

ビル・道路・空港における計測・制御システム

Monitoring and Control of Buildings, Roads, and Airports

砂盃 裕司

■ ISAHAI Yuji

ビル・道路・空港などの社会インフラ施設には、東芝の計測・制御技術が広く適用されている。ビル施設では、利用者の快適性を確保しつつ、エネルギー消費量を削減することが課題となっている。道路・空港施設では、自動車や航空機運航の安全を支援するシステム技術が求められている。当社は、これらの課題や要求に応えるため、ビル・道路・空港における計測・制御システム技術を開発してきた。

今後とも、これらのシステム技術を生かし、また、いっそうの技術開発を進めて、快適性や安心・安全を社会に提供する社会インフラ施設の構築に貢献していく。

Toshiba monitoring and control technologies have been widely introduced in various forms of social infrastructure such as buildings, roads, and airports. In the field of buildings, a major issue is to reduce energy consumption without diminishing the amenity of users. On the other hand, roads and airport facilities have a strong need for technologies that enhance the safety and security of automobiles and aircraft operations. We have developed monitoring and control technologies responding to the needs and challenges of contemporary society. We will continue to fulfill our responsibility by further refining and improving our technologies.

1 まえがき

一般的なビル、道路、空港の各施設には、施設内の各設備との計測・制御信号の受渡し、モニタリング、各種自動制御、及び収集データの保存や解析などを実施している計測・制御システムが設置されている。ここでは、ビル施設のビル管理システム、道路施設のトンネル遠方監視制御システム、空港施設の航空灯火監視制御システムを例に挙げ、各システムの概要と特長的技術について述べる。

2 ビル施設でのビル管理システム

2.1 ビル管理システム

ビル設備には、利用者に快適な室内環境を提供するため、冷暖房などの空気調和設備、給排水衛生設備、冷温水発生器などの熱源設備、照明設備、防犯設備、防災設備、及び電源設備などがある。

ビルの運用管理業務には、ビル設備の維持管理業務のほかに、空調や照明の入切スケジュール管理や、空調温度管理、入退室管理、光熱費の課金管理などがある。

ビル管理システムは、ビル設備を監視制御することにより、ビル利用者へ快適さを提供し、かつ、運営維持コストを低減するなど、ビルの運用管理業務を支援するための設備である。

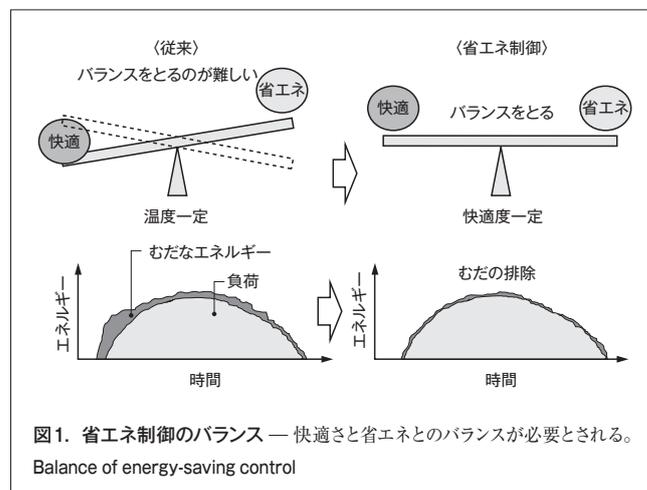
2.2 省エネ制御技術

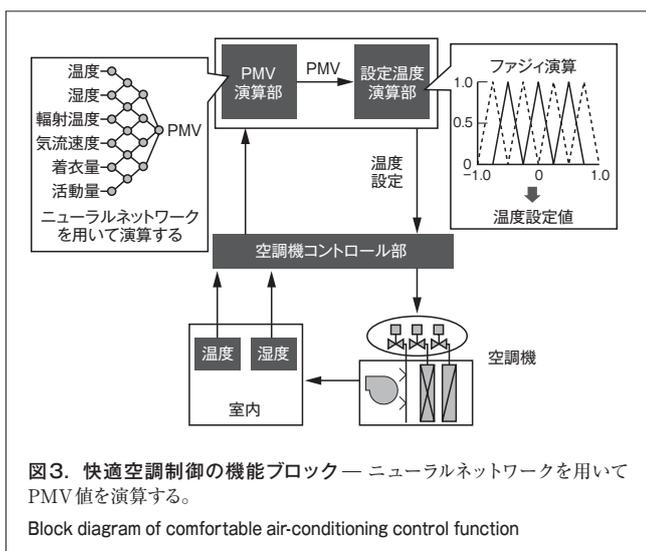
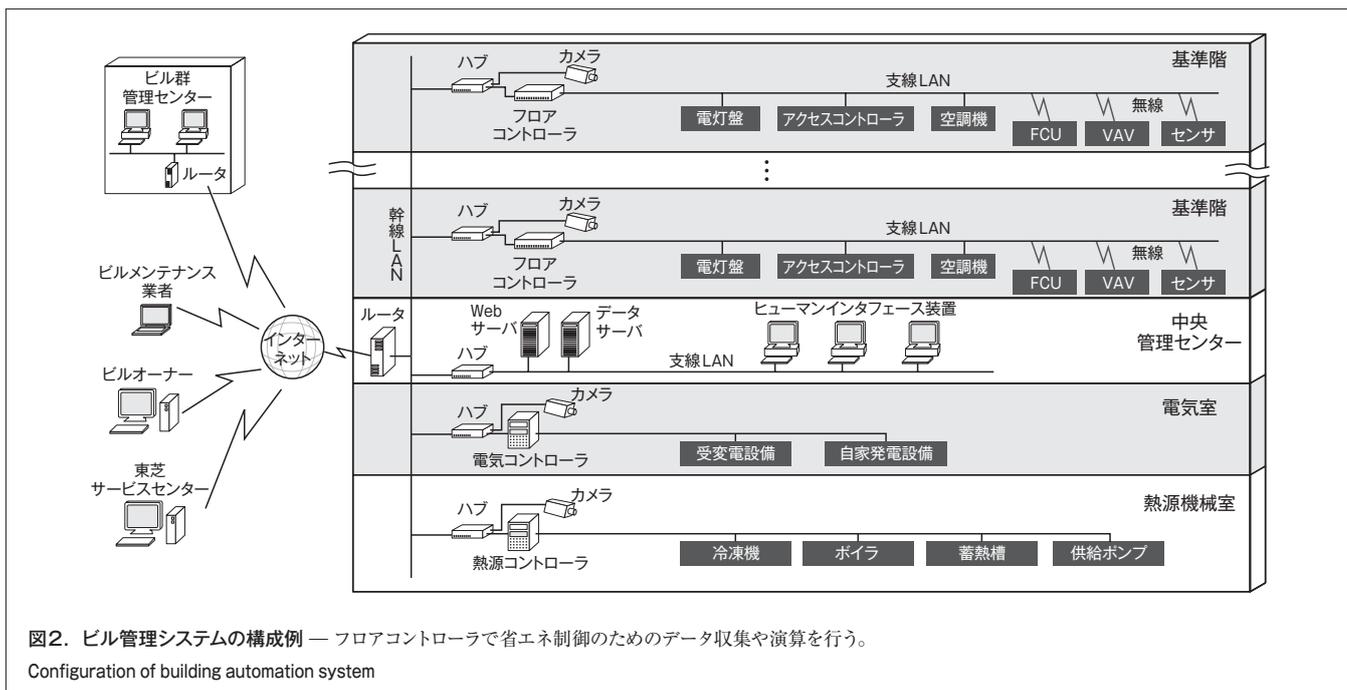
ビルの運用管理では、エネルギー使用のいっそうの合理化

を目的とした改正省エネ法の施行以来、省エネ制御やエネルギー管理に対する要求が高くなってきている。これらの要求を満たすためには、快適な室内環境を提供しつつ、省エネを図ることが重要である(図1)。東芝のビル管理システム BUILDAC™では、快適さと省エネのバランスをとる省エネ制御機能を提供している。システム構成例を図2に示す。

ビル施設のエネルギー消費は、建物の用途によって違いがあるが、平均して冷暖房を中心とする空調で約50%、照明で約30%を占めている。エネルギー消費の大半を占める空調に着目した省エネ制御方法の一つに、快適空調制御がある。

従来の空調制御は、室温が一定値に設定されているため、





湿度や輻射（ふくしゃ）温度などの影響によって快適性が変化しても、室温には反映されず、むだなエネルギーを消費していた。快適空調制御は、PMV（Predicted Mean Vote：予測平均申告）指標を基に空調機を制御しており、快適性を損なわずに省エネを実現する制御方式である。

PMVは、在室者ごとに差がある暑い寒いといった温熱感覚を、定量的に取り扱うことができるようにした快適性指標であり、快適さを左右する六つの変数（温度、湿度、平均輻射温度、気流速度、着衣量、活動量）から導かれる。

当社の快適空調制御は、温度と湿度はセンサを設置して計測し、そのほかの変数は演算などにより求めている。このため、輻射温度センサの設置は不要となる。また、PMV値は、

ニューラルネットワークの学習により在室者に合った温熱感覚に補正した値を求め、最適温度設定はファジィ演算で求めて、空調機の制御をしている（図3）。

当社の快適空調制御が導入されている各種ビルでは、空調エネルギーの5～20%の削減効果を上げている。

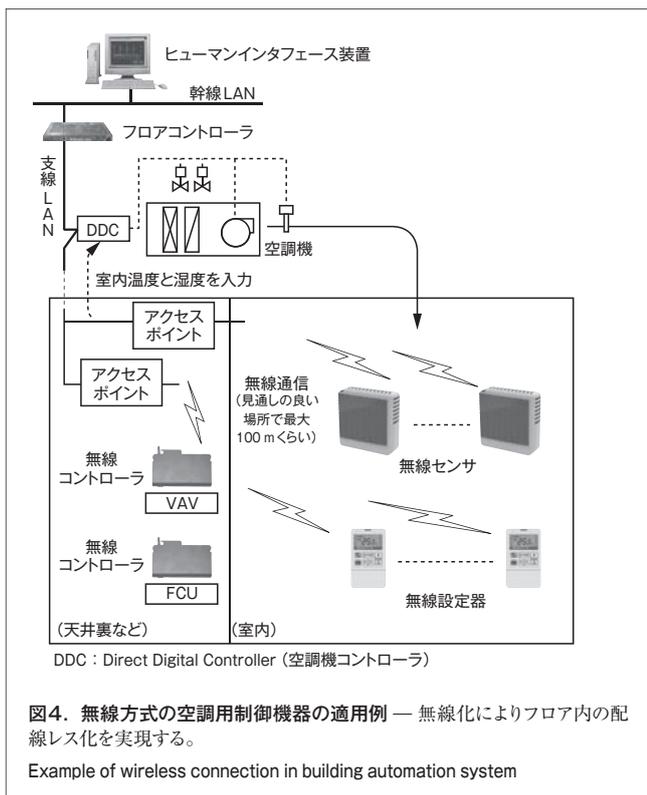
2.3 無線応用の計測制御技術

ビルの空調制御方式の一つである個別制御方式では、天井裏などに設置されたFCU（Fan Coil Unit）やVAV（Variable Air Volume）本体にコントローラを取り付け、室内に設定器を設置する。大規模ビルにおいては、コントローラの台数が1,000台以上になることもある。また、前節で述べた快適空調制御を導入し省エネを図るためには、個別室内の温度と湿度を計測する必要がある。

新築時には、コントローラと設定器の間及びコントローラと温度・湿度センサの間の配線工事が必要となり、フロアのレイアウト変更に伴う間仕切り変更時には、設定器やセンサの移設に伴う配線工事が更に発生していた。このため当社では、フロア内の配線レス化を目的に、無線コントローラと無線設定器、そして無線センサを開発し、配線・施工費用の大幅削減を実現している。

無線コントローラと無線設定器間の接続には、免許を必要としない特定小電力無線を採用している。また、無線設定器は、無線出力を5～10 mW間で自動可変とすることで消費電力を最小とし、単三型電池で約2年以上の稼働を実現している。

無線センサは、無線コントローラと同様に特定小電力無線を採用しており、本体にソーラーパネルを内蔵することで乾電池の消耗を抑えている。また、一つのアクセスポイントに対し



最大16台のセンサを接続できるようにしている。適用例を図4に示す。

2.4 今後の取組み

当社は、IPv6 (Internet Protocol Version 6) などのネットワーク技術、無線化技術、XML (eXtensible Markup Language) などのWeb技術を応用して、いっそうの省エネの実現やビル運用管理業務の高度化及び効率化に貢献していく。

また、遠隔監視サービスやビル管理業務のASP (Application Service Provider) サービスなどの、新しいビル運用管理形態にも対応した研究開発を進めていく。

3 道路施設でのトンネル遠方監視制御システム

3.1 トンネル遠方監視制御システム

トンネル設備には、道路利用者の安全な走行を確保するための照明設備、換気設備、非常用設備、及び電源設備などがある。

照明設備は、トンネル内の暗やみを照らすための設備である。明るい場所から暗いトンネル内に急に入ると、視覚の順応が間に合わず見えにくくなる問題があるために、出入口部と内部との光度差を少なくするなど、トンネル内の明るさを制御している。

換気設備は、ばい煙や一酸化炭素などを含む自動車の排気ガスを、トンネル外へ排出するための設備である。換気ファン

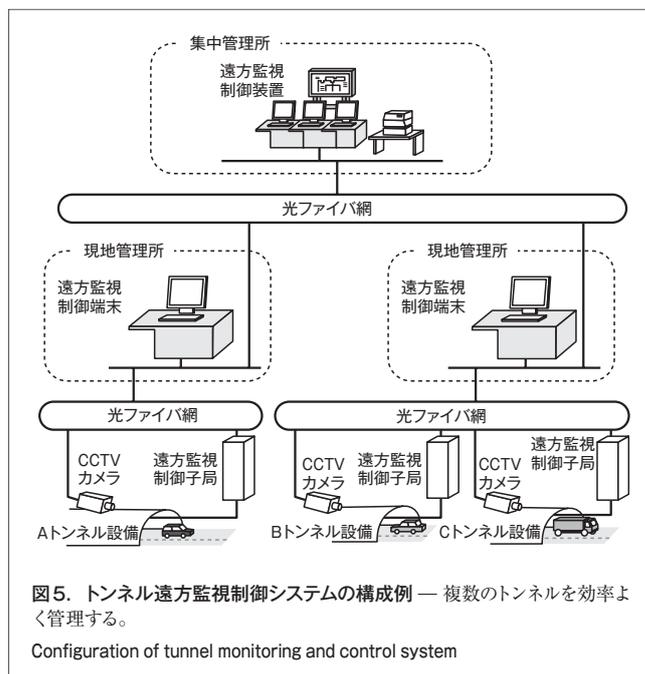
を常時運転させると消費電力が大きくなるため、ばい煙による視界の悪化状況と一酸化炭素の濃度を計測し、その値が基準値以下に収まるように、フィードバック制御などの自動制御をすることで、消費電力の低減を図っている。

非常用設備は、事故や火災などの発生時に対応を支援するための設備である。非常用設備には、通報・警報設備 (押しボタン通報装置、火災検知器など)、消火設備、避難誘導設備、及びCCTV (Closed Circuit Television) カメラ設備などがある。事故や火災などの発生時には、その内容によって消防及び警察への連絡、消火設備の起動、発生箇所のCCTVカメラ画像の表示など連動した処理がなされる。

トンネル遠方監視制御システムは、これらトンネル設備の稼働状況を常時監視し、設備故障時や事故発生時の迅速な対応を支援するなど、トンネルを運用管理するための設備である。

3.2 遠方監視制御技術

トンネル設備を効率よく管理するためには、広域に点在する複数のトンネルを、遠隔地の管理所で監視制御する必要がある。管理所には、設備故障時や事故発生時に一次対応をする現地管理所と、複数の現地管理所を統括する集中管理所があり、図5に示すような構成とすることが多い。



各トンネルの電気室には、各設備と計測・制御信号を受け渡すための遠方監視制御子局を設置し、管理所とデータ伝送により接続する。近年、主要道路沿いに光ファイバケーブルの敷設が進んでいる。これを利用することで、広域に点在した複数のトンネルを、数十km以上離れた管理所でも容易に監視制御できるようになってきている。

トンネルの電気室は無人であり、管理所から遠く離れている

ため、そこに設置する遠方監視制御子局は、保守性を考えて、ディスクレス、ファンレスの計測・制御用コントローラを用いている。また、機器異常を自己診断し、管理所へ発報する機能を備えている。

最近では、Web技術を応用したシステム構築事例も増えてきている。パソコン端末をネットワークに接続すれば、どこからでも監視できるようになり、トンネル管理業務の高度化及び効率化に対応できる。この場合は、特定の端末以外では遠方操作をできないようにするなどのセキュリティ機能を備えている。

Web画面での主な機能には、地図表示機能、トンネル監視機能、制御機能、換気履歴相関表示機能などがある。地図表示機能は、管轄する各トンネルの異常発生の有無を地図上に表示する。トンネル監視機能は、各設備の運転状態及び故障発生状況、計測値などを表示する(図6)。制御機能は、各設備の運転操作をする。換気履歴相関表示機能は、トンネル内のVI(煙霧透過率)計測値、CO(一酸化炭素)濃度計測値と換気設備の運転状況を折れ線グラフで表示し、換気設備の運転効果を視覚的に確認及び検証する。

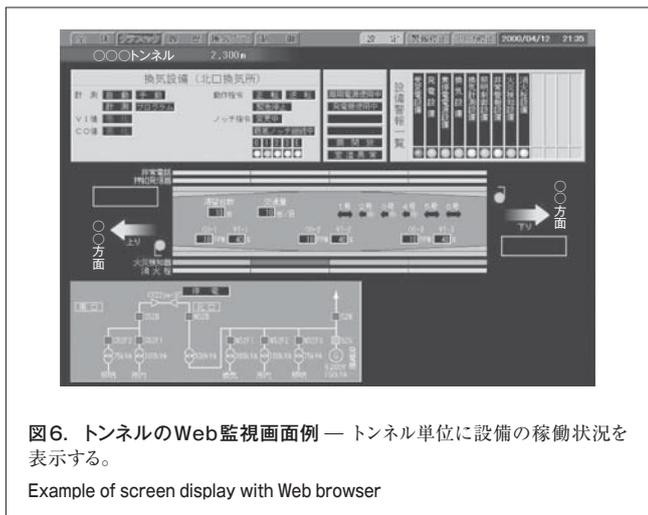


図6. トンネルのWeb監視画面例 — トンネル単位に設備の稼働状況を表示する。
Example of screen display with Web browser

3.3 今後の取組み

当社は、いっそうのトンネル管理業務の高度化や効率化の要求に対応するために、CCTVカメラや、道路情報システムなどと容易に連携できる遠方監視制御システムの開発を進めていく。

4 空港施設での航空灯火監視制御システム

4.1 航空灯火監視制御システム

航空灯火は、光の配列や色、光度、配光を適切に組み合わせることで、航空機の離着陸や地上走行に必要な各種の視覚ガイダンスを提供し、航空機の安全運航を支える視覚援助施設である(図7)。

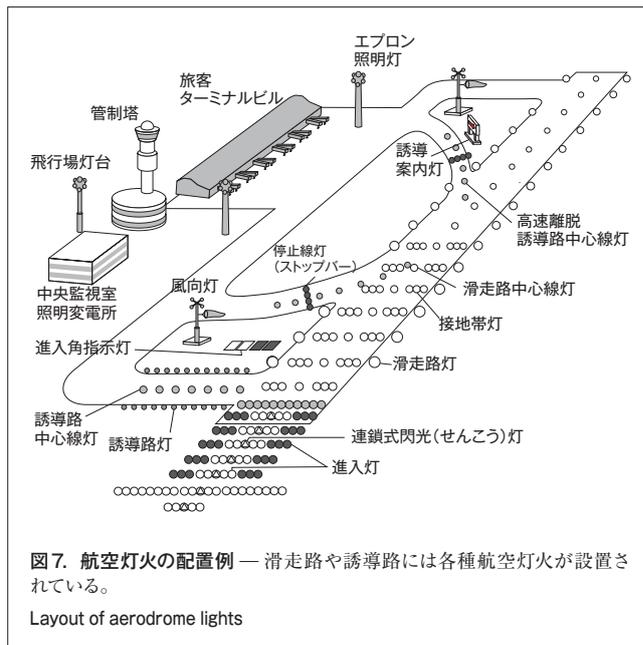


図7. 航空灯火の配置例 — 滑走路や誘導路には各種航空灯火が設置されている。

Layout of aerodrome lights

広い空港内に設置される航空灯火は、定電流調整装置で電流を一定に制御することで、光度を一定に保っている。

灯火の光度は、航空機パイロットから見えにくかったり、グレア(まぶしさ)を与えたりしないように、定電流調整装置の出力電流を調整し、適切な光度に制御している。

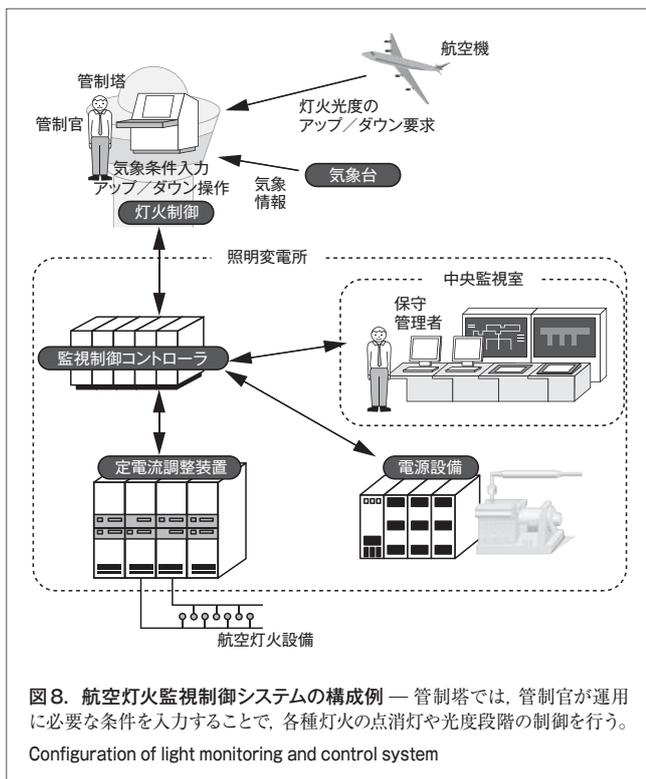
航空灯火監視制御システムは、航空機の安全な運航を支援するために、航空灯火とその関連設備を運用管理するための設備である。

4.2 灯火制御技術

航空灯火の監視制御場所には、管制塔と中央監視室がある。管制塔では、管制官が視程(滑走路を視認できる距離)や背景輝度(日中、薄暮、夜などの明るさ)、雲底高(雲の高さ)など運用に必要な条件を入力することで、自動的に各種灯火の点消灯や光度段階の制御をする。一方、中央監視室では、管制塔機能のバックアップのほか、定電流調整装置の出力電流値管理など、航空灯火とその関連設備を総合的に管理する(図8)。

灯火の光度は、航空機パイロットの個人差により、見えにくかったりグレアを与えたりする場合がある。その際、管制塔ではパイロットからの要求に従い、灯火群ごとの光度変更をする。航空機の着陸進入速度はおよそ300 km/hと高速なため、灯火制御には高い応答性が求められる。このため灯火制御には、高速処理が可能な計測・制御用コントローラを用いている。

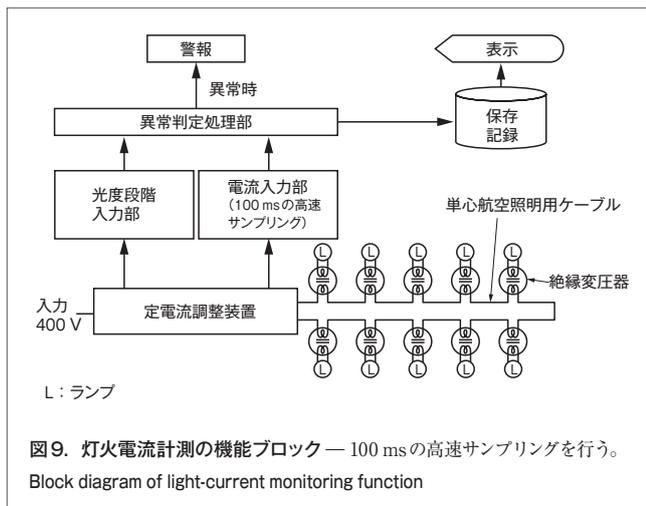
また、このシステムは空港の運用を担う重要な設備であり、高い信頼性が必要とされている。そのため、システムを構成する主要装置と伝送路を二重化し、処理部を分散化するなど、一部の装置の故障が空港の運用に影響を及ぼさないような構



成とし、システムの信頼性を確保している。

4.3 灯火計測技術

航空灯火は、パイロットに対する視覚ガイダンスであり、灯火回路に電源を供給している定電流調整装置の出力電流の低下は、重大事故につながる可能性がある。このため、航空灯火の運用管理では、灯火回路の電流値を適切に計測し、管理することが求められている。



このシステムでは、定電流調整装置の出力電流を100 msの高速サンプリングで計測して入力し、記録及び保存している。また、各光度段階に対する電流出力精度を定め、この範囲から逸脱した場合は、中央監視室に警報を発報する(図9)。大規模空港では、100台を超える定電流調整装置の出力電流を計測し、管理している。

4.4 今後の取組み

当社は、このシステムに関連してXMLを応用した遠隔監視技術、電力線搬送波を用いた航空灯火断芯(しん)位置検出技術を開発し納入してきた。更に、A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control System:先進型地上走行誘導管制システム)などの先進技術を研究開発していく。

5 あとがき

ここでは、ビル・道路・空港における計測・制御システムの一例を述べた。

当社は、これらの社会インフラシステムの構築で培ったシステム技術や計測・制御技術に関する総合力を生かし、今後も、各分野でユーザーニーズを先取りする技術提案及び開発をしていく。

文 献

- (1) 池田耕一. ビルにおける計測と制御. 東芝レビュー. 60, 10, 2005, p.22-25.
- (2) 篠原哲哉. ほか. 社会インフラの安心・安全を支えるシステム技術. 東芝レビュー. 60, 7, 2005, p.63-66.



砂盃 裕司 ISAHAI Yuji

社会システム社 社会システム事業部 施設システム技術第二部主務。ビル・道路・空港などの監視制御システムの研究・開発とエンジニアリング業務に従事。電気設備学会会員。Infrastructure Systems Div.