

30. トンネル工事における風道換気法について

鹿島建設 原田 実*, ○肥塚 嘉剛**

1. まえがき

近年、トンネル工事中における環境問題が重要視されているが、この中でも換気設備は労働安全衛生の面から作業環境を良好に保つために欠くことのできないものである。

従来、トンネル掘進中の換気法は、一般にトンネル延長に合わせて換気ファン・風管を接続していく風管換気法によっていたが、長大トンネルになると換気効率、経済性、維持管理などの面で多くの問題があった。

これに対し、風道換気法は掘進中の坑道そのものを風管として利用する方法で、2本以上の坑道があり、これらがループをなす場合において適用できるきわめて有効な換気法である。

本報告は、当換気法を各種の現場に適用して効果を上げたので、その適用法と特長および留意点などについてその概要を述べる。

2. 風道換気法の作動原理

本換気法は坑道延長方向に成層流換気を行なうもので、その作動形式は大別して図-1のように風門（逆流防止扉）式と風門を省略した噴流式とがある。

これらの使用法は坑道の抵抗 $R (= k \cdot L \cdot U/A^3)$ 、所要風量 Q による圧力降下 $P = R \cdot Q^2$ と送風機の発生圧力 P_j とのバランスおよび経済性などを考慮してその適用を決定する。いずれにしても坑道はなんらかの形態で貫通していることが必要条件である。

噴流式は、流体の運動量理論に基づき噴流の運動エネルギーが静圧 P_j に変換されて作動する。

ここに、 $P_j = \alpha (\rho U_j^2) \cdot (A_j / A_T) \cdot (1 - V_T / U_j)$

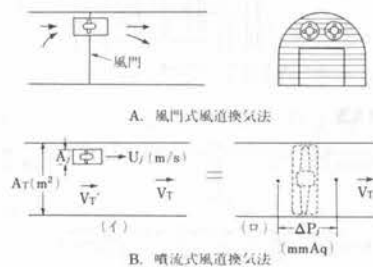


図-1 風道換気法の作動原理

3. 実施結果

(1) 地下発電所（図-2）：当現場は発・変電所の大空洞部を中心に坑道群が網目状に形成されている。当形態を活かして、発・変電所アーチ部の掘削が終了した段階でドレーン坑へ換気立坑を貫通し、噴流式風道換気法を適用した。

なお、換気経路、坑道抵抗、所要風量は施工の進行状況により変化するのでこれに対応した換気計画

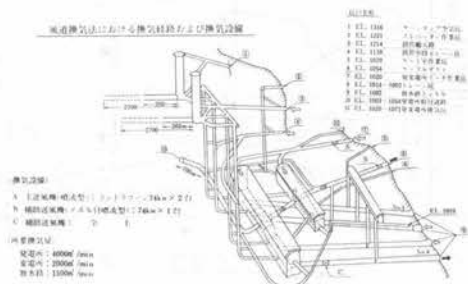


図-2 地下発電所

を行う必要がある。これに対処するため、換気網解析電算プログラムを開発し、さらに現場にて風量配分の解析を行うために流体回路網を電気回路網に相似化したシミュレータを開発して換気のシミュレーションを行い、各所に風量・風向の制御を図るための補助送風機を設置した。

表-1は、発電所内部における風管式と風道式の換気効果を比較したものである。

表-1 風管式と風道式の換気効果比較

換気方式	風管式換気方法	噴流式風道換気方法
掘削距離	48.8 - 48.10	48.11 - 48.2
使用送風機	トキエスエーベル ハイドラマックス 0.35m ³ /53ps ファンユニット 111×2台(180ps×2)	トキエスエーベル アスリーザ T-13 (150ps) アスリーザ 155A (320ps) ファンユニット 111×3台(180ps×3)
換気口径	1000φ74kw コントラファン×1台 1000φローラファン 200m	1000φ74kw コントラファン×2台
換気風量	720m ³ /min	4240m ³ /min
送風機1kw当たり換気風量	9.7m ³ /min/kw	28.6m ³ /min/kw
送風機1kw当たり換気風量	1.4m ³ /min/ps	3.7m ³ /min/ps
粉化基準値濃度	40p.p.m	10p.p.m
掘削距離	10m	100m

(2) 長大道路トンネル(図-3)：当トンネルは本線トンネルに併行して補助トンネルが掘進し、約700mごとに連絡坑で連絡している。このループを活かして風道換気法を適用した結果、長大トンネルにおけるタイヤ方式のずり出しが坑内環境良好の中で行われた。

(3) 長大鉄道トンネル(図-4)：当トンネルは4工区に区分されて施工されたが、各工区とも底設導坑先進工法で掘進したため、工期半ばにして全工区が導坑を通じて貫通連絡し、各工区協議の上で風道換気法が適用可能となった。

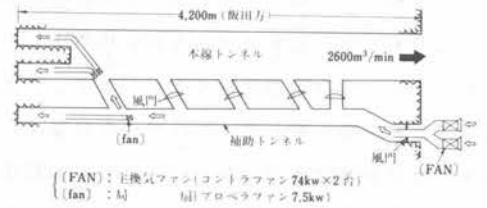


図-3 長大道路トンネル

4. 特長

風道換気法の主な特長は次のとおりである。

- 風管換気法に比べ、送風機、風管などの設備が大幅に簡易化され、設備費、動力費が小さい。
- 空気の流動が良く、換気効果が大きい。
- トンネル内に送風機が少なくなるため、送風機の騒音が著しく減少し、作業環境が向上する。

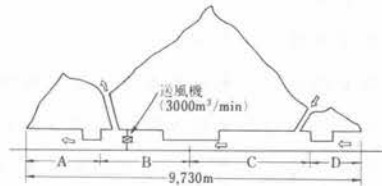


図-4 長大鉄道トンネル

- ずり運搬、機材運搬などの作業は障害物(風管)がないのでスムーズになる。特に噴流式風道換気法は、風道換気法の唯一の障害とされていた風門さえも省略したので、その効果が大きい。

5. むすび

風道換気法は従来の風管換気法に比較し、換気設備費、メンテナンス、動力費および作業環境などの面で大幅な改善が期待されるため、換気の省力化、省エネルギー的換気法と言えるが、なんらかの形態で貫通・連絡したトンネルに対して有効であるので、施工計画当初(設計段階)から立坑、斜坑導坑などを換気坑として計画しておくことが必要である。

*) 鹿島建設技術研究所 機械部 主任研究員, **) 同 研究員