

第1章 総 則

1.1 本書策定の背景と目的

全国に展開する農業水利施設は、老朽化の進行とともに更新時期を迎えるものが増加傾向にありライフサイクルコストを低減させるため、適切な対策工事の実施が求められている。

「農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【水路トンネル編】」（以下「本書」という。）は、水路トンネルの長寿命化のための機能保全対策（以下「長寿命化対策」という。）の適切な実施と品質確保を図るための実務に必要な調査方法、材料・工法の選定、設計、施工管理、及びモニタリングに関する考え方や留意すべき事項を取りまとめたものであり、水路トンネルの長寿命化を図るとともにライフサイクルコスト低減を目的としている。

【解説】

(1) 背 景

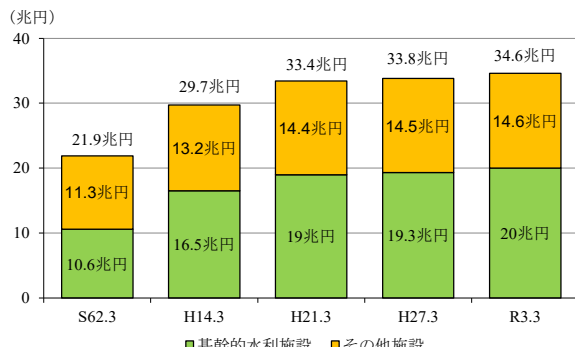
基幹的農業水利施設の整備状況は、現在、基幹的施設の施設数が約 7.8 千箇所、基幹的水路の延長が約 5.2 万 km となっており（表-1.1.1 及び表-1.1.2）、その資産価値は 20 兆円に達している（図-1.1.1）。基幹的農業水利施設の標準耐用年数の超過している施設数・延長は、基幹的水利施設が約 4.5 千箇所、基幹的水路が約 2.5 万 km で、それぞれ全体の 58%、48%を占めている（表-1.1.2）。

表-1.1.1 農業水利ストックの整備状況

農業用排水路		約40万km以上 (地球約10周分)
	うち基幹的水路	約5万km
基幹的施設	ダム、取水堰、 用排水機場等	7.8千箇所

表-1.1.2 標準耐用年数超過状況

基幹的農業水利施設 施設区分	施設数 ・延長 (R5.3)	うち標準耐 用年数超過	
			割合
基幹的施設（箇所）	7,763	4,535	58%
貯水池	1,295	133	10%
取水堰	1,976	897	45%
用排水機場	3,030	2,401	79%
水門等	1,138	862	76%
管理設備	324	242	75%
基幹的水路（km）	52,073	24,902	48%



注：各年度時点の資産価値（再建設費ベース）を支出済費用換算係数で令和2年度値に換算。

図-1.1.1 農業水利施設の資産価値

（農業生産基盤の整備状況について（令和5年3月）、農村振興局、令和7年3月を改変して転載）

水路トンネルの延長は、約 2,000km（土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路トンネル」、p.83）であり、膨大なストックを有している。そのため、施設の監視・診断等によるリスク管理を行いつつ施設の性能低下状況に応じた補修・補強等を計画的に行うことにより、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る戦略的な保全管理の推進が必要とされている。

戦略的な保全管理を推進するためには、ストックマネジメントのプロセスの中で確認された施設

の性能低下状況、要求性能、使用環境条件等に応じて、適切な時期に補修や補強等の長寿命化対策を実施し、低下した施設性能の回復又は向上を行い施設の長寿命化を図ることが重要である。

一方、他分野も含めたトンネルの対策工法は各種存在する。しかし、水路トンネルは断面が小さく、他分野のトンネルの対策工法をそのまま適用することは、不合理・不経済となる場合もある。そのため、対象とする変状の発生メカニズムを明らかにした上で、合理的な水路トンネルの対策工法を選定し、施工することが必要となる。

(2) 目 的

本書は、低下した施設性能を回復又は向上させるための対策事例、及び当該分野の研究成果等を踏まえて、長寿命化対策の方針検討や適切な工法・材料の選定、設計、施工管理からモニタリングまでの留意すべき事項を取りまとめ、対策工事の品質の向上や施設のライフサイクルコストの低減に資することを目的とする。

1.2 本書の概要と構成

本書は、経年劣化等が原因で低下した水路トンネルの性能を長寿命化対策により回復又は向上させるための対策工法のうち、国営土地改良事業（以下「国営事業」という。）で施工実績のある工法につき、調査、設計、施工、供用の各段階における技術的に留意すべき事項について取りまとめたものである。

【解説】

(1) 本書の概要

水路トンネルの長寿命化対策に当たっては、施設に要求される性能の低下状況を踏まえて、その性能を回復又は向上させるために対策工法が保有すべき性能を明確にした上で、対策の目的に応じた工法・材料を選定することが重要である。また、水路トンネルの長寿命化対策の品質確保やライフサイクルコストの低減を図るには、その性能が施工、供用後に問題なく発揮、維持される必要がある。

そのため、本書では国営事業における水路トンネルの長寿命化対策事例を踏まえて、適用可能と考えられる無圧トンネルの対策工法について、対策工法の体系化を行い、対策工法の保有すべき性能を整理し、その性能が所定の供用期間を通して維持されることを設計、施工、供用の各段階で照査する方法を取りまとめた。

なお、本書については、本書の運用や対策後の施設のモニタリング等を通じた技術情報の蓄積、技術開発・研究の進展状況等を踏まえて、適宜、内容の見直しや充実を検討していくこととする。

(2) 本書の構成

本書は、水路トンネルの長寿命化対策のための調査、設計、施工管理までの内容と、供用期間中のモニタリングを包括している。その構成を図-1.2.1に示す。

本書は、図-1.2.2の各プロセスのうち、③機能保全計画の策定（工法選定時に適用可能）と⑥対策（補修、補強、改修）の参考とする。

本書で取り上げた対策工法の中には、設計手法や長期の耐久性について解明されていない課題を残しているものもあるため、本書に記載された留意事項等を参照し、調査、設計、施工、施工管理及びモニタリングを慎重に行う必要がある。

ストックマネジメントによる機能保全の各プロセスにおける本書と「農業水利施設の機能保全の手引き（総論編）」（令和5年4月）との関係を図-1.2.3に示す。

農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル（水路トンネル編）	
第1章	総則
第2章	長寿命化対策の検討のための調査・情報整理
第3章	長寿命化対策の検討
第4章	対策工法の共通事項
第5章	裏込注入工法
第6章	鋼板内張工法
第7章	既製管挿入工法
第8章	製管工法
第9章	接着工法
第10章	ロックボルト補強工法
第11章	ライナープレート建込工法
第12章	対策後のモニタリング
巻末資料	
巻末資料	

図-1.2.1 本書の構成

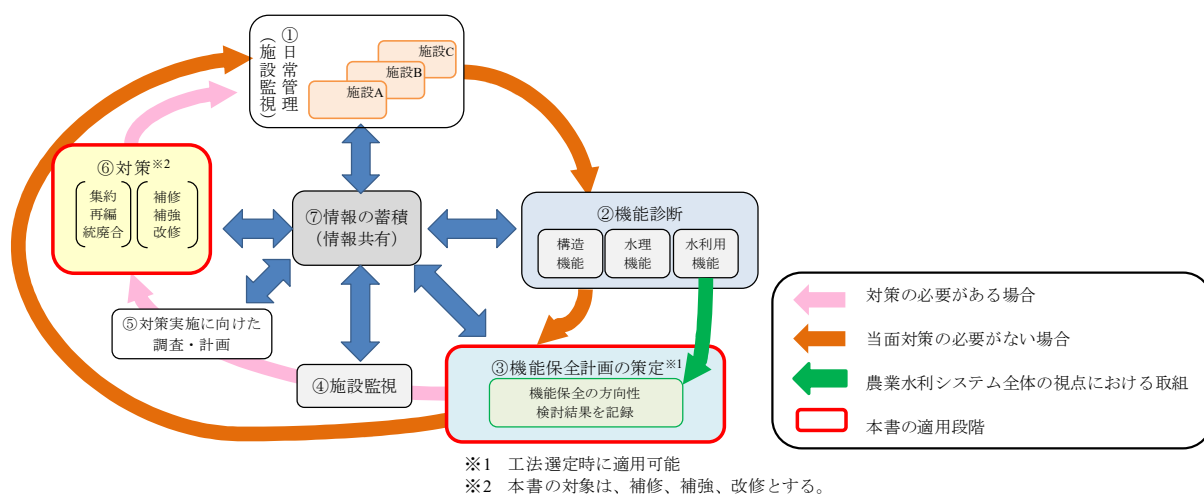


図-1.2.2 水路トンネルのストックマネジメントの基本サイクル

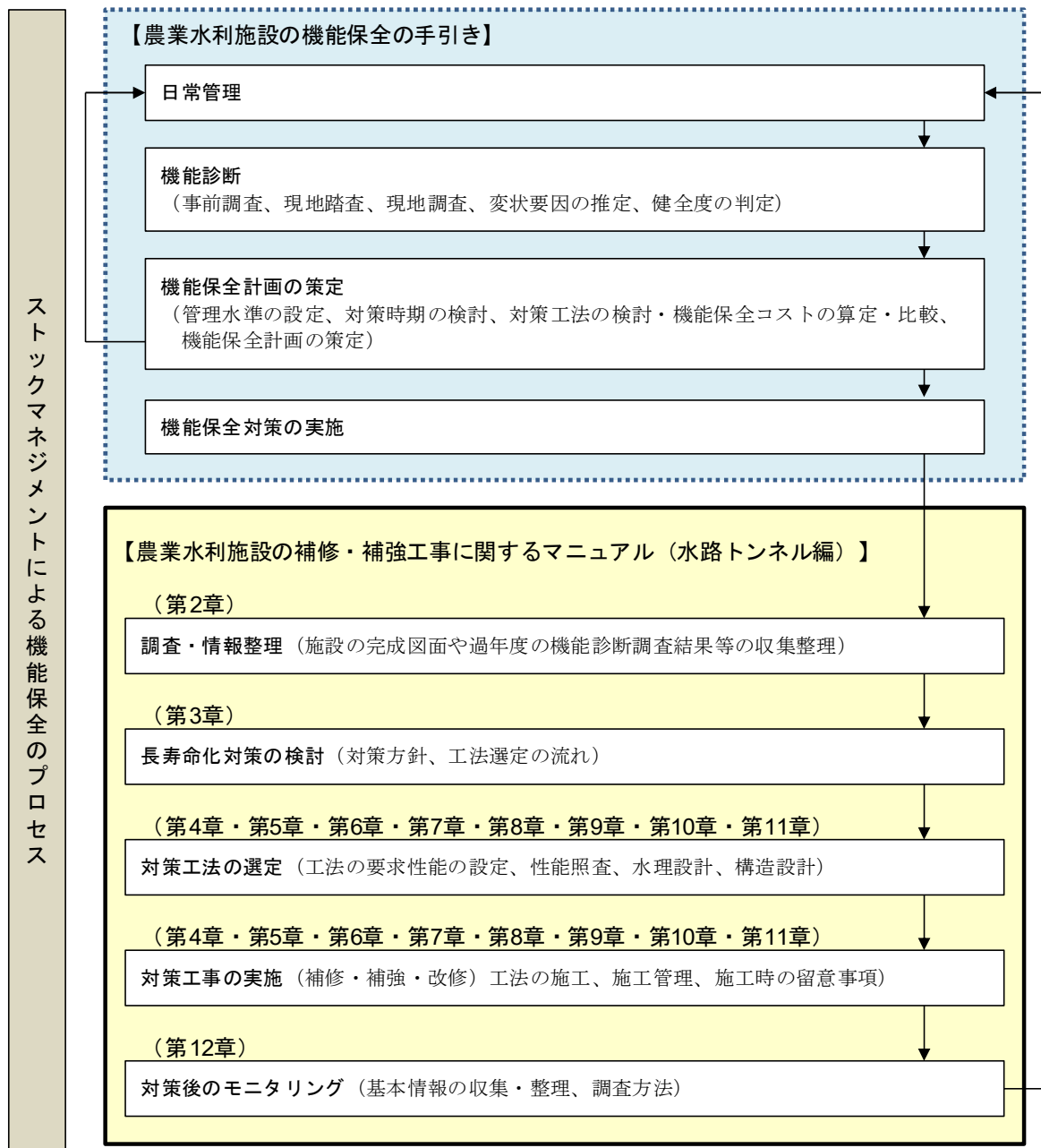


図-1.2.3 本書と「農業水利施設の機能保全の手引き（総論編）」（令和5年4月）との関連

1.3 本書の適用範囲

本書で扱う水路トンネルは山岳トンネルを対象とし、対象工法は、国営事業で施工実績のある無圧トンネルの覆工コンクリート及びAタイプのトンネルの補修、補強、改修を目的とする工法とした。

【解説】

(1) 補修・補強・改修・更新の定義

水路トンネルのタイプは、地質条件、ライニングの有無及びその材質、支保工の有無や型式・種類などによって、表-1.3.1のように分類される。

水路トンネルに、力学上若しくは機能上の不具合が生じた場合又は将来生じるおそれがある場合には、長寿命化対策を実施しなければならない。

工法の選定に当たっては、変状現象を調査してその原因を明らかにすることが基本となる。最初に考える対策は、原因を取り除くことである。次に、原因を取り除くことが不可能、あるいは合理的でない場合は、水路トンネルの構成部材を補修、補強、改修、更新することになる。

したがって、水路トンネルの補修、補強、改修、更新に当たっては、変状の把握、原因の推定、健全度の判定を行った後、対策工の計画、設計を行わなければならない。

なお、本書で使用する用語の補修、補強、改修、更新は、表-1.3.2のように定義する。

表-1.3.1 トンネルタイプと適用地山

トンネル タイプ	適用地山と支保工及びライニングの種類
A タイプ	亀裂の少ない新鮮な岩盤で、発破掘削後素掘りのままで長時間自立可能な地山に適用され、地圧は働かないものとして設計される。ライニングは施工上の最小厚さであればよく、吹付けコンクリート（モルタル）によって岩盤の風化を防ぐ場合や素掘トンネルが適用される場合もある。
B タイプ	硬い岩質であるが亀裂が発達し、掘削直後の切羽は自立するが湧水等の影響で時間の経過とともに風化が進み、肌落ちが生じるような地山の場合、または軟岩で掘削後切羽は自立するが時間の経過とともに地圧が発生するおそれがある場合に適用する。支保工は鋼アーチ支保工の掛矢板工法とし、ライニングは原則として無筋コンクリートとする。
C タイプ	風化岩・破碎帯及び硬土等で、掘削後、速やかに支保工を設置して地山を支えなければずり出し作業に危険があるような場合に適用する。支保工は鋼製支保工を用い、アーチ部は送り矢板工法、側壁部は掛矢板工法とする。ライニングは無筋コンクリートを原則とする。
D タイプ	著しく風化した岩、断層破碎帯及び湧水の多い軟質土砂地帯等で地圧が大きく作用する場合で、アーチ部の地圧は大きい側土圧は小さく、切羽が自立する地山に適用する。鋼製支保工を用い、アーチ部は縫地工法、側壁部は掛矢板工法と縫地工法を併用する。ライニングは無筋コンクリート又は鉄筋コンクリートを用いる。
E タイプ	アーチ部の地圧はさらに大きく、湧水あるいは地山の強度が低い切羽は自立せず、鏡止め等の補助工法が必要となる地山や、地盤の支持力がないため支保工が沈下したり、側土圧によって押し出されたりするような地山に適用する。支保工は通常、鋼製支保工のインバートストラット付きとし、アーチ部、側壁部ともに縫地工法とする。ライニングは原則として鉄筋コンクリートとする。

表-1.3.2 補修・補強・改修・更新の定義

用語	定 義	解 説
補修	主に施設の通水性、耐久性を回復又は向上させること	・既設覆工コンクリートの構造的耐力に問題がない場合。 ・ひび割れ補修工法、断面修復工法、通水性改善のための表面被覆工法等がこれに該当する。
補強	主に施設の構造的耐力を回復又は向上させること	・既設覆工コンクリート及び補強材に外力を負担させる場合、又はAタイプのトンネルの地山や吹付等の剥離・剥落対策として新たな覆工を構築する場合。 ・接着工法、ロックボルト補強工法が前者に該当し、ライナープレート建込工法^(注1)が後者に該当する。
改修	失われた機能を補い又は新たな機能を追加すること	・既設覆工コンクリートは外力を負担せず、補強部材のみで外力を負担する場合。 ・自立管^(注2)として設計され、鋼板内張工法、既製管挿入工法、製管工法がこれに該当する。
更新	施設又は設備を撤去し新しく置き換えること	・既設覆工コンクリートを撤去し、新しく建設する場合。巻替工法がこれに該当する。

(注1) ライナープレート建込工法は、Aタイプのトンネルの地山や吹付等の剥離・剥落対策として新たな覆工を構築することで、構造的耐力を向上させるため、補強に分類した。

(注2) 自立管：補強部材のみで所定の外力や充満水による静水圧に耐える構造設計を行うもの。

(2) 対象工法

水路トンネルの構造機能は、覆工コンクリートや支保工のような人工構造物だけで得られるものではなく、トンネル周辺地山の安定が前提となる。したがって、点検・調査によってトンネル周辺地山の安定性とトンネル構造の弱点部を十分に把握し、合理的かつ効率的な補修・補強計画をたてる必要がある。合理的、効率的な補修・補強とは、例えば覆工コンクリートにひび割れが発生していても周辺地山が安定してひび割れの進行性が無い場合には、補強を実施する必要性が小さいため部分的な補修で十分であり、逆にひび割れに進行性が認められる場合にはトンネルの構造安定性を確保するための補強対策が必要となる。

補修、補強、改修、更新工法の分類を図-1.3.2、図-1.3.3、図-1.3.4に示す。本書では、国営事業（国営造成水利施設ストックマネジメント推進事業（技術高度化事業）を含む）で実施した水路トンネル工事における近年（平成16年度～令和3年度）の適用実績や工法の特徴等を踏まえて、「裏込注入工法」、「鋼板内張工法」、「既製管挿入工法」、「製管工法」、「接着工法」、「ロックボルト補強工法」、「ライナープレート建込工法」、「表面被覆工法」、「ひび割れ補修工法」、「断面修復工法」、「目地補修工法」を対象とした。

この中で、裏込注入工法は、覆工背面の湧水量抑制や地山風化防止の補修対策として適用される場合と、地山安定化の補強対策として適用される場合がある。また、既製管挿入工法や製管工法は作業に支障のない水量なら通水したままで施工できる工法もあるため、改修目的に加え、ドライ施工が困難な箇所での補修目的として適用される場合がある。

(3) 適用範囲

図-1.3.1 に近年（平成 16 年度～令和 3 年度）の国営事業における水路トンネルの補修、補強及び改修工事の実施例を対象にした、内空断面の直径のヒストグラムを示す。内空断面の直径は、最小 1.0m から最大 4.4m であった。これらの実績や土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路トンネル」（平成 26 年 7 月）、p.4 に示された水路トンネルの定義を踏まえ、本書は、内空断面の直径がおおむね 4m 以内の水路トンネルを対象として取り扱う。また、水理特性による分類では無圧トンネルを対象とし、補強対策の構造設計は無筋コンクリート覆工を対象とする。

水路トンネルは周辺地山と一体となって挙動するため、地表の構造物と比べて一般に地震の影響は小さい。しかし、洪積地盤（未固結の地層）における坑口、土かぶりが小さく軟弱な箇所、地質の急変部、断層破碎帯、開削トンネル等は地震時の検討が必要となる。トンネルの耐震照査は別途「耐震設計」の指針等に示されているため、本書では取り扱わないこととした。

また、坑口部等に適用される鉄筋コンクリート覆工や水路トンネルに接続する暗きょやトランシジョンについては、「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」（平成 26 年 3 月）」の暗きょ構造を参考に設計するため、本書では取り扱わないこととした。

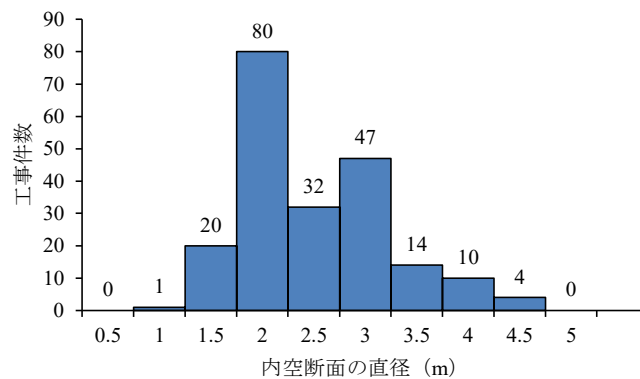
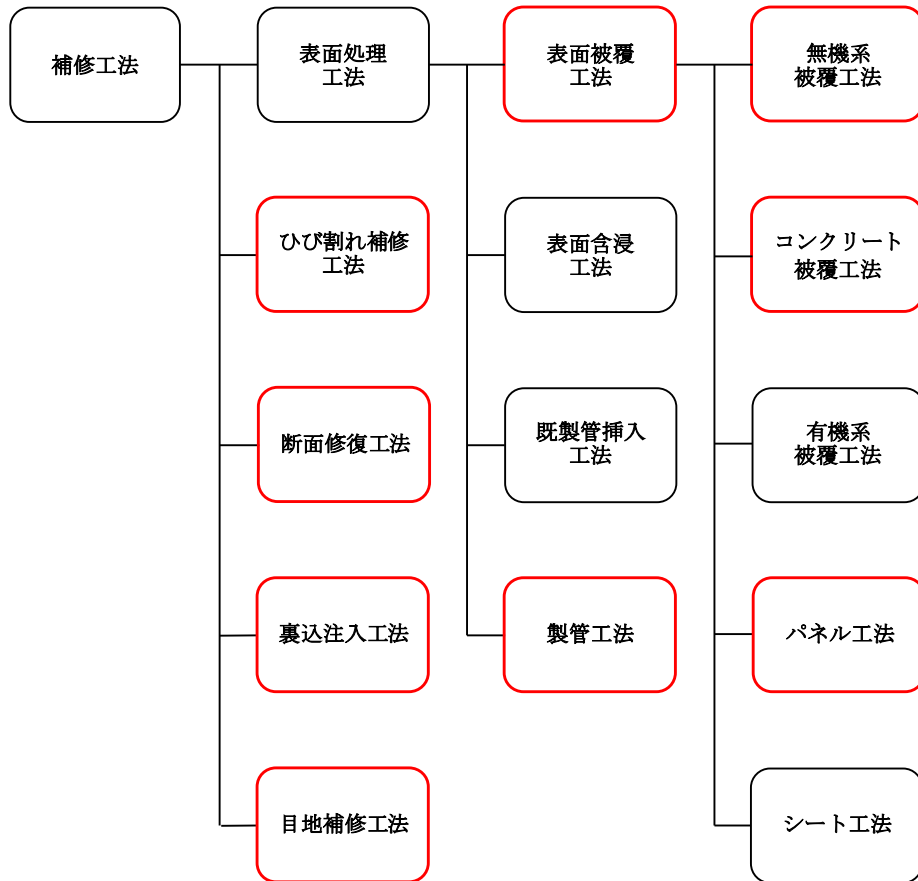
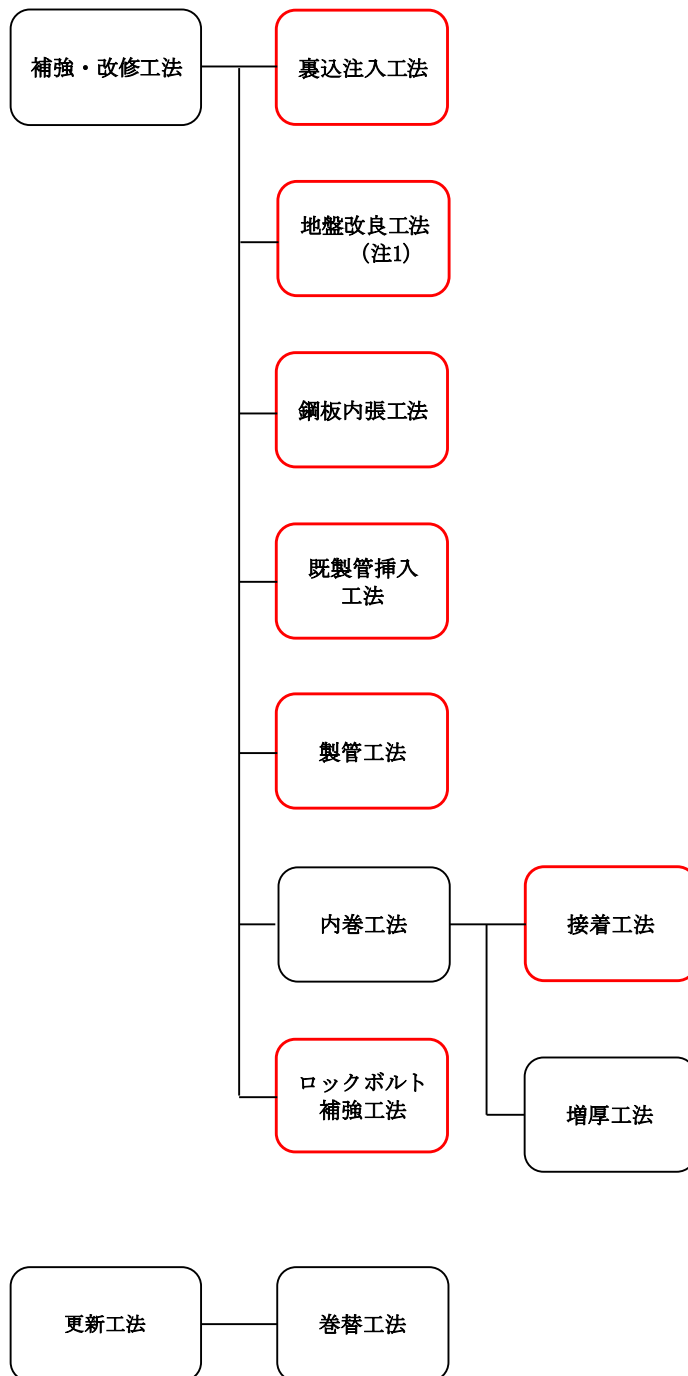


図-1.3.1 近年における国営事業工事の実績（内空断面のヒストグラム）



※ 赤枠囲いは、平成16年度から令和3年度までに国営事業で施工実績のある工法である。

図-1.3.2 覆エトネルの補修工法の分類（例）

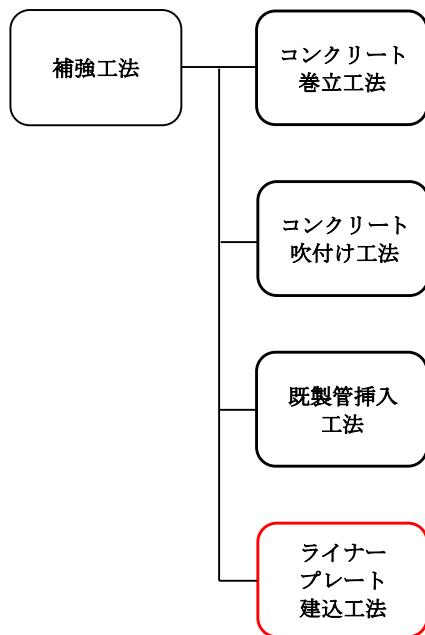


※ 赤枠囲いは、平成16年度から令和3年度までに国営事業で施工実績のある工法である。

(注1) 地盤改良工法は参考として第5章の中で適用事例を紹介した。

裏込注入工法とは設計の考え方が異なるので注意が必要である。

図-1.3.3 覆エトンネルの補強・改修・更新工法の分類（例）



※ 赤枠囲いは、平成16年度から令和3年度までに国営事業で施工実績のある工法である。

図-1.3.4 Aタイプのトンネルの補強工法の分類（例）

1.4 用語の説明

本書で使用する水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策に関わる用語を表-1.4.1に定義する。

【解説】

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
あ行	
圧ざ	覆工が曲げ圧縮損傷し、はく離あるいは浮きが目視で確認できる状態。 ¹⁾
圧縮損傷	曲げが作用する部材におけるひび割れ断面の一部領域で、圧縮ひずみが限界値（3500 μ ）を超えているが、部材の耐力が完全に失われていない状態であり、解析上の圧ざである。 ¹⁾
圧縮破壊	圧縮損傷の状態からさらに曲げ変形が進行し、部材の耐力が完全に失われている状態であり「圧壊」ともいう。 ¹⁾
圧力トンネル	水理上のトンネルの分類で、計画流量が満流となり、内圧力が作用するトンネル。 ²⁾
アルカリシリカ反応（ASR）	コンクリート細孔溶液に溶出したアルカリ成分と骨材中に含まれる特定の成分（シリカ鉱物等）が化学反応を起こし、それに伴うアルカリシリカゲルの生成、吸水膨張によりコンクリートにひび割れやはく離が生じる現象。 ³⁾
E ガラス	無アルカリガラスと呼ばれ、電氣的に安定で、機械的な特性に優れる。繊維化が容易なため、単にガラス繊維と言う場合はほとんどE ガラス繊維をさす。
インバート	底盤に打った逆アーチコンクリートをいう。また、底盤の部分のことをもある。 ²⁾
浮き	覆工や補修材が薄くはく離している状態。 ⁴⁾
打換え工法	耐力の低下した部材を取り壊し必要な耐力を有する部材を再構築することにより、耐力の回復又は向上を図る工法。 ³⁾
打継ぎ目	覆工において、ひび割れの発生を防止するためや施工上の都合により作られるコンクリートの継ぎ目。 ⁴⁾
内巻工法	既設のコンクリートの表面にモルタル、コンクリート若しくは鉄筋コンクリート等を接着一体化することにより部材の断面や鉄筋量等を増加させ、耐力の回復や向上を図る工法。接着工法や増厚工法の総称としても使われる。
裏込充填材	鋼板内張工法や既製管挿入工法、製管工法等において、既設覆工と補強材（鋼板、挿入管、製管体等）との間隙に充填する材料。
裏込注入	覆工背面と地山との間に生じた空隙部にモルタル等を注入することをいう。 ⁵⁾
裏込注入工法	覆工背面と地山との空隙を裏込注入材で充填する工法。空隙を充填することで、地盤反力を均等に作用させる工法。補修工法では、漏水対策工として適用される。
裏込注入材	裏込注入工法において覆工背面と地山との空隙に充填する材料であり、セメント系材料と非セメント系材料に大別される。
ウレタン	1つの分子中にウレタン結合を持つもので、イソシアネート化合物とポリオールとの重付加によって得られるもの。 ⁶⁾

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
エアミルク	エアモルタルから砂等の原料土をのぞいたもの。
エアモルタル	セメント、原料土、水を練り混ぜたスラリー状のモルタルに起泡剤を用いて微細な気泡を均一に混入させた、軽量で流動性の高い充填材料。
エフロレッセンス	炭酸イオンやセメントに含まれる硫酸イオン等の成分が反応し漏水とともにコンクリート表面に流出したあと水分が蒸発して結晶化したものをいう。 ⁴⁾
塩害	コンクリート中に侵入し蓄積した塩化物イオンにより鋼材が腐食し、腐食生成物の体積の膨張圧によってコンクリートにひび割れ、はく離、鋼材の断面減少等が生じる現象。 ³⁾
か行	
可塑性	固体に外力を加えて変形させ、力を取り去ってももとに戻らない性質。裏込注入材においては、加圧あるいは揺動させることにより固体と液体の中間領域の性質を呈すること。
岩トンネル	地質上のトンネルの分類で、比較的風化の進んでいない岩盤や、固結度の高い軟岩等からなる地山に構築されるトンネル。 ²⁾
機械製管工法	既設水路トンネル内に帯状のリブ付き硬質塩化ビニル樹脂製の表面部材を専用機械でスパイラル状に製管する工法。
既製管挿入工法	既設覆工を取り壊すことなく、鋼管、FRPM 管等を既設トンネルに挿入し、既設覆工と挿入管との間隙を裏込充填材で充填する工法。
グラウト	流動性に富み、地盤に圧入、充填された後、一定期間を経て硬化する性質を持つ材料の総称。 ²⁾
検査	構造物の現状を把握し、構造物の性能を確認する行為。 ⁴⁾
健全度指標	施設の機能の性能管理を行う代表指標として、主に構造性能に影響する対象施設の変状等のレベルを指標化したもの。 ⁷⁾
更生管	構造部材で構成された管のことをいう。
構造部材	パネル組立工法の場合は円弧状プレキャストコンクリート版、機械製管工法・人力製管工法の場合は「鋼材＋裏込充填材」のことをいう。
鋼板内張工法	既設覆工を取り壊すことなく、工場で加工した既設トンネルよりわずかに小さい相似形断面の鋼板を運搬・据え付けし、溶接接合、塗装の後に鋼板と既設覆工の間隙を裏込充填材で充填する工法。
コールドジョイント	覆工において、先に打ち込んだコンクリートと後から打ち込んだコンクリートとの間に生じた完全に一体化していない打継ぎ目。 ⁴⁾
さ行	
材質不良	一般に、覆工に低品質な材料を使用することにより生ずる不具合のこと。 ⁴⁾
山岳工法	一般には、爆破掘削を主体にトンネルを掘削する工法を意味する。鋼アーチ支保工、ロックボルト、吹付けコンクリートなどの支保工類と、覆工コンクリートを用いる工法をいう。この工法は、山岳、山麓地帯における山岳トンネルに多く用いられていることから名付けられているが、海底トンネル、都市トンネルにおいても施工可能な場合には用いられることもある一般的な工法である。 ²⁾

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
山岳トンネル	鉄道、道路、水路等山岳や丘陵を貫通するために設けられるトンネルをいい、都市トンネルや水底トンネルと対比させて建設場所の違いを表す呼称である。 ²⁾
シート工法	表面被覆工法において、特に被覆の構成要素の一つとしてシートを設置することによりコンクリート構造物の表面を被覆する工法。 ³⁾
地山分類	定量的な因子と経験的な指標に基づいて地山を総合的に評価し分類することをいう。地山評価の一定の手法で、地山区分とも呼ばれる。 ²⁾
ジャンカ	コンクリート打設時の生コン投入方法の不適切さやバイブレーターによる締め固め不足により材料分離が発生し硬化したもので、コンクリート表面があばたになる現象。 ⁴⁾
樹脂モルタル	結合材にポリマーだけを用いたモルタル。レジンモルタルやポリマーモルタルとも称される。
自立管	補強部材のみで所定の外力や充満水による静水圧に耐える構造設計を行うもの。
人力製管工法	既設水路トンネル内に人力で組み立てた鋼製リングの内側に高密度ポリエチレン樹脂製の表面部材を人力で取り付けて製管する工法。
スプリングライン	トンネルの内空面で、上半アーチの始まる線。シールドトンネルでは、一般的に、最も幅の広い箇所を指す。 ²⁾
製管工法	既設覆工を取り壊すことなく、既設覆工の内面に硬質塩化ビニル材等を嵌合させながら製管し、既設覆工との間隙に裏込充填材を充填する工法。水路トンネルに適用する製管工法には、コンクリートパネルで製管する工法も含む。
接着工法	既設コンクリート覆工を取り壊すことなく、内面に繊維グリッドや連続繊維シート、鉄筋等を接着し、既設覆工の耐力の回復又は向上を図る工法である。本書では、内巻厚さが薄く、コテや吹付けで施工する工法を接着工法とする。
全面巻替工法	コンクリート等の既設覆工を全断面にわたり取り壊し、新たなコンクリート覆工を構築する工法。
塑性圧	トンネルを掘削したときに生じた二次応力が、地山の固有強度を超えて、塑性限界あるいは破壊に達した場合や、潜在的に塑性状態の地山を掘削したときに生じる地圧をいう。 ²⁾
措置	構造物の監視、補修・補強、使用制限、改築・取替等の総称。 ⁴⁾
た行	
対策工	トンネルを補修・補強する方法。劣化・剥落対策、漏水・凍結対策、外力対策工に区分する。 ⁴⁾
打音調査	覆工をハンマーで打撃し、打撃音や、跳ね返り方、手応え等の違いから覆工の状態を調べる調査。 ⁴⁾
濁音	打音調査時に発する音のうち、高音の澄んだ音（清音）以外の音の総称。 ⁴⁾
断面修復工法	ジャンカ、コンクリートの劣化、内部鉄筋の腐食、その他の原因によって欠損しているコンクリート断面又は劣化因子を含むコンクリート部分を除去した後の断面をその当初の性能及び形状・寸法に修復する工法。 ³⁾

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
地圧	トンネルにおいては岩石の破壊や強度の劣化といった、通常の土圧の概念では処理できないような現象が見られるので、山岳トンネルではこれを地圧と称し、一般に用いられている土圧と区分して用いている。山岳トンネルの施工中に見られる地圧現象は、緩み性の地圧と真の地圧に分けられるが、明瞭に区別することは難しい。 ²⁾
地質	地質学上の観点及び方法によって捉えられるある地域の性質、特徴をその地域の地質という。 ²⁾
地層	堆積物の積み重なりを指す。 ²⁾
調査	構造物の状態やその周辺の状況を調べる行為。 ⁴⁾
中性化	二酸化炭素が硬化後のコンクリートに侵入し、水酸化カルシウム等のセメント水和物と炭酸化反応を起こすことにより、コンクリートの細孔液中のpHが低下する現象。 ³⁾
天端 (クラウン)	一般的には、掘削面ないし構造物の上端面をいう。トンネルでは、掘削断面最上部のアーチクラウン（部）を指す。 ²⁾
凍害	寒冷地において、外気温差や日射によりコンクリート中の水分が凍結融解を繰り返し、それに伴う水分の凍結膨張圧によってコンクリートにひび割れやはく離が発生する現象。 ³⁾
土かぶり（圧）	地中のある点において、その上方にある岩盤又は地盤を土かぶりという。土かぶりの岩盤等の重量によって生じる鉛直圧力を土かぶり圧という。 ²⁾
な行	
内面被覆管	製管工法の表面部材を組み立てたもの（裏込充填前）。強度部材である場合（パネル組立工法）と、強度部材と考えない場合（機械製管工法・人力製管工法）を含む。
NATM	地山の強度的劣化を防止し、トンネル周辺地山が本来有している耐荷能力を積極的に活用するために、吹付けコンクリートやロックボルトを主たる支保部材として、現場計測による管理のもとトンネルを掘進させる工法をいう。1963年、オーストリアのラブセビッツ教授によって命名され、新オーストリア工法の頭文字をとって、NATM（New Austrian Tunneling Method）と呼ばれている。わが国の技術基準書では「吹付け・ロックボルト工法」として取り扱っている。 ²⁾
は行	
バクテリアスライム	土壌分内のバクテリアがエフロレッセンスに含まれたもの。 ⁴⁾
はく落	覆工や補修材の一部がはがれ落ちる現象。 ⁴⁾
パネル組立工法	既設水路トンネル内に円弧状プレキャストコンクリート版を組み立てて新たなアーチを形成する工法。

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
パネル工法	表面被覆工法において、特に被覆の構成要素の一つとしてパネルを設置することによりコンクリート構造物の表面を被覆する工法。 ³⁾
盤ぶくれ	トンネルの掘削に伴い、底盤部分が内空にふくれ上がる現象をいう。膨張性を有する地山や強度の低い地山等で塑性流動する場合や側壁背面の地山が回り込む場合に生じる。 ²⁾
ひび割れ	最も一般的に見られる変状現象で、広義には食い違い、目違い、目地切れもひび割れに含まれる。 ⁴⁾
ひび割れ補修工法	ひび割れの発生によって損なわれたコンクリート部材（構造物）の構造安全性（耐力等）以外の性能を回復あるいは向上させる工法。 ³⁾
表面含浸工法	表面含浸材をコンクリート表面から含浸させコンクリート表層部の組織を改質し、所定の効果を発揮する性能を付与する工法。 ³⁾
表面処理工法	コンクリート構造物の表面又は断面修復を終えたコンクリート構造物の表面に保護措置を施す工法。表面被覆工法と表面含浸工法に大別される。 ³⁾
表面被覆工法	劣化因子の侵入を抑制又は防止する効果を有する被覆をコンクリート構造物の表面に形成する工法。 ³⁾
表面部材	内面被覆管を構成する部材で、パネル組立工法の場合は円弧状プレキャストコンクリート版、機械製管工法の場合は硬質塩化ビニル樹脂製の嵌合部材、人力製管工法の場合は高密度ポリエチレン樹脂製の嵌合部材のことをいう。
風化	岩石が化学的、物理的、生物的作用により母材や土壌に変化する現象であり、破碎と分解に大別される。
吹付けコンクリート	圧縮空気や機械力によって吹付けられたコンクリートをいう。トンネルの NATM 工法では支保工部材として使用され、また覆工としての利用もある。 ²⁾
複合管	既設覆工と内面被覆管が裏込充填材により一体的な挙動を示す管となり、所定の外力や内水圧に耐える構造設計を行うもの。
覆工 （ライニング）	地山の変形や崩落の抑制、防止など地山安定の確保、湧水や漏水の処理、トンネル内空の整齊や美観などの目的のためにトンネルの掘削面を被覆する構造体又はその構造体を構成することをいう。巻立てあるいはライニングともいう。 ²⁾
部分巻替工法	インバートコンクリートライニングの損傷箇所を取り壊し、新たなコンクリート覆工を構築する工法。
偏圧	トンネル等に対する土圧が左右対称でなく、著しく偏って作用する場合をいう。一般の場合でも、トンネルの荷重は支保工、覆工に対して対称、かつ一様に働くとは限らないが、特にトンネル上部の土かぶりが小さく、しかも傾斜している場合、地層がトンネル断面に対して傾斜している場合、地質が均一でない場合、膨張性地質で片側からより強く押さえる場合等では偏圧が作用する場合が多い。 ²⁾

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

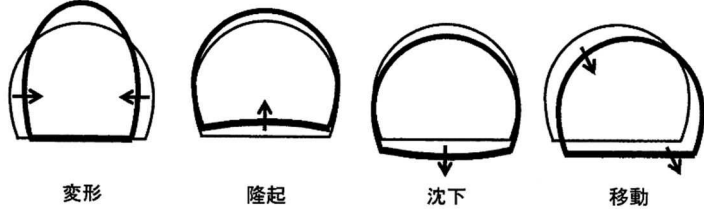
用 語	定 義
変形・隆起・沈下・移動	外力の作用によってトンネルの形状が変化したり変位したりする変状であり、それぞれ下図のような状態。⁴⁾  変形 隆起 沈下 移動
変状	施設が健全な状態で本来期待されている機能や状況と比較して、異なっている状況。劣化、初期欠陥、損傷を含む。例えば、コンクリートでは、ひび割れ、剥離、欠損などの状態。施設に求められる性能が低下しているか否かという評価を必ずしも含まない⁷⁾
ポリマーセメントモルタル	結合材にセメントとポリマーを用いたモルタル。PCM。ポリマーとして樹脂又はラテックスなどが用いられる。
ま行	
巻厚	覆工の厚さをいう。普通掘削工法では掘削面に凹凸ができるため覆工厚は一定とならないので、通常、力学的あるいは耐久性などの点から設計上必要な厚さで覆工の厚さを表現する。設計巻厚ということもある。設計巻厚の中には木材など覆工の強度に影響を与えるような部材が入ることは許されない。したがって、縫地、掛矢板などの矢板のかけ方によって設計巻厚の取り方は違ってくる。²⁾
増厚工法	既設コンクリート覆工を取り壊すことなく、内面をコンクリートや鉄筋コンクリート等で覆工し、既設覆工と合わせて機能を維持する工法である。本書では、内巻厚さが厚く、スライディングフォーム等の型枠で施工する工法を増厚工法とする。
摩耗	流水中の土砂によるすり磨き作用や落差による衝撃力などが組み合わさり、コンクリートの断面が欠損する現象。³⁾
無圧トンネル	水理上のトンネルの分類で、計画流量が自由水面をもって流れ、内水圧が作用しないトンネル。²⁾
無機系被覆工法	表面被覆工法において、無機系の材料を主な成分としてコンクリート構造物の表面を被覆する工法。³⁾
目地	場所打ちコンクリートによる覆工においては、打継ぎ目と同義。⁴⁾
目地補修工法	目地材の劣化、脱落等により漏水等が生じている目地を補修する工法。³⁾
目視	変状等を直接目で見て行う調査。⁴⁾
や行	
有機系被覆工法	表面被覆工法において、有機系樹脂を主な成分としてコンクリート構造物の表面を被覆する工法。³⁾

表-1.4.1 水路トンネル及び水路トンネルの長寿命化対策にかかわる用語の定義

用 語	定 義
湧水	覆工背面の地下水がトンネル内部に侵入し出てくる現象。鉄筋コンクリート構造物においては、鉄筋腐食や材料劣化を招く主要因となる。
遊離石灰	セメントや骨材中の石灰質の一部が溶けてコンクリート表面に湧出し白く結晶化したもの。 ⁴⁾
緩み圧	トンネル掘削に伴う爆破、支保工の沈下及び覆工裏の空隙等によりトンネル上方の地山が緩んで、ある高さ相当の地山重量がトンネルの支保工又は覆工に直接荷重として作用する地圧をいう。緩み荷重ともいう。 ²⁾
ら行	
劣化	立地や気象条件、使用状況（流水による浸食等）等に起因し、時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材や構造等の変状。 ⁷⁾
漏水	トンネル内部の用水が目地やひび割れなどから覆工背面に漏れ出る現象。
ロックボルト	トンネル掘削後、早急に岩盤を穿孔して、この中にボルトを挿入し、ナット締め、接着などによってトンネルの支保工として用いるボルトをいう。 ⁵⁾
ロックボルト補強工法	ロックボルトが地山と一体となって地山強度の低下を防ぐことにより、変状の進行性を抑制する工法である。このため、周辺地山に対しロックボルトを確実に定着させることで、覆工の補強効果を得ることができる。

用語の定義 参考文献

- 1) 変状トンネル対策工設計マニュアル、鉄道総合技術研究所、平成 10 年 2 月
- 2) 農業水利施設の機能保全の手引き「水路トンネル」、平成 28 年 8 月
- 3) 農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル 開水路編、令和 5 年 3 月
- 4) トンネル補修・補強マニュアル、鉄道総合技術研究所、平成 19 年 1 月
- 5) 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路トンネル」、平成 26 年 7 月
- 6) 矢板工法トンネルの背面空洞注入に関する調査設計・施工要領、東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社、令和 6 年 7 月
- 7) 農業水利施設の機能保全の手引き、令和 5 年 4 月