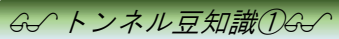


トンネル長寿命化修繕計画

令和5年3月



目 次

1. はじめに	1
2. トンネル長寿命化修繕計画について	2
2. 1 本計画の対象とするトンネル	2
2. 2 本計画について	5
3. トンネルの健全性について	6
3. 1 点検	6
 点検・調査のいろいろ	7
3. 2 健全性の診断	7
4. 本計画の基本的な考え方について	9
4. 1 メンテナンスサイクルの運用方針	9
4. 2 優先順位の考え方	9
4. 3 新技術等の活用・費用縮減	10
5. 実施計画	11
5. 1 計画期間	11
5. 2 健全性の診断結果について	11
5. 3 実施スケジュール・概算事業費	11
 ねじりマンポ	13
6. 用語集	14

1. はじめに

我が国には、約1万本を超える道路トンネルがあり、高度経済成長期以降に集中的に整備されたトンネルについては、令和5（2023）年に建設後50年を経過するトンネルが全体の4分の1を超えるなど、老朽化が課題となっています。

そうした中、平成24（2012）年12月に中央自動車道笹子トンネルで発生した天井板落下事故は、老朽化時代が本格的に到来したことを告げる出来事であり、国の社会資本整備審議会から道路インフラの老朽化対策の本格実施に関する提言が示されました。

これらを背景に、平成26（2014）年7月には道路法施行規則を一部改正する省令（同年3月公布）が施行され、橋梁やトンネル等の道路構造物が急速に老朽化していくことを踏まえ、道路管理者の責任による点検、診断、措置、記録というメンテナンスサイクルを確立するため、定期点検についての具体的な実施頻度や方法等が定められました。

本市においては、明治期や昭和初期に建設されたトンネルが全体の4分の1を占めており、令和20（2038）年度には建設後50年を経過するトンネルが全体の2分の1を超えるなど、今後も厳しい財政状況が見込まれる中、老朽化の進行するトンネルを長期に渡り安全に利用できるよう維持・管理することが求められています。

そこで、平成27（2015）年3月に「トンネル長寿命化修繕計画」（以下「本計画」という。）を策定し、計画的な点検・修繕等を行うことにより、損傷が深刻化する前に修繕する「予防保全型」の維持管理を進め、長寿命化による中長期的なトータルコストの縮減や予算の平準化を図ってきました。

なお、本計画は、「京都市公共施設マネジメント基本計画」に基づく施設ごとの個別施設計画に位置付けられています。

2. トンネル長寿命化修繕計画について

2. 1 本計画の対象とするトンネル

本市では、令和5（2023）年3月末現在で19トンネル（表-1参照）を管理しており、明治期に建設され100年以上供用しているものなど、全体の4割近い7トンネルが建設から50年以上経過しています（図-1参照）。

なお、トンネル本体の構造はコンクリートやレンガです。

図-1 京都市が管理する建設年次ごとのトンネル箇所数

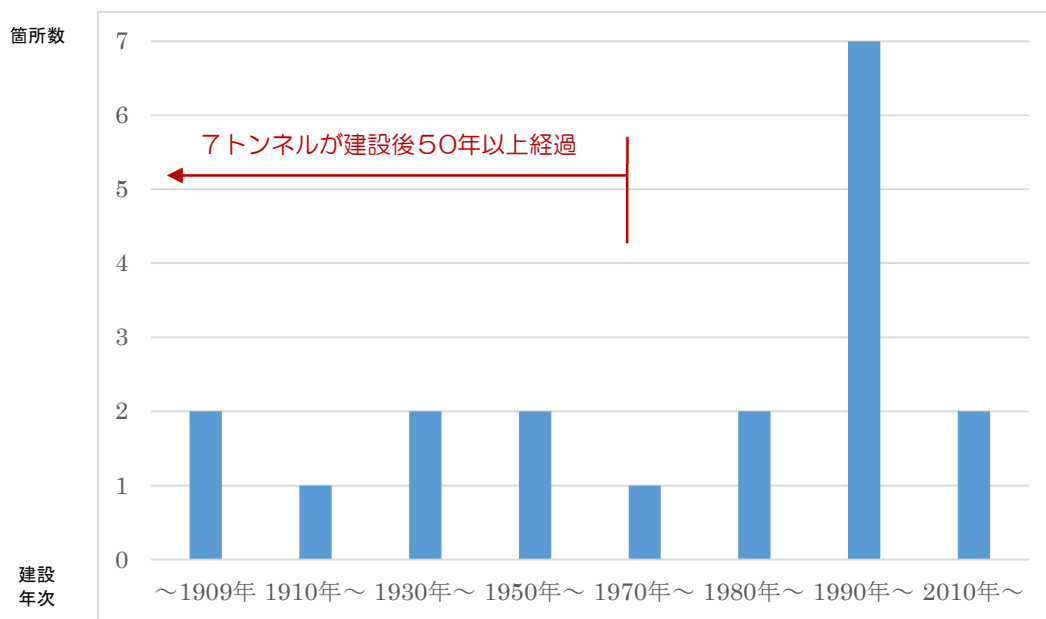


表-1 京都市が管理するトンネル一覧

トンネル名称	延長 (m)	竣工 年度	形式	路線名	地名
1 栗田口トンネル	18	M23	レンガ	市道 栗田緯18号線	京都市東山区東小物座町 ほか
2 花山トンネル	141	M36	レンガ	一般府道 渋谷山科停車場線	京都市山科区上山山旭山町 ほか
3 清滝トンネル	497	S2	矢板工法	市道 釈迦堂清滝道	京都市右京区嵯峨清滝深谷町 ほか
4 鵜飼トンネル	30	S16	矢板工法	主要府道 京都日吉美山線	京都市右京区嵯峨水尾鳩ヶ巢 ほか
5 落合トンネル	73	S16	矢板工法	主要府道 京都日吉美山線	京都市右京区嵯峨水尾鳩ヶ巢 ほか
6 栗尾トンネル	125	S41	矢板工法	国道162号	京都市京北周山町 ほか
7 宝池トンネル	265	S41	矢板工法	市道 宝ヶ池通	京都市左京区松ヶ崎榎実ヶ芝 ほか
8 笠トンネル	1,199	S48	矢板工法	国道162号	京都市右京区京北細野町 ほか
9 黒田トンネル	110	S62	矢板工法	国道477号	京都市京北下黒田町 ほか
10 八瀬トンネル	225	S63	NATM	国道367号	京都市左京区八瀬秋元 ほか
11 大山トンネル	341	H4	NATM	市道 山合線	京都市右京区京北下宇津町 ほか
12 中川トンネル	1,582	H10	NATM	国道162号	京都市北区中川中山 ほか
13 弓楯トンネル	250	H13	NATM	一般府道 愛宕弓楯線	京都市右京区京北細野町 ほか
14 杉の里トンネル	402	H19	NATM	国道162号	京都市右京区梅ヶ畑川東 ほか
15 大布施トンネル	116	H20	NATM	国道477号	京都市左京区大布施町 ほか
16 京北トンネル	2,313	H25	NATM	国道162号	京都市右京区京北細野町 ほか
17 ニノ瀬トンネル	828	H26	NATM	主要府道 京都広河原美山線	京都市左京区静市野中町 ほか
18 稲荷山トンネル(下り線)	2,537	H20	NATM他	一般府道勤修寺今熊野線	京都市山科区西野山桜ノ馬場町 ほか
19 稲荷山トンネル(上り線)	2,538	H20	NATM他	一般府道勤修寺今熊野線	京都市山科区西野山桜ノ馬場町 ほか

トンネルの形式紹介

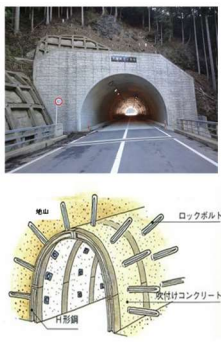
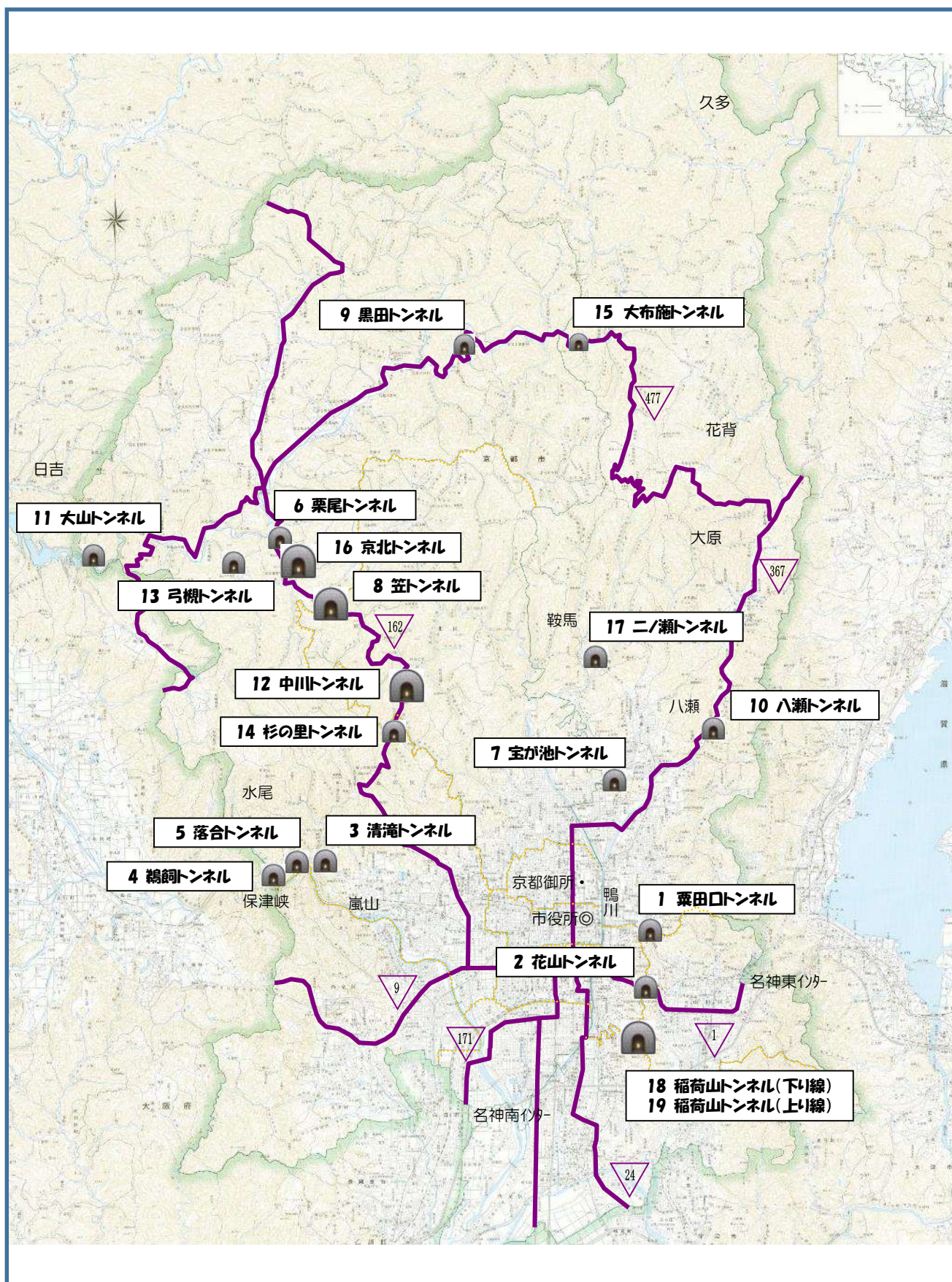
形式	レンガ	矢板工法※1	NATM※2
代表例			
特徴	- レンガを積み重ねて築造したトンネル 1920年代以降の生コンクリートの普及により、コンクリートが標準的な材料となったことから、大正中期までの面影を残す貴重なトンネルです。	1980年代までの標準的なトンネル工法 - 覆工によって地山の土圧を支えています。 - アーチ部を打設し、その後側壁部を打設して覆工を施工している場合が多いため、側壁部の縦断的な継ぎ目特徴です。	1980年代以降の標準的なトンネル工法 - 覆工背面の支保工によって地山の土圧を支えています。

図-2 京都市が管理するトンネル位置図



2. 2 本計画について

本計画は、限られた財源の中で、老朽化の進行するトンネルについて、定期的な点検に基づき修繕等を実施する予防保全型の維持管理を進めることにより、長寿命化によるトータルコストの縮減や予算の平準化を図ろうとするものです。

本計画では、道路法施行規則第4条の5の6に基づく5年に1回の頻度での点検（以下「定期点検」という。）により、トンネルごとの健全性を判定し、優先順位の考え方に基づく修繕の実施スケジュール等を実施計画に示しています。

表-2 これまでの主な点検内容等

年 月	点検名	点検項目
平成25（2013）年度	道路ストック総点検 （17トンネル）	打音検査、触診検査を含む 近接目視点検
平成26（2014）年度	電磁波調査等 （3トンネル（栗尾、宝が池、黒田））	覆工電磁波探査、削孔調査、 覆工背面観察、コンクリート 品質試験
平成26（2014）年度	道路法施行規則の一部を改正する省令施行	
平成27（2015）年度	定期点検（1巡目） （2トンネル（京北、二ノ瀬））	打音検査、触診検査を含む 近接目視点検
平成29（2017）年度	定期点検（1巡目） （17トンネル）	打音検査、触診検査を含む 近接目視点検
令和 2（2020）年度	定期点検（2巡目） （4トンネル（京北、二ノ瀬、稲荷山 （上り線、下り線）））	打音検査、触診検査を含む 近接目視点検等
令和 4（2022）年度	定期点検（2巡目） （15トンネル）	打音検査、触診検査を含む 近接目視点検

※ 平成31（2019）年4月1日付けで移管された稲荷山トンネル（上下線）については、平成28（2016）年5月に阪神高速道路（株）が「道路構造物の点検要領（本編）」（平成27年2月阪神高速道路（株））に基づき初回の法定定期点検を実施している。

3. トンネルの健全性について

3. 1 点検

定期点検は、道路トンネル定期点検要領（平成31（2019）年2月、国土交通省道路局。以下「点検要領」という。）等に基づき、トンネル本体工及びトンネル内に設置されている附属物^{※3}について、5年に1回の頻度で近接目視により実施することを基本とします。

また、必要に応じて触診や打音検査等を行うとともに、利用者被害の可能性のあるコンクリートのうきを除去するなどの応急措置を講じます。

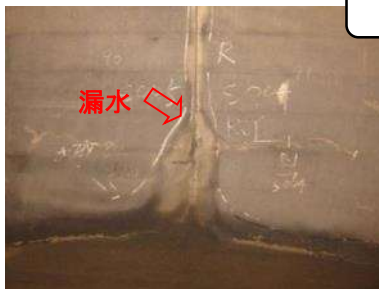
なお、日常的には、道路パトロールや市民からの通報により確認された変状等について、遠望目視点検^{※4}や調査のうえ、必要に応じて補修等の措置を実施します。



トンネルの損傷事例



【漏水・ひび割れ】



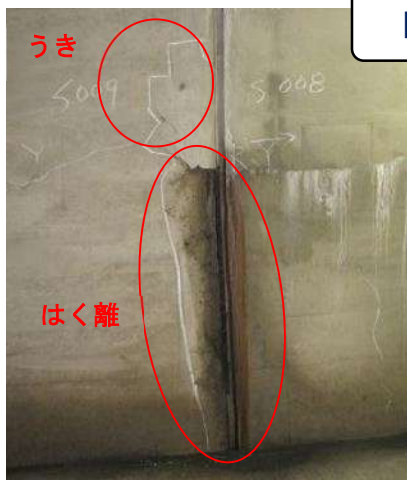
※ **漏水**が発生すると、水が路面に達することでの冬季の路面凍結による危険や、ひび割れ、うき・はく離を進行させる要因となります。

ひび割れが発生すると、コンクリートの劣化が進行し、うき・はく離の要因となります。



漏水・ひび割れが進むと・・・

【うき・はく離】



※ **うき**とは、コンクリート内部の材料劣化やひび割れ等により、表面付近のコンクリートが部分的に分離する現象のことを言います。うきが生じているコンクリートでは、更なる劣化の進行や衝撃などにより、**はく離**して落下し、重大な事故につながりかねません。

【点検・調査のいろいろ】

トンネルの点検と言ってもいろいろありますが、本文でも掲載しているとおり、代表手法としては、近接目視、打音検査、触診検査があります。

点検は、近接目視点検が基本ですが、必要に応じて触診や打音等の非破壊検査技術を適用することとされています。

◎近接目視点検

点検対象箇所に高所作業車や足場設備を用いて接近して変状状況等を目視観察し、記録する点検方法です。

◎打音検査

覆工などのうき、はく離の状況を把握するために、ハンマー等でコンクリート面や取付け金具類を打診し、うき、はく離箇所、ボルト・ナット類のゆるみ等の有無及び範囲を記録する点検方法です。

※ 打音検査における判断の目安として、「キンキン、コンコン」といった清音を発すると健全であり、「ポコポコ、ペコペコ」といった薄さを感じる音を発すると異常があります。

◎触診検査

点検対象物に直接手で触れて、不具合の有無を確認する点検方法です。

3. 2 健全性の診断

定期点検では、点検要領に基づき、トンネルの変状の状況を把握したうえで、ひび割れ、うき、漏水等の変状ごとに「対策区分の判定」を行います。判定に当たり、原因の特定など調査が必要な場合には、変状原因を推定するための調査を行います。

表-3 点検要領に基づく対策区分の判定

区 分		定 義
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	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

※ 道路トンネル定期点検要領抜粋（平成31年3月 国土交通省 道路局 国道・技術課）

トンネルの「健全性の診断」は、対策区分の判定の結果等を基に、トンネルの変状・異常が利用者に及ぼす影響を詳細に把握し、適切な措置を計画するために、変状区分を外力（ひび割れ等）・材質劣化（うき、はく離等）・漏水に分類して、下表の4段階において、「変状等の健全性の診断」を実施後に、構造物単位で実施する「トンネルごとの健全性の診断」を行います。

なお、「健全性の診断」は「Ⅱb」と「Ⅱa」を併せて「Ⅱ」と取り扱う、4段階の判定としますが、実際の措置は5段階の「対策区分の判定」に基づいて検討していきます。

表-4 点検要領に基づく健全性の診断

区 分		状 態
I	健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態
II	予防保全段階	道路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
III	早期措置段階	道路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
IV	緊急措置段階	道路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

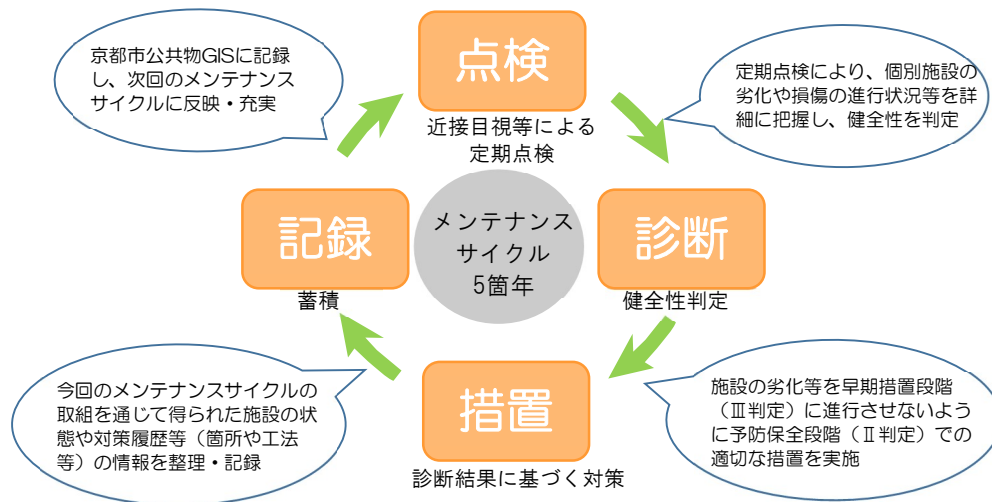
※ 道路トンネル定期点検要領抜粋（平成31年2月 国土交通省 道路局）

4. 本計画の基本的な考え方について

4. 1 メンテナンスサイクルの運用方針

本計画では、下図のとおり、点検・診断・措置・記録のメンテナンスサイクルを着実に運用し、予防保全型の維持管理を基本的な考え方としています。そのため、点検を実施したトンネルについては、点検・診断に基づく個別施設の状態、必要な対策の実施スケジュール等を検討し、実施計画に反映させていきます。

図-3 メンテナンスサイクルの概念図

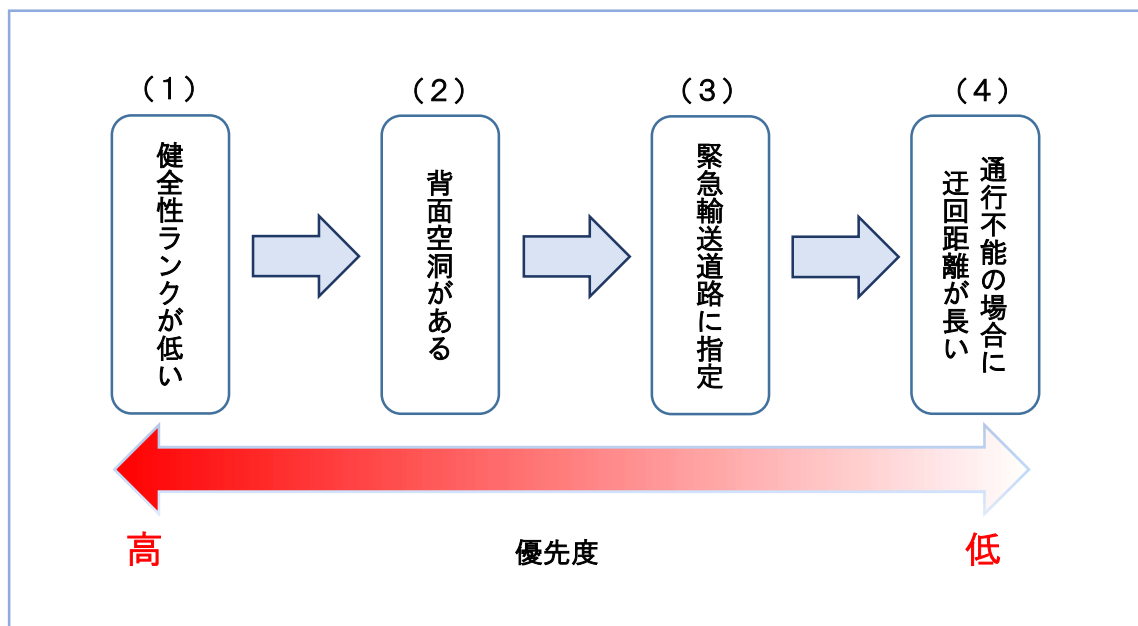


4. 2 優先順位の考え方

トンネルの修繕は、健全性が低下したトンネルの機能を回復し、健全性向上のために行われるものであることから、点検結果に基づき、健全性の低いトンネルを優先して実施しますが、健全性の判定区分（Ⅰ～Ⅳ）が同じ場合は、緊急輸送道路^{※5}や迂回距離のトンネル特性を考慮し、以下の要領で優先順位を決定します。

- (1) 健全性の低いトンネル
- (2) 道路利用者に対する被害に直結し、劣化の予測が困難である、覆工コンクリート^{※6}の背面に空洞^{※7}があるトンネル
- (3) 緊急輸送道路に指定されているトンネル
- (4) トンネルが通行できなくなった場合、経済活動や市民生活への影響を考慮し、迂回距離が長くなるトンネル

図-4 トンネル修繕の優先順位の考え方



4. 3 新技術等の活用・費用縮減

令和7年度までに、管理する19トンネル全てについて、点検等に係る新技術等の活用
の検討を行うとともに、約1割のトンネルで事業の効率化等の効果が見込まれる新技術
等を活用することを目標とする。

また、新技術等を活用した点検を実施することで、費用を約2百万円縮減することを
目標とする。

5. 実施計画

5. 1 計画期間

本計画では、令和4(2022)年度に実施した定期点検に基づく健全性の診断結果より、令和9(2027)年度の次回点検までを計画期間とした実施スケジュール等を示しています。

5. 2 健全性の診断結果について

定期点検に基づく健全性の診断結果は、15トンネルが、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判定)、4トンネルが早期に対策を講じる必要がある状態(Ⅲ判定)となっています。

表-5 健全性の診断結果

区分	施設数	参考 (対策区分の判定)	
I	0	I	0
II	15	II b	6
		II a	9
III	4	III	4
IV	0	IV	0

健全性の診断結果がⅡ判定のトンネルのうち、9トンネルについては、対策区分の判定により、予防保全の観点から重点監視(調査)又は計画的な対策が必要(Ⅱa判定)と判定しており、Ⅲ判定の4トンネルと合わせ、次項に実施スケジュール等を示しています。

5. 3 実施スケジュール・概算事業費

実施計画では、優先順位の考え方に基づき、次回点検までに必要な対策等の実施スケジュール及び概算事業費を表-6に示しています。

なお、Ⅱa判定の9トンネルのうち、栗尾トンネルについては既に必要な対策を実施済みであり、それ以外のトンネルについては当面の対策は不要であることから重点監視(調査)を実施しています。

表-6 計画期間内の実施スケジュール及び概算事業費

★定期点検 ☆重点監視(調査)
△修繕設計 ○修繕工事

トンネル名称		延長 (m)	竣工年度	形式	直近点検結果			実施スケジュール					備考
					点検年度	トンネル 健全性	対策区分	R5	R6	R7	R8	R9	
1	栗田口トンネル	18	明治23年度	レンガ	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
2	花山トンネル	141	明治36年度	レンガ	R4	Ⅱ	Ⅱ b					★	
3	清滝トンネル	497	昭和2年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
4	鵜飼トンネル	30	昭和16年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ b					★	
5	落合トンネル	73	昭和16年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
6	栗尾トンネル	125	昭和41年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ a					★	注1
7	宝池トンネル	265	昭和41年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
8	笠トンネル	1,199	昭和48年度	矢板工法	R4	Ⅲ	Ⅲ		△		○	★	
9	黒田トンネル	110	昭和62年度	矢板工法	R4	Ⅱ	Ⅱ b					★	
10	八瀬トンネル	225	昭和63年度	NATM	R4	Ⅱ	Ⅱ b					★	
11	大山トンネル	341	平成4年度	NATM	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
12	中川トンネル	1,582	平成10年度	NATM	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
13	弓楯トンネル	250	平成13年度	NATM	R4	Ⅲ	Ⅲ		△		○	★	
14	杉の里トンネル	402	平成19年度	NATM	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
15	大布施トンネル	116	平成20年度	NATM	R4	Ⅱ	Ⅱ a			☆		★	
16	京北トンネル	2,313	平成25年度	NATM	R2	Ⅱ	Ⅱ b			★			
17	二ノ瀬トンネル	828	平成26年度	NATM	R2	Ⅱ	Ⅱ b			★			
18	稲荷山トンネル(下り線)	2,537	平成20年度	NATM他	R2	Ⅲ	Ⅲ			○★			
19	稲荷山トンネル(上り線)	2,538	平成20年度	NATM他	R2	Ⅲ	Ⅲ		○	★			
概算事業費 (百万円)						0	24	97	45	57			

注1 令和4年度に必要な対策を実施済み。

トンネル豆知識②

【蹴上インクライン下をくぐる「ねじりマンボ」】

京都市が管理するトンネルにはレンガトンネルが含まれ、その全てが明治時代に建設されており、今なお、人々の通行に利用されています。この中の1つである栗田口トンネルは、地下鉄蹴上駅の1番出口から三条通に沿って少し西進した、風変りな赤レンガのトンネルであり、通称「ねじりマンボ」といいます。

何故「**ねじりマンボ**」と呼ばれているのか？

「マンボ」とは、線路の下をくぐるトンネル状の通路を示す関西地方を中心とした古い方言です。では、「ねじり」とは？

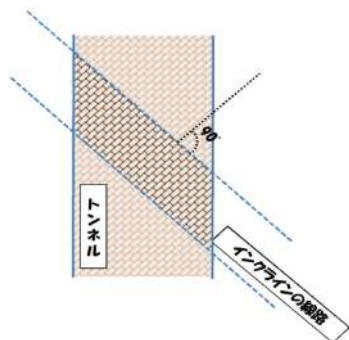
トンネルの内部を覗くと、天井のアーチ部分のレンガが螺旋を描いて積まれており、その「ねじれ」で造られた独特の形状からそう呼ばれているのです。

この工法は、**アーチが荷重を垂直に受けるようにレンガを斜めに積み上げる工法で、蹴上インクラインの線路と直交させるため、レンガが斜めに設置され螺旋形状※**となっています。

一方、ねじりマンボの洞門部には、「陽気発處」「雄観奇想」の石額文字があり、事業の主唱者である北垣国道知事をはじめ、工事を担当した田邊朔郎、府市関係者、市民が京都市の将来を考え、いかなる困難をも克服して事業を完成させるという一致した決意の下に、造られた形跡が残っています。

コンクリートの発達により、レンガ工法はしだいに姿を消していったことから、「ねじりマンボ」は明治時代の面影を残す貴重なトンネルであり、現在も現役として活躍している。

この貴重なトンネルを今後も良好な状態に保ち続け、貴重な財産を後世に受け継いでいく必要があります。



※ レンガを斜めに積み上げ
インクラインの線路と直交させる。

◎石額文字の意味

「**陽気発處**」

精神を集中して物事を行えば、どんな困難にも打ち勝つことができるということ

「**雄観奇想**」

見事な眺めと優れた考えであるということ

6. 用語集

●修繕

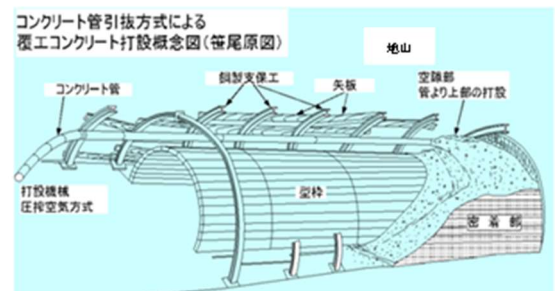
劣化や破損の進行した構造物や施設の機能について、長期的安定性を確保するため、劣化進行の抑制や、耐久性の回復・向上を行うことをいいます。

●補修

劣化や損傷の進行した構造物や施設を部分的に手当し、修繕や更新までの間、機能を維持させることをいいます。

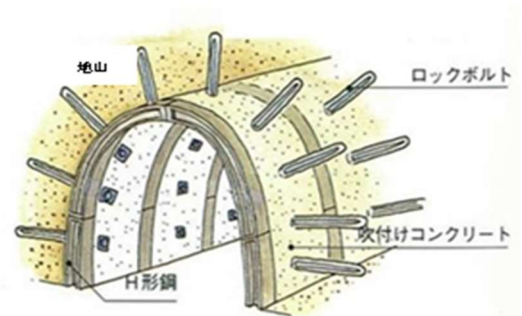
●矢板工法（※1）

掘削に伴い、地山が崩れないよう押さえるための土留めの板（矢板）を壁面に設け、安全な施工空間を確保した後に、アーチ状の型枠を設置し、矢板と型枠の間にコンクリートを流し込むことでトンネルを構築する工法です。



●N A T M（※2）（New Austrian Tunneling Method）

掘削した部分に素早くコンクリートを吹付けて固め、ロックボルト（地山とコンクリートを固定するボルト）を地山の奥深くまで打ち込むことで、コンクリートと地山が一体化し、地山の保持力を利用し、トンネルを保持する工法です。



●トンネル内附属物（※3）

トンネルに附属する換気施設（ジェットファン含む。）、照明施設及び非常用施設、標識、情報板、吸音板等トンネル内や坑門に設置されるものの総称をいいます。

●遠望目視点検（※4）

高所作業車や足場設備を使用せず、遠望から変状状況等を目視点検し、記録する点検方法です。

●緊急輸送道路（※5）

阪神淡路大震災での教訓を踏まえ、地震直後から発生する緊急輸送の円滑かつ確実な実施を行うため、高速自動車道、国道及びこれらを連絡する幹線道路と京都府知事が指定する防災拠点とを相互に連絡する道路のことで、第1次～第3次まで指定されています。

●覆工コンクリート（※6）

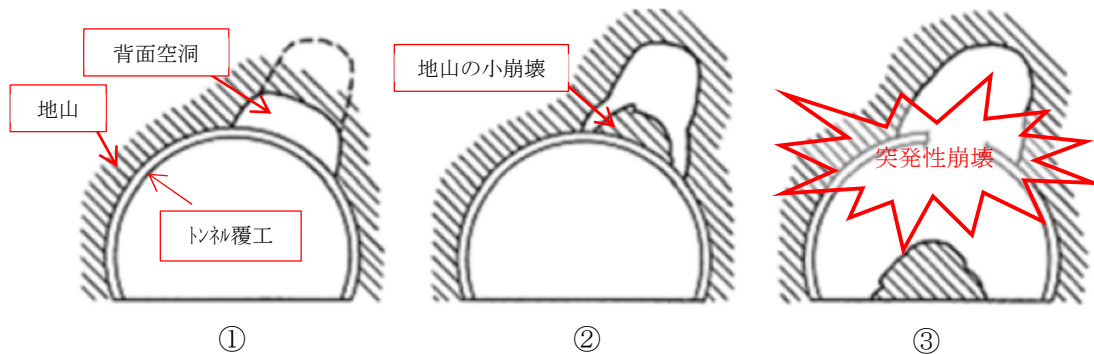
掘削等により地山を掘った後に造る構造物で、地山の崩壊を防ぐためのアーチ状のコンクリートの壁のことをいいます。

●背面空洞（※7）

トンネル覆工（コンクリート）と地山との間の空洞です。

矢板工法で施工されたトンネルは、当時の施工方法の特徴から、トンネル覆工と地山との間に空洞が残りやすく、空洞が存在するからといって直ちにトンネル構造物の安定性が損なわれるわけではありませんが、空洞上方の地山が小崩落し、土砂の崩落が突発的に起こる可能性があります。

背面空洞の状況は、覆工ボーリング調査や電磁波探査により調査します。



●電磁波探査

アンテナからコンクリート面に放射した電磁波は、空洞との境界面で一部反射し、透過した電磁波はさらに地山で反射する。これらの反射波がアンテナに戻ってくるまでの時間を計測することにより、境界面までの距離（深度）を算定し、覆工厚や空洞の有無を調査するものです。

注意）括弧書き内の※等は、本文における文言に付している番号を示します。

トンネル長寿命化修繕計画

平成 27 年 3 月 策定

平成 31 年 3 月 一部改定

令和 3 年 3 月 一部改定

令和 3 年 6 月 一部改定

令和 5 年 3 月 一部改定