

通信用トンネル内空気のビル空調への活用に関する基礎的検討

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○森 治郎
 NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 勝木 康博
 NTT ファシリティーズ 非会員 矢頭 高広
 NTT ファシリティーズ 非会員 枝 朋彦

1. はじめに

NTTでは、地下ケーブルを収容するための通信土木設備を保有している(図1¹⁾). 通信用トンネル(以下、とう道)は、多条数のケーブルを収容するための通信ビルに接続されている地下トンネルである. 一般に地下トンネルは、外気に比べ夏は涼しく、冬は暖かい傾向がある. 本論は、とう道内の空気をビルの空調へ活用する可能性(クール/ヒートチューブ)について検討を行ったものである.

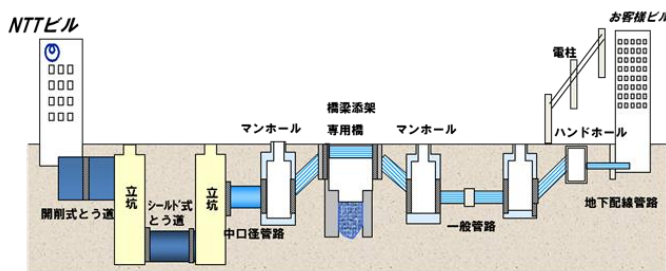


図1 通信土木設備の概要

2. とう道内と外気の温度調査

2008年2月末から9月中旬までの期間、東京都内のとう道にて、とう道内と外気の温度調査を行った. その結果を図2に示す. 空調の使用頻度が高くなる7~9月を夏期、2~3月を冬期とし、その期間の平均温度を表1に示す.

とう道内は外気に比べ、変動が少なく、夏期は7℃低く、冬期は4℃高いことが分かる. とう道は、外気を取り込み排気するための換気設備を備えており、必要に応じて随時換気を行っている. よって、この温度差は、換気設備から取り込まれた外気が、とう道内において熱交換が行われることにより、発生していると考えられる.

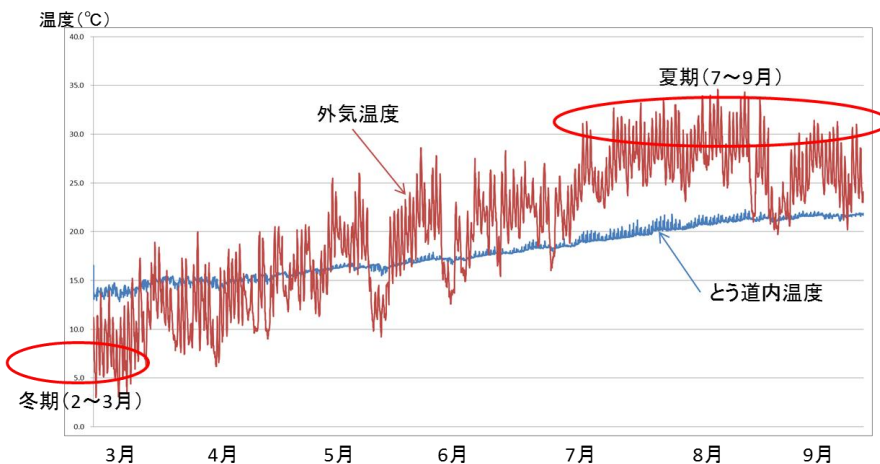


図2 とう道内と外気の温度推移

表1 とう道内と外気の温度

	外気温度	とう道内	差
夏期	27℃	20℃	-7℃
冬期	10℃	14℃	+4℃

3. 理論計算との検証

この温度調査結果について、理論計算との検証を行った. 地中の温度は概ね5m以上になると一定となる. とう道の深さも通常5m以上あることから、ここでは深さ5mとした. 地中の温度は東京の年平均気温等から算出し、外気は調査結果を用いた. とう道内の空気量は、NTTが定めるとう道の標準的な内法寸法と換気に必要と定めている風速から算出した. これら計算条件を表2に示す.

既往の研究²⁾より、とう道の長さと取り入れた外気を排気する時の温度(とう道排気口の空気温度)との相関を示す計算式(1)を用いた.

キーワード トンネル, クールチューブ, とう道, 空気利用

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL 029-868-6210 FAX 029-868-6259

とう道排気口の空気温度： $\theta L = a \theta_o + b$ (1)

ここで、 $a = e^{-3600kL/Vc\rho}$

$b = \theta_e (1 - e^{-3600kL/Vc\rho})$

とう道排気口の空気温度の計算結果は図3, 4に示す実線となる。空気量を大きくすると点線, 小さくすると一点鎖線となる。これは空気の温度変化は土壌との熱交換であるため, 空気量が大きいと温度変化に必要なとう道長さは長くなり, 空気量が小さいと必要なとう道長さも短くなるのが分かる。とう道内空気量は標準的な内法寸法を用いたが, NTTが定める最小と最大の寸法でも断面積比は標準の0.9~1.2倍となり, その影響は小さいため断面寸法によらず実線と見なせる。

また, そのとう道の空気量は4,360 m³/hであり, 1,000 m³程度の事務室に必要な換気量に相当する。

調査したとう道の長さは600mである。その地点での計算値と調査値の比較を行った。その結果を表3に示す。夏期では, 取り込んだ空気温度:27℃は, 計算値:21℃のところを調査値:20℃まで下がった。冬期では, 取り込んだ空気温度:10℃は, 計算値:13℃のところを調査値:14℃まで上がった。温度上昇/降下能力の観点でみると, 調査値が計算値を若干上回るが, 概ね一致していることが分かる。また, 温度上昇/降下は, とう道長さが2,000m以降ほぼ一定となる。

表2 計算条件

項目	条件	項目	条件
外気温度(θ _o)	夏期:27℃、冬期:10℃	空気の比熱(c)	1006J/kg·k
地中内温度(θ _e)	夏期:15℃、冬期:17℃	空気密度(ρ)	1.166kg/m ³
とう道と土壌の熱貫流率(k)	1.5W/mk	とう道内空気量	4,360m ³ /h
		※標準的な断面と風速の規定値より算出	

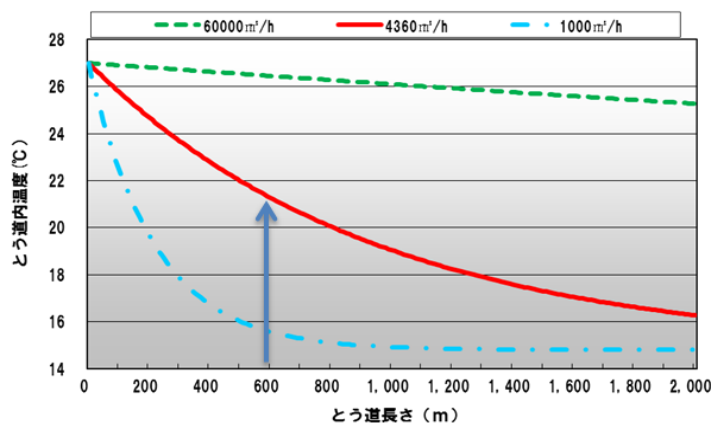


図3 とう道長さと温度の相関(夏期)

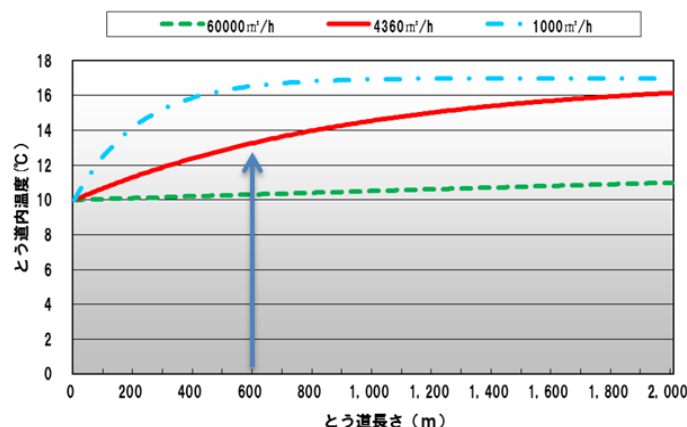


図4 とう道長さと温度の相関(冬期)

表3 計算値と調査値の比較

	取込み外気温度	とう道温度	
		計算値	調査値
夏期	27℃	21℃	20℃
冬期	10℃	13℃	14℃

4. まとめ

- (1) とう道の空気温度上昇/降下は, 理論計算と現地調査結果が概ね一致し, 長さによる計算式で表すことができる。
- (2) とう道から空調に利用できる空気量は, 1,000 m³程度の事務室に必要な換気量である。
- (3) とう道の長さ2,000m程度で, 空気温度上昇/降下は一定となる。

今後は, 現地調査数を増やし理論計算の検証を進めるとともに, ビル内への空気の引込み設備の構築方法やそれらを含めたコスト効果について検討を進める。

参考文献

1) 久保園浩明:すべてが解る!光ファイバ通信, 電気通信協会, 2013.
 2) 張晴原, 石原修:クールチューブの設計出口温度と冷却エネルギー量の検討, 日本建築学会計画系論文集, 第477号, 11-18, 1995.