

地藏堂トンネル(南足柄市)

Ⅲ トンネル・洞門編



Ⅲ トンネル・洞門編

1 総則.....	Ⅲ-1
1.1 トンネル・洞門を取り巻く状況.....	Ⅲ-1
1.2 計画の概要.....	Ⅲ-1
2 神奈川県のレストラン・洞門の現状.....	Ⅲ-2
2.1 神奈川県が管理するトンネル・洞門の状況.....	Ⅲ-2
2.2 健全性の状況.....	Ⅲ-3
3 トンネル・洞門長寿命化計画.....	Ⅲ-4
3.1 基本方針.....	Ⅲ-4
3.1.1 管理区分.....	Ⅲ-4
3.2 計画の実施の流れ.....	Ⅲ-6
3.2.1 点検.....	Ⅲ-6
3.2.2 診断.....	Ⅲ-7
3.2.3 措置.....	Ⅲ-9
3.2.4 記録.....	Ⅲ-10
3.3 計画による効果.....	Ⅲ-11

1 総則

1.1 トンネル・洞門を取り巻く状況

本県で管理しているトンネルの多くは高度経済成長期に集中的に建設されています。今後、これらのトンネル・洞門が一斉に高齢化することで、施設の老朽化を原因とする事故や致命的な損傷の発生リスクが高まることや、維持管理費が増加することが懸念されており、事実、近年国内外においてトンネルの重大な事故¹が相次いで発生しています。

これまで、本県では、平成19年10月に「かながわのみちづくり計画²」を策定し、道路施設の適正な維持管理に向けた取組みを進めてきました。トンネル・洞門については、平成19年度から定期点検に着手し、平成25年度までに全てのトンネル・洞門の初回点検を完了しています。また、点検の結果に基づき、適切な時期に詳細な調査や修繕などの措置を行い、トンネル・洞門の安全性の確保に努めてきました。

一方で、国においては、道路法の改正によって点検に関する技術的基準が規定されたほか、平成26年7月には道路法施行規則の一部を改正する省令などが施行され、道路管理者に対して、管理する全てのトンネル・洞門を5年に1回、近接目視により定期点検を行うことが義務付けられました。また、平成25年11月に政府が「インフラ長寿命化基本計画」を決定し、平成26年4月には社会資本整備審議会道路分科会が「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」を国交省へ提出するなど、道路管理者は、点検・診断の結果に基づき、必要な対策を適切な時期に、着実かつ効率的・効果的に実施するとともに、これらの取組みを通じて得られた施設の状態や対策履歴などの情報を記録し、次の点検・診断に活用するという「メンテナンスサイクル」の構築および継続的な改善といった「長寿命化」に取り組むことが求められています。

1.2 計画の概要

「神奈川県道路施設長寿命化計画 Ⅲトンネル・洞門編」は、「神奈川県道路施設長寿命化計画 I 基本事項編」を踏まえ、予防保全型の維持管理を行うことでトンネル・洞門の長寿命化を図るという基本方針のもと、具体的な対応やその効果などを示したもので、平成28年3月に策定しました。

令和4年3月には、本編の策定から概ね5年が経過したことから、それまでの定期点検の結果などを反映し、本編を見直しました。

¹ ポストン高速道路天井板落下事故（平成18年7月）、中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故（平成24年12月）

² 神奈川県土整備局道路部 道路企画課・道路管理課・道路整備課（平成19年10月策定、平成28年3月改定）

2 神奈川県のトンネル・洞門の現状

2.1 神奈川県が管理するトンネル・洞門の状況

本県では、令和4年3月末現在、87箇所（延長1,400m）のトンネルと9箇所（延長432m）の洞門を管理しています。これらは、高度経済成長期（1950年代後半～1970年代前半）に集中的に建設されており、高齢化率³は、施設数ベースでは、令和4年3月末現在で約35%ですが、10年後に約55%、20年後に約69%と急増していきます。

施設延長ベースでは1980年代後半～2000年代前半にも建設のピークがあり、延長の長いトンネルは、この頃に多く建設されています。

トンネルは山岳工法、開削工法（ボックスカルバート）が多く、山岳工法は1970年代までは主に矢板工法（在来工法）で施工されていますが、1980年代以降はNATM工法へ移行しています。

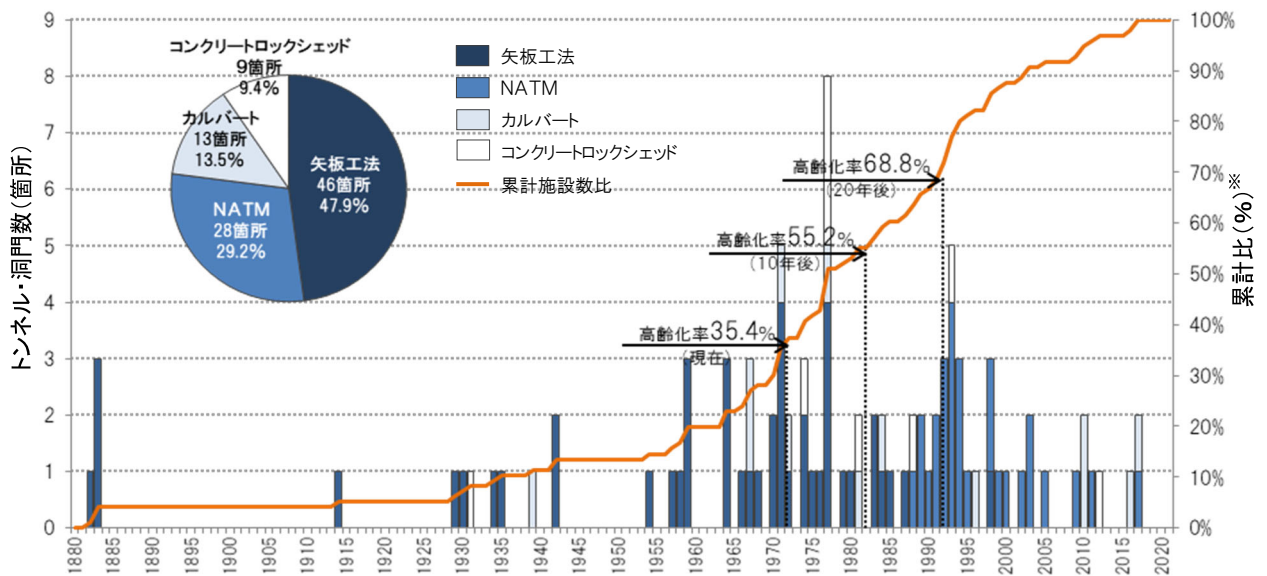


図2-1 トンネル工法別建設年次分布（箇所数ベース）

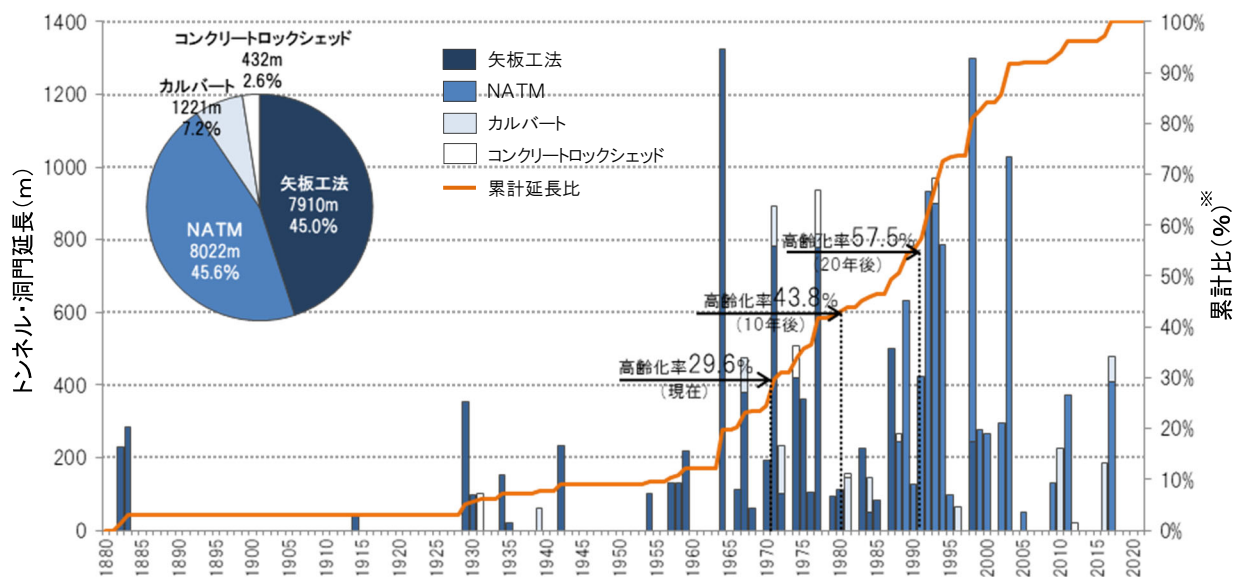


図2-2 トンネル工法別建設年次分布（延長ベース）

※ 累計比＝当該年度までに建設された施設数（延長）／管理施設数（延長）

³ 高齢化率＝全管理施設に対する建設後50年以上経過した施設の割合

2.2 健全性の状況

本県では、平成19年度から管理する全てのトンネル・洞門に対して定期点検を実施しています。定期点検は原則として前回点検から5年に1回行うこととしています。

また、平成26年7月に「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」が施行されたことから、点検・診断の結果として、トンネル・洞門の健全性を表2-1に示す区分に分類しています。平成26年度から令和2年度までに定期点検を実施した95箇所に対する健全性の判定結果は図2-3に示すとおり、健全性Ⅰ（健全）が1箇所（1%）、健全性Ⅱ（予防保全段階）が68箇所（72%）、健全性Ⅲ（早期措置段階）が26箇所（27%）となっています。

なお、令和2年度までの定期点検においては、健全性Ⅳ（緊急措置段階）と判定されたトンネル・洞門はありませんでした。

表2-1 「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」に基づく健全性の区分
（「道路トンネル定期点検要領（令和2年6月／神奈川県県土整備局道路部道路管理課）※」より）

健全性の区分		内 容
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。

※以下、トンネル定期点検要領という。

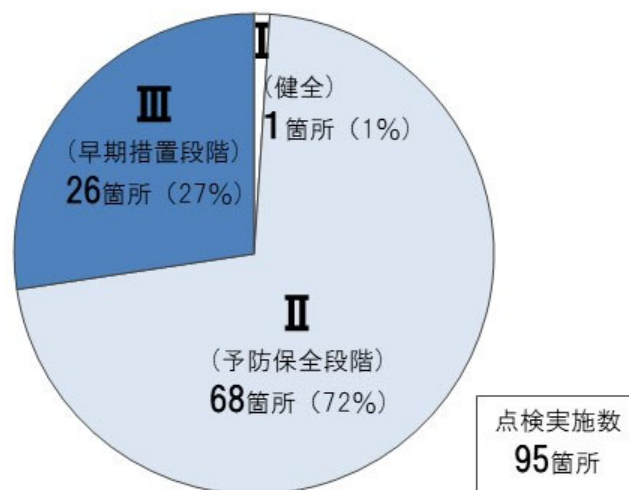


図2-3 令和2年度までに実施したトンネル・洞門の定期点検結果

3 トンネル・洞門長寿命化計画

3.1 基本方針

トンネル・洞門については、定期点検と小規模な修繕などを繰り返し行うことで、健全性を維持しながら長寿命化を図る予防保全型の維持管理を行います。また、修繕などの措置については、優先順位を考慮して実施します。

3.1.1 管理区分

全てのトンネル・洞門について、管理区分「1：予防保全型」の維持管理を行います。

トンネル・洞門の長寿命化にあたっては、**表3-1**に示す効果を発揮するとともに、中長期的な維持管理・更新に係るトータルコストを削減するような効率性を有する管理区分を定める必要があります。そこで、トンネル・洞門については、**表3-2**に示す道路施設の管理区分のうち、「1：予防保全型」の維持管理により長寿命化を図ることとしました。

表3-1 トンネル・洞門の長寿命化により期待される効果

機能の持続	老朽化に伴う損傷や大規模修繕などに起因する通行規制などの頻度を少なくすることにより、道路の交通機能が阻害されることを防ぐ。
安全性の確保	トンネル・洞門を健全な状態に保つことにより、道路利用者の安全性を確保する。

表3-2 道路施設の管理区分と保全の考え方

管理の考え方	管理区分	維持管理・更新の主な考え方		管理水準
予防保全的管理	1：予防保全型	予防保全 状態監視保全	定期的に点検・診断を行い、機能に支障が生じる前に保全する。	健全性の区分がⅡ以下となった段階で、修繕・更新などの措置を行い、健全な状態（健全性の区分Ⅰ）を保つ。
	2：早期措置型	予防保全 状態監視保全	定期的に点検・診断を行い、機能に支障が生じる可能性がある段階で保全する。	健全性の区分がⅢ以下となった段階で、修繕・更新などの措置を行い、機能に支障のない状態（健全性の区分Ⅰ～Ⅱ）を保つ。
	3：時間計画型	予防保全 時間計画保全	機能に支障が生じる前に保全が可能となるよう、予め定めた時間計画に基づき保全する。	予め定めた耐用年数に基づき、施設の機能に支障が生じる前に修繕・更新などの措置を行う。
事後保全的管理	4：事後保全型	事後保全	機能に支障が生じているのを発見した段階で必要な措置を講ずる。	健全性の区分がⅣとなった段階で、大規模修繕や更新などの措置を行う。

トンネル・洞門の管理水準は、**表3-3**に示すとおり、健全性の区分Ⅰとします。具体的には、**図3-1**のように、定期点検などの結果⁴から、健全性の区分がⅡ以下となった段階で監視や修繕などの措置を行い、健全な状態（区分Ⅰ）を保ちます。

⁴措置の必要性については、定期点検において診断した健全性の区分のほか、職員による目視調査の結果などに基づき判断する。

表3-3 トンネル・洞門の管理水準

健全性の区分		管理水準
I：健全	トンネル・洞門の機能に支障が生じていない状態。	管理水準以上
II：予防保全段階	トンネル・洞門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。	管理水準未満 (監視や修繕などの対象)
III：早期措置段階	トンネル・洞門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	トンネル・洞門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。	

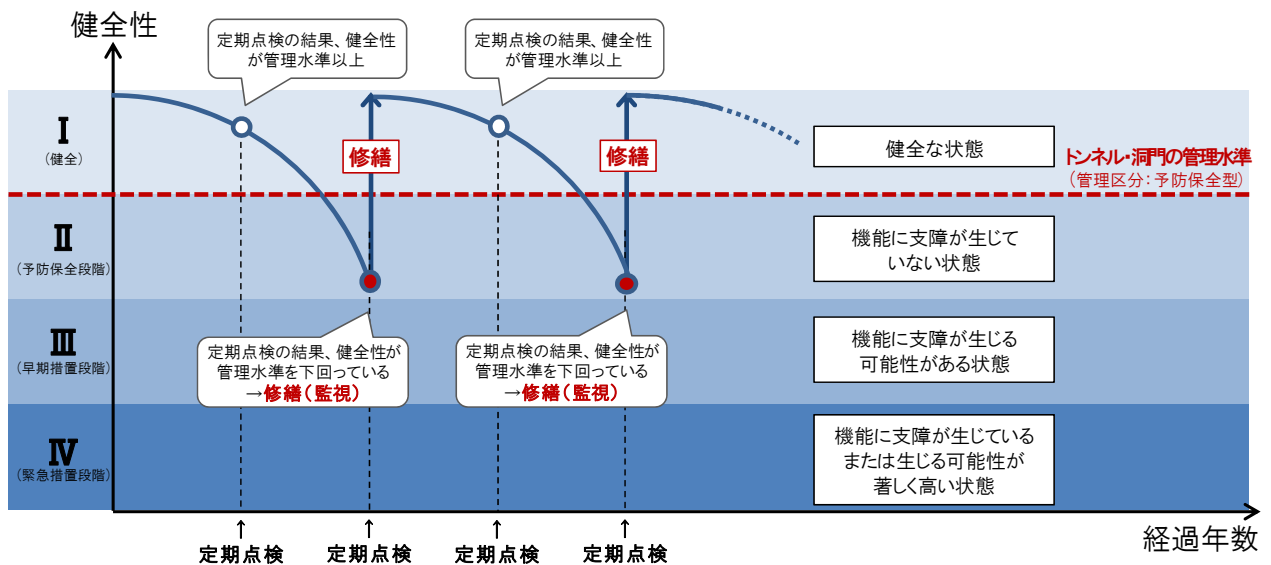


図3-1 トンネル・洞門の管理区分（予防保全型）の考え方

3.2 計画の実施の流れ

トンネル・洞門の老朽化に伴う健全性の低下を未然に防止し、道路利用者の安全・安心を確保するため、本計画に基づき、効率的かつ効果的なメンテナンスサイクルを持続的に回します。

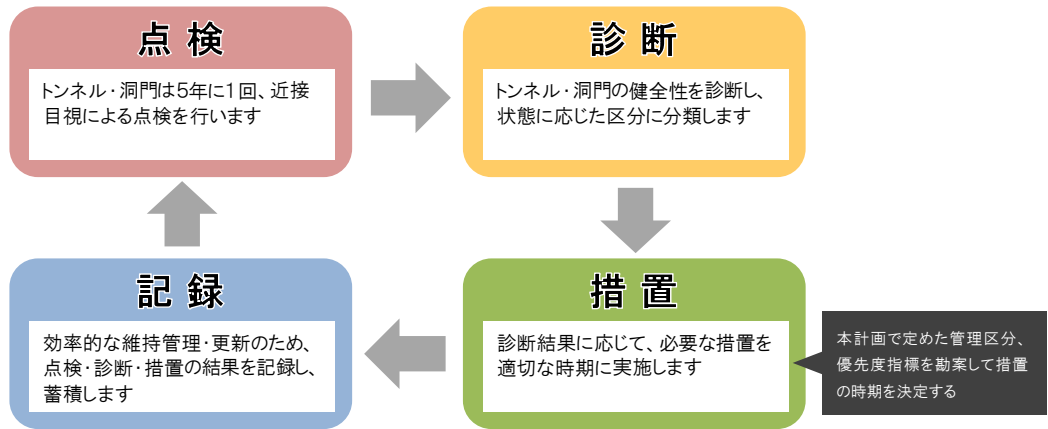


図3-2 トンネル・洞門のメンテナンスサイクル

3.2.1 点検

全てのトンネル・洞門に対して点検計画を策定したうえで、各点検要領に基づき、必要な知識及び技能を有する者が近接目視により、5年に1回の頻度で行うことを基本とします。

トンネル・洞門の定期点検は、全てのトンネル・洞門について、5年に1回の頻度を基本として、トンネルについては「トンネル定期点検要領」、洞門等⁵については「シェッド、大型カルバート等定期点検要領（平成31年3月 国土交通省 道路局 国道・防災課）」に基づく定期点検を実施し、トンネル・洞門の状態を早期に的確に把握していきます。原則として、定期点検は全ての部材について、点検に必要な知識及び技能を有する者が近接目視により実施します。また、定期点検を計画的に実施するため、点検計画を定めます。

そのほか、日常や定期に実施するパトロールにより、トンネル・洞門の状況の把握に努めています。



写真3-1 トンネル点検状況

⁵ トンネルのうち、大型カルバートに該当する施設を含む。

3.2.2 診断

点検で把握した変状に対して、変状の種類ごとに対策判定を行うとともに、トンネル・洞門単位および覆工スパンや部材単位の健全性を診断します。

定期点検では、近接目視によって、スパン・部材の要素や変状の種類ごとに変状の位置・程度とといった状況を把握します。

診断においては、点検で把握した変状に対して、対象となるトンネル・洞門の周辺環境、使用条件、構造特性などを勘案したうえで、対策の必要性や健全性を判定します。トンネルについては、覆工スパン、変状ごとに対策の必要性を判定し、トンネル全体、覆工スパン単位について、健全性を判定します。また、洞門等については、部材、変状の種類ごとに対策の必要性を判定し、構造物全体、部材単位について、健全性を判定します。

なお、対策の必要性を示す対策区分と健全性の区分の対応は表3-4、表3-5のようになります。

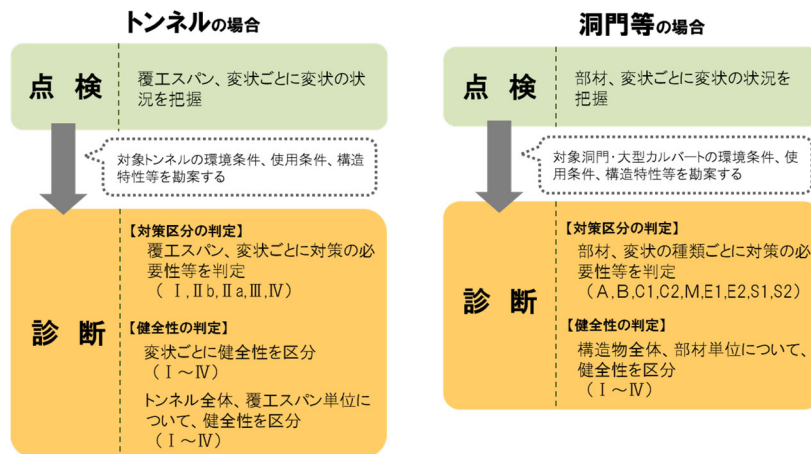


図3-3 点検・診断における評価の流れ

表3-4 トンネルの健全性の区分と対策区分の対応の目安

トンネル定期点検要領 (令和2年6月) 道路トンネル維持管理便覧 (令和2年9月)			
健全性の区分		対策区分	
I : 健全	トンネルの機能に支障が生じていない状態。	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 : 予防保全段階	トンネル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。	II b	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。
		II a	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 : 早期措置段階	トンネル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。	III	早晚、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に対策を講ずる必要がある状態。
IV : 緊急措置段階	トンネル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。	IV	利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、緊急に対策を講ずる必要がある状態。

表3-5 洞門等の健全性の区分と対策区分の対応の目安

健全性の区分		シェッド、大型カルバート等定期点検要領 (平成31年3月 国土交通省 道路局 国道・防災課) における対策区分*	
I：健全	洞門等の機能に支障が生じていない状態。	A：変状が認められないか、変状が軽微で補修を行う必要がない B：状況に応じて補修を行う必要がある	
II：予防保全段階	洞門等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。	M：維持工事に対応する必要がある	C1：予防保全の観点から、速やかに補修等を行う必要がある
III：早期措置段階	洞門等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。	C2：洞門等の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある	
IV：緊急措置段階	洞門等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。	E1：洞門等の安全性の観点から、緊急対応の必要がある E2：その他、緊急対応の必要がある	

※対策区分のうち、

S1（詳細調査の必要がある）

S2（追跡調査の必要がある）

と判定された洞門等については、詳細調査などの結果を踏まえたうえで、健全性を診断する。

3.2.3 措置

診断の結果に基づき、適切な時期に適切な方法により措置します。

◆措置の時期

診断の結果、健全性の区分が「Ⅱ：予防保全段階」「Ⅲ：早期措置段階」と判定されたトンネル・洞門は、優先度指標を勘案したうえで、必要な措置を計画的に実施していきます。また、診断の結果、区分「Ⅳ：緊急措置段階」と判定されたトンネル・洞門は、緊急的な措置を行います。

◆優先度指標

計画的に措置を行ううえで、必要となる予算が特定の年度へ集中することを回避し、予算を平準化するため、優先度指標を定めます。優先度指標は、老朽化により健全性が低下するリスクと、事故等リスクによる影響度を考慮して定めており、修繕などを行う時期は、これらの指標を勘案して決定します。

表3-6 トンネル・洞門の優先度指標

優先度指標	指標の考え方
健全性 (各定期点検要領による対策区分)	事故発生リスクの高さの観点から、対策区分に基づき健全性を評価する。
緊急輸送道路	事故・災害発生時の緊急輸送道路の確保の観点から、「神奈川県地域防災計画」に示されている緊急輸送道路への該当の有無で評価する。
経過年数	事故発生リスクの高さの観点から、建設後経過年数の大小で評価する。

◆代表的な補修工法

トンネル・洞門の補修には、応急対策と本対策があります。応急対策は、本対策を実施するまでの短期間において、トンネル・洞門の機能を維持させるための措置であり、応急対策が必要となった場合は、点検後速やかに実施します。また、本対策は中長期的にトンネル機能を回復・維持するための措置であり、点検・診断の結果に基づき計画的に実施します。

表3-7 代表的な補修工法（本対策）

補修工法	概要
 <p data-bbox="295 857 483 891">ひび割れ注入工</p>	<p data-bbox="646 611 1436 795">ひび割れ注入工は、ブロック化してはく落するおそれのあるひび割れ箇所やトンネルの構造体としての安定性に支障を生ずるおそれのあるひび割れ箇所に、注入材料を注入する工法であり、ひび割れの発生によって低下した覆工コンクリートの剛性を回復し、覆工コンクリートの一体性を確保することを目的とするものである。また、鉄筋コンクリート覆工における鉄筋の防錆対策としても用いられる。</p>
 <p data-bbox="320 1238 458 1272">断面修復工</p>	<p data-bbox="646 1043 1436 1133">断面修復工は、覆工コンクリートのはく離箇所や劣化箇所をはく落した部分などの断面欠損箇所にモルタル系材料を充填・塗布することによって、元の断面形状に復元するものである。</p>
 <p data-bbox="229 1619 537 1655">当て板工（繊維シート系）</p>	<p data-bbox="646 1395 1436 1547">当て板工は、はく落とした後も不安定な状態が残る豆板、部分的なコールドジョイント、局地的な材質劣化やひび割れなどにより、比較的狭い範囲で覆工コンクリート片が落下するおそれのある場合に、はく落を防止するものであり、繊維シート系、形鋼系、鋼板系、FRP版系などがある。</p>

3.2.4 記録

トンネル・洞門の点検、診断、措置の内容・結果などを適切に記録し、保存します。

点検・診断の結果は、維持管理・更新の計画を立案するうえで参考となる基礎的な情報であるため、適切な方法で記録し、保存します。

これまで、本県ではトンネル・洞門について施設リストを整備し、点検調書を管理してきましたが、今後も継続的に管理・更新するとともに、合わせて点検結果や修繕・更新などの措置の履歴情報なども蓄積していきます。

3.3 計画による効果

予防保全型の維持管理を行うことで、事後保全型の維持管理を実施した場合と比較して、今後50年間（平成28～令和47年度）で約60億円の維持管理・更新費の縮減が期待されます（約30%のコスト縮減効果）。また、今後50年近くは、約2.8億円／年の予算規模でトンネル・洞門の健全度を保つことができると思込まれます。

ただし、このほかにトンネル・洞門の維持管理に係る費用として、照明、防災設備といった附属施設の維持管理費が必要となります。

なお、将来的な維持管理・更新費については、次頁の条件に基づき試算を行いました。

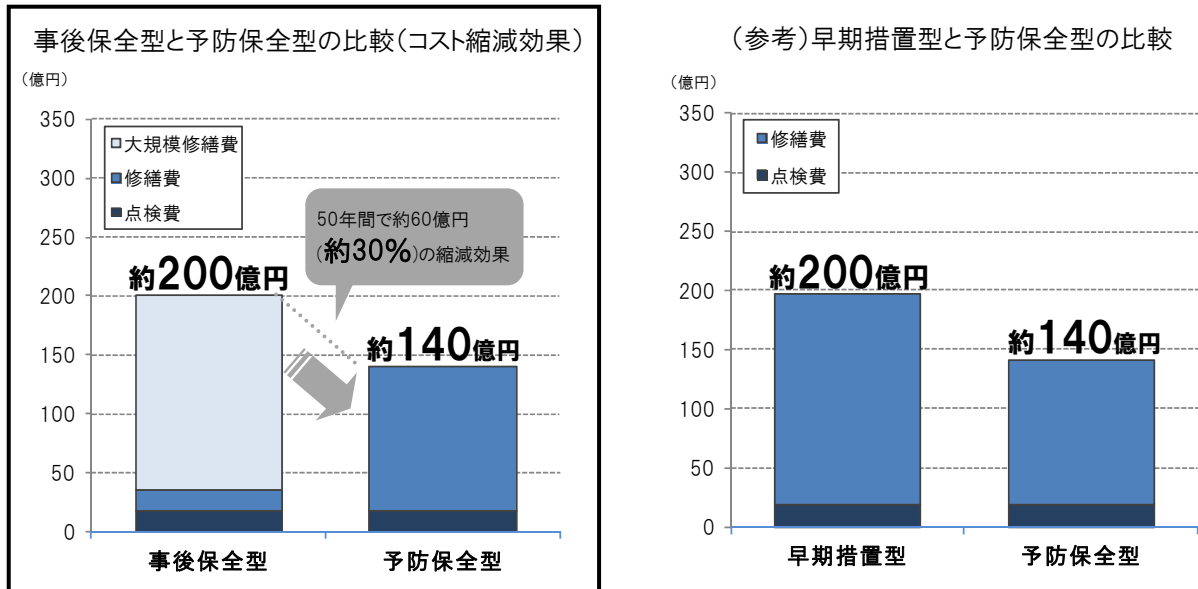
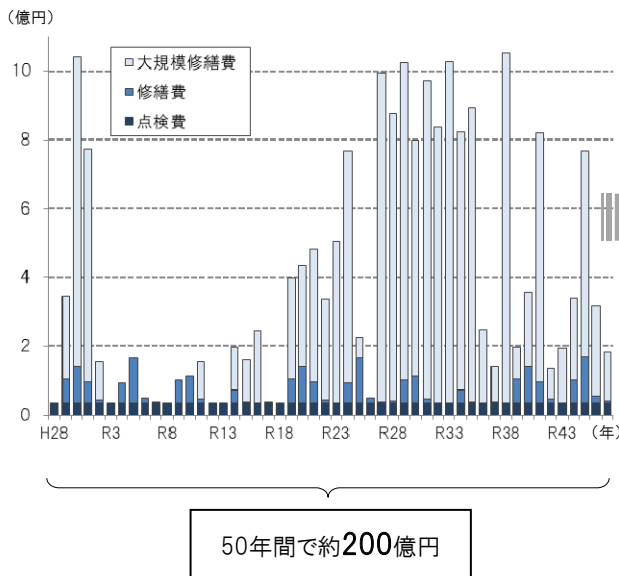


図 3-4 50年間の維持管理・更新費の試算結果（総額比較）

事後保全型

トンネル・洞門の寿命を75年として大規模修繕を行う場合



予防保全型

計画的な維持管理によりトンネル・洞門の長寿命化を図った場合

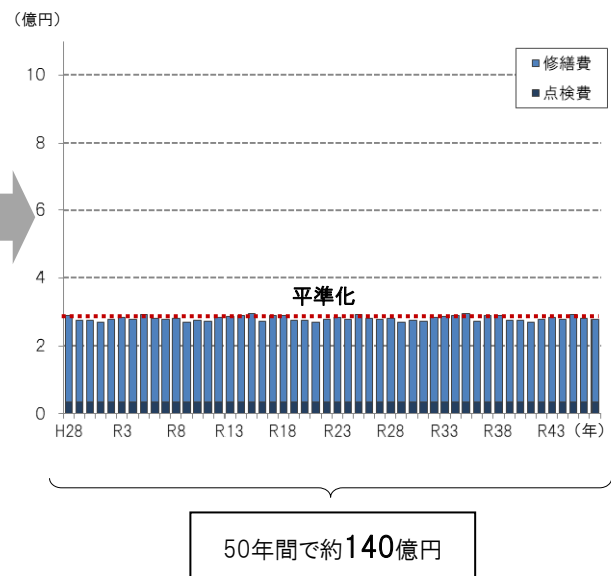


図 3-5 50年間の維持管理・更新費の試算結果（各年度の比較）

将来的な見通しの算出

将来的な見通しに基づいた計画的な維持管理・更新を実現するために、今後必要となる対策などの実施時期を推定し、中長期的な維持管理・更新費を以下の条件により算出します。

◆試算パターンの設定

予防保全型の維持管理によるコスト縮減効果を検証するため、全てのトンネル・洞門を予防保全型によって維持管理を行った場合と、全てのトンネル・洞門を事後保全型によって維持管理を行った場合のそれぞれについて、費用を算出しました。また、参考として早期措置型の維持管理を行った場合についても費用を算出しています。

コスト縮減効果の算出方法

予防保全型、事後保全型のそれぞれについて、今後50年間の点検・修繕費などを算出し、その差を維持管理・更新費の縮減額とします。

〔予防保全型〕

- ・修繕費は、長寿命化計画による必要予算を算出
- ・大規模修繕費は計上しない
- ・点検費用は点検計画（全てのトンネル・洞門を5年に1度点検）に基づき算出

〔事後保全型〕

- ・修繕費は、通行の安全確保のため、最低限必要となる漏水対策などの費用を算出
- ・大規模修繕費は、供用後75年で山岳トンネルのライニングや洞門の再建設などを行うものとして費用を算出^{※2}
- ・点検費用は点検計画（全てのトンネル・洞門を5年に1度点検）に基づき算出

※1 予防保全型の維持管理により延命化するため、推計期間内の大規模修繕は不要と想定

※2 財務省令「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」を参考にトンネルの寿命を75年と仮定

◆健全度予測手法(変状に対する耐用年数)を設定

各トンネル・洞門の将来の状態(健全度)を予測し、今後必要となる対策などの実施時期を推定し、修繕に要する費用を試算するため、トンネル・洞門ごとに想定される変状、その変状に対する修繕工法及び耐用年数について、表3-8のように設定しました。

表3-8 推計に考慮する変状ごとの修繕工法、耐用年数

構造	変状	工法	耐用年数 [※]
トンネル	うき・はく離	当て板工、はつり落とし	10(20)
	漏水	導水工	20(20)
	背面空洞 (山岳トンネル)	背面注入工	20(40)
	ひび割れ	ひび割れ注入工	20(20)
洞門	うき・はく離	当て板工、はつり落とし	10(20)
	ひび割れ	ひび割れ注入工	20(20)

※()内は早期措置型の耐用年数。早期措置型では耐用年数を長くする反面、修繕の規模を大きく想定した。