

- 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

駅の省エネルギー化を目指す

近年、駅では旅客サービス向上や運営効率向上のためにさまざまな設備が導入されています。一方、電力の供給安定性や地球温暖化防止のため、各種交通機関や建築設備での省エネルギー化が進められており、駅についても所要の性能を確保しつつ省エネルギー化を進めていく必要があります。ここでは、このような課題に対する駅の対策技術について、鉄道総研の取り組みなどを紹介します。



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】 建築環境工学

駅で消費されるエネルギー

駅は、建設されてから撤去されるまで、多くのエネルギーを消費します。駅の建設、修繕・改修、供用時毎に使用されるエネルギーの内訳を図1に示します。これは、地方の中規模駅を対象に試算した例です。駅の一生で消費されるエネルギーは、供用中のエネルギーが80%以上と大きな割合を占めています。供用中に利用するエネルギーは、大きく電気、ガス、水道に分けられます。このうち、駅では一般的に電気エネルギーが最も多く消費されています。よって、駅の省エネルギー化を実現するには、電気エネルギーの利用効率化を目指すことが、最も重要と言えます。

駅には、照明や空調設備など、多くの電気設備があります。このうち最も多くの電力を必要とするのは、コンコースを空調していない地上の駅の場合、照明設備です。その次に多くの電力を必要とするのは、駅事務室などで使用されている空調設備、エスカレーター、改札機などです^{1),2)}。一方、地下駅では機械換気をする必要があるの

で、地上の駅と比較して換気・空調設備の占める割合が高くなります。

駅の省エネルギー対策方法

駅の省エネルギー化を実現するには、自然エネルギーの活用、設備の高効率化、負荷の低減などを進める必要があります。

自然エネルギーの活用については、昼間の自然光を積極的に取り入れることや、自然換気の促進による温熱環境の悪化防止などが代表的な例として挙げられます。設備の高効率化には、蛍光灯をLED照明に交換したり、エスカレーターを常時運転せずに、人感センサーと連動させて利用者がある時のみ運転させたりする方法があります。また、負荷の低減については、断熱性向上による空調負荷の低減などが挙げられます。

以下、駅の省エネルギー化技術の具体例をいくつか紹介します。

照明用電力の省エネルギー化技術

先ほど述べたように、駅で最も電気エネルギーを消費しているのは照明設備です。そのため、駅では光環境に関

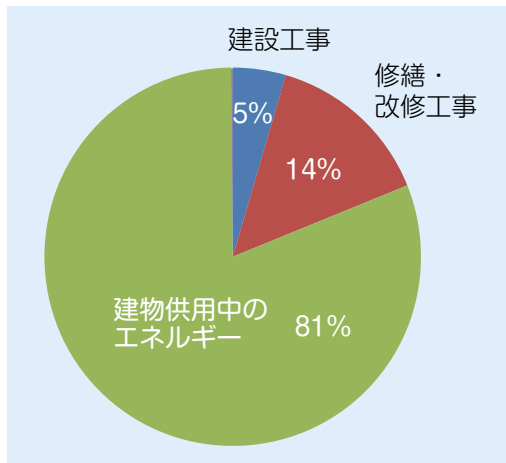


図1 駅のエネルギー消費量の建設・修繕・供用時毎の内訳



図2 光ダクト集光装置



図3 駅シミュレーター外観

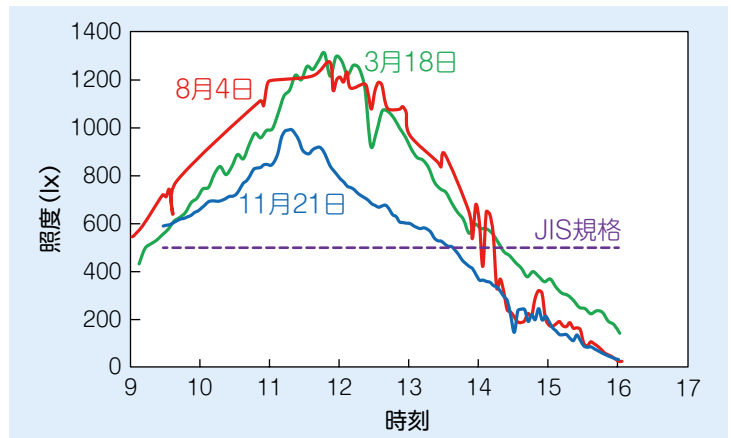


図4 光ダクトによる照度測定実験結果

する対策がいくつか採用されています。代表的な事例は、膜屋根とLED照明です。ホーム上家(☞参照)で従来多く用いられているスレートや折版が光の透過性のない材料であるのに対して、膜材は透過性があるため、ホーム照明の点灯時間を短縮することが可能となります。

LED照明は、電気エネルギーから光エネルギーへの変換効率が高く、同じ照度を得るために必要な消費電力が、

☞ ホーム上家

ホームにかかっている屋根をホーム上家と呼んでいます。ホーム上家には、セメントと繊維を混合して波型に成型したスレート、鉄板を山型に加工した折版、ドーム球場などで使用されている樹脂製の膜材などが多く使用されています。

蛍光灯や白熱電球と比べて50%以下に抑えることが可能であると言われています。さらに、寿命が蛍光灯や白熱電球よりも長いため交換周期が長くなり、メンテナンス上も有利となります。そのため、蛍光灯や白熱電球をLEDに交換したり、デザイン性を高めるためにLED照明専用の灯具を設置したりするなど、LED照明は多くの駅で普及し始めています。

光環境に関する新しい技術の一つに光ダクトがあります。光ダクトは、図2のような屋上などに設置した集光装置から取り入れた自然光を、高反射率の鏡面で作成されたダクトを通して室内まで導く設備です。自然光を電気エネルギーのような他のエネルギーに変換しないで利用するため、高効率であるのが大きな特徴です。

光ダクトの駅コンコースへの適用可能性を確認するため、鉄道総研の実物大橋上駅舎模型(駅シミュレーター、図3)で光ダクトの照度測定を行いました。実験では、採光用の窓を全て暗膜で塞ぎ、光ダクトを通した自然光のみの条件で床面照度を測りました。

3月、8月、11月の照度測定結果を図4に示します。照度は、3日間とも正午前後に最大となり、3月と8月では約1,200lx(ルクス)、11月では約1,000lxでした。JISでは駅コンコースの推奨照度が300~500lxと定められています³⁾。本測定結果で、照度が500lxを超えている時間帯は、9時頃から14時頃まででした。仮に、5時から翌日1時までの20時間に渡り照明を点灯しているコンコースに光ダクトを導入し、9時から14時までの5時間

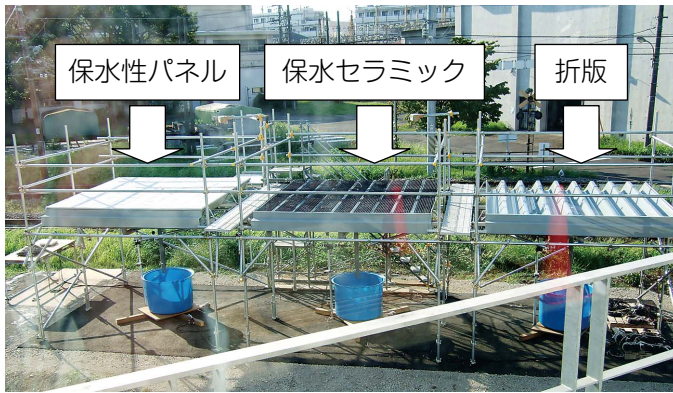


図5 ホーム上家模型

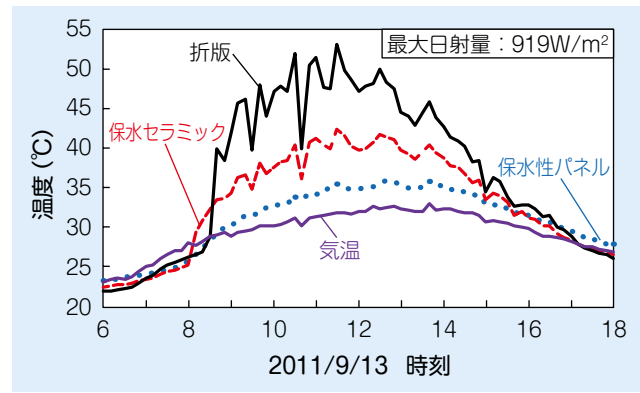


図6 折版裏面温度の日変化

消灯できるとすると、照明に要する消費電力量を25%削減できることとなります。ただし、光ダクトは、日照の変動の影響を直接受けるため、照度の安定性に欠ける欠点があります。しかし、この欠点は通常の窓でも同様であるため、採光用窓と同じ機能を持つ設備とみなせば、橋上コンコース内の窓から離れた箇所やホーム上、浅い地下コンコースなどに対しては有効な対策になり得るものと期待されます。

温熱環境に関する省エネルギー化技術

ほとんどの一般の建物では、夏には冷房装置が使用されています。一方、大部分の地上駅コンコースは非冷房空間です。駅コンコースでも空調設備を導入すれば、四季を問わず快適な温熱環境を実現できます。しかし、広大なコンコースや屋外であるホーム上に空調設備を設けると、多大なエネルギーを消費することは明らかです。ここでは、コンコースやホーム上を対象とした、エネルギーを極力使用しない温熱環境対策技術をいくつか紹介します。

保水性材料を用いたホーム上の温熱環境改善

夏季の強烈な日射がホーム上家に当たると、上家表面温度が気温以上に高くなる場合があります。この熱が上家裏面に伝わると、ホーム上の人の体感温度が気温以上に高くなってしま

因となります。このような上家表面温度上昇を防ぐ対策として、屋根上に保水性材料を設置する方法について検討しました。

保水性材料とは、雨水を一時的に蓄えておくことができる材料のことです。一般的に、保水性材料には空隙が多く含まれており、これが断熱材としての機能を発揮するとともに、蓄えた雨水が蒸発する時に気化熱により周りの空気温度を下げる効果が期待されます。

そこで、ホーム上家に多く使用されている折版に保水性材料を設置した場合の効果を把握するための模型実験を行いました(図5)。実験に用いた保水性材料は、タイルを作るときに発生する廃土を原料とする保水セラミックと火力発電所の配管保温材を原料とする保水性パネルの2種類です。このような保水性材料を屋根上に設置すると、保水性材料の断熱性能により折版表面温度の上昇を抑制できます。また、保水機能により集中豪雨時の雨樋の負担低減にも寄与します。

折版裏面温度の1日の推移を図6に示します。折版のみの条件と比較して、折版に保水性材料を載せることにより最大で20℃程度の低減効果のあることが確認できました。このことにより、ホーム上にいる人の体感温度を数℃程度低減することが期待できます。

このように、保水性材料の使用により、空調設備のように電気エネルギー

を使わなくてもホーム上の滞在環境を改善できることが確認できました。

自然換気によるコンコースの温熱環境改善

夏の屋内の気温上昇を抑えるには換気の促進が効果的です。特に、自然換気は動力を必要とせず、条件が良ければ適度な風を感じることができ、快適性がさらに向上します。これは、真夏の屋外の木陰が、日向よりも心地よく感じられるのと同じです。

そこで、駅コンコースでの自然換気の効果把握するため、駅シミュレーターで測定実験を行いました。

本実験では、窓を全開にした条件、全閉にした条件および天井付近に設置した上部窓のみ開放した条件で、駅シミュレーター内の気温を測定しました。上部窓のみ開放した条件は、実際の駅では床上2~3m程度までの高さに開放できる多数の窓を設けることが困難なことが多いため、比較的容易に開放できる窓を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ためのものです。

実験結果を図7に示します。窓閉鎖条件と上部窓開放条件の15時付近で気温差が大きくなっているのは、直射日光が温度計に当たった影響です。窓閉鎖条件では、気温差が2~4℃程度あるのに対して、全窓開放条件ではほとんど気温差が生じていません。また、上部窓開放条件での気温差は1~2℃

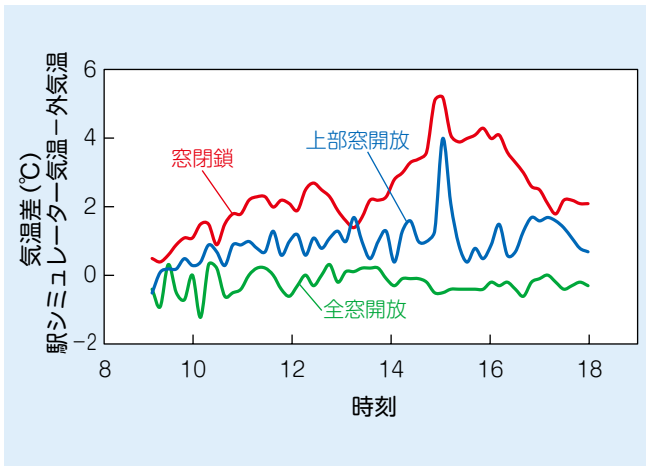


図7 窓開放条件による実験結果の比較

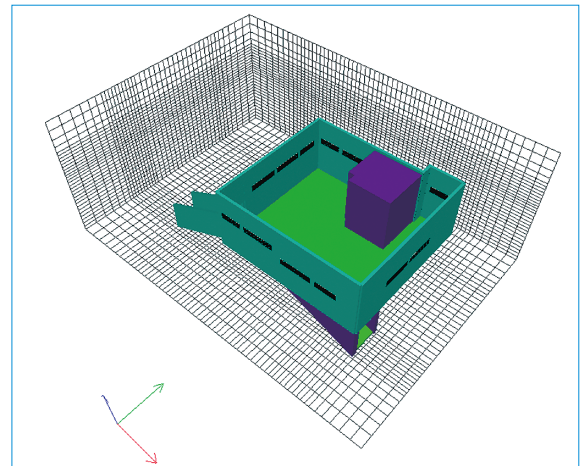


図8 温熱環境シミュレーションモデルの例
(駅シミュレーター)

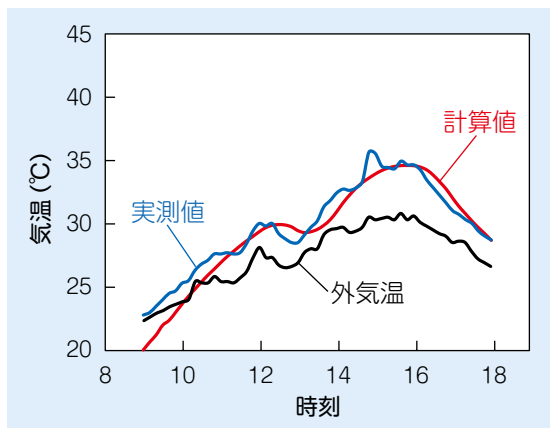


図9 コンコース内気温計算結果
(駅シミュレーター, 窓閉鎖条件)

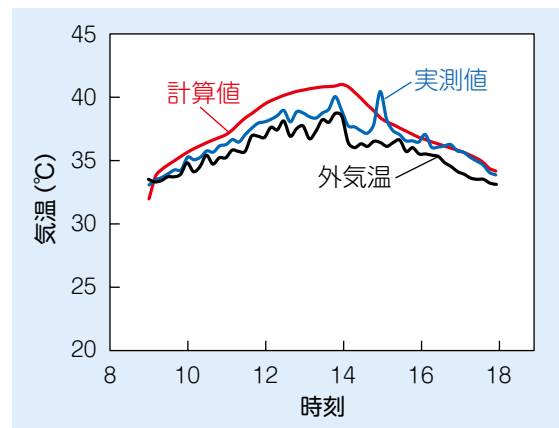


図10 コンコース内気温計算結果
(駅シミュレーター, 上部窓開放条件)

程度で、全窓開放条件と同程度の効果は得られないものの、窓閉鎖条件よりも気温差は小さくなっています。実験の結果から、上部窓のように必ずしも駅利用者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が改善できることが確認できました。

温熱環境シミュレーション

自然換気のみで建物内の気温がどの程度変化するかは、開口部の位置や形状により大きく異なります。このような自然換気の効果を実前に検討する際には、数値シミュレーションが有効です。

前節で紹介した測定実験を対象としたシミュレーション例を紹介します。シミュレーションモデルを図8に示します。本シミュレーションシステムでは、駅舎の開口部形状、屋外の気温、

風向・風速などを変化させた場合の駅舎内の気温分布や風速分布を計算することができます。

窓閉鎖条件での計算結果を図9に示します。計算結果は、外気温と最大5°C程度の差があるなど概ね実測値と同じ結果が得られました。上部窓開放条件の計算結果を図10に示します。内外温度差は窓閉鎖条件よりも小さくなっており、自然換気効果が表れています。

このような数値シミュレーションを行うことで、自然換気のみで良好な温熱環境を実現させるための、効果的な開口部位置や形状などの事前検討が可能となります。

おわりに

駅の省エネルギー化技術についてい

くつか紹介しました。駅は、都市・地域の中でも人の集まりやすい場所です。よって、多くの人が集まる駅のエネルギー効率を高めることは都市・地域の省エネルギー化にもつながります。今後も、継続的に駅・都市・地域のエネルギー効率化に向けての取り組みを続けていく必要があります。[RRR]

文献

- 1) 麻生隆司, 岡村栄子: 灘駅使用電力量の計測からエコステーション設計に向けて, 鉄道建築ニュース, No.737, pp.46-47, 2011
- 2) 大森敬之: 大規模駅における電力使用量測定技術の開発, 技術の泉, Vol.24, pp.15-16, 2012
- 3) JIS Z 9110 2010: 照明基準総則, 日本規格協会, 2010