

水路トンネル ～維持管理の手引き～

— 目 次 —

第1章 はじめに	1
1.1 本維持管理手引き作成の背景	1
1.2 手引き書の構成ならびに特徴	1
1.3 用語の定義	2
第2章 水路トンネル保全の概要	4
2.1 トンネルの分類と水路トンネルの機能	4
2.1.1 トンネルの分類	4
2.1.2 水路トンネルが具備すべき機能等	5
2.2 水路トンネルの現況と損傷事例	7
2.2.1 水路トンネルの現況	7
2.2.2 水路トンネルの損傷事例	7
2.3 水路トンネルの保全	9
2.3.1 水路トンネルの機能維持	9
2.3.2 水路トンネル保全の流れ	10
2.3.3 水路トンネルの健全性評価と水路保全技術者	11
第3章 必要とされる基礎知識	12
3.1 水路トンネル点検・調査の基本	12
3.2 トンネル建設技術の変遷	14
3.2.1 トンネル建設の歴史	14
3.2.2 山岳トンネル工法の概要	15
3.2.3 トンネル建設技術の変遷	19
3.3 トンネルの基本設計	24
3.3.1 かんがい用水路トンネルの基本設計	24
3.3.2 発電用水路トンネルの基本設計	30
3.3.3 トンネル標準示方書（昭和39年版，初版）	31
3.4 トンネルの変状メカニズム	37
3.4.1 トンネル変状現象と要因	37
3.4.2 地圧による変状と地形・地質との関係	41
3.4.3 塑性圧による変状	44
3.4.4 緩み圧による変状	47
3.4.5 偏圧による変状	52
3.4.6 近接施工による変状	55
3.5 地形・地質とトンネル安定性	58
3.5.1 トンネルの安定上問題となる地質条件	58

3.5.2	日本の地質構造と地形形成史	65
3.5.3	地質図の判読	69
3.5.4	主要な岩石の特徴と岩盤等級	72
3.6	点検・調査・診断技術	78
3.6.1	点検・調査の体系	78
3.6.2	点検	79
3.6.3	調査	80
3.6.4	診断	87
3.6.5	点検・調査における新技術の動向	90
3.7	補修・補強工法	96
3.7.1	補修・補強工法一般	96
3.7.2	補修工法	97
3.7.3	補強工法	101
3.7.4	変状トンネル対策の設計手法	105
第4章	水路トンネルの保全（実務編）	108
4.1	水路トンネル保全の基本的な流れ	108
4.2	定期点検	110
4.2.1	定期点検の目的	110
4.2.2	事前資料の確認	110
4.2.3	外部点検	111
4.2.4	内部点検	112
4.2.5	点検結果の整理	115
4.2.6	定期点検結果の判定	120
4.3	臨時点検	121
4.3.1	臨時点検の目的	121
4.3.2	臨時点検を実施するケース	121
4.3.3	臨時点検の実施内容	121
4.4	詳細点検	125
4.4.1	詳細点検の目的	125
4.4.2	内部詳細点検	125
4.4.3	外部詳細点検	133
4.4.4	変状原因推定，緊急性判定	139
4.5	調査・診断	143
4.5.1	例題1「斜面の不安定化に起因した変状」	143
4.5.2	例題2「塑性圧に起因した変状」	157
4.5.3	例題3「緩み圧に起因した変状」	163
4.6	対策工の選定と設計の基本	167
4.6.1	変状原因と対策工	167
4.6.2	緩み圧（地表陥没）対策	168

4.6.3 塑性圧対策	170
4.6.4 偏圧対策	172
4.6.5 地すべり・斜面崩壊対策	173
4.6.6 水圧対策	175
4.6.7 近接施工対策	176
4.7 点検・保守記録の整備	177
第5章 保全技術の継承	179
5.1 技術継承の現状と課題	179
5.2 技術継承の事例	179
5.2.1 東京電力の事例：水路保全技術チーム活動	180
5.2.2 関西電力の事例：点検キーパーソンと点検技術力向上チーム	184
5.2.3 電源開発の事例：OB 熟練技術者による技術者研修	188
5.2.4 水資源機構の事例：水路技術の伝承に向けた現地研修会	192
5.3 ベテラン技術者の保有ノウハウ	196
第6章 事例に学ぶ	208
6.1 塑性圧による水路トンネル変状事例	209
6.2 偏圧による水路トンネル変状事例	213
6.3 水路トンネル落盤事象への予防対策検討事例	218
6.4 大規模地震による水路トンネル変状事例	223
6.5 水路トンネルからの漏水事例	230
6.6 水路トンネルにおける変状・劣化箇所の管理方法検討事例	236
6.7 水路トンネルにおける緩み圧対策検討事例	244
6.8 水路トンネルにおける不断水補修事例	254
6.9 水路トンネル内部点検でIC タグを活用した事例	258
第7章 おわりに	267