



# 北海道道路トンネル長寿命化修繕計画

平成30年2月

北海道建設部土木局道路課

## 目 次

1. 本計画の位置づけ	1
2. 道路トンネルの現状と課題	2
3. 道路トンネル長寿命化修繕計画の基本方針	4
4. 道路トンネル点検及び日常的な維持管理方針	5
(1) 維持管理及び点検の基本的な流れ	5
(2) 道路トンネル定期点検	6
(3) 日常的な維持管理	9
5. 道路トンネル修繕計画の策定	10
(1) 修繕計画の流れ	10
(2) 修繕計画の対象施設	11
(3) 修繕工法の選定	12
(4) 優先順位の決定	14
(5) 修繕施工年次	15
6. 計画の実施にあたって	18
7. 資料編	20

## 1. 本計画の位置づけ

本計画は、「インフラ長寿命化基本計画（平成 25 年 11 月 関係省庁連絡会議）」に基づき北海道が策定した「北海道インフラ長寿命化計画（行動計画）（平成 27 年 6 月）」の個別施設計画として位置づけるものであり、高齢化するインフラの戦略的な維持管理・更新等を推進することを目的とした道路トンネルの修繕計画です。

また、インフラ施設の老朽化対策については、北海道の社会資本整備の指針である「新・ほっかいどう社会資本整備の重点化方針」や「北海道強靱化計画」等においても、着実に推進するものとしています。

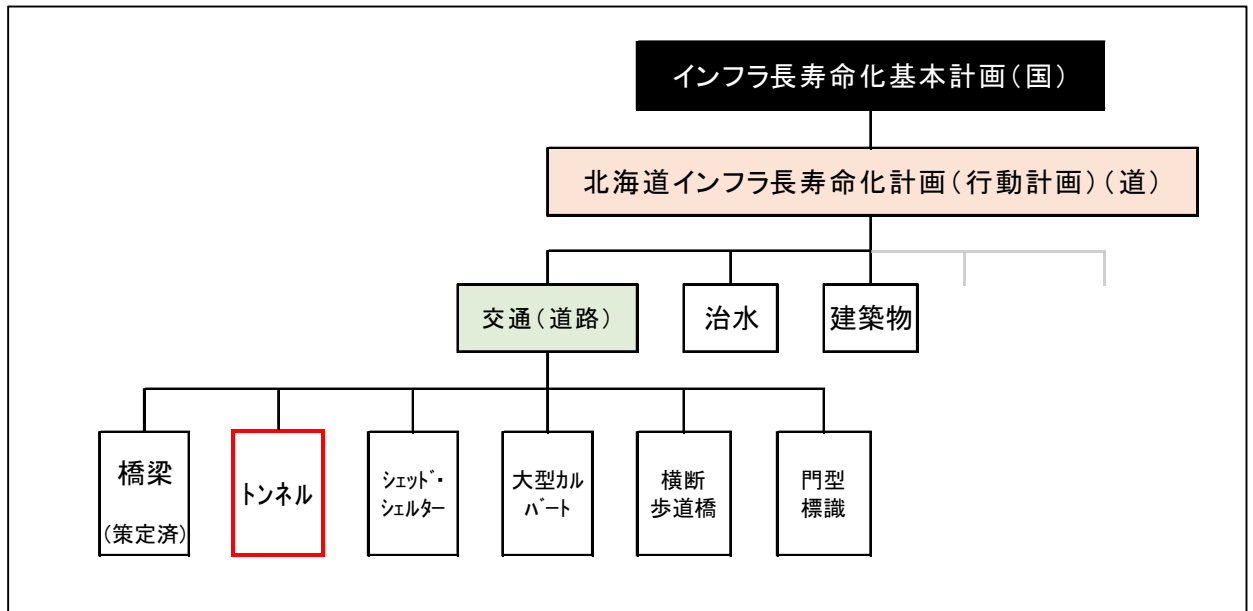


図1 インフラ長寿命化計画の体系

### 【関係施策】

- インフラ長寿命化基本計画（平成 25 年 11 月 インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議）
- 北海道インフラ長寿命化計画（行動計画）（平成 27 年 6 月 北海道）
- 北海道強靱化計画（平成 27 年 3 月 北海道）
- 新・ほっかいどう社会資本整備の重点化方針（平成 29 年 3 月 北海道）

## 2. 道路トンネルの現状と課題

北海道が管理する道路トンネルは、平成 29 年 12 月時点で 119 箇所あり、多くの施設が昭和 50 年代～平成初期にかけて建設されています。そのため、図 2-1 に示すように建設後 50 年以上経過する施設が加速度的に増加・高齢化していくため、致命的な変状や異常（以下、変状等）の発生リスクが高まることや、維持管理コストの増加が懸念されています。今後は、道路トンネルの高齢化を見据えた、維持管理コストの縮減と平準化の取り組みが必要不可欠となっています。

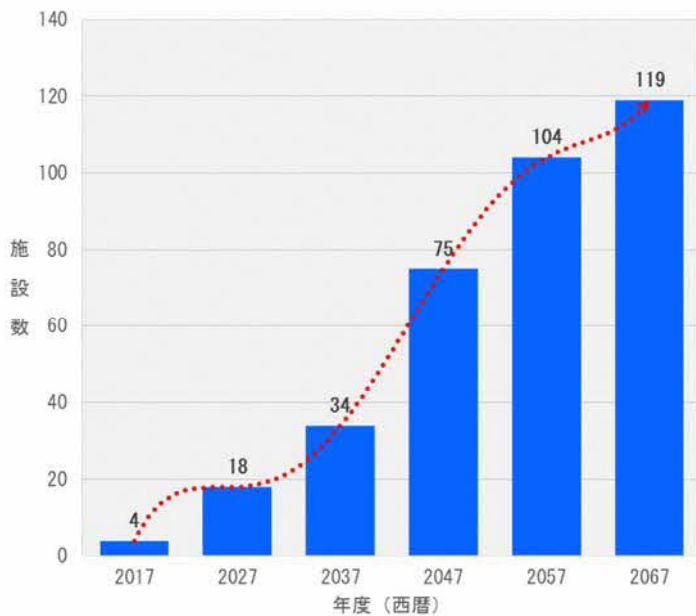


図 2-1 建設後 50 年以上の道路トンネル数の推移

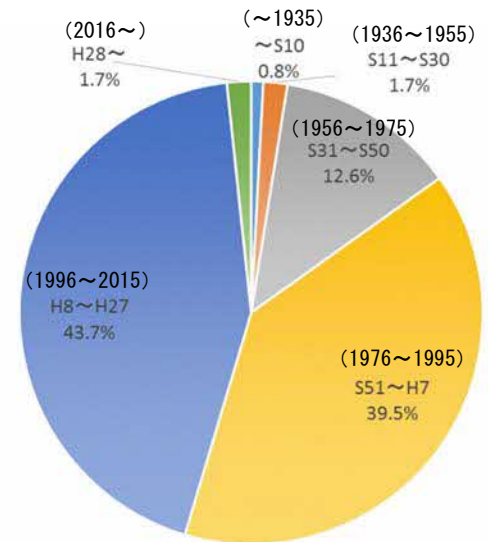


図 2-2 トンネルの施工年度とその割合

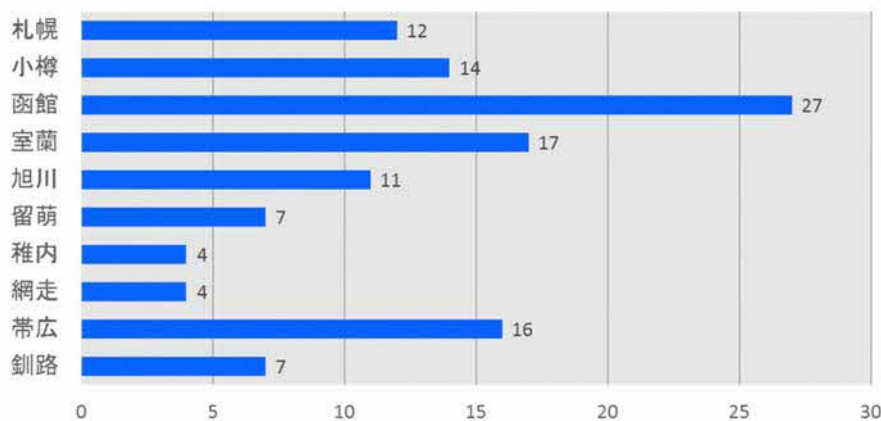


図 2-3 各建設管理部の道路トンネル数

【参考】高度成長期（1960年代～1970年代初期）に建設している道路トンネル（2017年時点）

鵜泊トンネル（北檜山大成線）・・・1962年（55年経過）

日浦1号～7号トンネル（函館恵山線）・・・1968年（49年経過）

清川トンネル（古平神恵内線）・・・1970年（47年経過）

糸魚トンネル（下川愛別線）・・・1970年（47年経過）

観音トンネル（本別浦幌線）・・・1970年（47年経過）

鴨石トンネル（奥尻島線）・・・1972年（45年経過）

矢別トンネル（函館南茅部線）・・・1972年（45年経過）

二宮トンネル（尾田豊頃停車場線）・・・1972年（45年経過）



### 3. 道路トンネル長寿命化修繕計画の基本方針

北海道では道路トンネルに関して、これまで対症療法的な維持管理(事後保全型)を行ってきましたが、今後は、定期的な点検と診断を行いながら、変状等が軽微な段階に修繕を行い機能の保持・回復を図る予防保全型の維持管理へ転換し、道路交通の安全性と信頼性を確保するとともに、維持管理費コストの縮減と平準化を図ります。

また、積雪寒冷地である北海道特有の地域特性を考慮したうえで、効率的かつ効果的な維持管理を推進するとともに、道路交通網全体の安全・安心の確保に努めます。

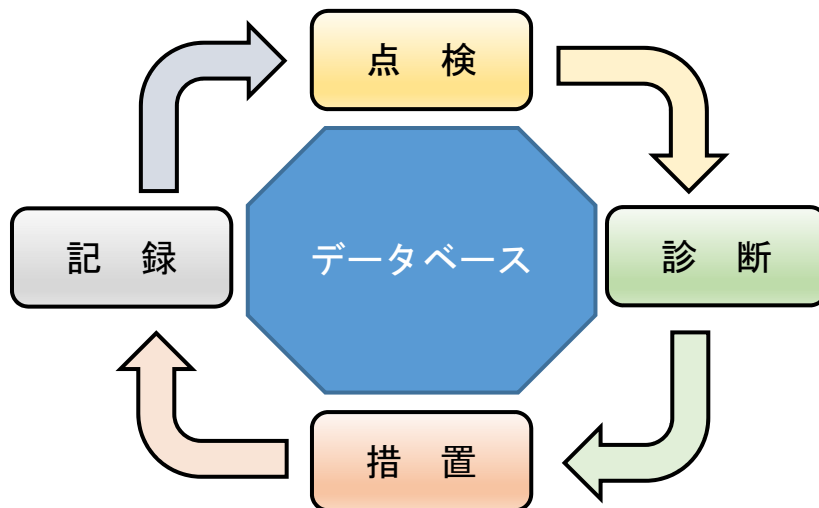


図 3-1 メンテナンスサイクルのイメージ

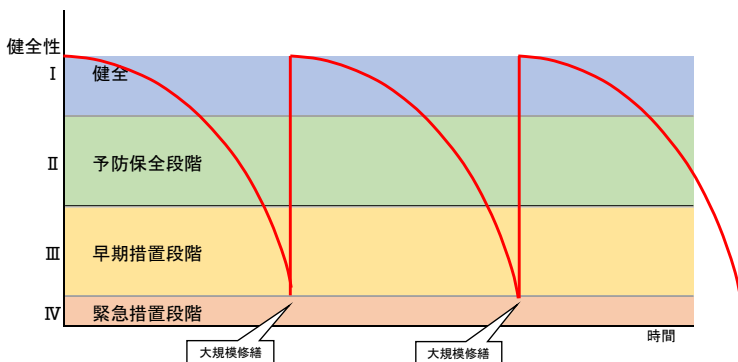


図 3-2 事後保全型の維持管理の概念図

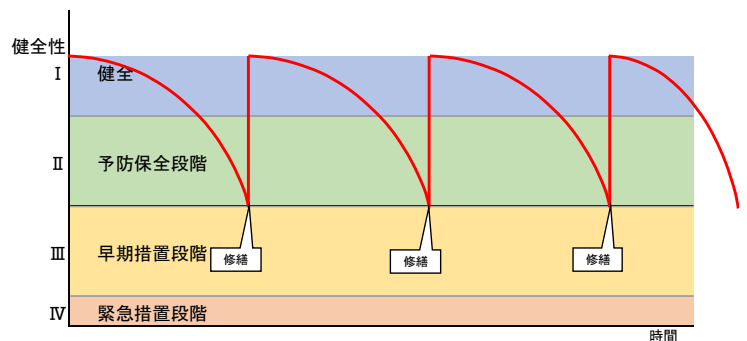


図 3-3 予防保全型の維持管理の概念図

## 4. 道路トンネル点検及び日常的な維持管理方針

### (1) 維持管理及び点検の基本的な流れ

日常的な維持管理（パトロール）と定期点検の流れは下記を基本とします。

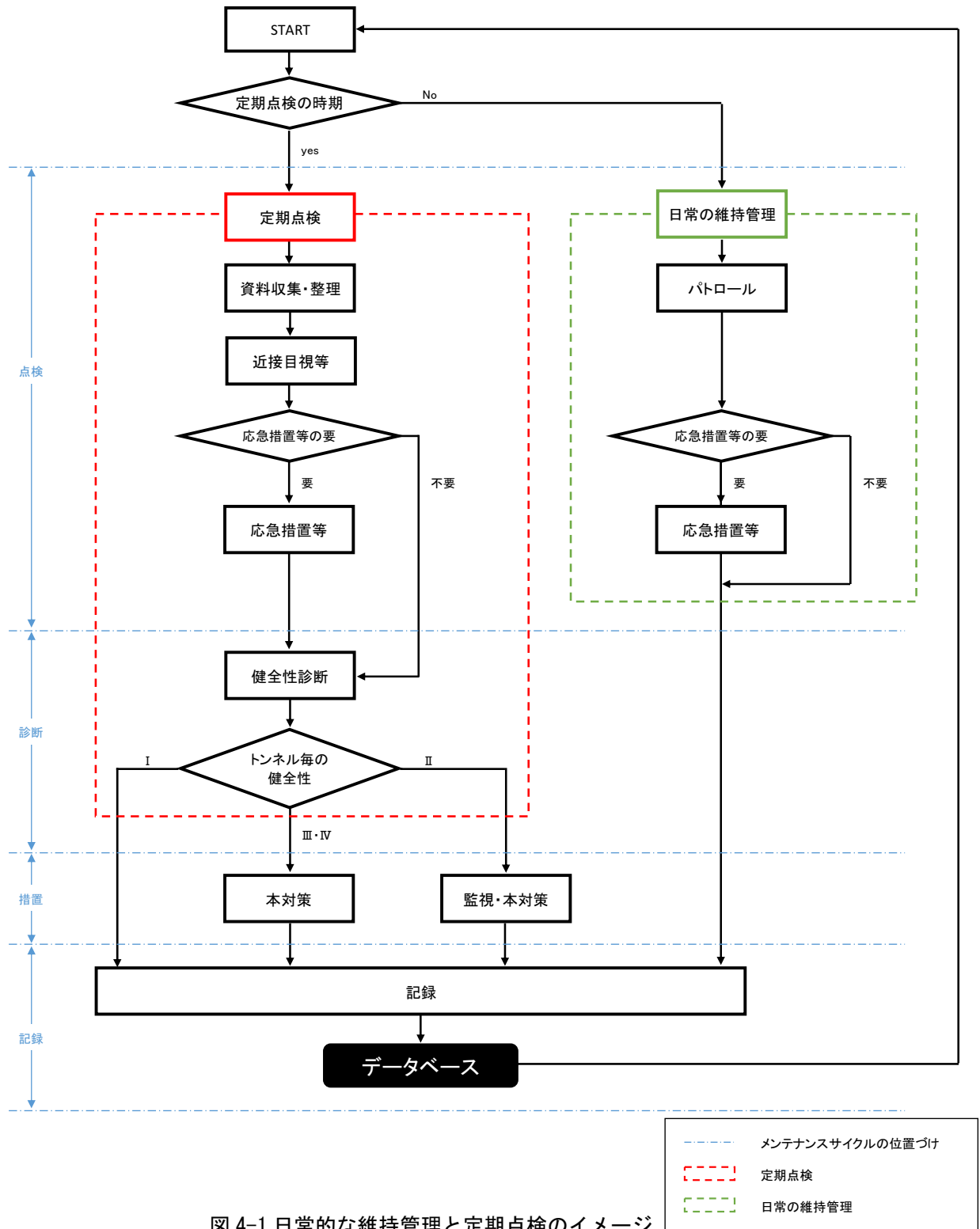


図 4-1 日常的な維持管理と定期点検のイメージ

## (2) 道路トンネル定期点検

平成 25 年の道路法改正により、点検に関する技術的基準が規定されたほか、道路法施行規則の一部を改正する省令等が施行され、道路管理者が管理する全てのトンネルについて、近接目視による定期(5年に1回)点検を行うことが義務づけられました。北海道では、これまでもトンネルを健全に保つため定期的に点検を行ってきましたが、平成 27 年 5 月に定めた「道路トンネル定期点検要領」※に基づいた点検を行い、結果をデータベース化し管理します。

また、トンネルの変状等は、地質や漏水が要因であることが多いため、点検にあたっては可能な限り建設当時の図面等を事前に入手し、構造詳細等を把握した上で行います。

※道路トンネル定期点検要領(平成 27 年 5 月：北海道建設部土木局道路課)

表 4-1 点検時に必要なデータ例

項目	内容
地質縦断図(一般図)	地質及び構造物の全体概要図がわかるもので、地質(岩相、風化、変質等の程度)弾性波探査結果及び実施支保パターンが記載されているもの。
地質総括図、湧水状況	構造物の周辺の地質状況がわかるもので、湧水状況もわかるもの。
支保パターン図(標準断面図)	
切羽観察表	切羽のスケッチ及び観察項目を数段階の評点で記した観察記録。
計測データ(変位測定)	A計測
ボーリングデータ(先進含む)	地質(岩相、風化、変質等の状況、湧水等)、単位体積重量等、一軸圧縮強度、RQD等の記載のあるもの。
計測データ	B計測(ロックボルト軸力・支保工応力・覆工応力・地中変位等)を施工中に実施した場合の報告書など
施工中の支保工変状に関する資料	支保工変状による調査・検討資料
補助工法採用の経緯がわかる資料	補助工法の設計及び施工時調査による変更資料
支保工パターン(設計・実績)が比較できる資料	竣工一般図等
その他特記すべき項目	補修工事資料、附属物設計一般図(照明・防災施設など)



なお、点検の結果は、変状毎の対策区分（Ⅰ・Ⅱa・Ⅱb・Ⅲ・Ⅳ）による判定及び附属物の異常判定を行い、その結果にもとづいて、トンネル毎の健全性を4段階（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ）で区分します。

表 4-2 変状毎の対策区分

区 分	状 態
Ⅰ	利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態
Ⅱ	Ⅱb 将来的に利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態
	Ⅱa 将来的に利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態
Ⅲ	早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講じる必要がある状態
Ⅳ	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講じる必要がある状態

注) 附属物の異常判定区分は、取付状態に異常がある場合は「○：対策を要さないもの」、異常が無い又は軽微な場合は「×：早期に対策を要するもの」の2区分に大別している。

表 4-3 トンネル毎の健全性区分

区 分	状 態
Ⅰ	健全 構造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ	予防保全段階 構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅲ	早期措置段階 構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ	緊急措置段階 構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

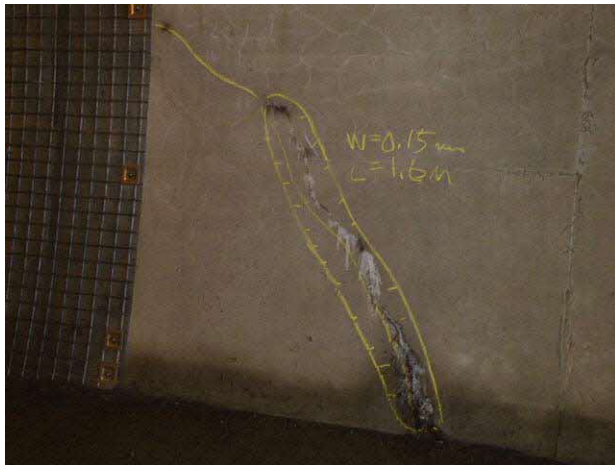


近接目視作業状況の例



打音検査作業状況の例

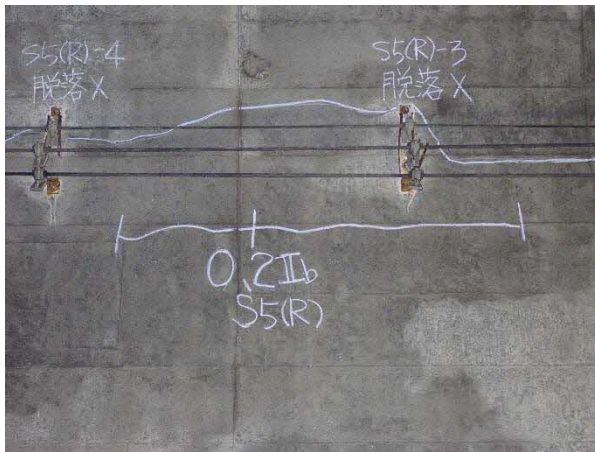
写 4-1 定期点検状況



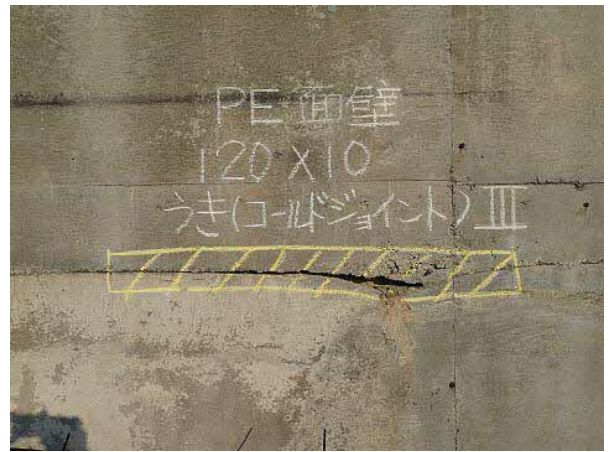
横断方向のひびわれの例



附属施設の腐食の例



縦断方向のひびわれの例



うき・はく離の例



漏水(氷柱)の例



うき・はく離の例

写 4-2 定期点検時の変状等の例

### (3) 日常的な維持管理

日常的な維持管理は、トンネルの長寿命化及び道路の安全性確保に必要であることから、「公共土木施設の維持管理基本方針」※に基づき以下のとおり維持管理に努めます。また、道路トンネル定期点検の結果を共有し、変状等の程度を把握したうえでパトロールに努めます。

※「公共土木施設の維持管理基本方針」とは、公共土木施設の維持管理を効率的・効果的に行っていくため、道路や河川など施設毎の維持管理作業を体系化し、作業内容別に維持管理水準を設定するなど、今後の維持管理に対する基本的な考え方を示したものです。

#### ① 通常パトロール（DID（人口集中）地区：毎日、

その他：週3回）：車上による目視

平常時における公物の状況、利用状況、許認可に係る工事の実施状況、占用物件等の敷設状況及び許認可条件の遵守の状況等を把握するために実施します。



通常パトロールによる氷柱除去の例

#### ② 夜間パトロール（月1回程度）：車上による目視

夜間における公物の状況及び利用状況を把握するために実施します。

#### ③ 定期パトロール（年1回程度）：徒歩による目視

主要構造物の細部の状況を把握するために実施します。

#### ④ 異常時パトロール：車上による目視

台風、豪雨、豪雪、地震等により、交通障害もしくは災害が発生した場合又はそのおそれがある場合の公物の状況及び利用状況を把握し、適切な措置を講ずるために実施します。

## 5. 道路トンネル修繕計画の策定

### (1) 修繕計画の流れ

修繕計画は、平成30年度から平成39年度の10ヶ年の計画とし、診断結果の「Ⅳ」緊急措置段階や「Ⅲ」早期措置段階の施設を短期的（概ね5年以内）に修繕し、「Ⅱ」予防保全段階の施設については、予算の平準化を考慮した中長期的な修繕を行う計画とし、段階的に事後保全型から予防保全型の維持管理へ移行を図ります。

また、トンネル毎の修繕年度は「定期点検に伴う診断結果」「変状等の要因」「路線特性」から優先順位を決定し、予算の平準化を考慮した計画とします。

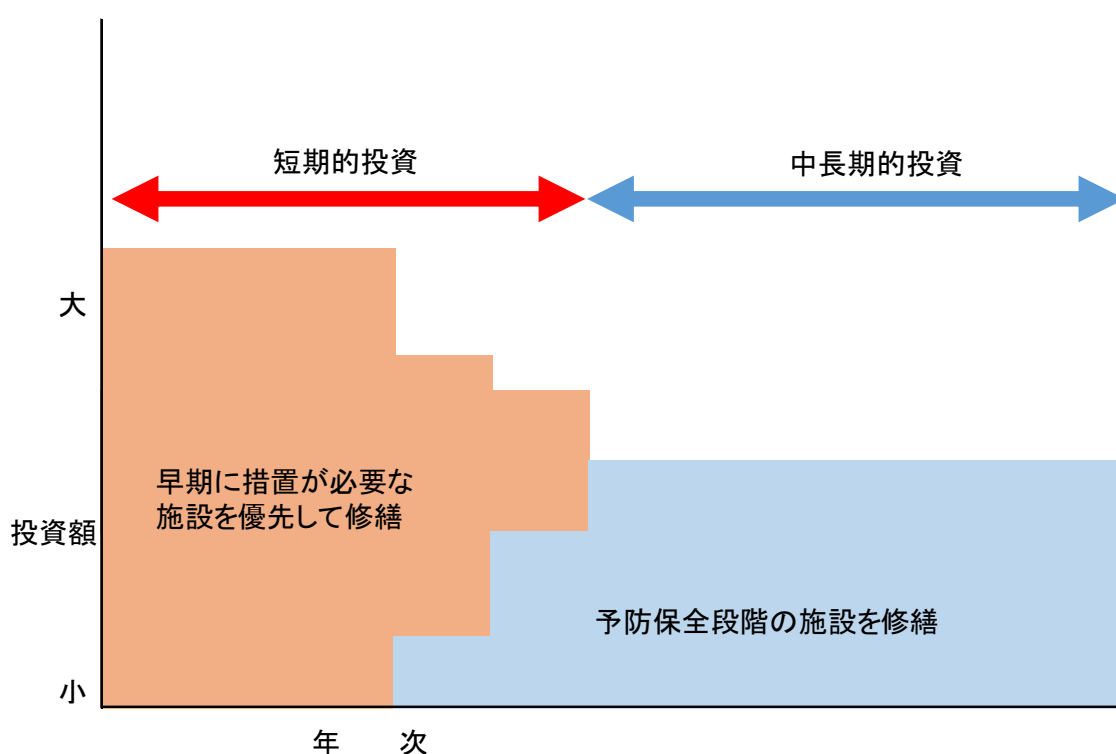


図 5-1 修繕計画のイメージ

※この図は、優先順位の高い早期に措置が必要なトンネルの修繕について、短期的な重点投資を行い、速やかに予防保全段階に移行し、維持管理コストの平準化を図ることをイメージしたものです。

## (2) 修繕計画の対象施設

修繕計画の対象は、北海道が管理する全道路トンネルであり、トンネル本体及び附属物を対象とします。

本 体・・・覆工、坑門、内装板、天井板、路肩、路面、排水施設、補修対策工  
(はく落防止対策工、漏水対策工など)

附属物・・・照明施設、標識、非常用施設、換気設備など

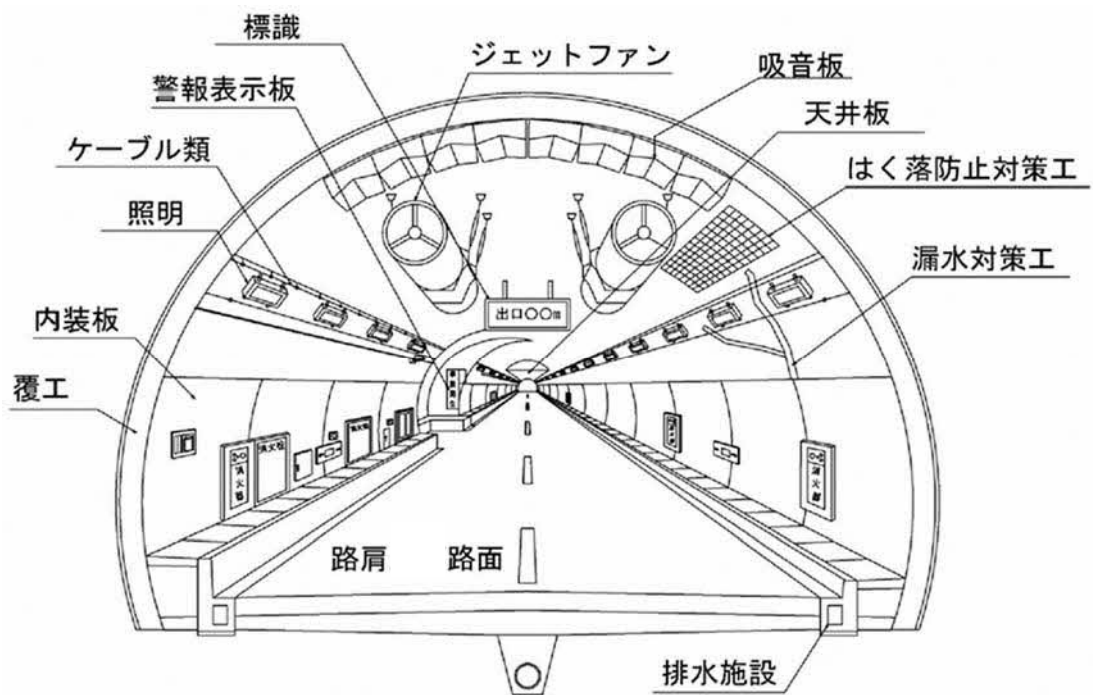


図 5-2 道路トンネル施設一般図

### (3) 修繕工法の選定

修繕工法は、点検結果に基づいた変状等の状況を十分に把握し、下表を参考に選定するとともに、修繕の目的を満足する範囲で経済性を考慮し決定することとします。

表 5-1 トンネル部材が受ける主な変状等

部材	コンクリート	その他	主な変状等要因
覆工	ひび割れ うき、はく離、はく落 傾き、沈下、変形 漏水、遊離石灰、つらら 結氷、打継目の目地切れ 段差、豆板やコールドジョイント 補修材の損傷		外力 材料劣化 初期欠陥 その他
坑門	ひび割れ うき、はく離、はく落 傾き、沈下、変形 鉄筋の露出 豆板やコールドジョイント 補修材の損傷		外力 材料劣化 初期欠陥 その他
内装板	変形、破損		外力 材料劣化 その他
路面、路肩、 排水施設		ひび割れ、段差、変形 滞水、氷盤、沈砂	外力 材料劣化 その他
付属物		腐食、変形	材料劣化 その他

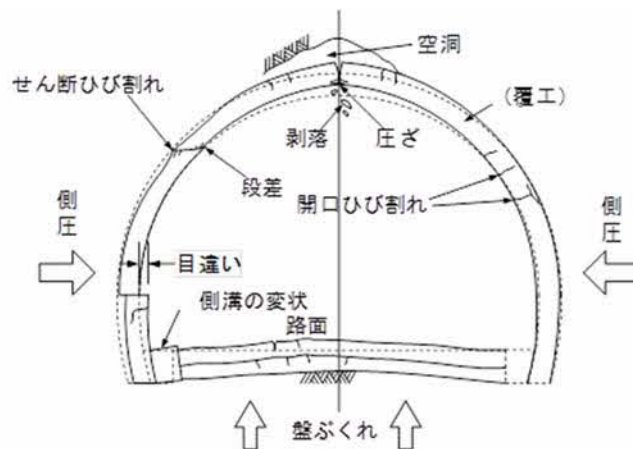


図 5-3 トンネルの変状等の例（在来トンネル）※

※道路トンネル維持管理便覧：社団法人 日本道路協会、平成 5 年 11 月より

表 5-2 本体修繕工法の分類

大 分 類		工 法	
修 繕	損傷・劣化・剥落対策	断面修復工	モルタル工、プレパッキング工、吹付け工、型枠工 等
		剥落防止工	当て板工、金網・ネット工 等
		ひび割れ補修工	ひび割れ被覆工・注入工・充填工 等
		内面補強工	繊維シート接着工、鋼板接着工 等
	漏水・凍害対策	漏水対策工	導水工、止水工 等
		凍害対策工	断熱工、熱処理工 等
	外力（空洞・覆工厚不足・土圧等）対策	内面補強工	繊維シート接着工、鋼板接着工 等
		裏込注入工	
		ロックボルト補強工	
		内巻工	吹付け工、プレキャスト工 等

注) 附属物は、状況により更新又は部材交換等

#### (4) 優先順位の決定

トンネル毎の優先順位は、下表に準じた重みづけをして、予算の平準化に配慮した順位付けを行います。

表 5-3 優先順位の重みイメージ

優先順位	緊急性なし				緊急性あり			
トンネル毎の健全性区分	I	II		III		IV		
変状（損傷）の要因	漏水		材質劣化		外力			
緊急輸送道路	指定無し		3次		2次		1次	
代替路	あり				なし			

#### 【優先順位付けの考え方】

1. 健全性区分から「IV」は最優先。



2. 「III」のうち表 5-3 の順位で優先付け。



3. 「II」のうち表 5-3 の順位で優先付け。

表 5-4 優先順位表

優先順位			緊急避難道路								措置計画	
			1次		2次		3次		指定無し			
			代替路									
			なし	あり	なし	あり	なし	あり	なし	あり		
健全性 IV			1	1	1	1	1	1	1	1	1	修繕
健全性区分 Ⅲ又はⅡ	変状 要因	外力	2	5	3	6	4	7	8	9		
		材質劣化	10	13	11	14	12	15	16	17		
		漏水	18	21	19	22	20	23	24	25		
健全性 I			—	—	—	—	—	—	—	—	措置無し	

注) 緊急輸送道路に指定されている路線内に複数トンネルがあり、その診断結果が同一の場合は、優先順位を同一とする。

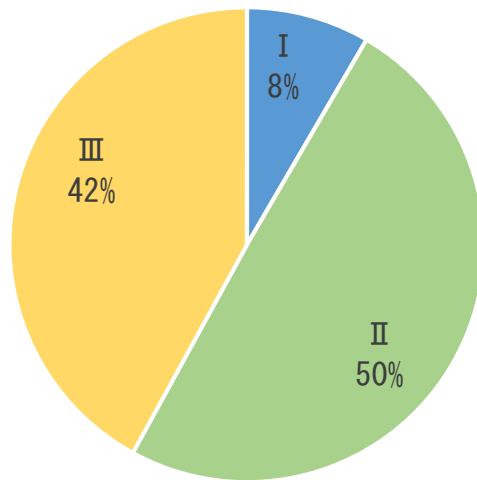


### (5) 修繕施工年次

これまでの点検結果から、早期に措置（修繕）が必要とされる施設は、平成29年12月末時点において、全体の約4割を占めています。

その変状等の要因としては、材質劣化が75%と最も多く、次いで漏水起因が24%となり、外力起因は1%となっています。

また、附属物の取付状態は、約4割の異常が確認されています。



健全性区分	トンネル数
I	10
II	59
III	50
IV	0

図 5-4 診断結果の状況

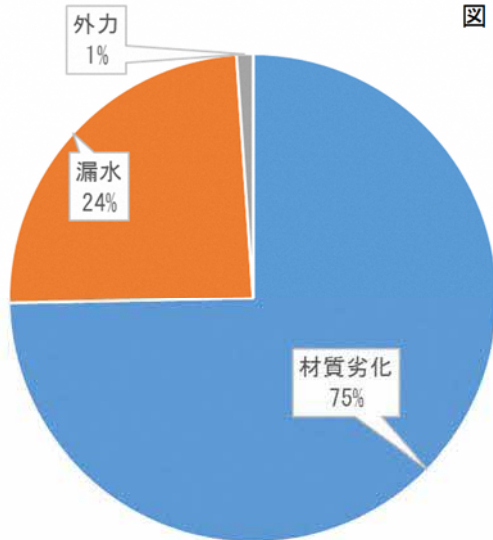


図 5-5 健全性診断Ⅲの主な要因

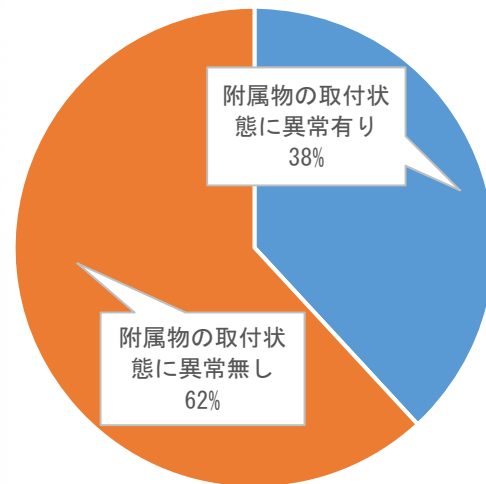


図 5-6 附属物の取付状態

修繕工事については、計画期間の中で、優先順位の高い施設から順次行うように努めます。(資料編：道路トンネルデータ参照)

また、今後の定期点検の結果や詳細調査等を踏まえ、修繕年次計画等は随時更新します。



写 5-1 修繕工事例 (裏込め注入)



写 5-2 修繕工事例 (面導水設置)

## 【道路トンネル修繕計画による効果検証】

これまでの事後保全型の維持管理（大規模修繕）から、予防保全型の計画的な維持管理（修繕）に移行することによる経済的な効果を検証したところ、75年間シミュレーションで約277億円のコスト削減効果があると試算しています。

### 【試算方法】

- ① 予防保全型の維持管理（修繕）費算出
  - 財務省令による耐用年数表から75年間のシミュレーションで計算
  - 修繕数量は、トンネル点検結果から要対策箇所（Ⅱa・Ⅲ・Ⅳ）を算出
  - 修繕費の算出にあたり、要対策箇所を「剥離」「ひび割れ」「漏水」に分類
  - 修繕費は、想定対策工法から単価を算出し、数量を乗じて算出
    - 「剥離」：断面修復＋繊維シート接着 「ひび割れ」：樹脂圧入 「漏水」：面導水
  - 修繕費の加算として、在来（矢板）工法を対象に、背面空洞対策費として可塑性エアモルタル注入を修繕費に計上
  - 附属物は、照明施設の更新費を修繕費に計上（耐用年数20年）
- ② 事後保全型の維持管理（大規模修繕）費算出
  - 建設から75年後にトンネルの覆工打替を算出

### 修繕費費用の推移

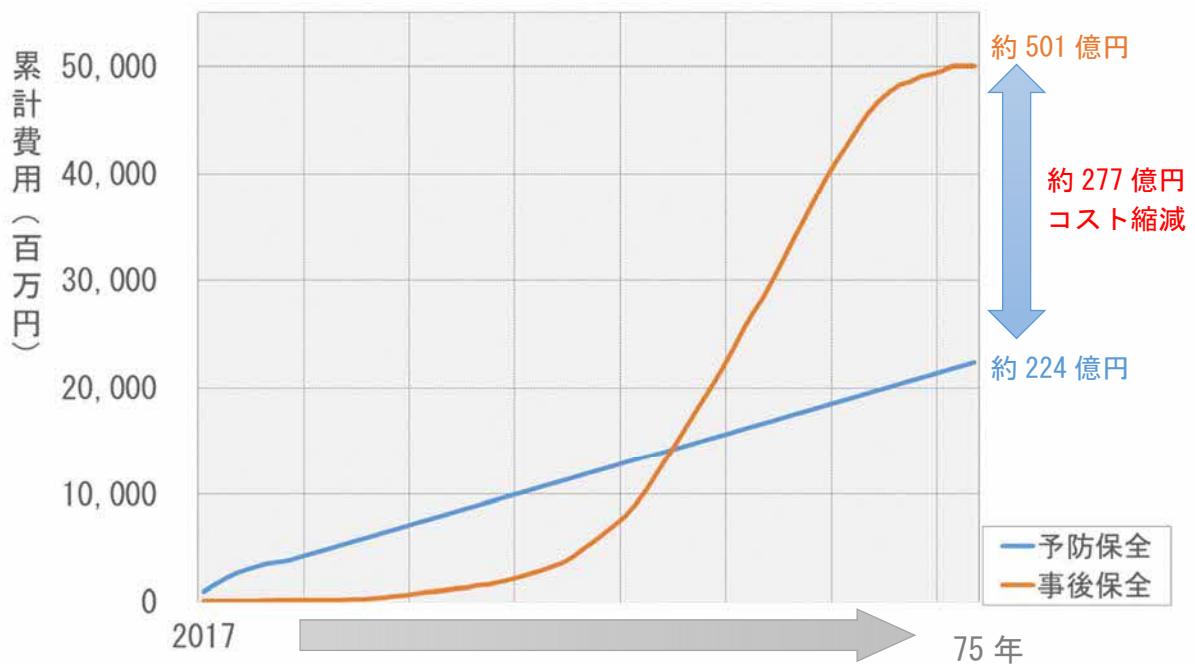


図 5-7 75 年間における累計投資総額

## 6. 計画の実施にあたって

北海道の道路トンネルの維持管理を取り巻く環境は、トンネルの老朽化や厳しい財政状況など近年急激に変化しています。トンネルの維持管理は、施工方法も多岐にわたり、点検だけの情報では背面の地山確認できない場合などの制約もあり、維持管理方法そのものだけの配慮だけではなく、地質状況などの知見の集約や管理技術等の伝承も不可欠となっています。

限られた財源と管理体制の下で、効率的・効果的な道路トンネルの維持管理を行い、既存トンネルを長期にわたる安全で快適な状態で道路利用者に提供するため、長寿命化修繕計画を策定する必要があります。北海道では長寿命化修繕計画を立案するにあたり、有識者から専門的な技術評価・支援や助言をいただきながら策定いたしました。また、有識者から今後のインフラ整備などに対する提言がありましたので、この提言を踏まえ、新技術や新素材を取り入れるなど、効率的かつ効果的なインフラの長寿命化に努めて行きます。

### 【 提 言 】

これからのインフラ整備は、自動運転などの高機能化する自動車技術への対応や将来の修繕を見据えた整備が必要不可欠となることが予想され、また、長寿命化に配慮した新技術の導入、材料の高質化も検討することが必要です。

維持管理においては、IoT（Internet of Things:モノのインターネット）を利用した管理やAI（人工知能）による高度解析を活用した解析予測など、新たなステージを迎えつつあります。

この時代の流れに遅れないように、技術者の育成、産学官との連携体制の構築など、インフラの整備や維持管理を担当する者は安全で安心な道路づくりに努めるとともに道民等の理解を得ることが必要であると提言します。

・意見を聴取した有識者

氏名	所属・役職
佐 伯 昇	北海道大学名誉教授
三 上 隆	北海道大学名誉教授
小 幡 卓 司	北海学園大学 工学部社会環境工学科 教授
伊 東 佳 彦	国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 地質研究監
西 弘 明	国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 上席研究員
河 村 巧	岩田地崎建設株式会社 執行役員
阪 豊 彦	伊藤組土建株式会社 土木本部長

■問い合わせ先

北海道庁建設部土木局道路課道路計画グループ  
TEL : 011-231-4111 (内線 29-217)

## 7. 資 料 編

- ① 北海道内におけるトンネルの施工の歴史
- ② 北海道内における地質概要
- ③ 修繕計画一覧

## ① 北海道内におけるトンネルの施工の歴史

北海道内の道路トンネルは、昭和 30 年代中頃より建設数が急増し、トンネルの施工方法や使用材料は、その時々<sup>1</sup>の社会経済情勢やトンネル技術の開発状況などの時代背景により変換してきている。そのため、機能の低下に結びつくトンネル変状の発生要因には、それらが造られた時代、使用材料、施工方法（人力、機械）など様々な技術的な背景が結果として内在されている。既設トンネルの変状の原因や対策工設計などを考えるに当たっては、対象となるトンネルの成り立ちを理解する必要がある。

年代	明治 (1868年頃)	大正 (1912年頃)	昭和 (1926年頃)	30年頃 (1955年頃)	45年頃 (1970年頃)	55年頃 (1980年頃)	平成 (1990年頃)
施工法	木製支保工と矢板による工法						
					矢板工法		
							NATM
支保材料	木製支柱式支保工						
					鋼製支保工		
							吹付けコンクリート、 ロックボルト
覆工材料	レンガ・石積み						
			コンクリートブロック				
				場所打ちコンクリート			
覆工施工方法	人力			機械 (プレーサ、ポンプ)		機械 (ポンプ)	
				引抜き管方式		吹上げ方式	

図1 トンネル施工方法の歴史

トンネルの変状メカニズム：社団法人 土木学会 平成 15 年 9 月 抜粋 ※一部加筆

■施工方法 ※1

・矢板工法

主として、山岳トンネル工事で採用され、古くから使用されている工法である。

発破によって地山（岩盤）を掘削後、木製または鋼製支保工によって掘削面を支え、支保工と地山との間に「矢板」と呼ばれる板材または鉄材を挿入し、支保工間の地山を固定する。次にビニールシートなどによる防水工を設置し、セントルを組み立てて、セントルと地山との間にコンクリートを打設してトンネル覆工が完成する。

当時、発破用の穿孔機以外は、殆ど人力主体であり、特に縫地矢板が使われる地山の悪い区間では、常に湧水や肌落ちと戦いながら作業をしていることが多かった。

昭和 44 年発行のトンネル標準示方書には、掛け矢板と縫地矢板の図が示されており、昭和 61 年の第 3 回改定で NATM 工法が標準工法になるまで矢板工法が主流であった。

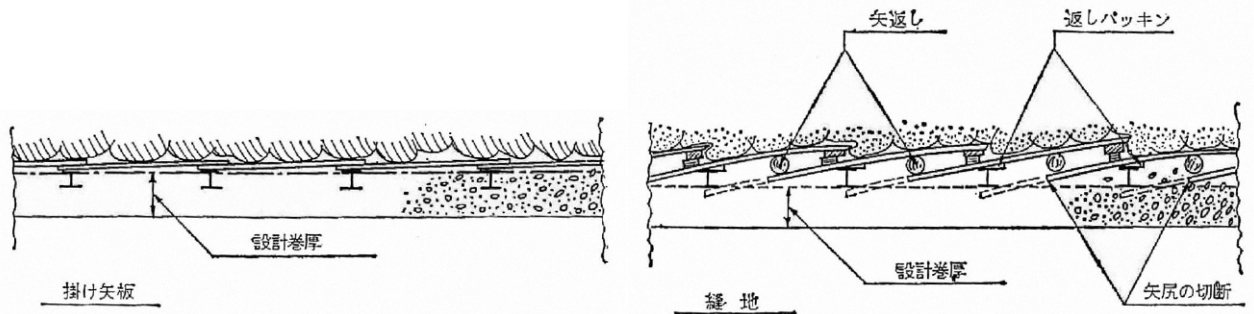


図 2 矢板の施工別の設計巻厚線と鋼アーチ支保工の関係

・ NATM

New Austrian Tunneling Method の頭文字を取り、NATM（ナトム）と呼ばれる。1960 年代にオーストリアで提唱され 日本には 1980 年頃より普及し始めたトンネル工法である。自立した切羽を、発破やブーム掘削機、トンネルボーリングマシンなどを利用して掘削する。この際、地山の特性を考慮して、一度に掘削する断面の大きさを、種々設定して掘削する。

機械で処理出来るので 少人数で施工出来る。ロックボルトによる岩盤そのものの固定により 覆工時の巻圧を薄く出来る。各種工法との併用により、殆どの地質に対応出来る高い汎用性を持っている。

北海道では、国道 274 号線穂別町稲里トンネルにおいて、昭和 54 年から NATM の導入に向けた試験工事に着手し、全延長の約 65% を NATM で施工し、昭和 59 年に竣工した。その後、昭和 60 年旧日本道路公団は初めて NATM を標準工法に制定し、それ以降、土木学会、建設省など各機関も相ついで NATM を標準工法とする要領改訂を行なった。北海道開発局では、昭和 63 年の「道路トンネル設計施工要領」で NATM を標準工法とした。

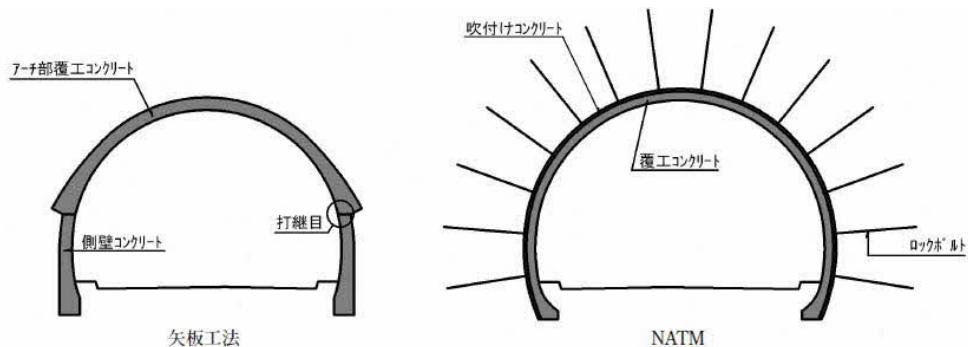


図 3 矢板工法と NATM の施工方法の違いによる覆工の相違



## ② 北海道内におけるトンネルの地質概要

### ■ 地質図 ※2

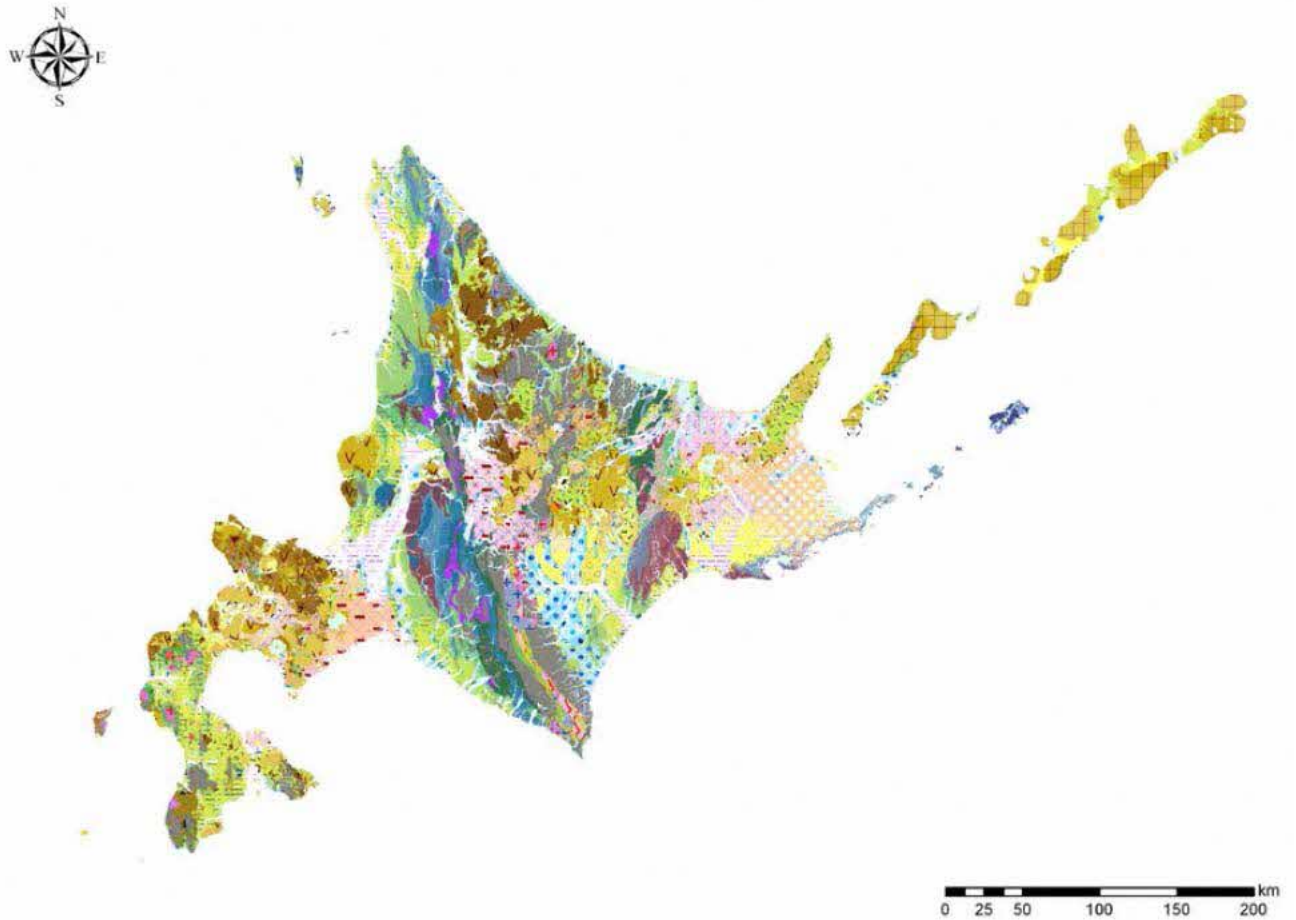



図 北海道全体の地質の概略

表 土木地質図凡例

<b>主に白亜紀以前の地質</b>		<b>新第三紀の地質</b>	
	付加体構成岩類		新第三紀の堆積岩
	白亜紀の堆積岩		新第三紀の溶岩類
	深成岩類		新第三紀の火砕岩
	変成岩類(日高変成帯)	<b>第四紀の地質</b>	
	蛇紋岩		第四紀の堆積物
<b>古第三紀の地質</b>			第四紀の溶岩
	古第三紀の堆積岩		第四紀の火砕岩
	古第三紀～白亜紀の火山岩		火砕流堆積物

■北海道の地質特性 ※3

北海道の地質構成としては、第四紀火山地帯のカルデラ形成にともなう多量の火山噴出物、グリーンタフ地域の変質帯、脊梁山脈中軸部の構造帯・蛇紋岩などが、特徴的に分布している。これらの内、とくに積丹半島・増毛山地などのグリーンタフ地域の海岸線では、火山岩類が急崖をなして岩石海岸を形成し、大小のトンネルが連続している。

北海道のような寒冷地トンネルでは、軟質岩などの凍上・凍結劣化対策が今後の重要課題であり、その他特殊地質条件の例を下表に示す。

表 主な特殊地質地帯とトンネル例

特殊地質	地質構造区分	該当地質	代表地城	主なトンネル	留意事項
未固結層	新第三紀鮮新世～ 第四紀堆積岩地帯  第四紀火山地帯	弱～未固結砂岩・礫岩  溶結凝灰岩周縁非溶結部・ 火山灰・軽石流堆積物	瀬棚～国縫  大雪・十勝火山群 白老～登別	小函 白老	・湧水・土砂流出
軟質岩	新第三紀 堆積岩地帯	泥質岩・凝灰質岩	浦幌～音別  天塩～留萌	上厚内  雄信内 小平	・地山強度劣化 ・支持力不足・凍上 ・膨張性地圧 ・地すべり
変質帯	グリーンタフ地域	緑色凝灰岩 プロピライト 変質帯	積丹半島～室蘭  増毛山地 糠平	礼文華 オロフレ小 送毛 三国	・酸性水・有害ガス ・膨張性地圧 ・地すべり ・支持力不足・凍上
挾炭層	古第三紀 堆積岩地帯 (新第三紀の一部)	泥質岩・砂質岩 挾炭層	雨龍炭田 空知～夕張炭田 釧路炭田	夕張 上砂川	・石炭・天然ガス ・摺曲じょう乱帯で の湧水・地圧 ・一部軟質岩
含油層	白亜紀堆積岩地帯 (新第三紀の一部)	泥質岩・砂質岩 油母頁岩	天北・幌加内 空知～夕張 富良野～浦河	三芦 金山	・石油・天然ガス ・地すべり多発地帯 ・一部軟質岩
断層・ 破砕帯	古期岩類地帯	粘板岩・ホルンフェルス・ 圧砕岩・ミグマタイト・花 崗岩	北見山地 石狩山地 ～日高山脈 松前半島	浮島 大雪 日勝 小砂子	・突発的湧水 ・強大な地圧 ・地すべり ・粘土化部の支持力 不足・凍上
蛇紋岩	神居古潭構造帯	蛇紋岩・結晶片岩	幌内山地  夕張山地	神居古潭  稲里	・膨張性地圧 ・地すべり ・粘土化部の支持力 不足・凍上 ・断層・破砕帯

## 近年の北海道内におけるトンネルの地質概要

### ■ 軟岩のトンネル ※4

火砕岩を掘削したトンネルは、日本海沿岸に多い。しかし、新第三紀の砂岩・泥岩などの堆積岩の場合、これを地山とするトンネルは比較的少ない。溶結凝灰岩の場合は分布位置が限定された範囲であるためさらに少数である。

北海道の新第三紀堆積岩の代表的なトンネルは JR 津軽海峡線青函トンネルである。全長 53.85km、海底部延長 23.3km で、中央部～北海道側は黒松内(くろまつない)層・八雲(やくも)層の砂岩・泥岩・硬質頁岩、訓縫(くんぬい)層の凝灰岩・火山礫凝灰岩からなる。1985 年に本坑が開通し、止水工法・長尺ボーリング・コンクリート吹付け工法など、その後のトンネル技術の発展につながる多くの技術が蓄積された(佐藤・吉川, 1988; 日本鉄道建設公団青函建設局, 1979, 1989)。

以下、軟岩中に、最近建設された道路トンネルの例をあげる(北海道土木技術会道路トンネル研究委員会, 1988, 1993, 2005)。

国道では国道 229 号館の岬トンネル(館層凝灰質砂岩・泥岩互層: 矢板工法, 弾性波速度 1.7～2.05km/sec), 同 231 号マッカ岬トンネル(新第三紀中新世～鮮新世安山岩質集塊岩: NATM 工法, 弾性波速度 3.0～3.3km/sec, 地山等級 CII～DII)がある。

高速道路では、道央道神代トンネル(第四紀凝灰角礫岩: NATM 工法, 弾性波速度 1.9～2.2km/sec, 地山等級 CII～DIII), 同天神トンネル(第四紀凝灰角礫岩, NATM 工法, 弾性波速度 1.9～2.2km/sec, 地山等級 CII～DIII), 同鷲別トンネル(新第三紀礫混り砂岩・凝灰角礫岩: NATM 工法, 弾性波速度 1.3～2.7km/sec, 地山等級 CII～DIII), 同美唄トンネル(古第三紀泥岩・砂岩・頁岩・炭層: NATM 工法, 弾性波速度 2.6～3.2km/sec, 断層多数, 地山等級 CII～E)がある。

### ■ 変質火山岩類の事例 ※4

変質火山岩を通過するおもなトンネルは国道 5 号大沼トンネル(新第三紀中新世峠下火山碎屑岩類: NATM 工法, 弾性波速度 1.0～3.0km/sec, 地山等級 CII～E), 道央道金山トンネル(新第三紀中新世豊浦層変質安山岩・一部凝灰角礫岩: NATM 工法, 弾性波速度 2.0～5.0km/sec, 地山等級 CI～DI), 国道 37 号新礼文華トンネル(新第三紀鮮新世安山岩質溶岩～自破碎溶岩・同質凝灰角礫岩・同質火山角礫岩: NATM 工法, 弾性波速度 1.8～3.5km/sec, 地山等級 CI～E), 同 231 号マッカ岬トンネル(新第三紀中新世自破碎変朽安山岩, 新第三紀中新世～鮮新世安山岩質集塊岩: NATM 工法, 弾性波速度 1.9～3.3km/sec, 地山等級 CII～E), 送毛トンネル(新第三紀安山岩溶岩: 在来工法, 弾性波速度 2.7～4.5km/sec, 地山等級 B～C)などがある(北海道土木技術会道路トンネル研究委員会, 1988, 1993, 2005)。

これらのうちいくつかは、変質火山岩に含まれる粘土鉱物に起因した膨張性地圧により、施工中に NATM の支保構造をより強固なものに変更するなどの対応が必要となった。また、近年トンネル基準値をこえて重金属類を含む地山や酸性硫酸塩土壤に評価される地山から掘削したずりを一般の掘削ずりと分別して処理しているケースがある。

※1 北海道のトンネル建設技術の変遷～維持管理の時代を迎えて

: 北海道土木技術会 トンネル研究委員会 抜粋

※2 北海道地方土木地質図および同解説書(2017)

: 一般社団法人日本応用地質学会北海道支部 抜粋

※3 北海道の道路トンネル 第 1 集: 北海道土木技術会 トンネル研究委員会 抜粋

※4 日本地方地質誌 北海道地方: 日本地質学会編集 朝倉書店 抜粋