

大深度地下施設建設における通気網解析

(株)ニュージェック

正会員

穴田 英樹

日本原子力研究開発機構

正会員

関谷 美智

日本原子力研究開発機構

下山 正

日本原子力研究開発機構

山西 毅

1. はじめに

3本の立坑と3層の水平坑道からなる地下350mの地下施設の通気システムに関し、9ステップの施工段階毎に坑内の風量・熱環境の通気網解析を実施し、適切な換気設備及び通気制御方法を計画した。

2. 解析手法

入気アクセスと排気アクセスの平均比重差および落差により発生する自然通気圧を考慮した坑内全域の気流挙動を解析により求めた。解析プログラムは「風丸&温太 Windows 版」を使用した。

3. 解析条件

- ① 坑道内空断面形状は下記の通りである。
- a)東・西立坑内空断面 : ϕ 6.50 m、断面積 33.18m²
- b)換気立坑内空断面 : ϕ 4.50 m、断面積 15.90m²
- c)水平坑道形状 : 最大幅 R4.0 m 三心円馬蹄形
- d)水平坑道有効断面 : 10.530 m²
- ② 摩擦抵抗は、坑道支保、設置設備、坑道屈曲、風管材質等を考慮して設定した。
- ③ 必要風量を表-1に示す。

表-1 必要風量

坑道名称	粉じん濃度からの必要風量(m³/min)	風速限界からの必要風量(m³/min)	ガス管理濃度からの必要風量(m³/min)	発破後ガスに対する必要風量(m³/min)
東立坑	747	995	105	66
西立坑	747	995	82	—
換気立坑	358	477	52	—
水平坑道	266	354	85	—

- ④ 岩盤物性値および熱特性を表-2に示す。

表-2 岩盤物性値および熱特性

深度 (GL-m)	地質	岩盤初期温度 (°C)	熱伝導率 (kcal/mh°C)	比熱 (kcal/kg°C)	密度 (kg/m3)
0~25	シルト	3.0~14.8	1.22	0.3	1480
25~360	声問層	17.0~23.5	1.22	0.3	1490~1540
360~549	稚内層	24.3~27.9	1.22	0.3	1680~1860

- ⑤ 解析に用いる気温と湿度は各月の平均気温・湿度とし、各月の平均気温・湿度から大気のエントルピーを求め、最大値と最小値となる1月および8月の平均気温・湿度を用いた。

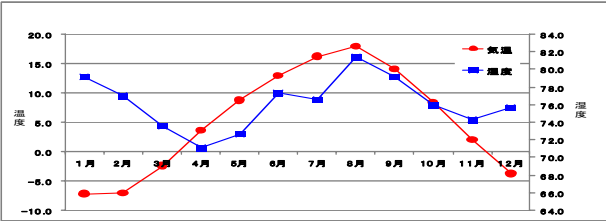


図-1 各月の平均気温及び湿度

キーワード

原子力、大深度地下施設、通気解析、エンタルピー

連絡先

〒135-0007 東京都江東区新大橋1丁目 (株)ニュージェック TEL 03-5625-1801

4. 解析モデル

解析モデルは9ステップの施工段階の解析モデルを設定した。図-2～図-4にステップ1,5,9を示す。解析は夏場と冬場の2ケース×施工段階9ステップ=18ケースを実施した。風門の設置箇所は、図-5に示すとおり、水平坑道と立坑の交差部分の11箇所とした。

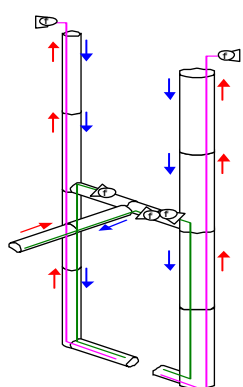


図-2 ステップ1

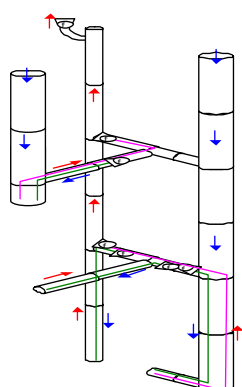


図-3 ステップ5

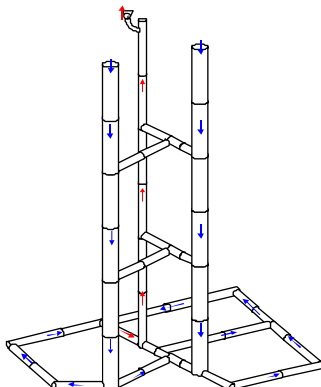


図-4 ステップ9

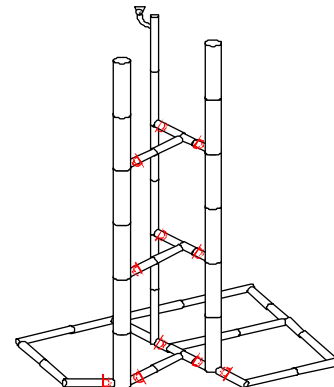


図-5 風門設置位置図

5. 熱環境予測結果

表-3 各ステップの風量・温度(夏季)

ステップ	入気	換気立坑	東立坑	西立坑	合計
ステップ1	入気 18.4℃	284m³/min	1222m³/min	0m³/min	1506m³/min
ステップ1	排気 18.4℃	590m³/min	1092m³/min	0m³/min	1682m³/min
ステップ2	入気 18.4℃	293m³/min	1381m³/min	0m³/min	1674m³/min
ステップ2	排気 18.4℃	580m³/min	1112m³/min	0m³/min	1692m³/min
ステップ3	入気 18.4℃	184m³/min	1333m³/min	1000m³/min	2497m³/min
ステップ3	排気 18.4℃	631m³/min	1073m³/min	1245m³/min	2859m³/min
ステップ4	入気 18.4℃	230m³/min	1890m³/min	1000m³/min	3000m³/min
ステップ4	排気 18.4℃	216m³/min	1847m³/min	1247m³/min	3289m³/min
ステップ5	入気 18.4℃	212m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ5	排気 18.4℃	217m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ6	入気 18.4℃	217m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ6	排気 18.4℃	217m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ7	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ7	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ8	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ8	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ9	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ9	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min

表-4 各ステップの風量・温度(冬季)

ステップ	入気	換気立坑	東立坑	西立坑	合計
ステップ1	入気 18.4℃	284m³/min	1222m³/min	0m³/min	1506m³/min
ステップ1	排気 18.4℃	590m³/min	1092m³/min	0m³/min	1682m³/min
ステップ2	入気 18.4℃	293m³/min	1381m³/min	0m³/min	1674m³/min
ステップ2	排気 18.4℃	580m³/min	1112m³/min	0m³/min	1692m³/min
ステップ3	入気 18.4℃	184m³/min	1333m³/min	1000m³/min	2497m³/min
ステップ3	排気 18.4℃	631m³/min	1073m³/min	1245m³/min	2859m³/min
ステップ4	入気 18.4℃	230m³/min	1890m³/min	1000m³/min	3000m³/min
ステップ4	排気 18.4℃	216m³/min	1847m³/min	1247m³/min	3289m³/min
ステップ5	入気 18.4℃	212m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ5	排気 18.4℃	217m³/min	1844m³/min	1219m³/min	3260m³/min
ステップ6	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ6	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ7	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ7	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ8	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ8	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ9	入気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min
ステップ9	排気 18.4℃	3310m³/min	1647m³/min	1570m³/min	3247m³/min

図-6、7にステップ9の夏季風量及び夏季温度の解析結果を示す。

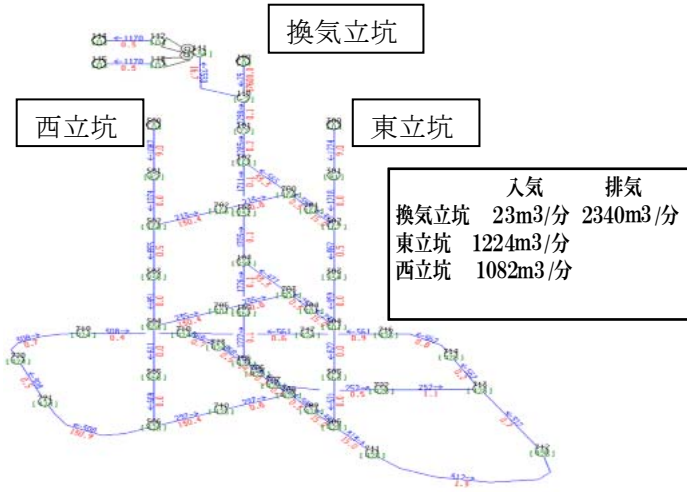


図-6 通気解析結果(ステップ9 夏季風量)

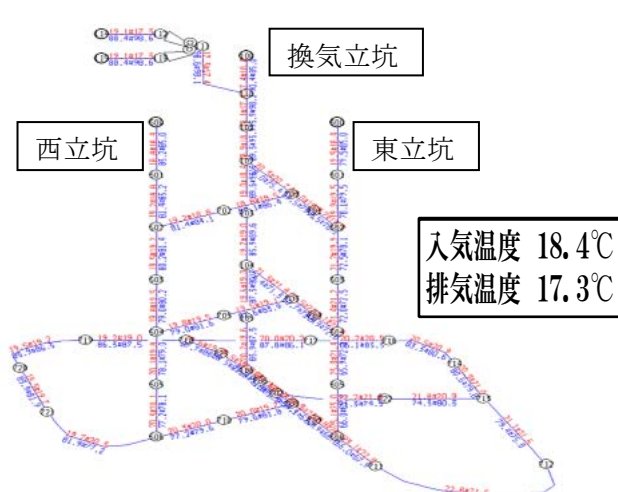


図-7 通気解析結果(ステップ9 夏季温度)

6. まとめ

今回の通気網解析で得られた知見を以下にまとめる。

- ・ 風門の開閉、設置ファンの運転方式により、夏季で概ね 20℃以下、冬季で 3～6℃程度の坑内温度が確保された。
- ・ 坑内の風量は、掘進時必要風量として、東西立坑 1000m³/min、換気立坑 480m³/min、水平坑道 400m³/min、また維持管理風量として、掘進時の 1/3 以上、最低 150m³/minを確保することができた。