

トンネル内環境データを重視したトンネル換気設備更新設計

(株) エイト日本技術開発 ○井上 健太郎
(株) エイト日本技術開発 坂根 勇一
(株) エイト日本技術開発 日根 幸雄

論文要旨

トンネル坑内の換気設備において、必要とするジェットファン台数を算出するには、計画交通量、自然風 2.5m/s を用いることが一般的であり、算出結果次第では自然換気に対応可能となることもあるが、同条件で坑内排煙設備の必要性を算出すると、排煙設備が必要となる場合もある。

本トンネルでは換気設備の更新設計を行うため、ジェットファン台数を計画交通量、自然風 2.5m/s を用いて算出した結果、「自然換気に対応可」「排煙設備が必要」となった。また、周辺地においては「山間地のため霧の発生が極めて多く、換気設備は霧が発生すると稼働することが多い」ことから、どのような考え方に基づいてジェットファンの必要台数を決定するか難しい判断となった。

一方で、本トンネルは既設設備で実測データがあることからそのデータを有効活用し、「ジェットファンの稼働状況」「交通量」「風速に関するデータを整理した結果」を換気設備更新計画へ反映させた設計とした。

キーワード：換気設備更新設計、換気設備、排煙設備、霧対策、実測データ有効活用

まえがき

本報告は、福島県北地方と会津地方を結ぶ重要な幹線道路である国道 115 号土湯道路における、土湯トンネル(延長 3.36km, 対面通行 2 車線トンネル)の換気設備更新設計報告である。

本トンネルは供用後約 30 年を経過しており、換気設備の現状は JF (従来型) $\phi 1000$ が 10 台設置されているが、故障等により現時点で稼働しているのは 5 台である。

またトンネル周辺地では、山間地のため霧の発生が極めて多く、換気設備は霧が発生すると稼働することが多い。

以上の状況を踏まえ、本更新設計では、ジェットファンの稼働状況、交通量、風速に関する本トンネルの実測データを更新設計にどう反映するかが課題であった。

表-1 トンネル諸元

道路構造規格	第 3 種第 3 級
設計速度	50km/h
延長	3,360m
標高	1,100m
計画交通量	4,479 台/日

1. 設備更新設計の問題点と着目点

一般にトンネル新設設計において必要とするジェットファン台数を算出するには、交通量としては計画交通量、風速としては 2.5m/s を用いる。

この設計条件で本トンネルの計算をすると、坑内換気設

備は自然換気で可能であり、排煙設備は JFX (高風速型) $\phi 1000$ -4 台が必要になる。一方で、道路トンネル非常用施設設置基準・同解説(平成 13 年 10 月)には「排煙設備は換気設備の能力の範囲で(以下省略)」の記載があることから、本トンネルではジェットファンの採否について検討する必要があった。

以上の計算結果と現状を踏まえ、更新設計の方針としては、「換気設備の必要性」、「排煙設備の必要性」、「霧対策の必要性」について整理を行い、どのような考え方に基づいてジェットファンの必要台数を決定するか、難しい判断となった。

2. 実測データの有効活用

本トンネルは既設設備で実測データがあるため、それを整理して設計条件を決め、設計方針を決定することとした。

土湯トンネル内の計測装置のデータ(平成 27 年 1 月～12 月までの 1 年分)を以下の方法で整理した。

- ① 5 分間毎の交通量、VI, CO, 風向風速、JF 稼働が記録されているデータを元データとして用いた。
- ② 上記のデータを 1 日当たり、1 年当たりのデータとして整理することで、交通量(大型車混入率)、ジェットファン稼働状況、自然風や霧等の自然現象の傾向を確認した。

実測データを整理した結果の代表例として、3 月 8 日の記録を図-1 に示す。この日の状況は以下の通りであったこ

とが分かる。

- ・ 交通量は昼の多い時で、1方向 20台/5分、1方向 240台/時間、両方向 480台/時間程度であり、JFは夕方まで全く稼働していない。
- ・ 坑内風はほぼ終日を通じ、下り(東方向) -2.0m/s程度の風が吹いていた。即ち、上り方向 2.0m/sの風が吹いていた。
- ・ COは終日 15ppm以下で、COの許容値は 100ppmのため全く問題でない状況が続いた。
- ・ VIは夕方から深夜にかけて悪化し、許容値の40%程度まで低下する状況が連続して発生している。
- ・ JFはVIの悪化に伴い夕方から深夜にかけて5台全てが稼働する状況が連続して発生した。

VIは交通量の少ない時に悪化していることから、VI悪化の原因は排ガスではなく霧と推察される。

2015/3/8 坑内観測データ

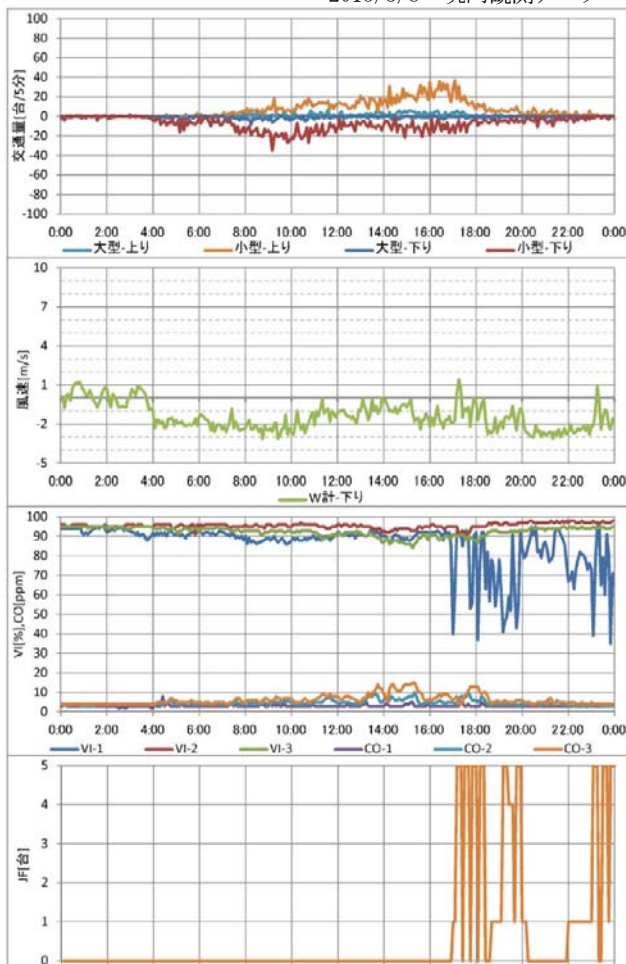


図-1 毎日のグラフ

3. 実測データ整理結果と設計方針

(1) 実測データを整理した状況

- ① 交通量に関しては、実交通量と計画交通量に大きな

差はない。

- ② 風に関しては、風速 2.5m/s 以上の場合が1年間で1/3程度生じる。(図-2 参照)
- ③ 霧に関しては、霧の発生により警報が発せられる回数が、「月に100回以上」生じている。また、霧が原因でVIの許容値を超えた日が87日もある。(表-2 参照)

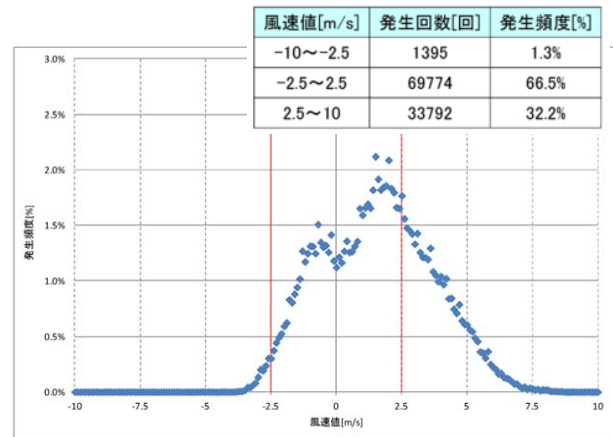


図-2 風速の1年間集計(平成27年)

(2) 設計方針

以上を設計条件として計算した結果を踏まえて以下の設計方針とした。

- (ア) 霧に対しては確立された設計方法はなく、完璧な対応をするには膨大な換気設備が必要と思われたため、現況と同程度の換気能力設備を確保する。
- (イ) 本トンネル換気設備の役割は主に霧対策であるが、霧発生時において現況の換気能力設備(JF1000-5台)で大事故が発生しておらず、道路利用者の安全性を確保していると考えられる。
- (ウ) 計算から求まる排煙設備(JFX1000-4台)は、現況の換気能力設備と能力的にはほぼ一致する。
- (エ) 上記の(ア)～(ウ)より、更新するジェットファン規模は現況と同程度の換気能力設備を確保する。

あとがき

更新設計において現状に即した設計を行うには実測データを有効活用することが大切である。換気設備更新設計ではリスク(今回の場合は霧による交通障害と風の影響)をどう考えるかが重要で、発注者と入念な協議が必要になる。

本論文を作成するにあたり、福島県北建設事務所の関係者方々を始め、多くの方にご指導いただきました。この場をお借りしてお礼申し上げます。