の中で大規模な実験を行うことは不可能です。そこで、駅で実施することが不可能な実験を行う施設として駅シミュレータを建設しました(図1、図2)。

本駅シミュレータは、橋上駅を模擬したもので内部の広さは約15m×16m、天井高さは約6mで、駅務室を模擬した事務室1箇所、階段が2箇所あります。駅シミュレータを活用することにより、温熱環境や音環境の条件を様々なに変化させた場合の快適性評価試験などを行うことが可能となりました(図3)。さらに、比較的多くの開口部を設けることで、通風の確保による温熱環境の改善効果検証試験などもできます。

温熱環境

以下、駅の快適性に関わる代表的な要因について駅シミュレータを用いた実験結果や実際の駅での調査結果を紹介します。まず、人間の快適性に大きな影響を与える温熱環境についてです。

「暑い、寒い」といった体感温度は、気温の他に湿度、風速、



図2 駅シミュレータ内部



図3 快適性評価試験の様子

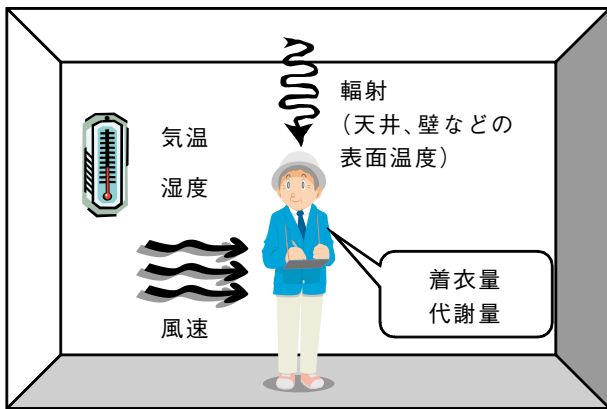


図4 体感温度に関する要素

輻射熱の4つの物理的要素と着衣量、代謝量の2つの人間側要素の影響を受けます(図4)。このうち輻射熱とは、ある物体から直接得られる熱のことで、光や電波と同じ電磁波の一種です。輻射熱の例として、たき火があります。冬の寒い屋外でもたき火にあたると暖かく感じられます。また、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、壁や窓などからの輻射熱の違いによるものです。代謝量は、例えば座っている人と走っている人との体感温度に与える影響の差を、人体から発生する熱エネルギーとして表すものです。

上記の6つの要因を考慮に入れた体感温度の代表的な評価指標にPMV(predicted mean vote: 予測平均温冷感)があります。PMVは、値が小さいほど寒く感じ、値が大きいほど暑く感じることを表し、PMVが0付近では寒くも暑くもなく快適であるとされています。

駅と駅シミュレータにおいてPMVと不快度の関係を調査した結果を図5に示します。どちらの結果でも、PMVが0付近では「不快でない」、-1~-2および1~2で「やや不快」、駅シミュレータの結果だけですがPMVが3程度で「かなり不快」と評価されることがわかりました。この図より、駅の温熱環境を「やや不快」と感じられないようにするためにはPMVを-0.5~+0.5の間になるようにすればよいことがわかります。

次に、駅シミュレータで、夏の暑さ対策として換気の促進による改善効果の実験を行いました。過去にも小さな模型で実験を行ったことはありますが、実物大で実際の駅と同じような形状での実験を行うのは初めてです。実験は、窓を全閉にした条件と全開にした条件、さらに天井付近に設置した排煙窓のみ開放した条件で行いました。排煙窓の

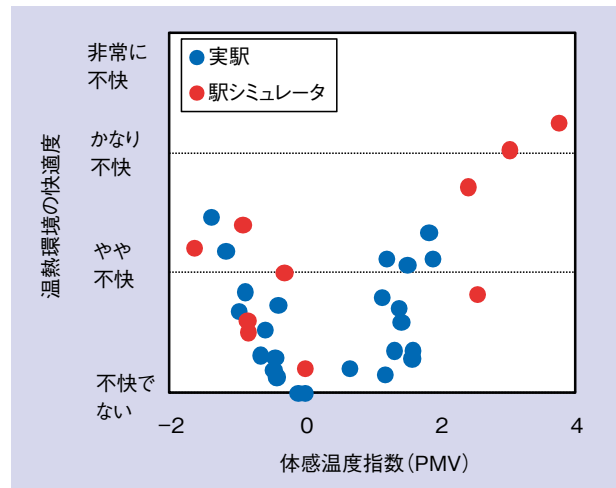


図5 体感温度指数(PMV)と不快度との関係

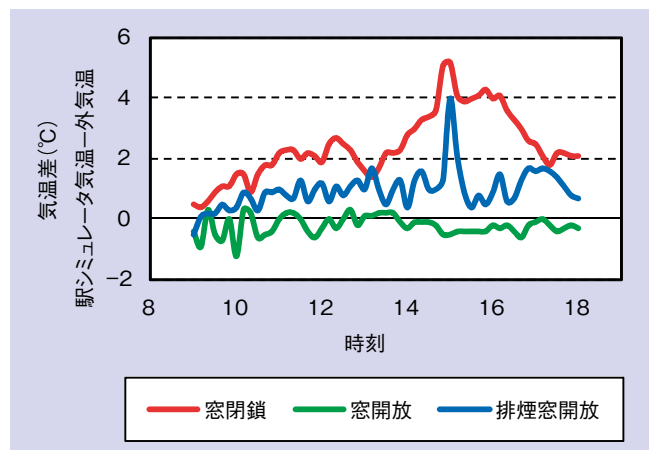


図6 温熱環境の実験結果(駅シミュレータ)

み開放した条件は、実際の駅では床上から2.5~3m程度までの壁面に開放する窓を設けることが困難なことが多いため、比較的容易に設けることが可能と考えられる天井付近のみに開口部を設けた場合の改善効果を確認することを目的としています。

実験結果を図6に示します。実験日より外気温が異なるので、グラフは駅シミュレータ内の気温と外気温の差で示しています。窓閉鎖条件と排煙窓開放条件での15時付近で気温差が大きくなっているのは、駅シミュレータ内の温度計に直射日光が当たった影響です。窓開放条件ではほとんど外気温との差が無く、窓閉鎖条件では外気温よりも2~4°C程度高くなっています。また、天井付近に設けた排煙窓のみ開放した条件では、外気温よりも1~2°C高い程度で、窓閉鎖条件よりも気温差は小さくなっています。実験の結果、排煙窓のように身長よりもかなり高い位置に開口部を設けても温熱環境を改善できることがわかりました。

音環境

駅と駅シミュレータにおいて騒音の大きさに対する快適度の調査を行いました。調査結果を図7に示します。

実駅でも駅シミュレータでも騒音レベルが高くなるほど不快度が上がる傾向は同じですが、全体的に駅シミュレータの不快度の方が高くなっています。騒音レベルと不快度との関係は、60dB程度以下では「不快でない」に近く、70dB程度で「やや不快」、75dBでは駅シミュレータでの評価しかありませんが、「かなり不快」と感じられることがわかりました。他の調査結果も参考にすると騒音レベルを65dB以下とすれば大きな不快感を持たれないことがわかりました。

駅の騒音レベルを下げるのは簡単ではありませんが、比較的容易な対策として天井に吸音性の仕上げ材を用いる方

法があります。実駅において、吸音処理されている通路(通路A)とされていない通路(通路B)で通行人数と騒音レベルの関係を調査した結果を図8に示します。通過人数が毎分100~150人の場合では、ばらつきは大きいですが吸音処理されている通路Aの方が2~4dB程度低くなっており、吸音処理の効果が明らかとなりました。

におい

地下駅や地下ホームでは、独特なおいを感じる場合があります。においもその空間の快適性に影響すると考えています。そこで、駅のおいの要因が何であるかを調べるため、駅構内に浮遊する微生物(以下、空中浮遊カビ)に着目しました。駅における空中浮遊カビ量とにおいについての主観評価の関係を図9に示します。両者にはある程度

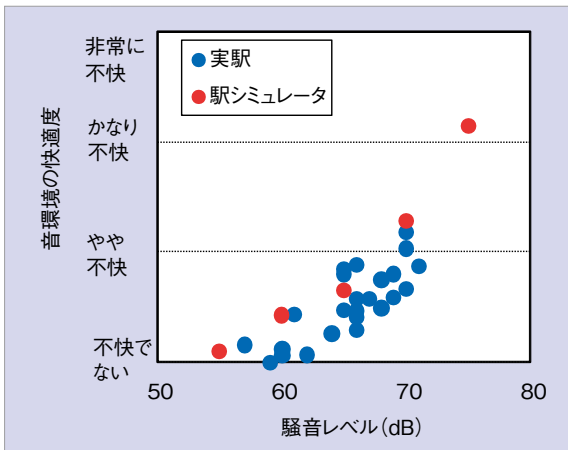


図7 騒音レベルと不快度との関係

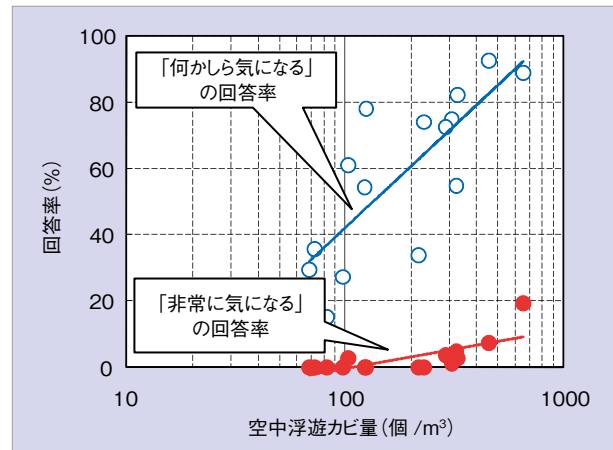


図9 カビ量とにおいの評価の関係

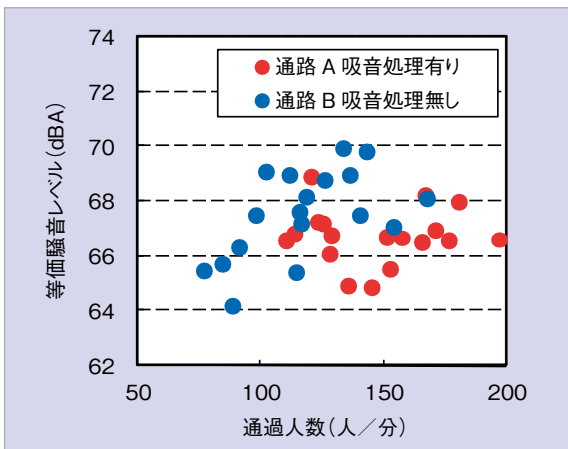


図8 通過人数と騒音レベルの関係

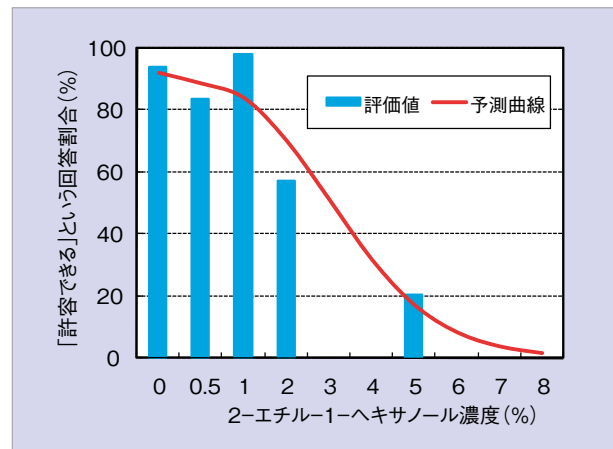


図10 臭気物質に対する許容率 (2-エチル-1-ヘキサノール)



図 11 視覚的な印象の評価実験用CG画面の例

の相関のあることがわかります。様々な調査を行った結果、地下ホームのにおいの原因の一つはカビであることがわかりました。そこで地下ホームで採取した空気を分析した結果、一般大気中にも通常含まれるコウジカビ、アオカビ、クロカビなどが含まれており、中でも臭気物質を放出するコウジカビの一種が外気に比べ多く含まれることがわかりました。

次に実際の地下ホームで検出され、かつカビが放出するにおい成分のうち、2-エチル-1-ヘキサノールを代表物質として使用し、駅シミュレータ内において、においの許容率に関する実験を行いました。実験結果を図10に示します。実験の結果、2-エチル-1-ヘキサノール濃度が2%以上になると20%以上の人がその臭気を許容できないと評価することがわかりました。

駅のおいに関する評価指標や基準値はまだ確立されておらず、これからも臭気成分の分析や調査を進めて不快なおいを感じなくさせるための研究を進めていく予定です。

視覚的な印象

列車から降りて駅コンコースを見た時に、天井が低くて暗いコンコースよりも、広々とした開放的なコンコースの方が良い印象を与えることは明らかです。このような駅空間の視覚的な印象を数値化する評価手法が開発されています。図11のようなCG画面で様々な駅空間を被験者に見てもらい、空間的印象度を評価してもらった結果、視覚的印象に大きな影響を及ぼすのは、天井高さ、採光面積(窓面積)、広告面積、柱の本数であることがわかりました。そこで、これらの要因を数値化したものを説明変数とする

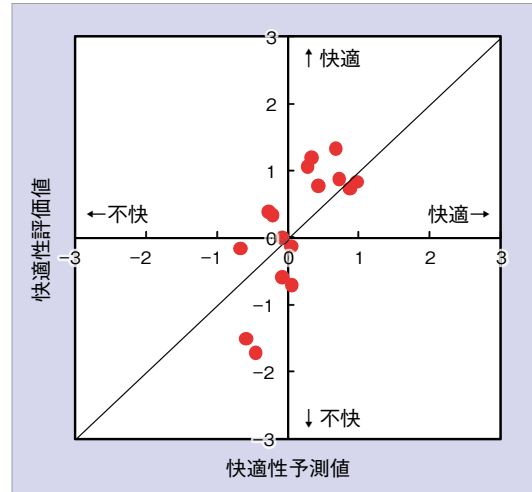


図 12 総合快適性調査結果

重回帰式を作成し、駅の視覚的な印象を数値で表すことが可能となっています。

複合要素に対する快適性

今までは、一つの要素毎に対する快適性の例を紹介しましたが、実際の快適性は様々な要素が複雑に絡み合っていると考えられます。そこで、温熱環境、音環境、空間評価(視覚的な印象)を考慮した総合快適性評価手法についても検討を進めています。これらの要素の中では、空間評価の影響度が最も高く、次いで温熱環境、音環境の順になることがわかりました。そこで、PMV、騒音レベルと上記の空間的印象評価値から総合快適性を予測する評価式を作成しました。この手法で得られた評価予測値と実際の駅で行った評価試験結果の関係を図12に示します。グラフの斜め線に近いほど予測評価値の精度が高いことを表しています。少しばらつきはありますが、概ね良い精度が得られています。この評価指標を用いることで、例えばいくつかの改善プランの中から総合快適性が最も高いものを採用する、といったことが可能となり、より快適な駅の実現に寄与できるものと考えられます。

おわりに

駅の快適性に関わることをいくつか紹介しました。これからは駅を含めた鉄道全体の快適性を向上させるための研究開発を進めていく予定です。

本研究の一部は、国土交通省の補助金で実施しました。

RRR