

# 環境に配慮して駅コンコースの 温度上昇を抑える

伊積 康彦

構造物技術研究部(建築 主任研究員)



いづみ やすひこ

## はじめに

最近の建物は、夏には冷房を使用することが当たり前になっています。そのなかで、大部分の駅コンコースは数少ない非冷房空間となっています。冷房装置を導入すれば涼しくて快適な駅を実現することは可能ですが、大きな駅コンコースを空調するには、莫大なエネルギーを消費してしまいます。省エネルギーに配慮しつつ暑くない駅を実現することは、不可能なのでしょうか？

## 駅コンコースの気温に影響を与える要因

駅コンコースの気温は、外気温や日射などの気象条件や、

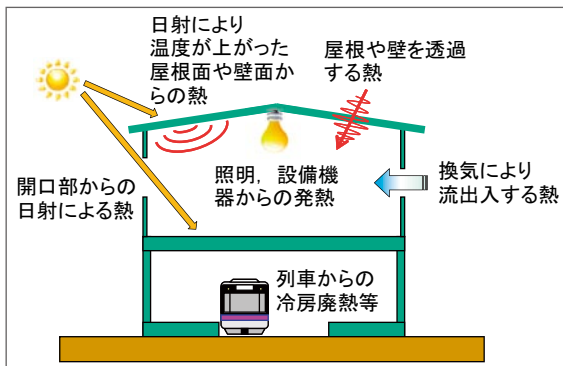


図1 建物への伝熱

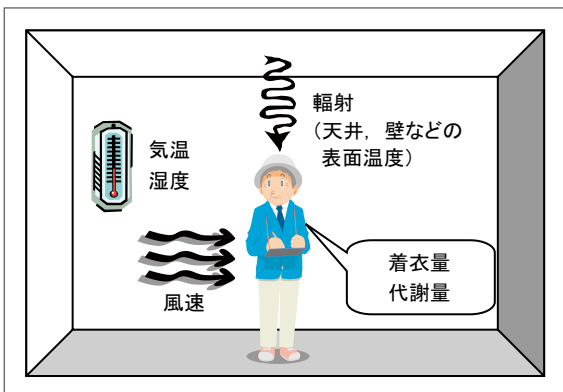


図2 体感温度に関する要素

断熱性や換気量などの建物の性能の影響を受けます(図1)。駅の温度変化の最も大きい要因は外気温です。外気温が上がったり下がったりすると、出入り口や窓からの換気や、壁や天井を透過する熱によりコンコース内の気温が変動します。

次に大きな要因は、太陽からの強烈な日射です。直射日光が建物の屋根や壁に当たると、使用している材料によっては表面温度が気温よりも10℃以上高くなることもあります。屋根や壁面の温度が高くなると、その熱の一部はコンコース内に伝わります。また、ガラス面では、日射がガラスを通して直接建物内に入ってきます。他にもコンコース内の照明、設備機器からの発熱や列車のブレーキ、冷房の廃熱の影響を受ける場合もあります。

## 体感温度

「暑い、寒い」といった体感温度は、気温の他に湿度、風速、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2)。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。

このように温冷感には様々な要因が関係してくるため、快適な駅空間を実現するには気温だけでなく他の要因も含めた総合的な視点で考える必要があります。

## 対策方法

快適な温熱環境を得るには断熱、通風、日射制御などを

上手に組み合わせる必要があります。

断熱とは、熱が屋根や壁を伝わりにくくすることです。断熱性能を高めると、外気の温度変動が建物内の温度変動に与える影響を少なくすることができます。また、室内を空調している場合は空調の効率を高めることができます。

通風には主に2つの効果があります。1つ目は、風が人に当たると気温が同じでも涼しく感じられることです。夏の暑い日にうちわで扇いで涼を得ることは、どなたにも経験があると思います。2つ目は、コンコース内の気温が外気温よりも

高くなっている時は、外部風を取り入れることにより気温を下げるのが可能になることです。駅を含む建物は日中から夕方にかけて、外気温よりも室内の方が暑くなる傾向があるので、特にこの時間帯では通風を確保することは有効です。

日射制御は、夏の日射の影響を緩和させる手段です。日射の影響が大きいのは窓などの開口部です。そこで、対策も開口部を中心としたものとなります。住宅ではすだれやブラインドを使って直射日光を遮断し、室内の温度上昇を防ぐことがよく行われています。また、伝統的な家屋では軒の出を深くしたり縁側を設けたりして夏の日射を防ぐとともに冬には日差しを室内に取り入れられるようにして一年を通して快適に過ごせる工夫が施されています。最近の建物では、デザインを兼ねてルーバーやバルコニーを付けて窓ガラスに直射日光が当たらないようにしたり、熱線反射ガラスを用いて窓ガラスを透過する熱エネルギーを低く抑えたりしています。開口部以外では、屋根や壁に日射による温度上昇を抑える材料を使用したりします。また、最近多く目にするようになった屋上緑化や壁面緑化も日射制御の一つと言えます。

以下、省エネルギーに配慮した対策に関して行った実験や解析した事例を紹介します。



図3 実験用縮尺模型外観

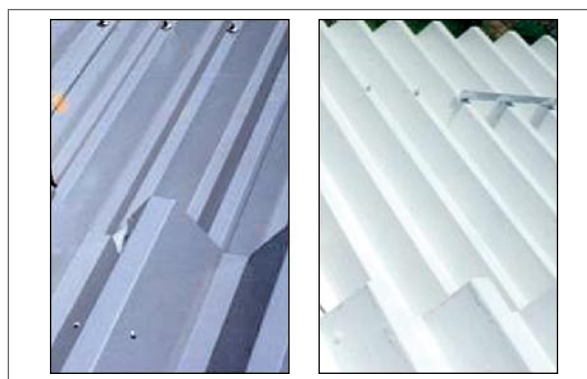


図5 通常の塗料(左)と遮熱塗料(右)

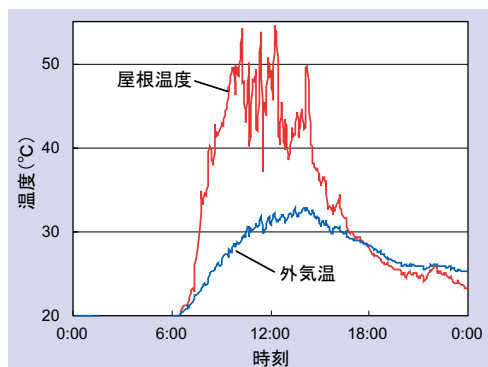


図4 遮熱塗料塗装前の屋根温度

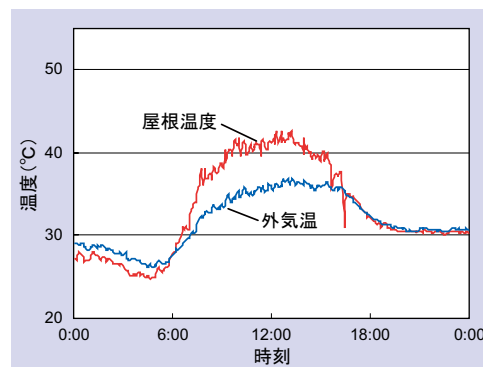


図6 遮熱塗料塗装後の屋根温度

### 遮熱塗料の効果

駅の温熱環境を改善するための基礎的な検討を行うための模型実験を行いました。模型の大きさは3×6m(平面)×3m(高さ)です(図3)。床面は地面から1mとし、階段を模擬した開口部を設けました。壁には、実際の駅の窓に近い条件として床面から1mの高さに1×1mの大きさのものと、天井付近に0.4×2.5mとスリット状にしたものの2種類の開口を南北両面に設けました。

この模型を使って、建物各部の温度を測定したり、対策工法の効果を確認したりしました。図4は、屋根面裏側(室内側)の表面温度の測定結果です。この模型の屋根材料は駅で多く用いられている鉄板ですが、このように夏の日射を受けると50℃以上になることがあります。これもコンコース内の温度上昇の一因になるとともに、輻射熱が大きくなるため体感温度として気温以上に暑く感じる原因となります。そこで、遮熱塗料という、屋根材料の温度上昇を抑える性質のある塗料を模型屋根に塗布しました(図5)。遮熱塗料を塗布した時の屋根面裏側の表面温度を図6に示します。外気温は、図4よりも高いですが屋根の表面温度は低くなっています。今回の実験では室内の気温を低減するほどの効果はありませんでしたが、輻射熱の低減には効果のあることが確認できました。



図7 駅シミュレータ外部



図8 駅シミュレータ内部

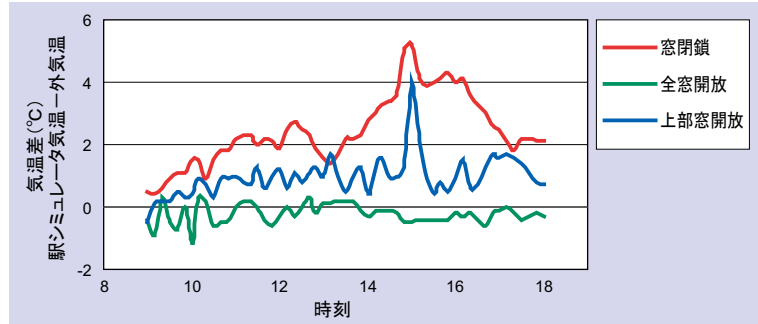


図9 温熱環境の実験結果 (駅シミュレータ)

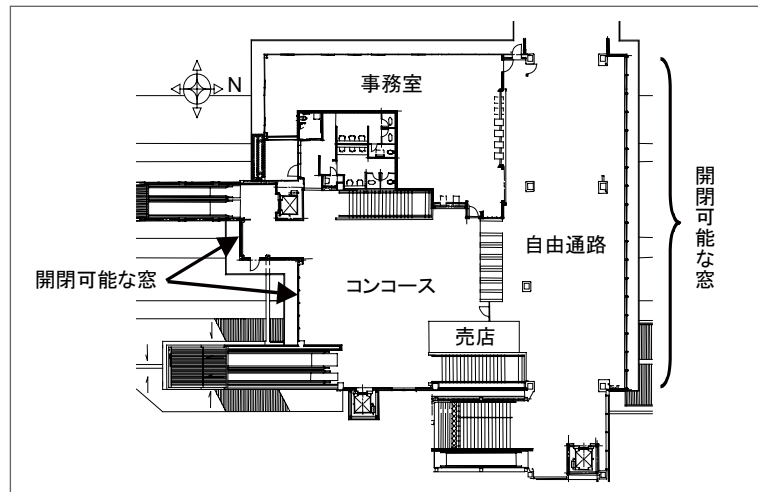


図10 実験対象駅の平面図

### 換気の効果 (実物大模型実験)

次に、実物大駅舎模型 (駅シミュレータ) を用いて、換気の促進による改善効果の実験を行いました (図7, 図8)。

駅シミュレータの広さは15m×16m、天井高さは3.5mまたは6mで、小さな橋上駅とほぼ同じ規模になっています。また、壁面に窓を多数設けて様々な開口条件による比較を行うことができます。

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上部窓のみ開放した条件で行った実験の結果を示します。上部窓のみ開放した条件は、実際の駅では床から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9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。窓閉鎖条件と上部窓開放条件での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。全窓開放条件では

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℃程度高くなっています。また、天井付近に設けた上部窓のみ開放した条件では、外気温よりも1～2℃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、上部窓のように必ずしも旅客の滞在する空間と同じ高さに開口部を設けなくても温熱環境を改善できることがわかりました。

### 換気の効果 (実駅での測定)

実際の駅で、換気効果がどの程度あるかを測定しました。測定は、図10のようにコンコースの両側に開閉できる窓が並んでいるA駅で行いました。コンコース内風速の測定結果を図11に示します。窓を開けた方が閉めた状態よりも風速が大きくなっています。コンコース内の風速は屋外の風向や風速の影響を受けるので、窓の開閉による風速の差がいつも同じになるとは限りませんが、窓を開けることにより通風が確保されることが確認できました。

同じ日のコンコース内の気温と外気温との気温差の結果が図12です。窓開放条件で気温差は-1～1℃程度である

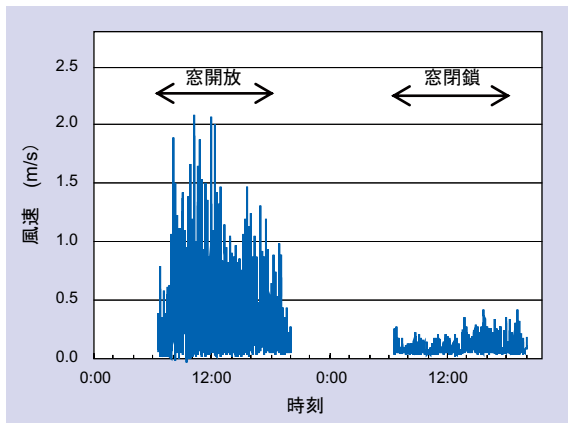


図 11 窓開閉による風速の比較

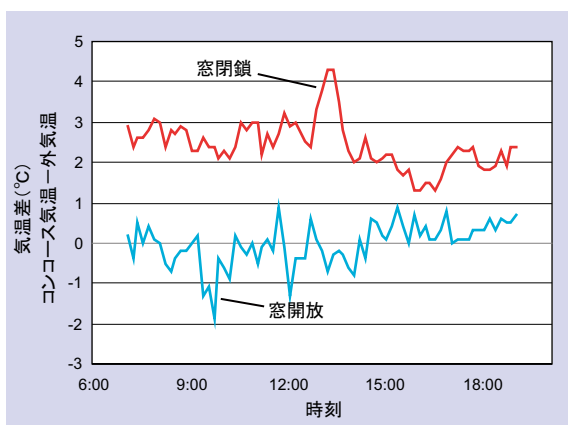


図 12 窓開閉による気温差の比較

のに対して、窓閉鎖条件では2℃以上コンコース内の気温が高くなっている時間帯が長くあります。窓を開けて通風を確保しても、コンコース内の気温を外気温よりも常に下げることが難しいですが、外気温とほぼ同じ程度に抑える効果のあることがわかりました。また、自然まかせにはなりますが、屋外の風を取り入れることができれば、風による体感温度の低下も期待できます。

### 数値計算

様々な対策の効果がどの程度あるのかを事前を知ることは、快適な駅を実現する上で重要です。そこで、数値計算による駅の温熱環境解析を試みています。A駅を対象に窓を開けた時と閉めた時の温熱環境がどのように異なるかについて数値計算を行いました。窓閉鎖条件の計算結果を図13に、窓開放条件の結果を図14に示します。窓閉鎖条件では、コンコース内全体で外気温よりも高い気温となっています。一方、窓開放条件では図の左側の窓から通風により外気がコンコース内に流入していることがわかり、測定結果と同様に窓を開放したことの効果が確認できまし

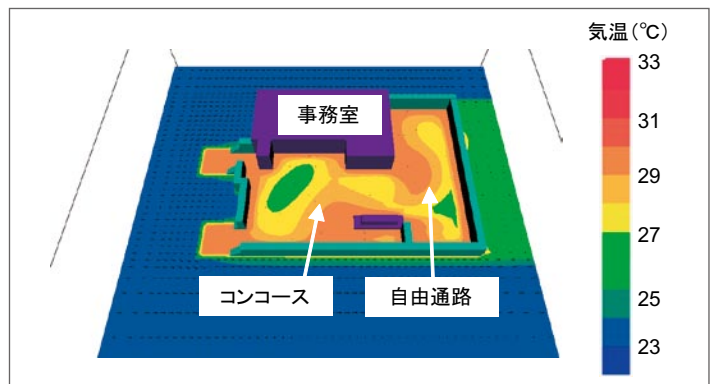


図 13 温熱環境の計算結果(窓閉鎖)

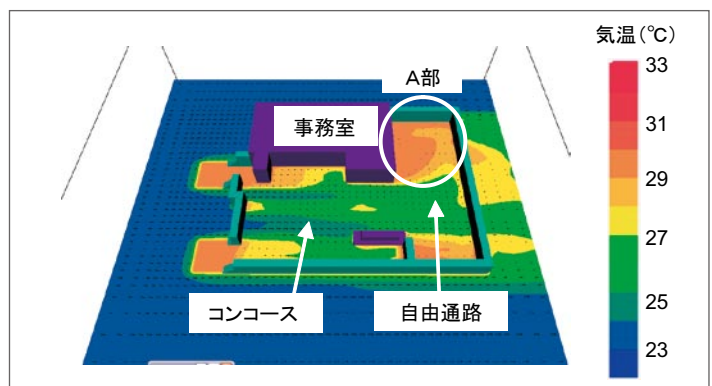


図 14 温熱環境の計算結果(窓開放)

た。また、図14には自由通路の一部(図14のA部)のように気温の高い場所があることがわかります。事前にこのような数値計算を行うことで、改善すべき箇所が明らかとなり、より良い環境を実現することが可能となります。

### おわりに

省エネルギーに配慮した温熱環境の改善方法について紹介しました。日本の夏は蒸し暑いですが、先人達は暑さをしのぐためにいろいろ工夫を重ねてきました。現在の駅や建物でもこれらの技術を応用できることはたくさんあると思います。今回紹介した対策方法は、電気エネルギーなどを使わない技術です。ひさしや断熱性能の高い屋根で日射を遮り、また風通しの良い「木陰」のような空間を作ることが、省エネルギーに配慮しつつ快適な駅を実現する第一歩でしょうか。

本研究の一部は、国土交通省の補助金で実施しました。

RRR