

休山トンネル換気設備への遠方監視制御システム導入

中山 淳* 中本 圭介**

Remote Monitoring and Control System for Yasumiyama Tunnel Ventilation System

by Atsushi NAKAYAMA, & Keisuke NAKAMOTO

A tunnel ventilation monitoring and control system for Yasumiyama Tunnel is introduced. This tunnel is a combined tunnel for both pedestrians and vehicles, thus necessitating control over exhaust gas and noise of vehicles, on top of controlling the emission of such gas for environmental protection. The following outlines this system.

Keywords: Tunnel, Ventilation system, Remote monitoring, Control system, Emergency facilities

1. ま え が き

広島県の幹線道路である国道185号において呉市内と阿賀地区をまたぐ呉峠をバイパスする休山トンネルは、交通渋滞を緩和することを目的とした歩道付き道路トンネルで、2002年3月に供用開始となった。換気設備は、車両によるトンネル内空気の汚染を防止するとともに、地域の環境に配慮し、トンネル坑口から排気ガスの流出抑制を目的として設置された。休山山頂の立坑換気所に

設置の動翼可変式排風機（写真1）2台によりトンネル中央の排気口から集中的に排気し、両坑口からバランスよく吸気するために圧力調整用としてジェットファン（写真2）5台が設置されている。

しかし、朝夕には多くの車両が流入するため渋滞が激しく、車両による排ガスや騒音にさらされるトンネル内歩行者に対して環境改善が急務となっていた。

環境改善工事として歩道と車道をしゃ断するための隔壁を設置する工事が別途施工され、これに先立ち換気設備側の対策工事として「換気制御の改善」「遠方監視制御システムの導入」を行った。



05-94 01/207

写真1 排風機
Photo 1 Exhauster fan



05-94 02/207

写真2 ジェットファン
Photo 2 Jet fan

* 風水力事業本部 システム事業統括 風力システム部
** 同 同 電気制御システム部

2. 換気制御の改善

休山トンネルにおいては、トンネル中央から集中的な換気を行う「中央集中排気方式」を採用しているため、トンネル内に排ガスが常に集まる傾向となる。このため、換気設備だけでは根本的な歩行者環境の改善を行うことはできない。しかし、排ガスをいち早くトンネル内から排気することは可能であるため、朝夕のラッシュ時や自然風の状況により柔軟に対応できる制御内容へと改善を行った。

2-1 換気制御

納入初期の換気制御は換気必要風量に応じて排風機を運転し、更にトンネル内風向の計測信号でジェットファンの運転台数・風向をあらかじめ設定された条件で運転するものであった（写真3）。

これは、設定値フィードバック制御のためジェットファンの発停、正転逆転の頻繁な切替え運転を抑制することができ、機器保護や電力量削減の面で優れ多くのトンネルで採用されている方式であるが、ジェットファン運転が排風機運転風量に連動するよう設定されているため自然風の急な変動などに対する追従が遅れる傾向がある。

2-2 改善後の換気制御

自然風変動などへの追従をより良くするため、ジェットファン運転台数、風向の切替は風向風速計の計測値により決定し、排風機の風量段階に関係なく制御できるように改造を行った（図1）。

その結果、排気口をはさんだ左右区間の風速バランス

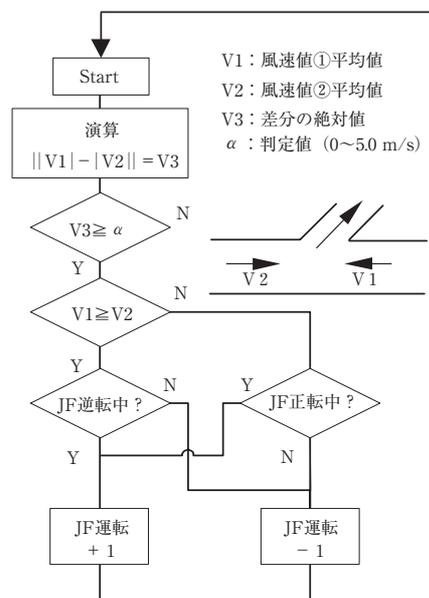


図1 ジェットファン（JF）制御の基本的考え方
Fig. 1 Block diagram of jet fan

は、ほぼ同風速で排気口に集まるようになり、自然風の変動などの外乱によるバランスの変化に対する追従性が改善された。

また、朝夕のラッシュ時にジェットファン運転台数制御に対して遠方から手動操作を可能にするように、遠方制御対応改造を本工事において同時に行い、トンネル内環境に対してより柔軟に対応できる設備となっている。

3. 遠方監視制御システムの導入

抜本的な対策である隔壁工事が行われるまで換気設備が何らかの要因で停止することは、トンネル内環境に著しい影響を及ぼすため、点検員の巡回だけでなく継続的な設備の監視と稼働状況の把握の必要性があったので、当初設備では換気制御盤だけを遠方にて監視していた。しかし、トンネル内環境に柔軟に対応するためジェットファンの制御に対して遠方からの手動操作を可能とする設備が求められた。

このため、現場設備の稼働状況を広島国道事務所にて常時監視し、必要に応じて遠方操作可能とする遠方監視制御システムを導入した。

3-1 遠方監視制御システムの概要

3-1-1 管理対象施設

本システムは、管理対象施設である休山トンネルを広島国道事務所・呉国道出張所から監視操作するものであ



写真3 換気制御盤・計測盤

Photo 3 Ventilation control panel & measurement panel

05-94 03/207

る。将来、広島国道事務所管轄の複数のトンネル設備を、本システムで集中監視し、広域監視システムの役割を担うことを前提としている。

3-1-2 システム構成

本システムのシステム構成図を図2に示す。

また、遠方監視操作システムを写真4に示す。

(1) 機器構成

本システムの主要機器について以下にまとめる。

①監視操作卓

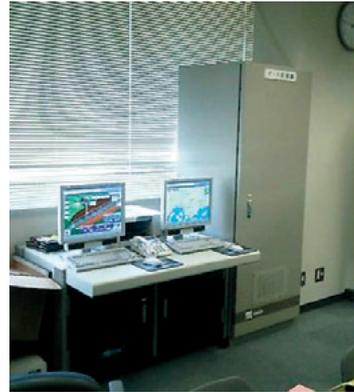
監視操作卓にて、運転状況やトンネル環境測定値の監視を行えるとともに、ジェットファン・排風機の遠方操作が可能である。また、トレンドグラフ、運転・故障履歴、帳票の表示及び、プリンタによる印刷が可能である。

②データ処理盤

休山トンネルから伝送されたデータを収集・加工・保存する機能を有する。データ処理装置・通信インターフェース装置などを有し、時刻管理も本盤で行うことができる。

④データ伝送盤

休山トンネルのデータを遠方に受け渡す装置である。PLC（プログラマブルコントローラ）を有し、換気制御盤・計測盤・消火ポンプ盤から信号収受を行う。



05-94 04/207

写真4 遠方監視制御装置外観

Photo 4 General view of remote monitoring and control system

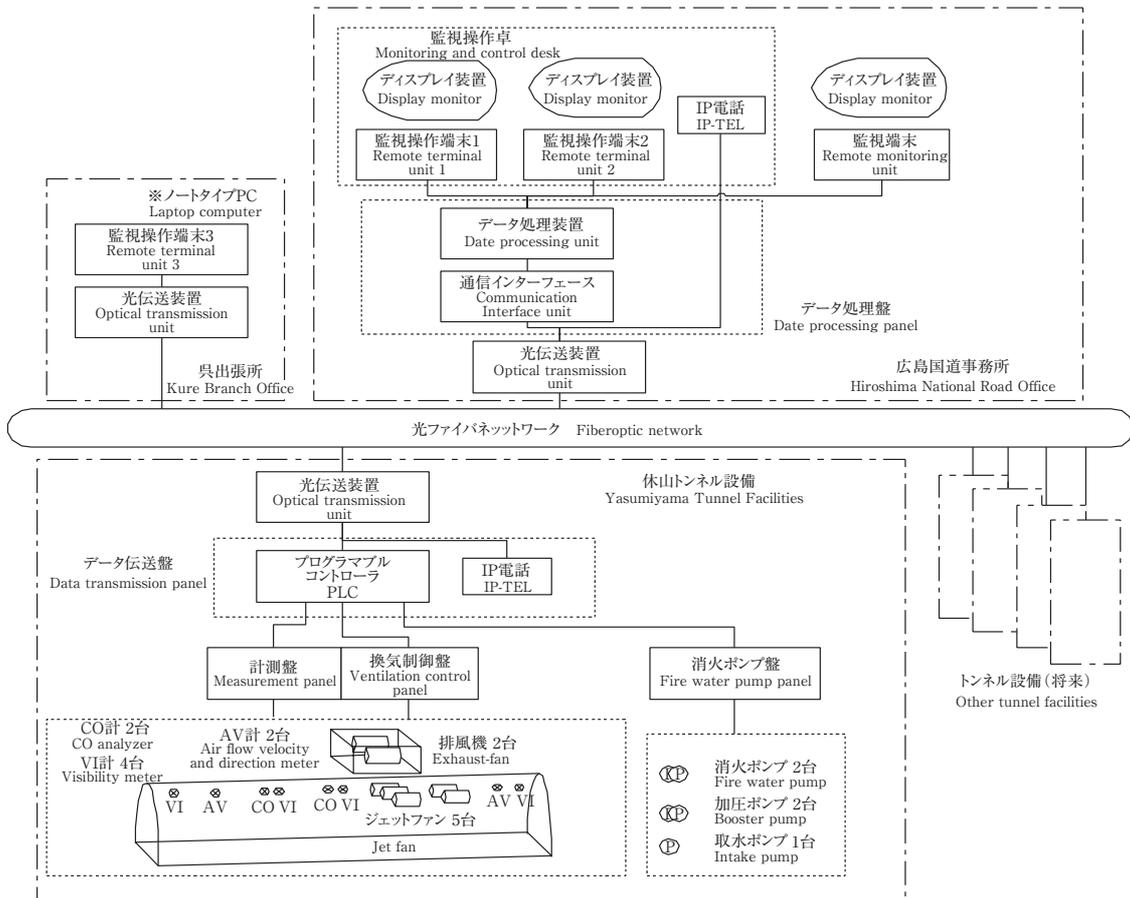


図2 システム構成図
Fig. 2 System diagram

(2) 伝送系統

本システムは、火災等の緊急時にもデータ収集・遠方操作機能が正常である必要があり、伝送系統にも信頼性が求められる。そのため、事務所・出張所・施設に設置されている伝送装置にて本システム用にVLANを設定して、専用帯域を確保し、他設備のネットワーク負荷に影響されないよう配慮した。

3-2 遠方監視操作システムの機能概要

遠方監視操作システムの機能を以下に示す。

3-2-1 広域監視機能

各設備の運転状況をグラフィック画面で表示し、各所轄の対象施設が1画面で監視できるようにした(図3, 4)。

広域監視画面では、各出張所の対象設備の運転状況が監視可能である(現在は、呉出張所だけ)。

3-2-2 換気設備・消火設備の監視・操作機能

トンネル設備の運転・故障状況を把握する機能を有し、トンネル換気設備グラフィック画面(図5)、消火設備グラフィック画面(図6)、トレンドグラフなどで

表示する。また、換気設備のグラフィック画面は、3D(3次元)表示とし、換気風の流れを換気設備運転と連動したアニメーションにより表示させ、トンネル機能を分かりやすく表現した。通常、トンネル設備の画面は、2次元の平面的な画面であるが、本画面では、3D表示のため全体把握が容易である。また、見学者への機能紹介にも活用される。

遠方監視操作設備からの操作については、換気設備に対し可能とし、グラフィック画面から操作画面を呼び出すことにより操作可能にした。遠方操作では、機場の状態により操作不可である場合は、操作ボタンを押さないような仕組みを設けてある。また、誤操作防止の観点から、2挙以上の操作とした。遠方監視制御装置でも、通常自動モードで運転されている換気設備を、オペレータがジェットファン運転台数だけ手動介入できるジェットファン手動モードを設けた。制御方式の改造により、自動モード下でジェットファンと排風機を連携させず、風量に対しジェットファン運転を行うようにしたため、ジ

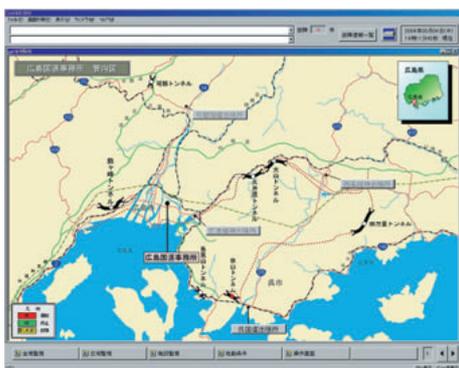


図3 広域監視画面(事務所)
Fig. 3 Graphic display of monitored area (Office)



図5 監視画面(換気設備)
Fig. 5 Graphic display for monitoring (Fan facilities)



図4 広域監視画面(出張所)
Fig. 4 Graphic display of monitored area (Branch office)



図6 監視画面(消火設備)
Fig. 6 Graphic display for monitoring (Fire extinguish facilities)

ェットファン単独で台数変更を可能とし、オペレータ判断によりトンネル内風量・風向の調節を可能とした。

3-2-3 データ管理機能

運転、停止一覧及び故障一覧を時系列の一覧表に作成する機能があり、日報、月報の作成も可能である。またそれらは、プリンタ装置にて印刷することができる。保存機能として、接点データは10000件、アナログデータ、帳票は過去13箇月間保存でき、MOへの保存も可能である。図7に日報画面を示す。

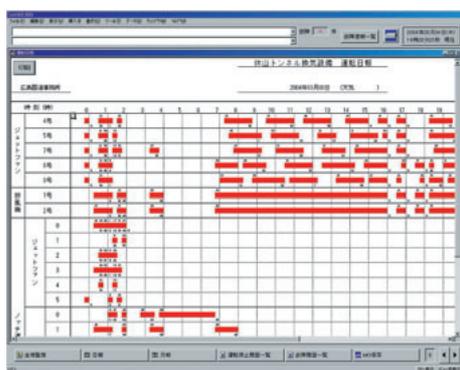


図7 監視画面（日報）

Fig. 7 Graphic display for monitoring (Daily report)

3-2-4 故障・異常対応機能

トンネル設備では、通常の機器故障も重要であるが、火災発生時には、即座に関係職員が状況を把握できなければならない。そのため、本システムでは、火災を含む故障発生時には、画面上のメッセージ表示のほか、音声でも故障を通知する。また、監視操作卓と機械課職員は別階であるため、機械課に監視専用の端末を設置した。万一監視端末がダウンした際でも、スピーカから故障発生を知らせる音声を発報可能とした。更に、換気制御盤にて操作している職員と、監視画面を見ながら会話ができるよう、専用のIP (Internet Protocol) 電話も設置した。

4. あとがき

当社はこれまで数多くのトンネル換気設備を納入してきたが、休山トンネルのように歩道用隔壁が設置された例は数少ない。今回このようなトンネルに、歩行者への環境改善を含め運用性の向上を実現した本システムを導入できたことは、大きな実績となった。

結びに、工事に当たり、適切にご指導を絶えずいただいた広島国道事務所機械課、呉国道出張所はじめ関係各位に心から謝意を表す。

