

トンネル工学委員会 ライブラリー
実務者のための山岳トンネルのリスク低減対策
目次

	頁
まえがき	
1. はじめに	1
1.1 本部会（山岳トンネルのリスク低減に関する検討部会）での発刊趣旨	2
1.2 部会及びWG構成	2
1.3 本書の構成	2
2. リスクの分類とリスク低減	5
2.1 リスク分類・要因分析	7
2.2 リスク対応に関する検討	7
2.3 山岳トンネルにおけるリスク要因と低減対策に関する提言	8
3. 押出し・崩壊に関するリスク管理	23
3.1 概説	23
3.1.1 押出し・崩壊リスク一般	23
3.1.2 事例調査の概要	25
3.1.3 本章の概要	26
3.1.4 基本的なリスク低減策	29
3.2 押出し・大変形に関するリスク低減	34
3.2.1 押出し・大変形一般	34
3.2.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	39
3.2.3 施工段階のリスクと対策	40
3.2.4 維持管理段階に向けたリスクと対策	45
3.3 切羽崩壊・地表面陥没に関するリスク低減	50
3.3.1 切羽崩壊・地表面陥没一般	50
3.3.2 未固結・土砂地山の崩壊リスク	53
3.3.3 強風化・崖錐地山の崩壊リスク	62
3.3.4 軟岩地山の崩壊リスク	66
3.3.5 断層・破碎帯を含む地山の崩壊リスク	71
3.3.6 層理・節理の発達した地山の崩壊リスク	77
3.4 近接施工に関するリスク低減	83
3.4.1 近接施工一般	83
3.4.2 基本的なリスク低減対策	88
3.4.3 計画・調査・設計段階のリスクと対策	96

3.4.4 施工段階のリスクと対策	100
3.5 地すべり・斜面崩壊に関するリスク低減	103
3.5.1 地すべり・斜面崩壊一般	103
3.5.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	112
3.5.3 施工段階のリスクと対策	118
3.5.4 維持管理段階に向けたリスクと対策	121
3.6 山はねに関するリスク低減	123
3.6.1 山はね一般	123
3.6.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	131
3.6.3 施工段階のリスクと対策	134
【参考資料】 押出し・崩壊リスクに関する事例調査	149
4. 地質環境に関するリスク管理	199
4.1 概説	199
4.2 地下水に関するリスク低減	201
4.2.1 地下水に関するリスク一般	201
4.2.2 地下水位低下のリスク	210
4.2.3 水質変化のリスク	219
4.3 ガスに関するリスク低減	227
4.3.1 ガスに関するリスク一般	227
4.3.2 ガス爆発のリスク	236
4.3.3 酸素欠乏症のリスク	243
4.3.4 有毒ガス中毒のリスク	250
4.4 自然由来重金属等に関するリスク低減	258
4.4.1 自然由来重金属等に関するリスク低減一般	258
4.4.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	266
4.4.3 施工段階のリスクと対策	271
【参考資料】 地質環境管理に関する事例調査	289
5. 維持管理に関するリスク管理	315
5.1 概説	315
5.2 外力性の変形に関するリスク管理	316
5.2.1 外力性の変形一般	316
5.2.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	319
5.2.3 施工段階のリスクと対策	320
5.2.4 維持管理段階のリスクと対策	322
5.3 はく落に関するリスク管理	324
5.3.1 はく落一般	324

5.3.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	325
5.3.3 施工段階のリスクと対策	326
5.3.4 維持管理段階のリスクと対策	333
5.4 漏水等に関するリスク管理	339
5.4.1 漏水一般	339
5.4.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	340
5.4.3 施工段階のリスクと対策	342
5.4.4 維持管理段階のリスクと対策	343
5.5 附属物落下に関するリスク管理	346
5.5.1 附属物落下一般	346
5.5.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	347
5.5.3 施工段階のリスクと対策	348
5.5.4 維持管理段階のリスクと対策	349
5.6 作業中の事故に関するリスク低減	350
5.6.1 作業中の事故一般	350
5.6.2 計画・調査・設計時のリスクと対策	352
5.6.3 維持管理段階のリスクと対策	353
5.7 点検困難箇所に関するリスク低減	356
5.7.1 点検困難箇所一般	356
5.7.2 計画・調査・設計段階のリスクと対策	357
5.7.3 施工段階のリスクと対策	357
5.7.4 維持管理段階のリスクと対策	357
【参考資料】維持管理に関する事例調査	361
6. 課題と展望	365
6.1 押し出し・崩壊リスクに関する課題と展望	365
6.1.1 事前調査・設計の流れ	365
6.1.2 補助工法の体系化	365
6.1.3 計画・調査・設計・施工情報の共有	365
6.1.4 山岳トンネル工事の機械化・自動化	366
6.1.5 計測・モニタリング技術の開発	366
6.2 地質環境リスクに関する課題と展望	366
6.2.1 調査の継続性確保と合意形成	366
6.2.2 可燃性ガスの検知およびガス爆発	367
6.2.3 酸素欠乏症と有害ガス	367
6.2.4 自然由来重金属	368
6.3 維持管理リスクに関する課題と展望	368
6.3.1 外力性の変形	368

6.3.2 はく落	369
6.3.3 漏水	369
6.3.4 附属物落下	369
6.3.5 作業中の事故	369
6.3.6 点検困難箇所	370
7. おわりに	371
付録 (APPENDIX)	付録-1

On-Site Visualization 技術の併用によるリスク低減