

航空機ストップバー灯システム

Stop Bar Light Control System

後藤 秀範
GOTO Hidenori

菅野 幸夫
SUGENO Yukio

岡部 明納
OKABE Tomonori

航空機ストップバー灯システム(以下、STBLシステムと略記)は、滑走路に接続した誘導路に横断するよう設置された赤色灯火(ストップバー灯(以下、STBLと略記))を点灯/消灯することによって、滑走路に誤進入する航空機を防ぎ、滑走路を防護するためのシステムである。このSTBLは、ICAO(国際民間航空機関)の定める、滑走路視距離(RVR)550 m未満で運用が行われる飛行場には必要不可欠な灯火と定められており、わが国では、新東京国際空港、東京国際空港C滑走路、関西国際空港と整備され、今後主要地方空港に展開されていく予定である。このシステムは、飛行場の視界が悪い状態で使用されることから、システムの信頼性、応答性、更には航空機に対する安全性を考慮してシステムを構築し、前述の3空港にこのシステムを納入した。

A stop bar light control system is a system for preventing aircraft from incorrectly advancing into a runway and protecting runways by turning on and off red lamps installed across taxiways that lead into runways. The stop bar light system is an indispensable light system prescribed by the International Civil Aviation Organization (ICAO) for airports in which the runway visual range (RVR) is less than 500 meters. This stop bar light control system has been installed at the New Tokyo International Airport in Narita, the Tokyo International Airport in Haneda, and the Kansai International Airport, and is planned to be installed at local airports in Japan from now on.

Since this system is used in conditions of poor visibility, Toshiba constructed it for installation at the above three airports fully taking reliability and responsiveness of the system and aircraft safety into consideration.

1 まえがき

STBLは、滑走路に接続した誘導路に横断するよう設置された赤色灯火である。この灯火は、クリスマス諸島テネリフ空港や、スペインのバハラス空港で起こった、視界の悪い状況で着陸してきた航空機と、離陸しようとしていた航空機が、滑走路上で衝突した事故を教訓として、低視程の状況で、運用中の滑走路に誤って航空機が進入し、滑走路上で航空機どうしが衝突する事故を防止するための灯火である。

STBLシステムは、STBLを点灯/消灯制御することによって、滑走路に進入する離陸航空機に対して、停止/進入許可を与え、運用中の滑走路を防護するためのシステムである。

2 STBLシステムの必要性

近年は航空需要の増大に伴い、就航率の向上及び定時性の確保がますます要求されている。そこで、天候状態にかかわらず、航空機の安全運航が行える、全天候運航の必要性が高まっている。また、飛行場の視覚援助施設は、ICAO“第14付属書”により規定されており、この中でSTBLは、RVR 550 m未満で運用を行う飛行場には必要不可欠な灯火と定められている。

このSTBLシステムは、日本の3大空港である、新東京国際空港、東京国際空港(C滑走路)、関西国際空港に導入され、現在運用が行われている。今後は、主要地方空港にも導入・設置されていく予定である。当社は、現在運用が行われている3空港に、STBLシステムを納入した。

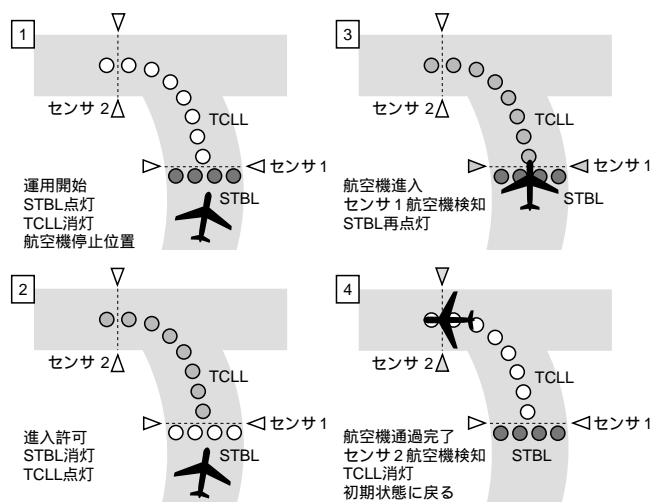


図1 . STBLシステムの基本動作 航空機の位置とSTBLとT CLLの点灯/消灯状態を表している。

Basic operation of stop bar light control system

3 STBL システムの基本動作

STBLシステムは、航空機が誘導路から滑走路に進入する際、STBLとSTBLから先の誘導路中心線灯(以下、TCLLと略記)を連動して点灯/消灯することによって、滑走路に進入しようとする航空機に対し停止/進入許可を与えるシステムである。このシステムの基本動作を図1に示す。

4 システムの構成

全体構成を図2に示す。構成要素は、次のとおりである。

- (1) 運用卓 管制塔に設置され、STBLシステムの運用開始/終了を行うとともに、航空機に対する進入許可を与える。
- (2) 運用卓コントローラ 運用卓とデータ処理装置間で、データの送受信を行う。
- (3) データ処理装置 STBLシステムのメインコントローラであり、運用卓からの信号処理、センサ及び端末制御器からの信号処理、STBLとTCLLの点灯/消灯制御、並びに進入許可を与えていない航空機が、誘導路に進入したことを検出する不正通過の判断を行う。

- (4) 操作卓 監視室に設置され、運用卓のバックアップ機能を備える。更に、保守員の日常メンテナンスに必要な機能を備える。
- (5) 信号伝送装置 誘導路わきの屋外フィールドに設置され、データ処理装置と端末制御器間のデータの送受信を行う。STBLシステム用として新規に開発した。
- (6) 端末制御器 屋外誘導路わきのハンドホールに設置され、STBL及びTCLLの点灯/消灯制御を行う。STBLシステム用として新規に開発した。
- (7) センサ 10.525 GHzの遮断型マイクロ波センサを使用している。誘導路を走行する航空機がマイクロ波を遮断することにより航空機を検出する。

4.1 システム機器の選定

STBLシステムは、移動する航空機に対して灯火を制御すること、更には、低視程の状況下で運用されることから、システムの応答性能及び信頼性を確保するために、次の装置を採用した。

- (1) データ処理装置(PCS6000)
 - (a) プロセッサ 汎用32ビットマイクロプロセッサと演算専用プロセッサ(32ビットASIC(用途特定IC))のマルチCPUシステム

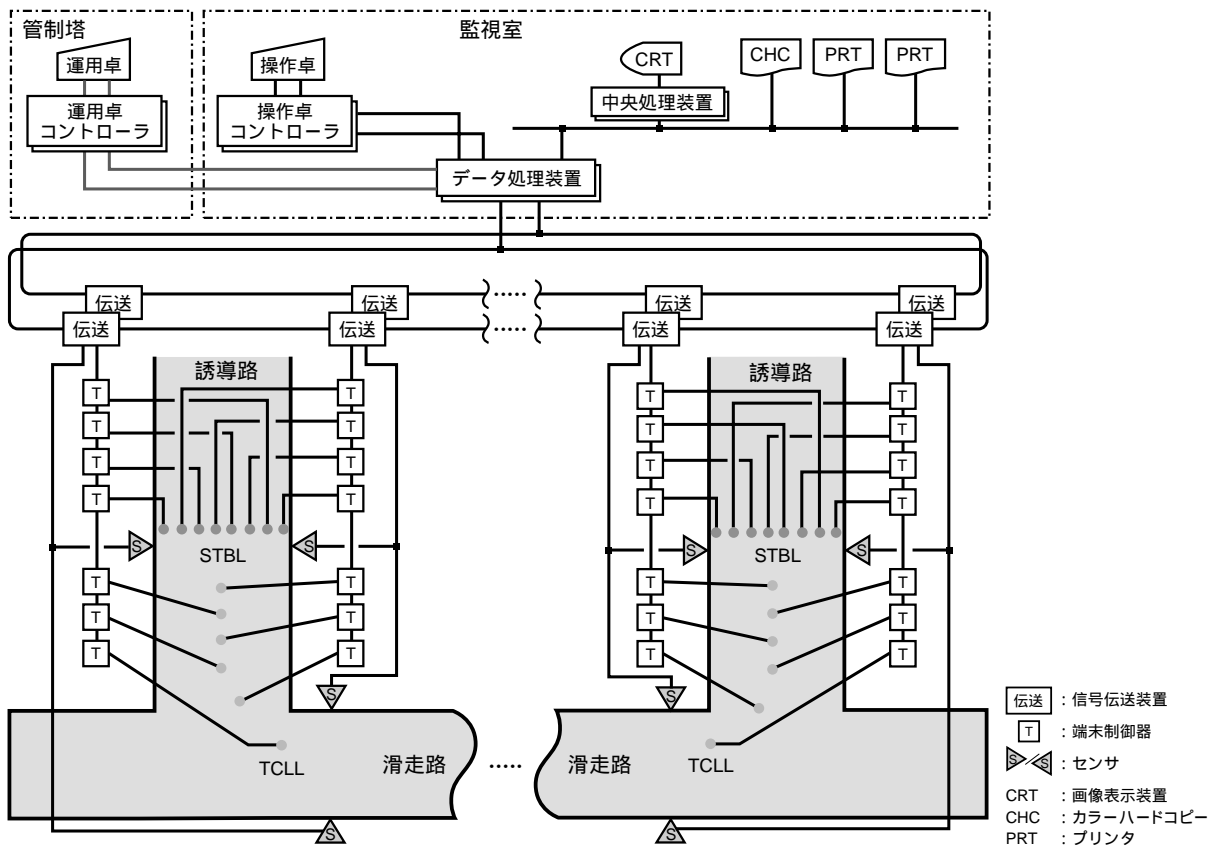


図2 . STBLシステムの構成 管制塔の運用卓で操作された情報を、データ処理装置で判断し、信号伝送装置を介して対象の端末制御器を制御する。
Configuration of stop bar light control system

- (b) プログラムメモリ 96 K ステップ
- (c) データメモリ 240 K ワード
- (2) データ処理装置 - 信号伝送装置間
 - (a) 伝送路構成 光二重ループ
 - (b) 信号伝送装置接続台数 最大32台
 - (c) 伝送ケーブル長 システム全長最大30 km
 - (d) 伝送速度 2 Mbps
- (3) 信号伝送装置 - 端末制御器間
 - (a) 端末制御器接続台数 最大63台
 - (b) 最長伝送可能距離 1 km
- (4) 応答性能 信号伝送装置32台すべてに、端末制御器63台を接続した最大システム構成時に、運用卓からすべての端末制御器を1秒以内に制御できる。

4.2 システム機器の冗長化

STBLシステムの各装置は、システム機器異常時やメンテナンスを考慮して冗長化を図っている。STBLシステムのメインコントローラであるデータ処理装置をはじめとし、運用卓コントローラ、操作卓コントローラ、信号伝送装置、及び伝送路が二重化構成となっている。

このため、万が一、運用系に異常が発生した場合でも、ホットスタンバイしている待機系に瞬時に切り換わり、管制官に運用系から待機系への切り換えを意識させずに、運用に支障を与えることなく連続した運用を継続することができる。

4.3 データ処理装置ソフトウェアの構築

STBLシステムのメインコントローラであるデータ処理装置は、システムの運用状態によって、システム故障時の航空機に対する安全性を考慮した、ソフトウェア構成としている。

- (1) STBLシステム非運用中 STBLシステムが非運用中に、システム構成機器に異常が発生した場合は、通常運用されている航空機の運航に支障を与えてはならない。また、STBLシステムは低視程の状態で使用されるものであり、1年間を通して運用時間が少ない。このシステムの異常により、通常の灯火制御に影響を及ぼしてはならない。このため、非運用中に構成機器の異常が発生しても、STBLが点灯しないように制御している。
- (2) STBLシステム運用中 STBLシステムが運用中に、構成機器の異常が発生し、この異常によりSTBLの制御に支障を与える場合には、必ずSTBLを点灯させ、滑走路を防護するように制御する。システム異常により、STBLが点灯している状態で運用が終了した場合には、航空機の通常運航に支障を与えることがないようにSTBLを消灯制御している。

5 新規開発装置

5.1 信号伝送装置の開発

信号伝送装置の外観を図3に示す。



図3. 信号伝送装置の外観 信号伝送装置は、飛行場内フィールドに設置されている。
Local station

信号伝送装置の開発のポイントは、次のとおりである。

- (1) 装置の小型化 空港内フィールドに設置するため、航空機の運航に障害を与えない構造とし、専用基板を開発することにより小型化を図った。
- (2) 風速90 m/sに対応 台風を考慮し、風速90 m/sに耐え得る構造とした。
- (3) 施工性の向上 運用中の空港に設置することから、夜間数時間の作業となる。そのため、設置・配線の作業性の向上が重要であり、以下の対策を実施した。
 - (a) 据付け工事用部品の事前取付け
 - (b) ケーブル配線作業時間の短縮を図るため、端子台を最適な位置に配置
 - (c) 配線図のシールを扉裏面にはり付け
- (4) 信号伝送装置の機能 信号伝送装置の概略機能を以下に示す。
 - (a) 端末制御器監視機能
 - (b) 航空機検知センサ監視機能
 - (c) 二重化切換機能
 - (d) 自己診断機能

5.2 端末制御器の開発

端末制御器の外観を図4に示す。

端末制御器の開発のポイントは、次のとおりである。

- (1) 水没するハンドホールに設置 端末制御器は誘導路わきのハンドホール(1 m³程度のコンクリートボックス)内に設置される。雨水による水没や泥などの流入があるため、防水性、防塵(ぼうじん)性を考慮し、防塵防水保護規格IP68の保護等級とした。
- (2) フィルムカットアウト対応 端末制御器と灯火は、1:1の接続と、1:N(直列灯火接続)の接続がある。1:Nの場合には、灯火の断芯(だんしん)で端末制御器に接続される灯火がすべて消灯することを防ぐため、個々の灯火ごとに断芯(回路オープン)によって発生する過電圧で短絡するフィルムカットアウト素子を使用し



図4 . 端末制御器 防水・防塵性を考慮した構造になっている。
Addressable switching unit

ている。このため、1 : Nで使用される端末制御器には、断芯発生時にフィルムカットアウト素子を動作させるための制御回路を設けている。

- (3) 端末制御器の機能 端末制御器の概略機能を以下に示す。
- (a) 灯火点灯 / 消灯制御機能
 - (b) 灯火断芯検出機能
 - (c) 灯火点灯 / 消灯状態監視機能
 - (d) 自己診断機能
 - (e) フェールセーフ機能

5.3 信号伝送装置と端末制御器の性能及び機能

信号伝送装置と端末制御器の性能及び機能は、システムの応答性、安全性及び信頼性を左右することから、これらについて十分検討した。

- (1) 応答性の確保 データ処理装置と信号伝送装置間は光伝送によるスキャン方式を採用し、信号伝送装置と端末制御器間はLON^(注1)伝送(78 kbps)を採用し、非確認応答方式によるポーリング方式^(注2)とすることで、データの授受の確認をしながら高速応答を実現した。以上により、管制塔運用卓からすべての端末制御器の点灯 / 消灯制御を1秒以内で処理できるようにした。
- (2) 安全性の確保 このシステムは、霧や豪雨などの気象条件が悪化した際に運用されるため、各装置の異常時のフェールセーフが重要である。端末制御器は、灯火を安全モード側に制御するためのフェールセーフ機能を持ち、端末制御器で内部故障が発生した場合には、システム運用中 / 非運用中の条件により、灯火を点灯又は消灯に制御している。

信号伝送装置は、光伝送路の異常やデータ処理装置

に異常が発生した場合に、信号伝送装置がその異常を検出し、端末制御器のフェールセーフ機能を動作させている。また、信号伝送装置と端末制御器間の伝送は、それぞれ自己診断機能と相互診断機能を持つ。端末制御器は、信号伝送装置との伝送が一定時間停止したことを検出し、フェールセーフ機能を動作させる。

- (3) 信頼性の確保 信号伝送装置は屋外フィールドに設置にされることから、データ処理装置と信号伝送装置間の伝送路には光伝送を採用し、雷サージなどの影響をなくした。また、ループ伝送を採用することで、万が一信号伝送装置が破損されても、ループバックにより、他の信号伝送装置との伝送が継続できるようにした。また、装置の二重化に伴い、信号伝送装置と端末制御器との伝送は、信号伝送装置の運用系と待機系のどちらかの指令により切り換わる後信号優先方式を採用し、運用系から待機系に切換えできるようにした。

6 あとがき

このシステムが導入されたことにより、低視程時における管制官とパイロットの作業負担が軽減されるとともに、航空機に対する安全性の確保に貢献できるものと考えられる。

更に近年、ヨーロッパを中心とした世界各国において、A-SMGCS(先進型地上走行管制システム)の開発・導入が検討され、進められている。このA-SMGCSは、航空機の地上走行をコンピュータによって自動・省力化を図り、より安全に、かつ効率的に低視程時の航空機の地上走行誘導管制を行うことを目的としたシステムである。STBLシステムはA-SMGCSシステムの一部を担うシステムであると考えられる。

わが国におけるA-SMGCSは、今後、必要機能要件の整理、システム開発、プロトタイプ導入と進められていく予定である。今回、STBLシステムで培った、航空機に対する安全性、システムの応答性を確保する技術を基に、わが国におけるA-SMGCSの開発・構築に貢献していきたい。



後藤 秀範 GOTO Hidenori

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 施設システム技術第一部主務。空港システムのエンジニアリング業務に従事。電気設備学会会員。

Public & Industrial Systems Div.



菅野 幸夫 SUGENO Yukio

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 社会インフラシステムソリューション部主務。空港システムのシステム設計業務に従事。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



岡部 明納 OKABE Tomonori

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 社会インフラシステムソリューション部主務。空港システム開発業務に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems

(注1) LONは、Echelon社の商標。

(注2) 信号伝送装置1台に対して、端末制御器が複数台接続されている伝送制御方式の一つ。