

目次

まえがき

発刊に寄せて

I 概要	1-1
II 道路トンネルの技術の変遷	2-1
2.1 概論	2-1
2.2 建設技術の変遷	2-5
2.2.1 沿革	2-5
(1) NATM 前史	2-5
(2) NATM の導入	2-7
(3) NATM の発展	2-7
(4) 新東名・新名神トンネルの掘削技術と TBM の導入	2-10
(5) TBM 工法の適用拡大	2-11
(6) 支保構造の変遷	2-12
(7) 高規格支保構造と中流動覆工コンクリートの導入	2-13
(8) 解析技術の変遷	2-14
(9) 計測技術の変遷	2-18
(10) その他	2-23
2.2.2 技術基準、仕方書の変遷	2-25
(1) 国等の基準	2-25
(2) 日本道路公団の基準	2-27
2.3 施設技術の変遷	2-30
2.3.1 トンネル換気技術	2-30
(1) 初めての換気設備 関門トンネル	2-30
(2) 名神高速道路・首都高速道路のトンネル：1960 年代	2-30
(3) ジェットファン換気方式の採用：1966 年以降	2-31
(4) 火災時対策の研究：網掛トンネル	2-31
(5) 坑口排気対策への対応：集中排気方式	2-31
(6) 長大トンネル換気方式の開発 ：立坑集中送排気と電気集じん機の適用	2-32
(7) 選択式集中排気縦流換気方式の採用	2-33
2.3.2 トンネル防災設備	2-37
(1) 関門トンネルの防災設備	2-37
(2) 名神高速道路（天王山、梶原トンネル）	2-38
(3) 鈴鹿トンネルの火災	2-39
(4) 水噴霧設備の設置	2-39
(5) 日本坂トンネル火災事故	2-39

(6)加久藤トンネル火災事故	2-39
(7)道路トンネル非常用設置基準の変遷	2-40
2.3.3 トンネル照明技術	2-42
(1)概要	2-42
(2)トンネル照明ランプ	2-43
(3)トンネル照明器具	2-44
(4)トンネル照明方式	2-45
(5)施設寿命の延命化	2-45
2.3.4 内装	2-46
(1)内装の歴史	2-46
(2)関門トンネルの内装	2-46
(3)名神高速道路における内装	2-46
(4)東名高速道路・中央自動車道における内装	2-47
(5)東名高速道路・中央自動車道以降の変遷	2-47
2.4 保全技術の変遷	2-50
Ⅲ 計画と設計	3-1
3.1 概要	3-1
3.2 地山分類（通常断面・大断面）	3-4
3.3 トンネル本体工（通常断面・大断面）	3-6
3.3.1 トンネル内空断面	3-6
3.3.2 支保工	3-8
3.3.3 覆工	3-13
3.3.4 坑門	3-15
3.4 換気	3-17
3.4.1 換気の目的	3-17
3.4.2 所用換気量の計算	3-17
3.4.3 換気方式	3-18
3.4.4 NEXCOにおけるトンネル換気	3-18
3.4.5 関越トンネルの換気方式	3-19
3.5 非常用施設	3-21
3.5.1 概要	3-21
3.5.2 非常用施設の種類と内容	3-21
(1)通報・警報設備	3-21
(2)消火設備	3-22
(3)避難誘導設備	3-22
(4)その他の設備	3-22

3.6 照明 -----	3-25
3.6.1 概要-----	3-25
3.6.2 照明計画-----	3-25
3.7 内装工 -----	3-28
3.7.1 内装工の目的-----	3-28
3.7.2 内装工の適用範囲と設置範囲-----	3-29
3.7.3 内装工の材料-----	3-29
IV 施 工 -----	4-1
4.1 概要 -----	4-1
4.2 掘削工法の選定（通常断面・大断面） -----	4-1
4.2.1 全断面工法-----	4-3
4.2.2 補助ベンチ付全断面工法-----	4-3
4.2.3 ベンチカット工法-----	4-3
(1)ロングベンチカット工法-----	4-3
(2)ショートベンチカット工法-----	4-3
4.2.4 導坑先進工法-----	4-3
4.2.5 中壁分割工法-----	4-4
4.3 掘削方式の選定（通常断面・大断面） -----	4-6
4.3.1 爆破掘削方式-----	4-6
4.3.2 機械掘削方式-----	4-8
(1)自由断面掘削機によるもの-----	4-8
(2)割岩機によるもの-----	4-8
(3)TBM（トンネルボーリングマシン）によるもの-----	4-8
(4)TWS（トンネルワークステーション）によるもの-----	4-10
4.3.3 人力掘削方式-----	4-11
4.4 不良地山の掘削 -----	4-12
4.4.1 天端および切羽の安定-----	4-12
4.4.2 湧水対策-----	4-13
4.5 施工中の環境対策 -----	4-14
4.5.1 騒音対策-----	4-14
4.5.2 振動対策-----	4-15
4.5.3 水質汚濁対策-----	4-15
4.5.4 濁水対策-----	4-16
4.5.5 地表面沈下対策-----	4-16
4.5.6 坑内環境対策-----	4-16
4.5.7 重金属対策-----	4-16

V 管 理	5-1
5.1 トンネル管理に必要な業務	5-1
5.1.1 交通管理業務	5-1
(1)交通管理隊による巡回	5-1
(2)交通管制業務	5-1
5.1.2 道路保全業務	5-1
(1)維持管理	5-1
(2)改良	5-1
5.1.3 施設制御管理業務	5-2
(1)換気設備の運用	5-2
(2)照明設備の運用	5-2
(3)トンネル火災時の対応	5-2
(4) 非常時（火災時）の2次災害防止等	5-3
5.2 維持管理	5-4
5.2.1 点検	5-4
(1)点検概要	5-4
(2)点検の手法	5-6
(3)トンネル覆工点検の着目箇所	5-7
5.2.2 保全作業・補修工事	5-8
5.2.3 その他設備等の設置	5-8
(1)融雪施設	5-8
(2)チェーンベース	5-8
VI 特色のあるプロジェクト	6-1
6 プロジェクト一覧	6-1
6.1 トンネル本体建設編	6-5
6.1.1 関門トンネル	6-5
6.1.2 天王山トンネル	6-8
6.1.3 恵那山トンネル（I期線）	6-10
6.1.4 真鶴トンネル	6-13
6.1.5 藤白トンネル	6-18
6.1.6 関越トンネル（I期線）	6-20
6.1.7 折爪トンネル	6-24
6.1.8 北陸道全線トンネル（I期線）	6-27
6.1.9 東名改築3車線のトンネル群	6-33
6.1.10 青梅トンネル	6-36
6.1.11 保土ヶ谷トンネル（下り線拡幅）	6-39
6.1.12 湯田トンネル【湯田第二トンネル】	6-43

6.1.13	安房トンネル	6-46
6.1.14	東京湾アクアライン	6-48
6.1.15	山王トンネル（Ⅱ期線）	6-54
6.1.16	城端・袴腰トンネル（避難坑）	6-57
6.1.17	日暮山トンネル（Ⅱ期線）	6-65
6.1.18	加久藤トンネル	6-72
6.1.19	金勝山トンネル【栗東トンネル】	6-78
6.1.20	飛弾トンネル	6-80
6.1.21	寝屋川第二トンネル【小路トンネル】	6-85
6.1.22	穂別トンネル	6-97
6.1.23	新東名全線のトンネル群	6-101
6.1.24	和田島トンネル【清水第三トンネル】	6-109
6.1.25	内牧トンネル【静岡第二トンネル】	6-111
6.1.26	今里トンネル【今里第一トンネル、第二トンネル】	6-116
6.1.27	沼津トンネル	6-122
6.1.28	富士川トンネル	6-129
6.1.29	寺島トンネル【藤枝第二トンネル】	6-134
6.1.30	粟ヶ岳トンネル【金谷トンネル】	6-140
6.1.31	三岳山トンネル【浜松トンネル】	6-149
6.1.32	八之尻トンネル	6-153
6.1.33	原町トンネル	6-163
6.1.34	鳥浜トンネル	6-166
6.2	トンネル施設編	6-174
6.2.1	飛弾トンネル	6-174
6.2.2	新東名全線のトンネル群	6-179
6.3	管理編	6-184
6.3.1	日本坂トンネル	6-184
6.3.2	洞爺トンネル	6-187
6.3.3	盃山トンネル	6-190
6.3.4	柳ヶ瀬トンネル（避難連絡坑）	6-195
6.3.5	関門トンネル	6-199

Ⅶ 写真で見る道路トンネル	7-1
7.1 工事編	7-1
7.1.1 概要	7-1
(1)掘削工法.....	7-1
(2)一般的な施工手順.....	7-2
(3)標準的な支保構造例.....	7-3
7.1.2 トンネル工事における施工手順	7-4
(1)測量.....	7-4
(a)坑外基準点測量.....	7-4
(b)坑内測量.....	7-5
(2)坑口付け.....	7-6
(a)標準的な坑口付け.....	7-6
(b)側壁導坑による坑口付け.....	7-7
(c)TBMによる中央導坑の坑口付け.....	7-8
(d)中壁分割工法の坑口付け.....	7-8
(e)抱き擁壁による坑口付け.....	7-9
(f)エアモルタルによる坑口の保護盛土工.....	7-9
(3)掘進手順.....	7-10
(a)掘削.....	7-10
(b)ずり出し.....	7-13
(c)吹付けコンクリート.....	7-14
(d)鋼アーチ支保工.....	7-15
(e)金網.....	7-16
(f)ロックボルト.....	7-16
(4)計測工.....	7-21
(a)計測工 A.....	7-21
(b)計測工 B.....	7-22
(5)防・排水工.....	7-26
(a)防水工.....	7-26
(b)排水工.....	7-28
(6)覆工.....	7-30
(a)覆工.....	7-30
(b)インバート.....	7-33
(7)坑門工.....	7-34
(8)監視員通路.....	7-36
(9)舗装工.....	7-37
(10)内装工.....	7-38

7.1.3 トンネル掘削工法	7-39
(1)トンネルの掘削工法	7-39
(a)補助ベンチ付全断面工法	7-39
(b)ベンチカット工法	7-39
(c)導坑先進工法	7-39
(d)導坑先進工法 (TBM 導坑先進拡幅掘削工法)	7-40
(e)中壁分割工法 (CD 工法)	7-40
7.1.4 トンネル施工機械	7-41
(1)掘削機械	7-41
(2)コンクリート吹付け機	7-44
(3)ずり出し機械	7-46
(a)ずり積込み機	7-46
(b)ずり運搬機 (タイヤ方式)	7-47
(c)ずり運搬機 (レール方式)	7-49
(4)覆工型枠	7-50
(5)計測および試験機器	7-51
(6)仮設備	7-53
7.1.5 補助工法	7-58
7.1.6 関連施設	7-63
(1)避難連絡坑	7-63
(2)避難坑	7-63
(3)非常駐車帯	7-64
(4)集じん坑	7-64
(5)立坑	7-65
(6)電気室ヤード	7-65
(7)洗浄水槽	7-65
7.1.7 新技術	7-66
(1)シールド	7-66
(2)ECL (Extruded Concrete Lining)	7-66
(3)NTL (New Tunnel Lining)	7-66
(4)TWS (Tunnel Work Station)	7-67
(5)New-PLS (New-Pre Lining Support)	7-67
(6)TBM (Tunnel Boring Machine)	7-67
(7)ロジンジェット	7-68
(8)トレヴィチューブ・トレヴィジェット	7-68
(9)メトロジェット	7-68

7.1.8	その他	7-69
(1)	貫通	7-69
7.1.9	写真で見るトンネル施工法の変遷	7-70
(1)	木製支保の時代	7-70
(2)	矢板工法	7-70
(a)	関越トンネル I 期工事	7-70
(b)	矢板工法施工状況 (底設導抗先進上部半断面工法)	7-74
7.2	施設編	7-76
7.2.1	概要	7-76
7.2.2	換気設備	7-77
(1)	ジェットファン	7-78
(2)	電気集じん設備	7-78
(3)	立坑送排風機	7-79
(4)	換気盤	7-80
(5)	VI 計	7-81
(6)	CO 計	7-82
(7)	AV 計	7-82
(8)	計測盤	7-83
(9)	その他	7-83
7.2.3	非常用施設	7-84
(1)	消火栓	7-85
(2)	自動弁装置	7-85
(3)	水噴霧ヘッド	7-85
(4)	給水栓	7-86
(5)	送水口	7-86
(6)	火災検知機	7-86
(7)	消火ポンプ	7-87
(8)	防災受信盤	7-87
(9)	その他	7-88
7.2.4	照明設備	7-90
(1)	トンネル坑口照明	7-90
(2)	トンネル内照明	7-90
(3)	コントロールセンター	7-91
(4)	輝度計	7-92
(5)	非常駐車帯照明	7-92
(6)	その他	7-92
7.2.5	受配電・自家発電設備	7-93
(1)	受配電盤	7-93

(2)変圧器盤	7-93
(3)トランス	7-93
(4)無停電電源装置	7-94
(5)自家発電装置	7-94
(6)発電機盤	7-95
(7)その他	7-96
7.2.6 情報収集および提供設備	7-97
(1)監視装置 (CCTV)	7-97
(2)漏洩同軸ケーブル	7-97
(3)ラジオ再放送設備	7-97
(4)拡声放送設備	7-98
(5)トンネル坑口情報板	7-98
(6)トンネル内情報板	7-98
(7)可変式速度規制標識	7-99
(8)非常電話	7-99
(9)非常口表示灯	7-100
(10)誘導表示板	7-100
7.2.7 建築設備	7-101
(1)電気室	7-101
(2)換気塔	7-101
7.3 管理編	7-102
7.3.1 点検	7-102
(1)点検概要	7-102
(a)実施内容や実施時期により区分	7-102
(b)点検手法により区分	7-102
(2)トンネル本体点検	7-102
(a)覆工画像撮影	7-102
(b)坑門点検	7-103
(c)覆工点検	7-103
(d)内装板点検	7-104
(e)タイル点検	7-104
(f)排水施設点検	7-104
(3)施設保守点検	7-105
7.3.2 維持修繕作業	7-111
(1)清掃作業	7-111
(a)トンネル側壁部清掃	7-111
(b)排水施設清掃	7-112
(c)車線分離標清掃	7-113

(d)トンネル照明灯具清掃	7-113
(e)トンネル標識照明灯具清掃	7-114
(f)ジェットファン清掃	7-114
(g)可変情報板等清掃	7-114
(h)消火栓等清掃	7-115
(i)非常電話等清掃	7-115
(2)雪氷対策作業	7-116
(a)トンネル坑口内への吹込み雪・持込み雪の除雪作業	7-116
(b)トンネル坑口部前後の無散水消雪状況	7-116
7.3.3 維持修繕工事	7-117
(1)漏水防止工事	7-117
(a)コンクリート打継目からの漏水により発生したつららの処理状況	7-117
(b)漏水防止工事施工状況	7-117
(2)覆工背面空洞補強工事	7-118
(a)削孔状況	7-118
(b)裏込め注入状況	7-118
(3)天井板補強工事	7-119
(a)天井板取替作業状況	7-119
(b)吊り金具の取替えによる補強作業	7-119
(4)舗装改良工事	7-120
(a)合材敷均し作業	7-120
(b)ローラーによる転圧作業	7-120
(5)内装板取替え工事	7-121
(a)内装板(ケイ酸カルシウム板)の破損した状況	7-121
(b)下地鋼材への取付金具の取付作業状況	7-121
(c)内装板の取付作業状況	7-121
(6)照明設備改良工事	7-122
7.3.4 トンネル防災	7-123
(1)防災訓練	7-123
(2)広報活動	7-123
(3)設備の運転監視	7-123

Ⅷ 専門用語説明	8-1
-----------------	-----

トンネル名称 索引

あとがき