

# 新しいトンネル換気制御方式による電力量削減効果の検証について

豊岡河川国道事務所 機械課 機械係長 中安 真也

## 1、はじめに

道路トンネルでは、通行車両の安全で快適な通行を確保するため、自動車から排出される汚染物質を排出するための換気が必要である。換気設備は、電気料金をはじめとして多額の運転経費を必要とし、これらの維持管理費のコスト削減およびこれら設備の点検に伴う交通規制の縮減が課題となっている。

本検討は、トンネル換気設備の運転コスト及び保守管理コストの縮減について検討を進めている「トンネル換気設備維持管理検討委員会（委員長：立命館大学工学部深川良一教授）」において実施したものである。本報告は、トンネル換気設備の運転コストについて大幅な削減効果が実証されたのでその成果報告するものである。

## 2、トンネル換気設備の実態

2.1、近畿地方整備局管内のトンネル換気設備実態は、図 - 1 に示すように近畿地方整備局管内の15トンネルに換気設備が設置されている内、11トンネルがジェットファン方式、4トンネルが排風機方式となっている。

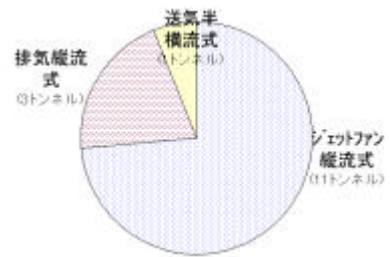


図 - 1 換気方式の割合

2.2、トンネル換気設備にかかる維持管理コストに占める割合は、図 - 2 に示すように電気料金が約5割、残り5割が点検整備・オーバーホール費と言った実態となっている。

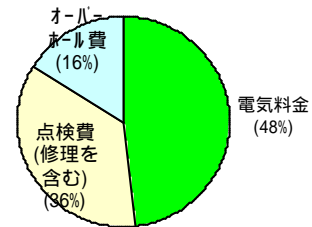


図 - 2 維持管理コスト割合

## 3、新トンネル換気制御方式による電力量削減効果の検証

### 3.1、検証施設および検証期間

検証施設 : 南但馬トンネル 延長1,224m (対面交通)  
換気方式 : 縦流式  
換気設備 : ジェットファン口径 1,030mm (25m<sup>3</sup>/s × 30kw) × 9台  
検証前の換気制御方法 : V I 計( 1)及びC O 計( 2)によるフィードバック制御  
検証期間 : 平成15年1月1日～平成15年12月31日(365日間)

### 3.2、検証方法

トンネル換気制御方式をVI計、CO計、AV計(3)計測値を用いた「フィードバック(FB)制御」から、トンネル坑口に設置する簡易交通量計〔TC計(4)〕計測値を追加した**省エネ環境対応型ファジー制御**に切り替え、電力量低減等の効果を、換気制御盤に設置された積算電力計および電気料金において確認した。



写真-1 簡易交通量計測装置設置状況

- 1: VI計(Visibility Meter)煙霧透過率測定装置
- 2: CO計(Carbon Monoxide Analyzer)一酸化炭素検出装置
- 3: AV計(Air Flow Velocity and Direction Meter)  
風向風速測定装置
- 4: TC計(Traffic Counter)交通量測定装置



図-3 ファジー制御装置

### 3.3、省エネ環境対応型ファジー制御の概要

従来のフィードバック制御は、図-4に示すようにトンネル内の両坑口付近に設置されたVI計及びCO計でトンネル内の煤煙と一酸化炭素濃度の状態を計測し、煤煙等による坑内環境の悪化に対し改善の必要性を判断し、換気ファンの運転(台数)・停止を行う制御方式のため、運転の遅れによる坑内環境の悪化や過大な運転を生じやすい状況にある。

それに対し、今回検証した新換気制御方式は、坑口に設置した簡易交通量センサーの実測交通量から十数分後の坑内全域わたる交通量及びこれらの交通車両から排出される煤煙及び一酸化炭素濃度を予測する。そして、事前に必要な換気ファンの運転・停止制御を行い、坑内煤煙濃度等の悪化に対して遅れのない換気運転が可能となった。また、坑内全域にわたる均一なトンネル内環境の改善ができると共に換気設備の延べ運転時間を大幅に削減することが可能となった。

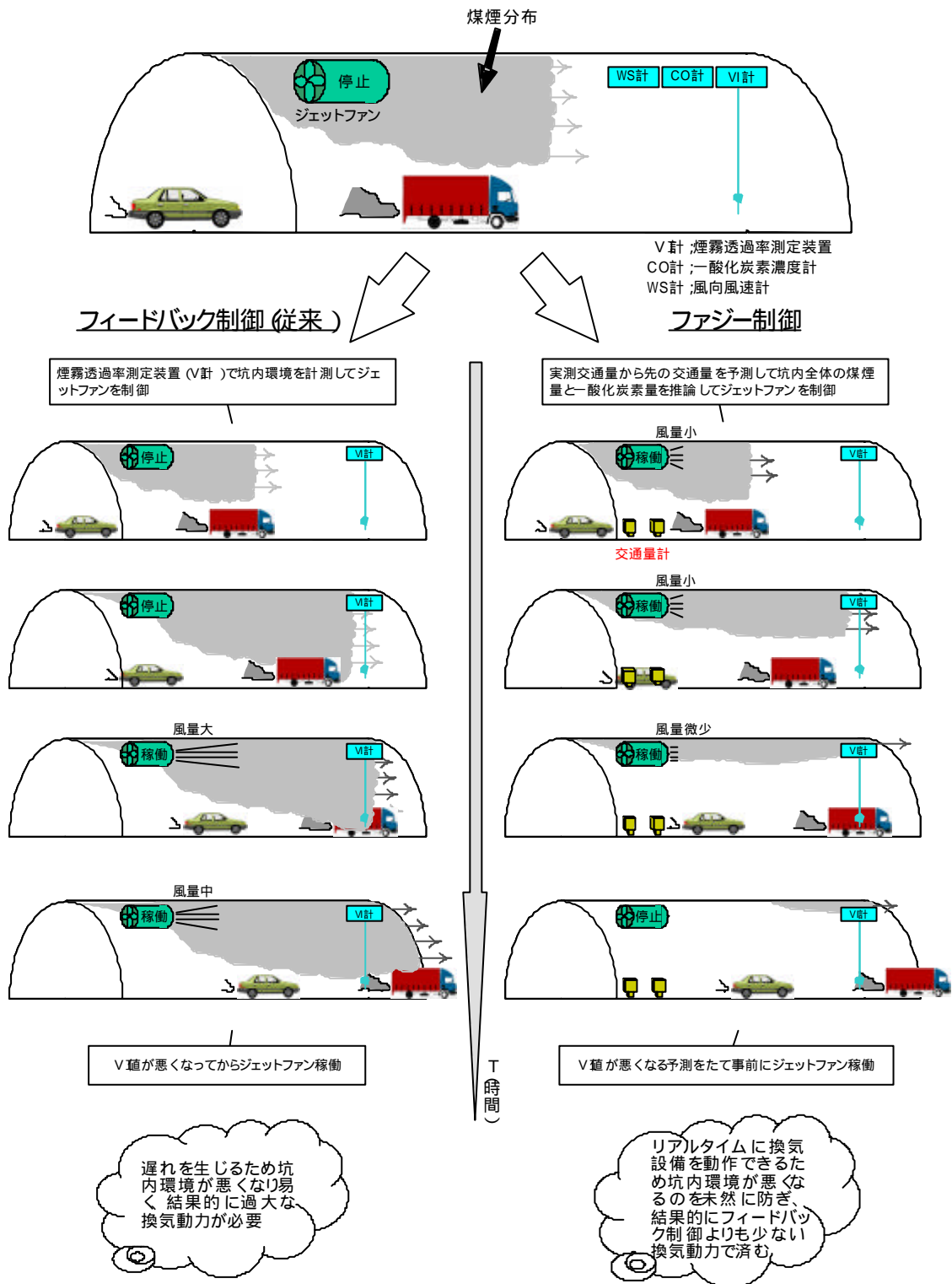


図 - 4 ファジー制御のイメージ (従来のフィードバック制御との比較)

- 5 V I 値 : 煙霧透過率測定装置 (V I 計) において測定する値で、坑内に設置し投受光部 (100m 間) の光の到達量を百分率で表したもの。V I 値 100% とは、投光部から発した光が全て受光部に到達した状況でよく見える状態を表し、V I 値 0% とは、その逆で受光部に全く光が届かない状況で見通しのきかない状態を表している。

## 4、実験の結果とその効果

### 4.1、換気設備電力量の削減

図 - 5 に過去3年間の月別平均電力量と同実験期間の使用電力量並びに交通量を示している。

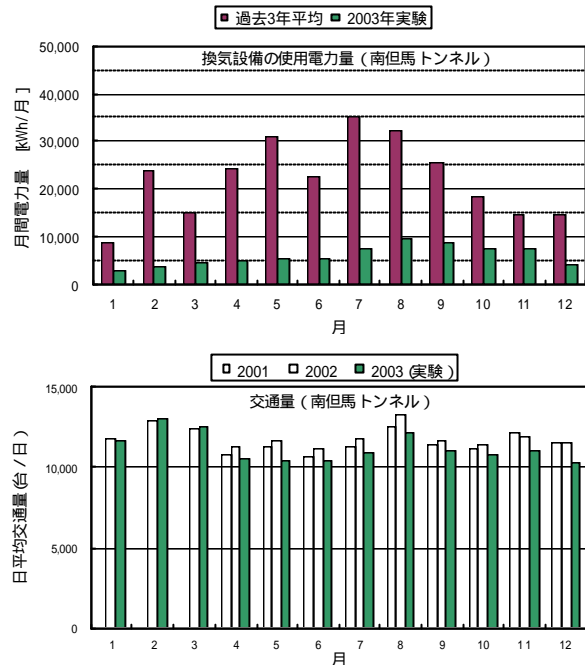
**換気電力量の約70%削減。1年間に約195,000(kWh)の電力量を削減。  
電気料金で約55%の削減。(年間約420万円の削減。)**

### 4.2、トンネル内環境の改善

図 - 6 は、従来のフィードバック制御と今回のファジー制御での坑内環境の変化を示したものです。

**ファジー制御では、従来のフィードバック制御に比べV I 最悪値のばらつきが少なくなり、坑内環境が改善されている。**

**両坑口付近のV I 値が近くなり、坑内全域にわたる環境が均一に改善されている。(VI-1、VI-2のV I 計測値が近づいている。)**



注) 2001年および2002年の交通量は常設の交通量計によるもので、2003年の交通量はファジー制御に用いる交通量計によるものである。両交通量計の設置位置は、数百メートル離れており、分岐が存在する。

図 - 5 換気設備の使用電力量と交通量

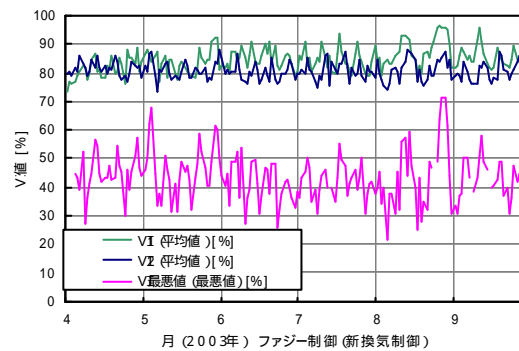
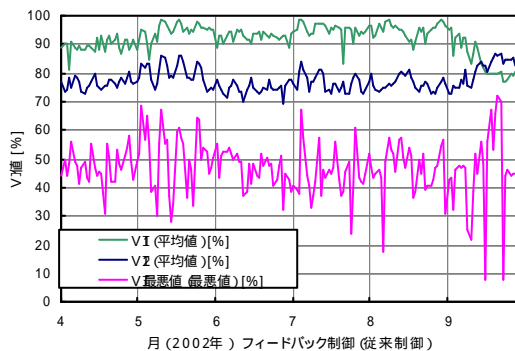


図 - 6 制御方式の違いによるトンネル内環境の比較

## 5、おわりに

- 5.1、今回、実証実験を実施した新しいトンネル換気制御方式である交通量予測ファジー制御方式は、トンネル内環境を均一に改善でき、しかも換気使用電力量の70%を削減が可能な極めて有効な制御方式であることが検証され、トンネル維持管理費の大幅な削減ができた。
- 5.2、今回の実証実験場所である南但馬トンネルのケースでは、新換気制御方式の導入コストは、4～5年で回収できる見通しである。
- 5.3、今後の課題としては、他トンネル(ジェットファン方式、排風機方式)での現地調査を実施しないで既存の交通量データ、坑内環境データ、過去の換気運転に要した電力量等から新換気制御方式の効果予測手法の確立をはかる予定である。