

鉄道土木構造物の維持管理

目 次

第1編 総論	1
第1章 本書の対象と構成	1
第2章 土木構造物の種類	2
2.1 橋りょう	2
2.1.1 橋りょう各部の名称	2
2.1.2 上部構造	3
2.1.3 下部構造	8
2.1.4 線路下横断構造物	11
2.2 トンネル	14
2.2.1 概説	14
2.2.2 トンネル各部の名称	14
2.2.3 トンネルの種類と特徴	16
2.3 土工設備	18
2.3.1 概説	18
2.3.2 路盤	19
2.3.3 盛土および切取	20
2.3.4 のり面防護工	21
2.3.5 土留壁	22
2.3.6 土留擁壁	23
2.3.7 補強土	24
2.4 排水設備	25
2.4.1 排水こうと線路側こう	25
2.4.2 伏び	26
2.4.3 その他の排水設備	26
2.5 防護設備	27
2.5.1 落石対策	27
2.5.2 土砂崩壊対策	28
2.5.3 防雪対策	28
2.6 鉄道林	29
2.6.1 種類と機能	29
2.6.2 鉄道林の機能維持	31

第3章 維持管理を必要とする要因	32
3.1 概説	32
3.2 日本の国土の特性	33
3.2.1 日本列島の立地条件	33
3.2.2 地質・地形	34
3.2.3 気象	35
3.2.4 地震	36
3.2.5 社会構造の変化	37
3.3 土木構造物に影響を与える要因	38
3.3.1 要因の分類	38
3.3.2 自然的要因	39
3.3.3 社会的（人為的）要因	39
3.4 維持管理の必要性	39
3.5 防災強度の設定	43
第4章 業務のしくみ	45
4.1 技術の体系	45
4.1.1 設計基準と規程の体系	45
4.1.2 構造物設計法	46
4.1.3 メンテナンス技術	47
4.2 技術基準	49
4.2.1 鉄道事業法体系	49
4.2.2 鉄道営業法体系	50
4.3 JR各社の組織と業務	55
4.3.1 JR北海道	57
4.3.2 JR東日本	58
4.3.3 JR東海	59
4.3.4 JR西日本	60
4.3.5 JR四国	61
4.3.6 JR九州	62
4.3.7 JR貨物	63
第2編 橋りょう	65
第1章 概説	65
1.1 鉄道橋の現状	65
1.2 橋りょうの寿命と鋼けたに見る取り替えの要因	66
1.3 維持管理の基本	67
1.4 維持管理に関する近年の特徴	68
第2章 変状の実態	70

2.1	コンクリート構造	70
2.1.1	コンクリート構造物の特徴	70
2.1.2	変状の種類	70
2.1.3	変状発生の要因	70
2.1.4	変状の実例	73
2.2	鋼構造	82
2.2.1	鋼構造物の特徴	82
2.2.2	変状の種類	84
2.2.3	変状発生の要因	86
2.2.4	変状の実例	88
2.3	基礎構造	94
2.3.1	基礎構造物の特徴	94
2.3.2	変状の種類	94
2.3.3	基礎の変状要因	96
2.3.4	変状の実例	99
2.4	レンガ・石積み構造	109
2.4.1	レンガ・石積み構造物の特徴および構造概要	109
2.4.2	変状の種類	112
2.4.3	レンガ・石積み構造物の変状要因	113
2.4.4	変状の実例	114
第3章	検査技術	118
3.1	コンクリート構造	118
3.1.1	目視による健全度の評価	118
3.1.2	詳細な検査方法と健全度の評価	126
3.2	鋼構造	133
3.2.1	目視による健全度の評価	133
3.2.2	詳細な検査方法と健全度の評価	141
3.3	基礎構造物	150
3.3.1	目視による健全度の評価	150
3.3.2	詳細な検査方法と健全度の評価	153
3.4	レンガ・石積み構造	163
3.4.1	目視による健全度の評価	163
3.4.2	詳細な検査方法と健全度の評価	165
第4章	補修・補強	170
4.1	コンクリート構造	170
4.1.1	補修・補強の基本的な考え方	170
4.1.2	一般的な補修・補強事例	170
4.1.3	電気化学的補修事例	186

4.1.4	耐震補強	190
4.2	鋼構造	196
4.2.1	補修・補強の基本的な考え方	196
4.2.2	補修・補強事例	196
4.3	基礎構造物	211
4.3.1	補修・補強の基本的な考え方	211
4.3.2	変状原因の除去	211
4.3.3	補修・補強工法	214
4.4	レンガ・石積み構造	223
4.4.1	補修・補強の基本的な考え方	223
4.4.2	補修事例	225
4.4.3	補強事例	229
第3編 トンネル		235
第1章	概説	235
1.1	地圧の作用による変状	236
1.2	覆工材料の劣化による変状	237
1.3	漏水・凍結	237
第2章	トンネル変状の実態	238
2.1	地圧の作用による変状	238
2.1.1	変状原因の種類	238
2.1.2	変状現象の特徴	239
2.2	覆工の劣化	247
2.2.1	覆工材料	247
2.2.2	覆工の劣化要因	248
2.3	漏水・凍害（凍結）	251
2.3.1	漏水の実態	251
2.3.2	凍害（凍結）の実態	255
2.4	都市部トンネルの変状	257
2.4.1	シールドトンネルの変状	257
2.4.2	開削トンネルの変状	262
2.4.3	開削トンネルの変状対策事例	265
第3章	調査	269
3.1	調査概要	269
3.1.1	資料調査	271
3.1.2	環境調査	271
3.1.3	坑内調査	271
3.2	検査・調査法	275

3.2.1	目視観察・写真撮影	275
3.2.2	ひび割れ測定	275
3.2.3	覆工変状測定	277
3.2.4	覆工厚・背面地山調査	279
3.2.5	覆工材料試験（劣化覆工試験）	283
3.2.6	地山変位測定	286
3.2.7	覆工ひずみ測定	286
3.2.8	覆工補強法検討のための調査	288
3.2.9	湧水等に関する調査	289
3.2.10	軌道狂い調査	290
3.2.11	坑内気温調査	290
3.3	健全度の判定	291
3.3.1	判定基準	291
3.4	変状原因の推定	295
3.4.1	変状現象と変状原因の分類	295
3.4.2	変状原因ごとの変状現象の特徴	295
3.4.3	変状原因の推定	295
第4章	措置	297
4.1	地圧対策	297
4.1.1	地圧対策工の選定	297
4.1.2	対策工の特徴	298
4.1.3	対策事例	305
4.2	劣化覆工対策	321
4.2.1	劣化覆工対策工の選定	321
4.2.2	対策工の特徴	323
4.2.3	対策事例	326
4.3	漏水・凍害対策	338
4.3.1	漏水対策工とその選定	338
4.3.2	漏水防止工	340
4.3.3	凍害対策工とその選定	342
4.3.4	漏水の事例	346
4.3.5	凍害（凍結）の事例	356
第4編	斜面・のり面・護岸	361
第1章	概説	361
1.1	斜面・のり面・護岸の特徴	361
1.1.1	対象の範囲	361
1.1.2	対象の特徴	361

1.2	自然災害の現状	362
1.3	斜面災害対策の方法	363
1.4	日常の維持管理	364
1.5	診断業務の方法	364
第2章	自然斜面	366
2.1	概説	366
2.2	地すべり等大規模崩壊	368
2.2.1	地すべり	368
2.2.2	大規模斜面崩壊（基盤崩壊）	379
2.3	土石流	381
2.3.1	土石流の概念	381
2.3.2	鉄道における土石流災害	382
2.3.3	土石流の調査	383
2.3.4	土石流対策	390
2.4	落石	390
2.4.1	落石の特徴	390
2.4.2	落石の素因と誘因	390
2.4.3	落石対策の考え方	392
2.5	斜面の広域的な調査	393
2.6	対策と実例	396
2.6.1	対策の考え方	396
2.6.2	地すべり災害	396
2.6.3	土石流災害	401
2.6.4	落石災害	408
2.6.5	大規模斜面崩壊	418
第3章	盛土・切取りの面	423
3.1	盛土	423
3.1.1	盛土災害の実態	423
3.1.2	盛土災害の種類と特徴	425
3.2	切取りの面	435
3.2.1	切取りの面の特徴	435
3.2.2	切取災害の実態	436
3.2.3	切取災害の種類と特徴	437
3.3	盛土・切取りの面の検査と保守管理	437
3.3.1	基本的な検査・保守管理の考え方	437
3.3.2	検査技術	441
3.3.3	検査方法の事例	444
3.3.4	簡易な検査機器	448

3.3.5	盛土・切取りのり面の安定度の検討方法	451
3.3.6	管理技術	455
3.4	対策と実例	460
3.4.1	対策工の基本的考え方	460
3.4.2	盛土災害の実例	464
3.4.3	切取災害の実例	482
第4章	護岸	498
4.1	護岸の種類	498
4.1.1	海護岸	498
4.1.2	河川護岸	500
4.2	護岸の被災・変状の種類	502
4.2.1	海護岸の被災と変状	502
4.2.2	河川護岸の被災と変状	503
4.3	護岸の検査	504
4.4	対策と実例	504
4.4.1	対策の基本的な考え方	504
4.4.2	海護岸の災害と対策	505
4.4.3	河川護岸の災害と対策	510
第5編	雪害	517
第1章	概説	517
第2章	雪害の種類と特徴	518
2.1	降雪・積雪	519
2.2	なだれ	520
2.3	ふぶき・吹きだまり	520
2.4	着雪・着氷	521
2.5	凍結・融解	521
第3章	対策と実例	521
3.1	対策の基本的考え方	521
3.1.1	在来線	521
3.1.2	新幹線	523
3.2	実例	529
3.2.1	在来線	529
3.2.2	新幹線	542
第6編	風害	553
第1章	概説	553
第2章	風害の種類と特徴	553

第3章 対策と実例	555
3.1 対策の基本的考え方	555
3.1.1 対策の構成	555
3.1.2 対策の水準	555
3.1.3 対策区間の設定	556
3.1.4 列車脱線転覆の危険性の評価	556
3.1.5 ソフト対策	557
3.1.6 ハード対策	558
3.2 実例	560
3.2.1 列車転覆対策, 安全輸送対策	560
3.2.2 飛砂対策	574
3.2.3 倒木対策	577
第7編 特異な災害, 補修の事例および巨大構造物の保守	587
第1章 新小平駅隆起災害	587
1.1 災害概況	587
1.2 災害原因	587
1.2.1 地盤条件	589
1.2.2 地形特性	590
1.2.3 降雨特性	591
1.3 復旧工事の考え方	591
1.3.1 復旧工法の選定	591
1.3.2 復旧構造物の検討	591
1.3.3 施工法の概要	595
1.4 建設時における地下水対策の重要性	595
第2章 お茶ノ水駅路盤陥没災害	597
2.1 はじめに	597
2.2 災害概要	597
2.3 構造物の変状	597
2.4 災害原因の推定	598
2.4.1 降水量および線路敷地内への流入水量	598
2.4.2 路盤陥没の土砂収支	598
2.4.3 土留擁壁の安定性の検討	599
2.4.4 災害原因の推定	599
2.5 復旧工事	600
2.5.1 土留擁壁	600
2.5.2 排水設備	600
2.6 類似箇所を検討	601

2.6.1	地形的特徴と災害歴	601
2.6.2	構造物の安定性の検討	602
2.6.3	防災強化対策工事	603
2.6.4	対策工事の効果および反省	603
第3章	大糸線豪雨災害	605
3.1	線区および地形・地質の概況	605
3.2	災害の概況	606
3.3	復旧計画	607
3.4	復旧工事	608
3.5	おわりに	612
第4章	N'EXルートの防災対策	613
4.1	N'EXルート防災対策の目的	613
4.2	N'EXルートの経路と対策区間	613
4.3	防災強化対策区間の特徴	614
4.4	防災強化対策箇所の抽出	614
4.5	防災強化対策（ハード対策）	614
4.6	土砂崩壊検知システム（ソフト対策）	616
4.6.1	基本的な考え方	616
4.6.2	土砂崩壊検知システムの概要	617
4.7	N'EXルート防災強化対策の特徴	617
4.8	防災強化対策の効果	618
第5章	上野地下駅の隆起対策	619
5.1	地下駅の概要	619
5.2	深層地下水水位の変動	619
5.3	浅層地下水と深層地下水	620
5.4	構造物の地下水に与える影響	620
5.4.1	下床版の変形	621
5.4.2	地下構造物の浮き上がり	621
5.5	地下水水位上昇に伴う対策	621
5.6	対策工事の施工	622
5.7	地下水水位の観測設備と監視システム	622
第6章	大規模地震対策	624
6.1	大規模地震対策の現状	624
6.2	東海地震対策	625
6.2.1	大規模地震対策特別措置法	625
6.2.2	設備強化	626
6.3	阪神・淡路大震災の被害と復旧対策	630
6.3.1	地震の規模，特徴	630

6.3.2	JR西日本の被害概況	632
6.3.3	震災復興の基本的な考え方	634
6.3.4	JR西日本の復旧体制と役割	637
6.3.5	JR東海の被害概要	638
6.3.6	復旧にあたっての基本的な考え方	640
6.4	緊急耐震補強対策	642
6.4.1	既存の鉄道構造物の耐震補強	642
6.4.2	JR東日本における緊急耐震補強	647
6.4.3	JR西日本における緊急耐震補強	650
6.4.4	JR東海における緊急耐震補強	653
第7章	青函トンネルの保守管理	655
7.1	青函トンネルの概要	655
7.2	トンネルの維持管理	656
7.3	地震防災システム	657
7.4	列車火災検知装置	658
第8章	本州四国連絡橋の保守管理	660
8.1	本州四国連絡橋の概要	660
8.1.1	本州四国連絡橋の構造物	660
8.1.2	本州四国連絡橋の鉄道構造物	660
8.2	本州四国連絡橋の保守点検	663
8.2.1	検査の種類・方法	663
8.2.2	鉄道縦けたの塗装	663
8.3	本州四国連絡橋保守管理の今後	664
第9章	余部橋りょうの保守管理	665
9.1	はじめに	665
9.2	保守の概要	665
9.3	災害による被害状況	669
9.4	本橋りょうにおける暴露試験結果	669
9.5	おわりに	670
第8編	運転規制	671
第1章	運転規制の概要	671
第2章	降雨の運転規制	672
2.1	在来線	672
2.2	新幹線	674
第3章	河川増水の運転規制	674
第4章	地震の運転規制	674
4.1	在来線	674

4.2 新幹線	675
第5章 風の運転規制	676
第6章 雪害時の運転規制	677
第7章 その他の運転規制	679
7.1 津波の運転規制	679
7.2 波浪に対する運転規制	679
第8章 観測情報伝達のしくみ	679
付録	
付録1. 斜面の安定計算	683
付録2. 確率雨量について	690
付録3. 排水工設計に関する資料	700
付録4. トンネルの凍害対策工（断熱工法）の設計計算例	722
付録5. 鋼橋の現有応力比率の計算	728
〔参考〕従来単位とSI単位の換算率	736