

幌延深地層研究計画  
地下施設建設に関する基本計画の検討  
(平成14年度)

2004年8月

核燃料サイクル開発機構  
幌延深地層研究センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課  
電話：029-282-1122（代表）  
ファックス：029-282-7980  
電子メール：[jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構  
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
2004

幌延深地層研究計画 地下施設建設に関する基本計画の検討  
(平成14年度)

白戸 伸明\*, 大内 一利\*\*, 山崎 真一\*\*\*

要 旨

深地層の研究施設は、深部地質環境に関する知見を一層充実させるとともに2000年レポートによって示された地層処分技術や知見を実際の深地層での研究を通じて具体的に確認することを目的とする。また、同時に、一般の人々が深地層を実際に見て体験できる場として計画されている。

本検討は、平成13年度の検討成果を踏まえ、選定された地区の地質環境条件および有力な施設形態(立坑3本案)を対象に以下の検討を実施するものである。

- ① 坑道の内空断面の比較検討
- ② 初期地圧の異方性を考慮した空洞安定性評価
- ③ 基本計画図の作成
- ④ ガス湧出量の予測解析と防災対策の検討
- ⑤ 第2、第3段階の研究項目の抽出
- ⑥ 立坑および水平坑道の掘削・覆工方法、補助工法の検討
- ⑦ 施工時の仮設備計画および施設完成時の地下設備計画
- ⑧ 建設工程、建設費の検討
- ⑨ 見学者対応計画の検討
- ⑩ 地下施設の閉鎖に関する検討

なお、本報告書は、「幌延深地層研究計画 地下施設建設に関する基本計画の検討(平成14年度)」(核燃料サイクル開発機構研究委託報告書;大成建設株式会社,株式会社大林組,鹿島建設株式会社,清水建設株式会社)JNC TJ1400 2002-003,に示された内容に対して一部加筆・再編集したものである。

---

\* 核燃料サイクル開発機構 幌延深地層研究センター 施設建設グループ

\*\* 核燃料サイクル開発機構 幌延深地層研究センター 施設建設グループリーダー

\*\*\* 核燃料サイクル開発機構 幌延深地層研究センター 副所長

## Feasibility study on construction of Horonobe URL

Nobuaki Shirato\*, Kazutoshi Ohuchi\*, Shinichi Yamasaki \*\*

### ABSTRACT

The Horonobe Underground Research Laboratory (URL) programme hosted by sedimentary rocks is aimed to obtain deep geological characteristics of sedimentary rock mass and to confirm the applicability of the investigation methods for the geological environment and the engineering technology for the geological disposal described in the H12 report. In addition, the URL is aimed to have public people experience a deep geological environment in order to understand a deep geological disposal of HLW.

Based on the results of the report in H13 the followings are carried out :

- i) design of the section of the drifts and shafts
- ii) stability analysis of the drifts and shafts considering the anisotropy of initial stress
- iii) drawing of the fundamental plan
- iv) refuge planning of the URL based on the estimation of gas flow
- v) research planning of the second and the third stage of the URL
- vi) study on construction method of the drifts and shafts
- vii) planning of the facilities during construction and operation
- viii) construction schedule analysis and cost estimation of the URL
- ix) planning of the facility and guidance of visitors
- x) closing planning of the URL

This work was re-edited from the results performed by Taisei Corporation, Obayashi Corporation, Kajima Corporation and Shimizu Corporation under contract with JNC; "Feasibility study on construction of Horonobe URL (JNC TJ1400 2002-003)".

---

\* JNC, Horonobe Underground Research Center, Geoscience Facility Construction Group

\*\* JNC, Horonobe Underground Research Center, Deputy Director

## 幌延深地層研究計画 地下施設建設に関する基本計画の検討（平成14年度）

## 報告書目次

1. 研究の目的 .....	1-1
2. 研究の範囲 .....	2-1
3. 立坑および水平坑道の内空断面寸法の比較検討 .....	3-1
3.1 検討方針 .....	3-1
3.2 各坑道の機能設定 .....	3-4
3.3 研究内容による比較 .....	3-5
3.3.1 立坑 .....	3-6
3.3.2 水平坑道 .....	3-7
3.4 安全性による比較 .....	3-9
3.4.1 立坑 .....	3-9
3.4.2 水平坑道 .....	3-10
3.5 施工性による比較 .....	3-12
3.5.1 立坑 .....	3-12
3.5.2 水平坑道 .....	3-21
3.6 概略設計による比較 .....	3-25
3.6.1 検討概要 .....	3-25
3.6.2 解析用岩盤物性値 .....	3-25
3.6.3 理論解析手法の概要 .....	3-26
3.6.4 解析結果とまとめ .....	3-28
3.7 工程による比較 .....	3-29
3.7.1 立坑 .....	3-29
3.7.2 水平坑道 .....	3-30
3.8 経済性による比較 .....	3-32
3.8.1 立坑 .....	3-32
3.8.2 水平坑道 .....	3-32
3.9 内空断面比較検討のまとめ .....	3-32
4. 初期地圧の異方性等を考慮した空洞安定性の評価 .....	4-1

4.1	解析用岩盤物性値	4-3
4.2	空洞周辺岩盤の安定性評価	4-6
4.2.1	限界ひずみによる許容値の設定	4-6
4.2.2	空洞周辺岩盤の安定性評価	4-7
4.3	支保設計	4-11
4.3.1	解析条件	4-11
4.3.2	解析結果	4-26
4.4	不連続面を考慮した空洞安定性の評価	4-86
4.4.1	不連続性岩盤の解析手法	4-86
4.4.2	不連続面によって形成される岩塊の崩落に関する解析	4-90
5.	基本計画図の作成	5-1
5.1	検討方針および概要	5-1
5.2	平成13年度基本レイアウト	5-2
5.2.1	平成13年度基本レイアウト図	5-2
5.2.2	平成13年度基本レイアウトの課題	5-3
5.3	基本計画図作成要件	5-3
5.3.1	基本計画図作成要件の整理	5-3
5.3.2	基本計画図の検討	5-5
5.4	立面展開の検討	5-14
5.4.1	立面基本計画図の検討	5-14
5.4.2	立面基本計画図	5-15
5.5	平面展開の検討	5-17
5.5.1	平面基本計画図の検討	5-17
5.5.2	平面基本計画図	5-18
5.6	基本計画図（鳥瞰図）	5-21
5.7	その他構造細目	5-22
5.7.1	細部基本計画図の検討結果	5-22
5.7.2	細部基本計画図	5-22
5.8	坑道離隔（3D）の確認検討	5-27
5.8.1	概要	5-27
5.8.2	解析条件	5-27
5.8.3	解析物性値	5-27
5.8.4	解析ケース	5-28
5.8.5	解析モデル	5-28
5.8.6	解析結果	5-29
5.8.7	まとめ	5-30

5.9 排気坑道の解析検討 .....	5-31
5.9.1 概要 .....	5-31
5.9.2 解析条件 .....	5-31
5.9.3 解析結果 .....	5-32
5.9.4 まとめ .....	5-35
6. ガス湧出量の推定 .....	6-1
6.1 ガス湧出量推定方法の検討 .....	6-1
6.2 推定式によるガス湧出量の推定 .....	6-3
6.3 ガス湧出量予測解析方法の設定 .....	6-6
6.3.1 ガス湧出量予測解析手法の検討 .....	6-6
6.3.2 解析プログラムの設定 .....	6-6
6.4 解析条件の設定 .....	6-11
6.4.1 解析モデルの設定 .....	6-11
6.4.2 解析用物性値および解析条件の設定 .....	6-15
6.5 ガス湧出量推定値の評価 .....	6-19
6.5.1 ガス湧出量予測解析結果 .....	6-19
6.5.2 ガス湧出量予測解析結果の評価 .....	6-47
6.6 ガス湧出量推定値のまとめ .....	6-67
7. 防災対策の検討 .....	7-1
7.1 防災コンセプトの構築 .....	7-1
7.1.1 地下施設の災害 .....	7-1
7.1.2 防災基本コンセプト .....	7-4
7.1.3 坑内環境 .....	7-5
7.2 通気網解析による通気システムの検討 .....	7-10
7.2.1 通気システムの設定 .....	7-10
7.2.2 通気網解析の概要 .....	7-14
7.2.3 通気網解析手法 .....	7-20
7.2.4 解析モデルの設定 .....	7-21
7.2.5 解析条件の設定 .....	7-32
7.2.6 解析結果の評価 .....	7-86
7.3 火災時解析による火災ガス挙動の予測 .....	7-91
7.3.1 火災時解析の条件設定 .....	7-91
7.3.2 火災時解析結果の評価 .....	7-128
7.3.3 解析上の課題 .....	7-130
7.4 項目別防災対策の概要 .....	7-131

7.4.1	ガス爆発・突出対策	7-132
7.4.2	坑内火災対策	7-133
7.4.3	避難所の設定と具備条件	7-135
7.4.4	出水対策	7-137
7.4.5	運搬災害防止対策	7-139
7.4.6	落盤防止対策	7-143
7.4.7	山はね防止対策	7-143
7.5	管理・保安体制の検討	7-147
7.5.1	情報管理システム	7-147
7.5.2	保安体制のあり方	7-149
7.5.3	防災マニュアルの整備	7-151
7.6	防災システム構築にかかる工期・費用	7-154
7.6.1	防災システム構築にかかる工期	7-154
7.6.2	防災システム構築にかかる費用	7-154
8.	施工計画・建設工程検討に必要な計画 第2、第3段階の研究項目の抽出	8-1
8.1	国内外の現状を踏まえた研究項目の整理	8-3
8.2	研究項目の抽出	8-18
9.	掘削・覆工方法の比較検討	9-1
9.1	立坑	9-2
9.1.1	施工方法の検討	9-2
9.1.2	施工計画概要	9-22
9.1.3	坑口部	9-28
9.1.4	一般部（発破）	9-42
9.1.5	一般部（機械掘削）	9-81
9.1.6	坑底部	9-117
9.1.7	櫓設備	9-117
9.1.8	まとめ	9-125
9.2	水平坑道	9-127
9.2.1	施工方法の検討	9-127
9.2.2	施工計画概要	9-140
9.2.3	坑道機械掘削	9-145
10.	補助工法の比較検討	10-1
10.1	補助工法の分類と目的	10-1

10. 1. 1	平成 13 年度の検討概要	10-1
10. 1. 2	補助工法の一般的分類と目的	10-3
10. 2	トラブル事象と補助工法の選定	10-4
10. 2. 1	検討の方向性	10-4
10. 2. 2	想定できるトラブル事象	10-6
10. 2. 3	補助工法の選定	10-6
10. 3	採用した補助工法	10-10
10. 3. 1	立坑の補助工法	10-10
10. 3. 2	水平坑道の補助工法	10-15
11.	ガス対策の検討	11-1
11. 1	ガス対策工の位置づけ	11-1
11. 2	ガス湧出量予測結果を踏まえたガス対策（基本案）	11-5
11. 2. 1	通気システム	11-5
11. 2. 2	換気による希釈、ガス滞留の防止	11-6
11. 2. 3	防爆設備の必要性	11-8
11. 2. 4	インターロック	11-8
11. 2. 5	先行ボーリング	11-9
11. 2. 6	復旧対策	11-9
11. 2. 7	補助工法としてのガス抜き	11-10
11. 2. 8	扇風機坑道の設置	11-10
11. 3	ガス突出の恐れがある場合のガス対策（オプション案）	11-11
11. 3. 1	扇風機坑道の設置	11-11
11. 3. 2	ガス抜きボーリング	11-11
11. 3. 3	応力解放	11-15
11. 3. 4	切羽進行速度抑制	11-15
11. 4	ガス対策工の整理	11-15
12.	仮設備計画の検討	12-1
12. 1	給気設備	12-1
12. 1. 1	必要空気量とコンプレッサーの選定	12-2
12. 1. 2	配管径の選定	12-2
12. 1. 3	使用数量	12-3
12. 1. 4	避難所給気設備	12-6
12. 2	換気設備	12-12
12. 2. 1	換気方式比較検討	12-12
12. 2. 2	換気設備の計画	12-15

12.3 給水設備 .....	12-40
12.3.1 中水使用量 .....	12-40
12.3.2 上水使用量 .....	12-41
12.3.3 中水用給水設備（坑内） .....	12-41
12.3.4 中水用給水設備（坑外） .....	12-44
12.3.5 上水用給水設備（坑内・坑外） .....	12-46
12.4 排水設備 .....	12-49
12.4.1 排水量 .....	12-49
12.4.2 湧水量の算定 .....	12-49
12.4.3 塩分濃度の算定 .....	12-55
12.4.4 排水量の検討 .....	12-56
12.5 濁水処理設備 .....	12-62
12.5.1 濁水処理設備の概要 .....	12-62
12.5.2 濁水処理設備容量の検討 .....	12-63
12.5.3 原水の水質および処理水の管理基準 .....	12-63
12.5.4 濁水処理設備の保守管理 .....	12-63
12.5.5 濁水処理設備の使用薬剤およびその算定 .....	12-63
12.5.6 塩水処理方法 .....	12-65
12.5.7 脱塩設備 .....	12-70
12.6 電気設備 .....	12-74
12.7 吹付コンクリート設備 .....	12-91
12.8 軌条設備 .....	12-93
12.8.1 車輪荷重の算定 .....	12-93
12.8.2 枕木間隔の検証 .....	12-93
12.9 通信設備 .....	12-96
12.9.1 有線連絡設備 .....	12-96
12.9.2 無線連絡設備 .....	12-96
12.10 工専用道路 .....	12-99
12.11 地上仮設備配置計画 .....	12-99
12.12 立坑仮設備配置計画 .....	12-103
12.13 連絡坑道・試験坑道仮設備配置 .....	12-104
13. 騒音および振動の予測・評価 .....	13-1
13.1 検討条件の設定 .....	13-1
13.1.1 対象工事の設定 .....	13-1
13.1.2 法規制について .....	13-1
13.1.3 騒音・振動の管理基準値について .....	13-15

13. 2	工事中の騒音・振動の予測、評価ならびに対策	13-16
13. 2. 1	騒音・振動発生源の設定	13-16
13. 2. 2	影響範囲の設定	13-21
13. 2. 3	騒音の予測・評価ならびに対策	13-23
13. 2. 4	低周波音の予測・評価	13-84
13. 2. 5	振動の予測・評価	13-94
14.	第2段階における調査試験	14-1
14. 1	調査試験（研究項目）の概要	14-1
14. 1. 1	「①地質環境調査技術開発」	14-3
14. 1. 2	「②地質環境モニタリング機器の開発」	14-7
14. 1. 3	「④深地層における工学的技術の基礎の開発」	14-7
14. 1. 4	「⑤人工バリア等の工学技術の検証」	14-11
14. 2	調査試験（研究項目）の概略工程	14-12
15.	地下施設設備計画	15-1
15. 1	給気設備	15-3
15. 2	換気設備	15-3
15. 2. 1	維持風量の算出	15-3
15. 2. 2	送風設備の配置と機種選定	15-3
15. 3	給水設備	15-5
15. 3. 1	中水使用量	15-5
15. 3. 2	上水使用量	15-5
15. 4	排水設備	15-5
15. 4. 1	排水量	15-5
15. 4. 2	湧水量の算定	15-5
15. 4. 3	排水量の検討	15-6
15. 5	濁水処理設備	15-7
15. 5. 1	濁水処理設備容量の検討	15-7
15. 5. 2	濁水処理設備の使用薬剤及びその算定	15-8
15. 6	脱塩設備	15-9
15. 7	電気設備	15-9
15. 8	通信設備	15-11
15. 9	地上設備配置計画	15-11
15. 10	立坑設備配置	15-14
15. 11	研究関連施設	15-27
15. 12	見学者対応施設	15-27

16. 地下施設の閉鎖検討 .....	16-1
16.1 検討の目的 .....	16-1
16.2 検討の概要 .....	16-1
16.3 検討条件の設定 .....	16-2
16.3.1 埋戻し後の要求品質の設定 .....	16-2
16.3.2 施設条件の設定 .....	16-5
16.4 材料・施工法 .....	16-7
16.4.1 材料 .....	16-7
16.4.2 埋戻し工法 .....	16-8
16.5 コスト&工程、技術的検討 .....	16-11
16.5.1 検討ケースの絞込み（1次評価） .....	16-11
16.5.2 工程・コスト検討（2次評価） .....	16-16
16.6 残された課題 .....	16-22
16.7 まとめ .....	16-23
17. 建設工程の検討 .....	17-1
17.1 建設工程の検討結果 .....	17-1
17.1.1 工程検討の基本条件 .....	17-1
17.1.2 工程検討結果 .....	17-1
17.2 各工事の施工能力と所要日数の算出 .....	17-2
17.2.1 立坑の施工能力 .....	17-2
17.2.2 水平坑道の施工能力 .....	17-3
17.2.3 補助工法の施工能力 .....	17-3
17.2.4 所要日数の算出 .....	17-7
17.3 研究の建設工程への影響 .....	17-14
17.4 全体工程表 .....	17-15
18. 建設費の検討 .....	18-1
18.1 建設費の検討方針 .....	18-1
19. 見学施設としての検討 .....	19-1
19.1 役割の整理と施設目標の設定 .....	19-1
19.1.1 役割の整理 .....	19-1
19.1.2 施設の目標の設定 .....	19-1
19.2 国内外の地下施設における見学の事例調査 .....	19-3
19.3 見学についてのコンセプト .....	19-17

19. 3. 1	地下研究施設をどのような場とするか	19-17
19. 3. 2	幌延深地層研究センターとしての情報発信	19-17
19. 3. 3	地下施設での情報発信	19-17
19. 4	見学者利用計画	19-27
19. 5	見学用アプローチ坑道の検討	19-28
20.	まとめと課題	20-1
20. 1	見学施設としての評価・課題	20-1
20. 1. 1	見学内容の評価・課題	20-1
20. 1. 2	受入れ体制の評価・課題	20-1
20. 1. 3	その他の評価・課題	20-1
20. 1. 4	総合評価と課題	20-5
20. 2	調査研究施設としての評価・課題	20-5
20. 2. 1	研究項目についての評価・課題	20-5
20. 2. 2	その他研究に関する評価・課題	20-6
20. 3	空洞安定性の観点からの評価・課題	20-6
20. 3. 1	検討結果のまとめと評価	20-6
20. 3. 2	今後の検討課題	20-7
20. 3. 3	地下施設の成立性について	20-8
20. 4	施設建設の観点からの評価・課題	20-8
20. 4. 1	立坑施工の評価・課題	20-8
20. 4. 2	水平坑道施工の評価・課題	20-9
20. 4. 3	地上仮設備の設置、建設における評価・課題	20-10
20. 5	その他の課題	20-11
20. 6	総括	20-11

## 幌延深地層研究計画 地下施設建設に関する基本計画の検討（平成 14 年度）

## 図目次

## 第 3 章

図 3-1	坑道の内空断面の検討フロー	3-2
図 3-2	基本レイアウト（立面図）	3-3
図 3-3	基本レイアウト（平面図）	3-3
図 3-4	第 2 次取りまとめに示された坑道内空断面（堆積軟岩）	3-5
図 3-5	小規模試錐座の規模（坑道周辺 20m 程度）	3-7
図 3-6	大規模試錐座の規模	3-8
図 3-7	大規模試錐座への連絡坑道の事例（釜石鉱山 材料試験の試験区域）	3-8
図 3-8	小規模試錐に必要な空間と坑道内空断面の関係	3-9
図 3-9	スcaffolding 断面図（発破工法、立坑径 6.0m）	3-13
図 3-10	スcaffolding 断面図（発破工法、立坑径 6.5m）	3-13
図 3-11	スcaffolding 断面図（発破工法、立坑径 7.0m）	3-14
図 3-12	スcaffolding 断面図（機械工法、立坑径 6.0m）	3-14
図 3-13	スcaffolding 断面図（機械工法、立坑径 6.5m）	3-15
図 3-14	スcaffolding 断面図（機械工法、立坑径 7.0m）	3-15
図 3-15	大深度立坑の施工実績（施工方法による分類）	3-20
図 3-16	大深度立坑の施工実績（内径による分類）	3-20
図 3-17	大深度立坑の施工実績（ショートステップ工法の場合の内径による分類）	3-20
図 3-18	ベースマシン（0.16m <sup>3</sup> 級）の断面内配置状況	3-24
図 3-19	トンネル周辺の応力	3-26
図 3-20	坑道内径と塑性領域幅の関係（G. L. -320m）	3-28
図 3-21	坑道内径と塑性領域幅の関係（G. L. -500m）	3-28
図 3-22	検討断面（内空幅 B=4.0m の場合）	3-31
図 3-23	設定した坑道断面（立坑）	3-34
図 3-24	設定した坑道断面（水平坑道）	3-34

## 第 4 章

図 4-1	空洞安定性の評価 検討フロー	4-1
図 4-2	一軸圧縮強度と粘着力、内部摩擦角の関係	4-4
図 4-3	一軸圧縮試験による限界ひずみ（ $\epsilon_c$ ）と弾性係数（E）との関係	4-6
図 4-4	素掘り時の解析結果（側圧係数：1.2）	4-8

図 4-5	素掘り時の解析結果 (側圧係数: 1.5)	4-9
図 4-6	素掘り時の解析結果 (側圧係数: 2.0)	4-10
図 4-7	断面形状	4-12
図 4-8	切羽からの距離と変位割合の関係 (軸対称 FEM 解析結果)	4-13
図 4-9	東西立坑 (内径φ6.5m) 解析用メッシュ図	4-14
図 4-10	換気立坑 (内径φ4.5m) 解析用メッシュ図	4-15
図 4-11	坑道 (内空幅 4.0m) 解析用メッシュ図	4-15
図 4-12	坑道 (内空幅 5.0m) 解析用メッシュ図	4-16
図 4-13	コンクリートの材令と弾性係数の関係	4-17
図 4-14	吹付けコンクリートの設計基準強度と弾性係数の関係	4-20
図 4-15	解析手順	4-21
図 4-16	地山強度比の深度分布および地山等級	4-24
図 4-17	局所安全係数の定義	4-26
図 4-18	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その1)	4-30
図 4-19	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その2)	4-31
図 4-20	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その3)	4-32
図 4-21	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その4)	4-33
図 4-22	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その1)	4-34
図 4-23	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その2)	4-35
図 4-24	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その1: 深度 125m)	4-36
図 4-25	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その2: 深度 250m)	4-37
図 4-26	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その3: 深度 375m)	4-38
図 4-27	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その4: 深度 500m)	4-39
図 4-28	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その1: 深度 250m)	4-40
図 4-29	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:1.2) (その2: 深度 500m)	4-41
図 4-30	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その1)	4-42
図 4-31	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その2)	4-43
図 4-32	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その3)	4-44
図 4-33	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その4)	4-45
図 4-34	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その5)	4-46
図 4-35	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その6)	4-47
図 4-36	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その7)	4-48
図 4-37	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その1)	4-49
図 4-38	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その2)	4-50
図 4-39	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その3)	4-51
図 4-40	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その4)	4-52
図 4-41	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その1: 深度 125m)	4-53

図 4-42	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その 2 : 深度 250m) .....	4-54
図 4-43	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その 3 : 深度 375m) .....	4-55
図 4-44	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その 4 : 深度 500m) .....	4-56
図 4-45	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その 1 : 深度 250m) .....	4-57
図 4-46	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:1.5) (その 2 : 深度 500m) .....	4-58
図 4-47	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 1) .....	4-59
図 4-48	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 2) .....	4-60
図 4-49	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 3) .....	4-61
図 4-50	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 4) .....	4-62
図 4-51	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 5) .....	4-63
図 4-52	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 6) .....	4-64
図 4-53	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 7) .....	4-65
図 4-54	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 8) .....	4-66
図 4-55	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 9) .....	4-67
図 4-56	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 10) .....	4-68
図 4-57	東西立坑 (内径φ6.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 11) .....	4-69
図 4-58	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 1) .....	4-70
図 4-59	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 2) .....	4-71
図 4-60	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 3) .....	4-72
図 4-61	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 4) .....	4-73
図 4-62	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 5) .....	4-74
図 4-63	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 6) .....	4-75
図 4-64	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 7) .....	4-76
図 4-65	換気立坑 (内径φ4.5m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 8) .....	4-77
図 4-66	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 1 : 深度 125m) .....	4-78
図 4-67	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 2 : 深度 250m) .....	4-79
図 4-68	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 3 : 深度 375m) .....	4-80
図 4-69	坑道 (幅 4.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 4 : 深度 500m) .....	4-81
図 4-70	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 1 : 深度 250m) .....	4-82
図 4-71	坑道 (幅 5.0m) の解析結果 (側圧係数:2.0) (その 2 : 深度 500m) .....	4-83
図 4-72	解析手順 .....	4-90
図 4-73	不連続面の変形・強度特性のモデル化 .....	4-91
図 4-74	岩塊の大きさおよび位置 .....	4-93
図 4-75	岩塊崩落に対する安全率 .....	4-96

## 第 5 章

図 5-1	平成 13 年度基本レイアウト図 .....	5-2
-------	------------------------	-----

図 5-2	掘削影響範囲	5-5
図 5-3	扇風機坑道坑口位置	5-7
図 5-4	最小曲率半径比較図	5-10
図 5-5	西立坑引込部	5-11
図 5-6	地下乗降レベルより下の考え方	5-12
図 5-7	立坑最深部ボーリング孔	5-13
図 5-8	立面基本計画図	5-16
図 5-9	地上仮設備平面配置と坑道位置	5-19
図 5-10	平面基本計画図	5-20
図 5-11	基本計画図（鳥瞰図）	5-21
図 5-12	東・西立坑接続部基本計画図（GL-250m, GL-500m）	5-23
図 5-13	東・西立坑接続部基本計画図（GL-125m, GL-375m）	5-24
図 5-14	換気立坑接続部基本計画図（GL-250m, GL-500m）	5-25
図 5-15	換気立坑接続部基本計画図（GL-125m, GL-375m）	5-26
図 5-16	解析モデル	5-28
図 5-17	解析結果（火災時解析）	5-34

## 第 6 章

図 6-1	素掘り 250m 立坑モデル	6-12
図 6-2	素掘り 500m 立坑モデル	6-12
図 6-3	覆工 250m 立坑モデル	6-13
図 6-4	覆工 500m 立坑モデル	6-13
図 6-5	素掘り水平坑道モデル	6-14
図 6-6	素掘り水平坑道モデルの拡大図	6-14
図 6-7	素掘り立坑モデルの 24 時間のガス湧出量予測解析結果	6-22
図 6-8	覆工立坑モデルの 24 時間のガス湧出量予測解析結果	6-22
図 6-9	素掘り 500m 立坑モデルの 24 時間後の間隙圧分布 (MPa)	6-23
図 6-10	覆工 500m 立坑モデルの 24 時間後の間隙圧分布 (MPa)	6-23
図 6-11	素掘り 250m 立坑モデルの 2 年後の間隙圧分布 (MPa)	6-24
図 6-12	素掘り 500m 立坑モデルの 2 年後の間隙圧分布 (MPa)	6-24
図 6-13	覆工 250m 立坑モデルの 2 年後の間隙圧分布 (MPa)	6-25
図 6-14	覆工 500m 立坑モデルの 2 年後の間隙圧分布 (MPa)	6-25
図 6-15	素掘り 250m 立坑モデルの 2 年後の飽和度	6-26
図 6-16	素掘り 500m 立坑モデルの 2 年後の飽和度	6-26
図 6-17	覆工 250m 立坑モデルの 2 年後の飽和度	6-27
図 6-18	覆工 500m 立坑モデルの 2 年後の飽和度	6-27
図 6-19	素掘り 250m 立坑モデルの 2 年後の溶解度	6-28

図 6-20	覆工 250m 立坑モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-28
図 6-21	素掘り 500m 立坑モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-29
図 6-22	覆工 500m 立坑モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-29
図 6-23	素掘り立坑モデルの 2 年間の湧水量経時変化 .....	6-30
図 6-24	覆工立坑モデルの 2 年間の湧水量経時変化 .....	6-30
図 6-25	素掘り立坑モデルの 2 年間のガス湧出量経時変化 .....	6-31
図 6-26	覆工立坑モデルの 2 年間のガス湧出量経時変化 .....	6-31
図 6-27	素掘り立坑モデルの 2 年間の坑内全体ガス湧出量と坑底ガス湧出量 .....	6-32
図 6-28	覆工立坑モデルの 2 年間の坑内全体ガス湧出量と坑底ガス湧出量 .....	6-32
図 6-29	125m 坑道モデルの 2 年後の間隙圧 (MPa) .....	6-35
図 6-30	125m 坑道モデルの 2 年後の飽和度 .....	6-35
図 6-31	125m 坑道モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-36
図 6-32	125m 坑道モデルの 2 年後のガスの流速ベクトル .....	6-36
図 6-33	250 坑道モデルの 2 年間の間隙圧 (MPa) .....	6-37
図 6-34	250m 坑道モデルの 2 年後の飽和度 .....	6-37
図 6-35	250m 坑道モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-38
図 6-36	250m 坑道モデルの 2 年後のガスの流速ベクトル .....	6-38
図 6-37	375m 坑道モデルの 2 年後の間隙圧 (MPa) .....	6-39
図 6-38	375m 坑道モデルの 2 年後の飽和度 .....	6-39
図 6-39	375m 坑道モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-40
図 6-40	375m 横坑モデルの 2 年後のガスの流速ベクトル .....	6-40
図 6-41	500m 坑道モデルの 2 年後の間隙圧 (MPa) .....	6-41
図 6-42	500m 坑道モデルの 2 年後の飽和度 .....	6-41
図 6-43	500m 坑道モデルの 2 年後の溶解度 .....	6-42
図 6-44	500m 坑道モデルの 2 年後のガスの流速ベクトル .....	6-42
図 6-45	125m 坑道の 2 年間のガス湧出量と湧水量経時変化 .....	6-43
図 6-46	250m 坑道の 2 年間のガス湧出量と湧水量経時変化 .....	6-43
図 6-47	375m 坑道の 2 年間のガス湧出量と湧水量経時変化 .....	6-44
図 6-48	500m 坑道の 2 年間のガス湧出量と湧水量経時変化 .....	6-44
図 6-49	MGS により求められた安全率分布 .....	6-49
図 6-50	透過性評価手法の基本フロー .....	6-50
図 6-51	キ裂の垂直応力と透水性の関係 .....	6-51
図 6-52	平行キ裂を有する岩盤 .....	6-53
図 6-53	円盤によるキ裂のモデル化 .....	6-53
図 6-54	キ裂分布のステレオネットと透過性テンソルの概念 .....	6-54
図 6-55	仮想割れ目モデルとクラックテンソルの考え方 .....	6-55
図 6-56	MBC モデルの考え方 .....	6-56

図 6-57	変位分布図(円形モデル)	6-57
図 6-58	x 方向透過性分布図	6-57
図 6-59	y 方向透過性分布図	6-58
図 6-60	z 方向透過性分布図	6-58
図 6-61	素掘り 250 m 立坑モデルの 24 時間後の飽和度パラメータスタディ	6-59
図 6-62	素掘り 250 m 立坑モデルの 2 年後の飽和度パラメータスタディ	6-59
図 6-63	素掘り 250 m 立坑モデルの 24 時間後の溶解度パラメータスタディ	6-60
図 6-64	素掘り 250 m 立坑モデルの 2 年後の溶解度パラメータスタディ	6-61
図 6-65	素掘り 500 m-2 本立坑モデル	6-62
図 6-66	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの拡大図	6-62
図 6-67	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 24 時間後の間隙圧分布 (MPa)	6-63
図 6-68	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 2 年後の間隙圧分布 (MPa)	6-63
図 6-69	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 24 時間後の飽和度分布	6-64
図 6-70	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 2 年後の飽和度分布	6-64
図 6-71	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 24 時間の単一立坑からのガス湧出量	6-65
図 6-72	素掘り 500 m-2 本立坑モデルの 2 年間の単一立坑からのガス湧出量	6-65

## 第 7 章

図 7-1	坑道中の空気の流れ	7-15
図 7-2	風量解析の基本的フロー	7-17
図 7-3	熱環境解析の基本的フロー	7-19
図 7-4	ステップ 1 解析モデル	7-24
図 7-5	ステップ 2-1 解析モデル	7-25
図 7-6	ステップ 2-2 解析モデル	7-26
図 7-7	ステップ 3 解析モデル	7-27
図 7-8	ステップ 4 解析モデル	7-28
図 7-9	ステップ 5 解析モデル	7-29
図 7-10	ステップ 6 解析モデル	7-30
図 7-11	ステップ 7 解析モデル	7-31
図 7-12	地温勾配モデル	7-33
図 7-13	1999 年から 2001 年の幌延(開進地区)の気象変化	7-41
図 7-14	ステップ 1 の熱環境解析結果(夏期の風量/圧力損失)	7-44
図 7-15	ステップ 1 の熱環境解析結果(夏期の熱環境)	7-45
図 7-16	ステップ 1 の熱環境解析結果(冬期の風量/圧力損失)	7-46
図 7-17	ステップ 1 の熱環境解析結果(冬期の熱環境)	7-47
図 7-18	ステップ 2-1(換気立坑掘削中)の熱環境解析結果(夏期の風量/圧力損失)	7-48
図 7-19	ステップ 2-1(換気立坑掘削中)の熱環境解析結果(夏期の熱環境)	7-49

図 7-20	ステップ 2-1 (換気立坑掘削中) の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) ..	7-50
図 7-21	ステップ 2-1 (換気立坑掘削中) の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-51
図 7-22	ステップ 2-2 (換気立坑維持中) の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) ..	7-52
図 7-23	ステップ 2-2 (換気立坑維持中) の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-53
図 7-24	ステップ 2-2 (換気立坑維持中) の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) ..	7-54
図 7-25	ステップ 2-2 (換気立坑維持中) の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-55
図 7-26	ステップ 3 の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) .....	7-56
図 7-27	ステップ 3 の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-57
図 7-28	ステップ 3 の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) .....	7-58
図 7-29	ステップ 3 の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-59
図 7-30	ステップ 4 の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) .....	7-60
図 7-31	ステップ 4 の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-61
図 7-32	ステップ 4 の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) .....	7-62
図 7-33	ステップ 4 の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-63
図 7-34	ステップ 5 の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) .....	7-64
図 7-35	ステップ 5 の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-65
図 7-36	ステップ 5 の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) .....	7-66
図 7-37	ステップ 5 の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-67
図 7-38	ステップ 6 の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) .....	7-68
図 7-39	ステップ 6 の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-69
図 7-40	ステップ 6 の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) .....	7-70
図 7-41	ステップ 6 の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-71
図 7-42	ステップ 7 の熱環境解析結果 (夏期の風量/圧力損失) .....	7-72
図 7-43	ステップ 7 の熱環境解析結果 (夏期の熱環境) .....	7-73
図 7-44	ステップ 7 の熱環境解析結果 (冬期の風量/圧力損失) .....	7-74
図 7-45	ステップ 7 の熱環境解析結果 (冬期の熱環境) .....	7-75
図 7-46	MFA40P2-SC42 の特性曲線とファン作動点 .....	7-76
図 7-47	MFA 60P2-SC32 の特性曲線とファン作動点 .....	7-77
図 7-48	MFA 60P2-SC62 の特性曲線とファン作動点 .....	7-78
図 7-49	MFA90P2-SC4 の特性曲線とファン作動点 .....	7-79
図 7-50	MFA110P2-SC31-VP の特性曲線とファン作動点 .....	7-80
図 7-51	MFA110P2-SC3-VP の特性曲線とファン作動点 .....	7-81
図 7-52	MFA125P2-SC5-VP 単独運転の特性曲線とファン作動点 .....	7-82
図 7-53	MFA125P2-SC5-VP 単独運転の特性曲線とファン作動点 .....	7-83
図 7-54	ケース 1 火災影響範囲 .....	7-100
図 7-55	ケース 1 通気制御③の火災時解析結果図 .....	7-101
図 7-56	ケース 2 火災影響範囲 .....	7-10 図

7-57 ケース 2 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-103
図 7-58 ケース 3 火災影響範囲 .....	7-104
図 7-59 ケース 3 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-105
図 7-60 ケース 4 火災影響範囲 .....	7-106
図 7-61 ケース 4 通気制御③の火災時解析結果図 .....	7-107
図 7-62 ケース 5 火災影響範囲 .....	7-108
図 7-63 ケース 5 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-109
図 7-64 ケース 6 火災影響範囲 .....	7-110
図 7-65 ケース 6 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-111
図 7-66 ケース 7 火災影響範囲 .....	7-112
図 7-67 ケース 7 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-113
図 7-68 ケース 8 火災影響範囲 .....	7-114
図 7-69 ケース 8 通気制御②の火災時解析結果図 .....	7-115
図 7-70 ケース 9 火災影響範囲 .....	7-116
図 7-71 ケース 9 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-117
図 7-72 ケース 10 火災影響範囲 .....	7-118
図 7-73 ケース 10 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-119
図 7-74 ケース 11 火災影響範囲 .....	7-120
図 7-75 ケース 11 通気制御③の火災時解析結果図 .....	7-121
図 7-76 ケース 12 火災影響範囲 .....	7-122
図 7-77 ケース 12 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-123
図 7-78 ケース 13 火災影響範囲 .....	7-124
図 7-79 ケース 13 通気制御時の火災時解析結果図 .....	7-125
図 7-80 ケース 14 火災影響範囲 .....	7-126
図 7-81 ケース 14 の火災時解析結果図 .....	7-127
図 7-82 火災ガス・煙挙動パターン .....	7-129
図 7-83 保安管理組織概要 .....	7-150
図 7-84 緊急時の体制 (例) .....	7-151
図 7-85 監視装置異常掌握マニュアル (例) .....	7-152
図 7-86 避難誘導マニュアル (例) .....	7-153
図 7-87 救護活動対応マニュアル (例) .....	7-153
図 7-88 災害対策センサー配置概念図 .....	7-157
図 7-89 通気センサー配置概念図 .....	7-158
図 7-90 坑内監視システム概念図 .....	7-159
図 7-91 遠隔噴霧設備設置箇所 .....	7-161

## 第 8 章

図 8-1	62.5m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-23
図 8-2	125m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-24
図 8-3	187.5m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-25
図 8-4	250m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-26
図 8-5	312.5m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-27
図 8-6	375m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-28
図 8-7	437.5m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-29
図 8-8	500m 坑道掘削段階における研究項目の実施位置	8-30

## 第9章

図 9-1	立坑工法検討フロー	9-3
図 9-2	施工フロー	9-22
図 9-3	立坑標準図	9-24
図 9-4	坑口上部コンクリート構造図	9-29
図 9-5	坑口開削図	9-29
図 9-6	坑口上部工施工手順図	9-30
図 9-7	坑口下部施工手順図（発破工法）	9-33
図 9-8	坑口下部施工手順図（機械掘削工法）	9-38
図 9-9	換気立坑坑口開削図	9-41
図 9-10	扇風機坑道断面図	9-41
図 9-11	2ブームジャンボ	9-46
図 9-12	東・西立坑・発破・スカフォード図	9-47
図 9-13	東・西立坑・発破・スカフォード・上段デッキ図	9-48
図 9-14	東・西立坑・発破・スカフォード・下段デッキ図	9-49
図 9-15	換気立坑・発破・スカフォード図	9-50
図 9-16	換気立坑・発破・スカフォード・上段デッキ図	9-51
図 9-17	換気立坑・発破・スカフォード・下段デッキ図	9-52
図 9-18	ズリキブル外形図（発破）	9-53
図 9-19	発破工法の施工手順図	9-55
図 9-20	立坑中継ポンプ座施工手順図（発破工法）	9-62
図 9-21	立坑接続部施工手順図（発破工法）	9-63
図 9-22	MTツインヘッド純掘削能力	9-82
図 9-23	ロードヘッド純掘削能力	9-83
図 9-24	東・西立坑・機械掘削・スカフォード図	9-85
図 9-25	東・西立坑・機械掘削・スカフォード・上段デッキ図	9-86
図 9-26	東・西立坑・機械掘削・スカフォード・中段デッキ	9-87
図 9-27	東・西立坑・機械掘削・スカフォード・下段デッキ図	9-88

図 9-28	東・西立坑・機械掘削・スカフォード・掘削機部平面図	9-89
図 9-29	換気立坑・機械掘削・スカフォード図	9-90
図 9-30	換気立坑・機械掘削・スカフォード・上中段デッキ図	9-91
図 9-31	換気立坑・機械掘削・スカフォード・下段デッキ図	9-92
図 9-32	換気立坑・機械掘削・機械部平面図	9-93
図 9-33	ズリキブル外形図（機械掘削）	9-94
図 9-34	機械掘削工法の施工手順図	9-96
図 9-35	立坑中継ポンプ座施工手順図（機械掘削工法）	9-102
図 9-36	立坑接続部施工手順図（機械掘削工法）	9-103
図 9-37	東・西立坑櫓設備全体図（発破）	9-121
図 9-38	換気立坑櫓設備全体図（発破）	9-122
図 9-39	東・西立坑櫓設備全体図（機械掘削）	9-123
図 9-40	換気立坑櫓設備全体図（機械掘削）	9-124
図 9-41	250m 坑道の各掘削機械の分担区間	9-128
図 9-42	ズリ運搬の概略縦断面図、平面図	9-134
図 9-43	立坑付近掘削時のズリ出し方法	9-136
図 9-44	吹付インパートの施工時期・施工方法の比較フロー図	9-138
図 9-45	立坑と水平坑道の掘削順序	9-141
図 9-46	水平坑道の施工の流れ	9-142
図 9-47	標準断面図と支保パターン図	9-144
図 9-48	上・下半施工順序図	9-146
図 9-49	インパート部の同時施工 施工順序図	9-156
図 9-50	ズリ搬出・台車待ち時間（1台当り）の考え方（ブレイカ掘削時）	9-163
図 9-51	ズリ搬出・台車待ち時間（1台当り）の考え方（自由断面掘削機使用時）	9-163
図 9-52	先行ボーリングの施工	9-164

## 第 10 章

図 10-1	緩み域発生状況と補助工法の範囲	10-12
図 10-2	立坑の補助工法計画図	10-14
図 10-3	水平坑道補助工法計画図	10-19

## 第 11 章

図 11-1	P 型試錐機本体構造図	11-12
図 11-2	ガス抜きシステム概念図	11-14

## 第 12 章

図 12-1	給気設備配管概要図	12-4
--------	-----------	------

図 12-2	給気設備配管位置図 (坑外)	12-5
図 12-3	給気設備配管概要図 (坑外)	12-7
図 12-4	非常用給気配管配置図 (250m 坑道・500m 坑道)	12-11
図 12-5	非常用給気配管配置図 (125m 坑道・250m 坑道)	12-11
図 12-6	火災発生時	12-24
図 12-7	集塵機設置図	12-25
図 12-8	坑道換気立坑掘削時	12-26
図 12-9	非常送風機設置図	12-27
図 12-10	防爆構造機器使用範囲 (連絡坑道掘削時)	12-29
図 12-11	防爆構造機器使用範囲 (換気立坑掘削完了後)	12-29
図 12-12	風門設置図	12-31
図 12-13	ディタージェント穿孔概要図	12-40
図 12-14	中水用給水設備配管概要図 (坑内)	12-43
図 12-15	坑外給水管布設状況図	12-45
図 12-16	給水設備配管概要図 (上水)	12-48
図 12-17	岩盤の透水係数	12-49
図 12-18	湧水量の検討段階	12-50
図 12-19	不圧地下水における群井	12-51
図 12-20	不圧完全井戸	12-51
図 12-21	透水性層内の暗渠への浸透	12-52
図 12-22	深度毎の塩化物イオン濃度	12-56
図 12-23	排水設備系統図	12-61
図 12-24	濁水処理フロー図	12-62
図 12-25	塩水処理フロー図	12-66
図 12-26	脱塩フロー	12-71
図 12-27	脱塩処理概略図	12-72
図 12-28	設備配置図	12-73
図 12-29	坑内電気設備 (高圧受電設備) 設置図	12-77
図 12-30	坑外電気設備 (高圧受電設備) 設置図	12-78
図 12-31	坑外照射区域図	12-87
図 12-32	バッチャープラント概要図	12-92
図 12-33	車輪間隔と枕木間隔の関係	12-93
図 12-34	坑内通信配線図	12-98
図 12-35	仮設ヤード平面図 (機械掘削)	12-100
図 12-36	仮設ヤード平面図 (発破掘削)	12-100
図 12-37	東・西立坑仮設備配置図	12-103
図 12-38	換気立坑仮設備配置図	12-103

図 12-39 連絡坑道・試験坑道仮設備図 .....	12-104
-----------------------------	--------

### 第 13 章

図 13-1 地上仮設備配置図 .....	13-19
図 13-2 敷地エリアと検討位置 .....	13-22
図 13-3 防音対策検討 フローチャート .....	13-26
図 13-4 概念図（仮設防音設備がない場合） .....	13-27
図 13-5 概念図（防音壁を設置する場合） .....	13-28
図 13-6 概念図（防音ハウスを設置する場合） .....	13-29
図 13-7 音源と受音点の位置 .....	13-42
図 13-8 CASE1（未対策） .....	13-56
図 13-9 CASE2（未対策） .....	13-57
図 13-10 CASE3（未対策） .....	13-58
図 13-11 CASE4（未対策） .....	13-59
図 13-12 CASE5（未対策） .....	13-60
図 13-13 CASE6（未対策） .....	13-61
図 13-14 CASE7（未対策） .....	13-62
図 13-15 CASE8（未対策） .....	13-63
図 13-16 CASE9（未対策） .....	13-64
図 13-17 CASE11（未対策） .....	13-66
図 13-18 CASE12（未対策） .....	13-67
図 13-19 CASE1（対策有り） .....	13-81
図 13-20 CASE11（対策有り） .....	13-82
図 13-21 CASE1<防音対策がない場合> .....	13-86
図 13-22 CASE1<防音扉 1重の場合> .....	13-87
図 13-23 CASE1<防音扉 2重の場合> .....	13-88
図 13-24 CASE1<防音扉 3重の場合> .....	13-89
図 13-25 CASE6<防音対策がない場合> .....	13-90
図 13-26 CASE6<櫓用防音ハウスCタイプがある場合> .....	13-91
図 13-27 CASE6<櫓用低周波防音ハウスV1タイプがある場合> .....	13-92
図 13-28 CASE6<櫓用低周波防音ハウスV2タイプがある場合> .....	13-93
図 13-29 斉発葉量と距離の関係 .....	13-100

### 第 15 章

図 15-1 第 3 段階における維持風量 .....	15-4
図 15-2 排水設備系統図 .....	15-7
図 15-3 坑外電気設備（高圧受電設備）設置図 .....	15-10

図 15-4	仮設ヤード平面図（発破掘削）	15-12
図 15-5	仮設ヤード平面図（機械掘削）	15-13
図 15-6	壺下の考え方	15-17
図 15-7	人用エレベータ図（東立坑）	15-18
図 15-8	人荷用エレベータ図（西立坑）	15-19
図 15-9	エレベータの種類	15-22

## 第 16 章

図 16-1	地下施設閉鎖計画の検討フロー	16-1
図 16-2	地下施設基本計画図	16-6
図 16-3	要求品質レベル 2 の施工概念	16-8
図 16-4	要求品質レベル 3 の施工概念	16-10
図 16-5	カプセルライナー工法（空気カプセル輸送システム）の概要	16-10
図 16-6	埋戻し手順のフロー（ケース 1）	16-18
図 16-7	埋戻し手順のフロー（ケース 2、3、4）	16-19
図 16-8	埋戻し手順のフロー（ケース 5）	16-20
図 16-9	埋戻し手順のフロー（ケース 6）	16-21

## 第 19 章

図 19-1	PA 活動上の役割	19-2
図 19-2	アプローチ坑道（明かり工事案）	19-29
図 19-3	アプローチ坑道（トンネル工事案）	19-29

## 第 20 章

図 20-1	幌延深地層研究施設の鳥瞰図（平成 14 年度基本計画成果）	20-12
--------	-------------------------------	-------

## 幌延深地層研究計画 地下施設建設に関する基本計画の検討（平成14年度）

## 表目次

## 第3章

表 3-1	内空断面比較検討ケース一覧	3-1
表 3-2	各坑道の機能	3-4
表 3-3	立坑直径と風管径の関係	3-10
表 3-4	水平坑道断面と風管径の関係	3-11
表 3-5	大深度立坑の施工実績一覧（その1）	3-16
表 3-6	大深度立坑の施工実績一覧（その2）	3-17
表 3-7	大深度立坑の施工実績一覧（その3）	3-18
表 3-8	大深度立坑の施工実績一覧（その4）	3-19
表 3-9	自由断面掘削機と内空断面の関係	3-22
表 3-10	ブレーカ（古河機械金属株）適合台車一覧	3-23
表 3-11	幅員4mの三心円馬蹄形断面における施工機械の配置状況	3-24
表 3-12	解析用岩盤物性値（B-1地区）	3-25
表 3-13	立坑径とキブル容量（機械掘削）	3-29
表 3-14	積込機サイズ（機械掘削）	3-29
表 3-15	立坑径とキブル1函当り積み込み時間	3-30
表 3-16	東・西立坑月進比較（ $\phi 6.5\text{m}$ を1.0とした場合）	3-30
表 3-17	換気立坑月進比較（ $\phi 4.5\text{m}$ を1.0とした場合）	3-30
表 3-18	工程による内空断面の比較	3-31
表 3-19	東・西立坑経済性比較（ $\phi 6.5\text{m}$ を1.0とした場合）	3-32
表 3-20	換気立坑経済性比較（ $\phi 4.5\text{m}$ を1.0とした場合）	3-32
表 3-21	経済性による内空断面の比較	3-32
表 3-22	坑道の内空断面の比較総括表	3-33

## 第4章

表 4-1	解析用岩盤物性値	4-5
表 4-2	限界ひずみ	4-7
表 4-3	解析対象断面一覧	4-11
表 4-4	一次覆工コンクリートの解析用物性値	4-16
表 4-5	コンクリートの許容応力度	4-19
表 4-6	吹付けコンクリートの解析用物性値	4-19

表 4-7	応力解放率	4-22
表 4-8	日本道路公団における地山分類表	4-23
表 4-9	日本道路公団における標準支保パターン (2車線トンネル)	4-25
表 4-10	図対応表	4-26
表 4-11	支保部材の仕様 (側圧係数:1.2)	4-27
表 4-12	支保部材の仕様 (側圧係数:1.5)	4-28
表 4-13	支保部材の仕様 (側圧係数:2.0)	4-29
表 4-14	不連続性岩盤の解析手法 (不連続体解析 (その1))	4-87
表 4-15	不連続性岩盤の解析手法 (不連続体解析 (その2))	4-88
表 4-16	不連続性岩盤の解析手法 (連続体解析 (等価連続体))	4-89
表 4-17	岩盤の物性値	4-94
表 4-18	岩盤不連続面の物性値	4-94
表 4-19	ロックボルトの物性値	4-94
表 4-20	吹付けコンクリートの物性値	4-94
表 4-21	吹付けコンクリートと岩盤のジョイントの物性値	4-94
表 4-22	岩塊崩落に対する安全率 (250m 坑道)	4-95
表 4-23	岩塊崩落に対する安全率 (500m 坑道)	4-95

## 第5章

表 5-1	基本計画図作成のための要件一覧	5-4
表 5-2	立坑の役割・機能	5-14
表 5-3	水平坑道の役割・機能	5-17
表 5-4	岩盤物性値	5-27
表 5-5	吹付けコンクリートの解析用物性値	5-27
表 5-6	解析ケース (掘削解析)	5-28
表 5-7	解析結果一覧 (掘削解析)	5-29
表 5-8	解析ケース (火災時解析)	5-32

## 第6章

表 6-1	切羽当たりの平均掘削土量の算出	6-5
表 6-2	単位時間当たりの掘削地山土量	6-5
表 6-3	ガス湧出量予測解析方法の比較	6-9
表 6-4	解析用物性値	6-15
表 6-5	各解析モデルの24時間後と2年後のガス湧出量	6-45
表 6-6	施工段階別メタンガス湧出量予測結果 (素掘りモデル)	6-46
表 6-7	施工段階別メタンガス湧出量予測結果 (覆工モデル)	6-46
表 6-8	施工段階別メタンガス湧出量予測結果 (素掘りモデル)	6-68

表 6-9	施工段階別メタンガス湧出量予測結果(覆工モデル)	6-68
-------	--------------------------	------

## 第7章

表 7-1	必要風量の算出結果総括表	7-8
表 7-2	熱環境解析用地盤条件	7-32
表 7-3	気象条件設定	7-34
表 7-4	1999年1月～1999年12月の気象観測データ(温度)	7-35
表 7-5	1999年1月～1999年12月の気象観測データ(湿度)	7-36
表 7-6	2000年1月～2000年12月の気象観測データ(温度)	7-37
表 7-7	2000年1月～2000年12月の気象観測データ(湿度)	7-38
表 7-8	2001年1月～2001年12月の気象観測データ(温度)	7-39
表 7-9	2001年1月～2001年12月の気象観測データ(湿度)	7-40
表 7-10	坑道諸元表	7-42
表 7-11	熱量諸元表	7-43
表 7-12	夏期の解析結果総括表	7-84
表 7-13	冬期の解析結果総括表	7-85
表 7-14	火源等の一覧	7-134

## 第8章

表 8-1	深地層研究所(仮称)計画の各段階における調査研究の実施内容	8-2
表 8-2	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(1/6)	8-5
表 8-3	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(2/6)	8-5
表 8-4	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(3/6)	8-6
表 8-5	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(4/6)	8-6
表 8-6	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(5/6)	8-7
表 8-7	坑道を掘削しながら行う調査研究(第2段階)(6/6)	8-8
表 8-8	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(1/11)	8-9
表 8-9	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(2/11)	8-10
表 8-10	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(3/11)	8-11
表 8-11	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(4/11)	8-12
表 8-12	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(5/11)	8-13
表 8-13	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(6/11)	8-13
表 8-14	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(7/11)	8-14
表 8-15	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(8/11)	8-14
表 8-16	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(9/11)	8-15
表 8-17	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(10/11)	8-16
表 8-18	坑道を利用して行う調査研究(第3段階)(11/11)	8-17

表 8-19	第 2 段階での具体的試験項目と実施上の留意点	8-21
表 8-20	第 3 段階での具体的試験項目と実施上の留意点	8-22

## 第 9 章

表 9-1	全体工事数量	9-1
表 9-2	立坑施工方法比較検討表	9-4
表 9-3	立坑機械掘削実績表	9-8
表 9-4	オープンウェル工法の実績	9-8
表 9-5	諸元	9-12
表 9-6	工程比較表	9-12
表 9-7	東・西立坑発破サイクルタイム (250m)	9-14
表 9-8	東・西立坑発破サイクルタイム (500m)	9-15
表 9-9	換気立坑発破サイクルタイム (250m)	9-16
表 9-10	換気立坑発破サイクルタイム (500m)	9-17
表 9-11	東・西立坑機械掘削サイクルタイム (250m)	9-18
表 9-12	東・西立坑機械掘削サイクルタイム (500m)	9-19
表 9-13	換気立坑機械掘削サイクルタイム (250m)	9-20
表 9-14	換気立坑機械掘削サイクルタイム (500m)	9-21
表 9-15	立坑主要数量表 (発破)	9-25
表 9-16	立坑主要数量表 (機械掘削)	9-26
表 9-17	地山区分と支保パターン	9-27
表 9-18	東・西立坑坑口下部サイクルタイム	9-34
表 9-19	換気立坑坑口下部サイクルタイム	9-35
表 9-20	坑口下部コンクリート打設サイクル表	9-37
表 9-21	扇風機坑道の形状比較表	9-40
表 9-22	替えキブルサイクルタイム (東・西立坑発破 250m)	9-44
表 9-23	立坑コンクリート数量 (発破)	9-59
表 9-24	立坑覆工コンクリート打設計画 (発破)	9-60
表 9-25	ズリキブル運行サイクルタイム (東・西立坑発破 (250m))	9-69
表 9-26	ズリキブル運行サイクルタイム (東・西立坑発破 (500m))	9-70
表 9-27	ズリキブル運行サイクルタイム (換気立坑発破 (250m))	9-71
表 9-28	ズリキブル運行サイクルタイム (換気立坑発破 (500m))	9-72
表 9-29	コンクリートキブル運行サイクルタイム (発破 250m)	9-73
表 9-30	コンクリートキブル運行サイクルタイム (発破 500m)	9-74
表 9-31	東・西立坑の掘削覆工サイクルタイム (発破 250m)	9-75
表 9-32	東・西立坑の掘削覆工サイクルタイム (発破 500m)	9-76
表 9-33	換気立坑の掘削覆工サイクルタイム (発破 250m)	9-77

表 9-34	換気立坑の掘削覆工サイクルタイム (発破 500m) .....	9-78
表 9-35	東・西立坑発破による使用機械一覧表 .....	9-79
表 9-36	換気立坑発破による使用機械一覧表 .....	9-80
表 9-37	立坑コンクリート数量 (機械掘削) .....	9-99
表 9-38	立坑覆工コンクリート打設計画 (機械掘削) .....	9-100
表 9-39	MRH-S45 ロードヘッダ (三井三池製作所) 掘削能力 .....	9-105
表 9-40	MT-1000 型ツインヘッダ掘削能力 (参考) .....	9-105
表 9-41	ズリキブル運行サイクルタイム (東・西立坑機械掘削 (250m)) .....	9-109
表 9-42	ズリキブル運行サイクルタイム (東・西立坑機械掘削 (500m)) .....	9-110
表 9-43	ズリキブル運行サイクルタイム (換気立坑機械掘削 (250m)) .....	9-111
表 9-44	ズリキブル運行サイクルタイム (換気立坑機械掘削 (500m)) .....	9-112
表 9-45	東・西立坑の掘削覆工サイクルタイム (機械掘削 250m) .....	9-113
表 9-46	東・西立坑の掘削覆工サイクルタイム (機械掘削 500m) .....	9-114
表 9-47	換気立坑の掘削覆工サイクルタイム (機械掘削 250m) .....	9-115
表 9-48	換気立坑の掘削覆工サイクルタイム (機械掘削 500m) .....	9-116
表 9-49	東・西立坑機械掘削使用機械一覧表 .....	9-118
表 9-50	換気立坑機械掘削使用機械一覧表 .....	9-119
表 9-51	立坑櫓仕様一覧表 .....	9-120
表 9-52	立坑の施工法比較表 .....	9-126
表 9-53	掘削工法の適用条件と特徴 .....	9-127
表 9-54	掘削方式の比較・選定根拠 .....	9-129
表 9-55	各地山等級における直接工事費の比率 .....	9-130
表 9-56	機械掘削と発破掘削の直接工事費の内訳比率 .....	9-130
表 9-57	ズリ出し方式の比較・選定根拠 .....	9-132
表 9-58	ズリ出し方式の直接工事費の比 .....	9-133
表 9-59	ズリ積替え・移動方法の比較・選定表 .....	9-135
表 9-60	インバート埋め戻し部分の施工法の検討 .....	9-139
表 9-61	日本道路公団 2車線トンネルの標準支保パターン表 .....	9-143
表 9-62	重量物牽引作業とトンネル勾配の関係 .....	9-147
表 9-63	土量変化率 .....	9-148
表 9-64	ズリ鋼車の積載時総質量 .....	9-148
表 9-65	機関車の定格牽引力及び質量 .....	9-148
表 9-66	使用機関車、トロ別標準軌道構造 .....	9-148
表 9-67	各作業機械の被牽引重量 .....	9-149
表 9-68	牽引台数算定結果 (1) .....	9-150
表 9-69	牽引台数算定結果 (2) .....	9-151
表 9-70	車輪とレールの平均摩擦係数 .....	9-151

表 9-71	機関車 1 台当りの制動能力 .....	9-152
表 9-72	使用機関車と軌道構造の緒元 .....	9-153
表 9-73	使用機械一覧表 .....	9-157
表 9-74	サイクルタイム表 .....	9-158
表 9-75	サイクルタイムと概略工程の内訳 .....	9-158
表 9-76	ブレーカ掘削 (125m 坑道、375m 坑道) のサイクルタイム表 .....	9-159
表 9-77	ブレーカ掘削 (250m 坑道、500m 坑道) のサイクルタイム表 .....	9-160
表 9-78	自由断面掘削機 (250m 坑道、500m 坑道) のサイクルタイム表 .....	9-161
表 9-79	0.16 m <sup>3</sup> 級の油圧ショベル使用時の積込機械能力 .....	9-162
表 9-80	先行ボーリングのサイクルタイム .....	9-164
表 9-81	各表の内容 .....	9-165
表 9-82	125m 坑道の概略工程 .....	9-166
表 9-83	125m 坑道の施工分担と月進・日進 .....	9-167
表 9-84	250m 坑道の概略工程 .....	9-168
表 9-85	250m 坑道の施工分担と月進・日進 .....	9-169
表 9-86	375m 坑道の概略工程 .....	9-170
表 9-87	375m 坑道の施工分担と月進・日進 .....	9-171
表 9-88	500m 坑道の概略工程 .....	9-172
表 9-89	500m 坑道の施工分担と月進・日進 .....	9-173

## 第 10 章

表 10-1	補助工法の分類 (平成 13 年度) .....	10-2
表 10-2	I 補助工法の分類表 .....	10-3
表 10-3	地山の膨張性を示す指標の例 .....	10-5
表 10-4	立坑補助工法一覧 .....	10-7
表 10-5	水平坑道補助工法一覧 (切羽安定対策) .....	10-8
表 10-6	水平坑道補助工法一覧 (湧水対策) .....	10-9
表 10-7	立坑の補助工法一覧表 .....	10-13
表 10-8	水平坑道補助工法一覧表 .....	10-15
表 10-9	注入式フォアボーリングの注入材料比較表 .....	10-18
表 10-10	補助工法数量一覧 (機械掘削) .....	10-20
表 10-11	補助工法数量一覧 (発破掘削) .....	10-20

## 第 11 章

表 11-1	ガス爆発に関する危険性の評点 .....	11-1
表 11-2	危険度のランク分類 .....	11-1
表 11-3	P 型試錐機機種別仕様 .....	11-12

表 11-4	P型試錐機の穿孔能力	11-13
表 11-5	ガス対策工の整理	11-17

## 第12章

表 12-1	仮設備計画の管理基準値等一覧表	12-1
表 12-2	電動コンプレッサーの仕様	12-2
表 12-3	給気配管使用数量	12-3
表 12-4	高度(標高)による補正係数	12-9
表 12-5	給気配管使用数量(非常用)	12-10
表 12-6	風管換気法と坑道換気法の比較表	12-12
表 12-7	換気方法比較表	12-13
表 12-8	防爆構造の概要	12-28
表 12-9	換気順序と方法一覧表(1)	12-33
表 12-10	換気順序と方法一覧表(2)	12-34
表 12-11	換気方式切替え表	12-35
表 12-12	送風機使用工程表	12-36
表 12-13	換気順序と換気設備計画表(1/3)	12-37
表 12-14	換気順序と換気設備計画表(2/3)	12-38
表 12-15	換気順序と換気設備計画表(3/3)	12-39
表 12-16	中水用給水装置使用数量	12-42
表 12-17	中水用給水配管使用数量(坑内)	12-44
表 12-18	中水用給水配管使用数量(坑外)	12-46
表 12-19	上水用給水装置使用数量	12-46
表 12-20	上水用給水配管使用数量(坑内+坑外)	12-47
表 12-21	給水配管使用数量(坑外)	12-48
表 12-22	水平坑道の透水係数と距離	12-52
表 12-23	掘削深度毎の湧水量	12-53
表 12-24	地質別にみたトンネル比湧水量	12-54
表 12-25	掘削深度毎の湧水量	12-54
表 12-26	掘削深度毎の検討用湧水量	12-55
表 12-27	HDB-1号孔の深度毎の塩化物イオン濃度	12-55
表 12-28	掘削深度毎の塩化物イオン濃度	12-56
表 12-29	掘削深度毎の排水量	12-70
表 12-30	全排水量により稀釈された塩化物イオン濃度	12-71
表 12-31	フリッカー対策の概要	12-75
表 12-32	電気負荷設備集計表	12-79

表 12-33	工事用電力集計表 (機械掘削) (1/2)	12-80
表 12-34	工事用電力集計表 (機械掘削) (2/2)	12-81
表 12-35	工事用電力集計表 (発破掘削) (1/2)	12-82
表 12-36	工事用電力集計表 (発破掘削) (2/2)	12-83
表 12-37	発電機容量計算書	12-85
表 12-38	作業区分による照度の基準	12-86
表 12-39	坑内の目的照度	12-86
表 12-40	照明器具の光束参考値	12-87
表 12-41	利用率	12-88
表 12-42	保守率	12-88
表 12-43	軌道構造	12-93
表 12-44	軌条運行車輛一覧	12-93
表 12-45	各枕木間隔のレールに発生する応力算定	12-94
表 12-46	各レール緒元	12-95
表 12-47	入出坑管理システムの比較総括表	12-97
表 12-48	仮設ヤードスペース検討表 (機械掘削)	12-101
表 12-49	仮設ヤードスペース検討表 (発破掘削)	12-102

### 第 13 章

表 13-1	立坑掘削工の施工の概要と緒元	13-17
表 13-2	地上仮設備の騒音レベル	13-18
表 13-3	立坑の施工機械の騒音レベル	13-20
表 13-4	発破の騒音レベル (坑口下部施工時と立坑一般部施工時)	13-20
表 13-5	組合せ (坑口下部：発破掘削の夜間作業)	13-24
表 13-6	組合せ (坑口下部：機械掘削の夜間作業)	13-24
表 13-7	組合せ (立坑一般部：発破掘削の夜間作業)	13-25
表 13-8	組合せ (立坑一般部：機械掘削の夜間作業)	13-25
表 13-9	停電時	13-26
表 13-10	音源のパワーレベル	13-31
表 13-11	音源組合せ	13-33
表 13-12	各ケースの音源一覧 (全 12 ケース)	13-34
表 13-13	音源の位置	13-40
表 13-14	受音点の位置	13-41
表 13-15	防音対策がない場合の騒音レベル	13-43
表 13-16	CASE1 (未対策)	13-44
表 13-17	CASE2 (未対策)	13-45

表 13-18	CASE3 (未対策)	13-46
表 13-19	CASE4 (未対策)	13-47
表 13-20	CASE5 (未対策)	13-48
表 13-21	CASE6 (未対策)	13-49
表 13-22	CASE7 (未対策)	13-50
表 13-23	CASE8 (未対策)	13-51
表 13-24	CASE9 (未対策)	13-52
表 13-25	CASE10 (未対策)	13-53
表 13-26	CASE11 (未対策)	13-54
表 13-27	CASE12 (未対策)	13-55
表 13-28	防音扉・防音ハウス・低周波用防音ハウスの効果について	13-68
表 13-29	CASE1 (対策有り)	13-69
表 13-30	CASE2 (対策有り)	13-70
表 13-31	CASE3 (対策有り)	13-71
表 13-32	CASE4 (対策有り)	13-72
表 13-33	CASE5 (対策有り)	13-73
表 13-34	CASE6 (対策有り)	13-74
表 13-35	CASE7 (対策有り)	13-75
表 13-36	CASE8 (対策有り)	13-76
表 13-37	CASE9 (対策有り)	13-77
表 13-38	CASE10 (対策有り)	13-78
表 13-39	CASE11 (対策有り)	13-79
表 13-40	CASE12 (対策有り)	13-80
表 13-41	防音設備	13-83
表 13-42	敷地境界線での低周波音圧レベル (西立坑発破時の低周波音)	13-85
表 13-43	気象庁振動階 (震度判定表) に振動速度の関係	13-95
表 13-44	変位速度の最大値と被害との関係	13-96
表 13-45	発破振動震度階	13-97
表 13-46	過去の工事における振動規制値	13-98
表 13-47	発破振動推定式一覧	13-99
表 13-48	斉発爆薬の装薬量	13-100
表 13-49	振動において管理基準値を侵す距離	13-101
表 13-50	検討位置での振動速度	13-101

#### 第 14 章

表 14-1	第 2 段階での具体的試験項目と実施上の留意点	14-2
表 14-2	第 2 段階研究実施に伴う工事工程への影響について	14-14

表 14-3	第 2 段階の研究工程（発破掘削工法）	14-15
表 14-4	第 2 段階の研究工法（機械掘削工法）	14-16

## 第 15 章

表 15-1	第 3 段階における仮設備工程表	15-2
表 15-2	維持風量算出表	15-3
表 15-3	掘削深度毎の湧水量	15-6
表 15-4	地下設備比較表	15-15
表 15-5	人用エレベータ据付工事工程表（東立坑）	15-20
表 15-6	人荷エレベータ据付工事工程表（西立坑）	15-21
表 15-7	使用方法によるエレベータの種類	15-22
表 15-8	速度分類によるエレベータの種類	15-22
表 15-9	労働安全衛生法におけるエレベータの分類	15-23
表 15-10	労働安全衛生法におけるエレベータの用途による分類	15-23
表 15-11	労働安全衛生法におけるエレベータの構造による分類	15-24
表 15-12	代表的な建物の高さとエレベータの速度	15-24
表 15-13	地下研究施設での見学内容	15-28

## 第 16 章

表 16-1	埋戻しの要求品質レベルの比較表	16-4
表 16-2	工程・コスト（2次評価）の検討対象ケース	16-12
表 16-3	検討ケースの絞込み（1次評価）	16-13
表 16-4	検討ケースの絞込み（1次評価）	16-14
表 16-5	検討ケースの絞込み（1次評価）	16-15
表 16-6	工程・コスト検討（2次評価）	16-17

## 第 17 章

表 17-1	工程検討の基本条件	17-1
表 17-2	工事別所要日数一覧表（立坑）	17-1
表 17-3	工事別所要日数一覧表（水平坑道）	17-2
表 17-4	立坑施工能力一覧表（機械掘削）	17-2
表 17-5	立坑施工能力一覧表（発破掘削）	17-2
表 17-6	水平坑道施工能力一覧表	17-3
表 17-7	補助工法施工能力一覧表	17-3
表 17-8	ロックボルトサイクルタイム（機械掘削）	17-4
表 17-9	ロックボルトサイクルタイム（発破掘削）	17-4
表 17-10	鋼製支保工サイクルタイム	17-5

表 17-11	吹付コンクリートサイクルタイム	17-5
表 17-12	鏡吹付コンクリートサイクルタイム	17-6
表 17-13	鏡止ボルトサイクルタイム	17-6
表 17-14	充填式フォアポーリング	17-7
表 17-15	水平坑道準備工事他の所要日数一覧表	17-9
表 17-16	立坑補助工法所要日数算出結果一覧表 (東西立坑/機械掘削)	17-10
表 17-17	立坑補助工法所要日数算出結果一覧表 (換気立坑/機械掘削)	17-10
表 17-18	立坑補助工法所要日数算出結果一覧表 (東西立坑/発破掘削)	17-11
表 17-19	立坑補助工法所要日数算出結果一覧表 (換気立坑/発破掘削)	17-11
表 17-20	水平坑道補助工法所要日数算出結果一覧表	17-12
表 17-21	東立坑の所要日数算出表 (機械掘削)	17-12
表 17-22	西立坑の所要日数算出表 (機械掘削)	17-12
表 17-23	換気立坑の所要日数算出表 (機械掘削)	17-13
表 17-24	東立坑の所要日数算出表 (発破掘削)	17-13
表 17-25	西立坑の所要日数算出表 (発破掘削)	17-13
表 17-26	換気立坑の所要日数算出表 (発破掘削)	17-13
表 17-27	水平坑道の所要日数算出表	17-13
表 17-28	建設工程に影響する調査試験項目と切羽停止期間	17-14
表 17-29	全体工程表 (立坑機械掘削方式)	17-16
表 17-30	全体工程表 (立坑発破掘削方式)	17-17

## 第 18 章

表 18-1	地下施設工事費総括表 (立坑機械掘削)	18-2
表 18-2	地下施設工事費総括表 (立坑発破掘削)	18-3
表 18-3	別途計上項目一覧	18-5

## 第 19 章

表 19-1	地下研究施設の見学事例調査 (1/13)	19-4
表 19-2	地下研究施設の見学事例調査 (2/13)	19-5
表 19-3	地下研究施設の見学事例調査 (3/13)	19-6
表 19-4	地下研究施設の見学事例調査 (4/13)	19-7
表 19-5	地下研究施設の見学事例調査 (5/13)	19-8
表 19-6	地下研究施設の見学事例調査 (6/13)	19-9
表 19-7	地下研究施設の見学事例調査 (7/13)	19-10
表 19-8	地下研究施設の見学事例調査 (8/13)	19-11
表 19-9	地下研究施設の見学事例調査 (9/13)	19-12
表 19-10	地下研究施設の見学事例調査 (10/13)	19-13

表 19-11	地下研究施設の見学事例調査 (11/13)	19-14
表 19-12	地下研究施設の見学事例調査 (12/13)	19-15
表 19-13	地下研究施設の見学事例調査 (13/13)	19-16
表 19-14	模擬地下施設の長所が発揮できる状況	19-18
表 19-15	地下施設での見学内容 (地下の環境、調査研究状況の状況)	19-19
表 19-16	地下施設での見学内容 (地下施設とその建設状況)	19-20
表 19-17	見学対象のイメージ (1/6)	19-21
表 19-18	見学対象のイメージ (2/6)	19-22
表 19-19	見学対象のイメージ (3/6)	19-23
表 19-20	見学対象のイメージ (4/6)	19-24
表 19-21	見学対象のイメージ (5/6)	19-25
表 19-22	見学対象のイメージ (6/6)	19-26
表 19-23	地下施設の見学者利用計画	19-27
表 19-24	関連施設の法規上の位置付け	19-30
表 19-25	見学用のアプローチ坑道での見学内容	19-31
表 19-26	関連施設の整備時期	19-32

## 第 20 章

表 20-1	見学内容の評価と課題	20-2
表 20-2	受入体制のれ評価と課題	20-3
表 20-3	その他の評価と課題	20-4
表 20-4	見学施設としての特徴と課題	20-5
表 20-5	機械掘削と発破掘削の特徴比較	20-9