

富士河口湖町

トンネル長寿命化修繕計画策定業務

【個別施設計画】

記載内容

	頁
(1) 計画全体の方針	5- 4
1) 老朽化対策における基本方針	
①長寿命化修繕計画の目的、②対象施設、③計画期間、	
④個別施設の老朽化の状況、⑤トンネルにおける維持管理水準	
2) 新技術等の活用方針	
3) 費用の縮減に関する具体的な方針	
(2) 個別の構造物ごとの事項	5- 9
1) 構造物の諸元、2) 直近における点検結果及び次回点検時期、3) 対策内容、	
4) 対策の着手・完了予定年度、5) 対策に係る全体概算事業費	



＜別添資料＞	頁
1) 管理施設数（対象トンネル一覧表・位置図）	5- 11
2) 健全性の判定区分の割合（健全度判定表と劣化度度数分布表）	5- 12
3) 修繕等措置の着手状況等（10 年間修繕計画表）	5- 14
4) 管理水準の設定	5- 16
5) トンネルの撤去、機能縮小の検討	5- 19
6) 補修工法における新技術検討比較表	5- 20
7) 活断層の活動による影響	5- 21

(1) 計画全体の方針

1) 老朽化対策における基本方針

① 長寿命化修繕計画の目的

過年度に実施したトンネル長寿命化修繕計画及びトンネル定期点検結果に基づき、事業実施成果の検証と予防保全段階からの必要な修繕措置及び長寿命化計画に基づく撤去・機能縮減を含む措置を検討することで、予算の平準化及び維持管理コストの縮減を行うことを目的とするものである。

② 対象施設

富士河口湖町が管理するトンネル（※「(2) 個別の構造物ごとの事項」に示すトンネル）

③ 計画期間

鉄筋コンクリート造の法定耐用年数 75 年をカバーし、築造年度から 100 年とする。

④ 個別施設の老朽化の状況

築造後 68 年経過したトンネルであり、速やかな補修等対策を要す損傷が見られる。

○別添資料

- 1) 管理施設数（対象トンネル位置図・一覧表）
- 2) 健全性の判定区分の割合（健全度一覧表と劣化度数分布表）
- 3) 修繕等措置の着手状況等（10 年間修繕計画表）

⑤ トンネルにおける維持管理水準

トンネルの重要度に係わらず、基本的に予防保全型管理とし、各変状に対して計画的に対策を実施することを目的に、ランクⅡaに達した段階で都度対策を行うことで健全性を回復させ、良好な状態を維持する事とする。

○別添資料

- 4) 管理水準の設定

2) 新技術等の活用方針

- ・令和 5 年度までに、管理するトンネルについて、修繕や点検等に係る新技術等の活用の検討を行うとともに、費用の縮減や事業の効率化等の効果が見込まれる NETIS に登録された新技術を活用することを目標とする。
- ・活用にあたっては、適用性、有用性、安全性等を十分に考慮した上、協議により決定する。
- ・検討する新技術については「NETIS」「点検支援技術性能カタログ(案) 国土交通省」等に掲載されている技術を参考にし、妥当性を検討する。

3) 費用の縮減に関する具体的な方針

- ・ 1 巡目点検において従来技術を使用した対象トンネルに対しては新技術等を活用した点検を実施することで、費用を約 1 割程度縮減することを目標とする。
- ・ トンネル重要度を整理し、管理区分とそれに応じた管理水準を設定して、合理的な修繕と費用の縮減を図ることを目的として、管理区分型維持管理を進める。
- ・ 社会経済情勢や施設の利用状況等の変化に応じた適正な配置のためのトンネルの撤去、機能縮小などによる費用の縮減に関する方針を定める。

○別添資料

5) トンネルの撤去、機能縮小の検討

- ・ 対策工の選定にあたっては、新技術、工事工程（施工手順）、施工性、品質・出来形、環境性（景観）、安全性、そして経済性を比較検討し、決定する。
- ・ 長期修繕計画においては、工事実施や定期点検による健全度判定結果により逐次見直し、更新を実施する。
- ・ 活断層の影響に対する点検の実施について

活断層上に管理トンネルが位置していないか等を調査した結果、対象トンネルは活断層直上から離れた位置にあるため、活断層の動きによる直接的な外力を受けることはない。5 年毎の定期点検では定期点検要領以上の詳細点検までは行わず、大規模地震時に異常時点検を行う事で、点検費用の縮減を図る。

○別添資料

6) 活断層の活動による影響

(2) 個別の構造物ごとの事項

[illegible]

トンネル点検における新技術の活用例



近接目視による変状の把握（従来手法）



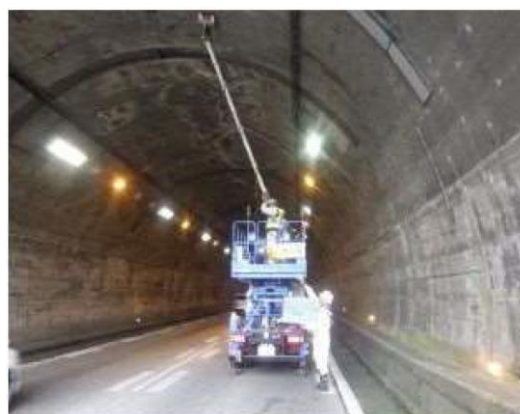
画像計測技術による変状の把握（新技術）

〈出典：トンネル点検システム

「ロードビューワ」(株)構研エンジニアリング〉



打音検査による変状の把握（従来手法）



非破壊検査技術による変状の把握（新技術）

〈出典：天秤方式移動型レーダ探査技術

(株)ウォールナット〉

〈令和元年度 山梨県道路メンテナンス会議より抜粋〉



道路メンテナンス会議



現地講習会

具体的な取り組み方針

1. 早期かつ的確な状態の把握

安全性の確保と計画的・効率的な維持管理を行うことを目的とし、道路パトロールによる通常点検と、5年に1回の頻度でトンネル毎に行う定期点検により、トンネルの状態を早期かつ的確に把握する。



定期点検の状況

2. 日常的な維持管理の徹底

トンネルを良好な状態に保ち、通行の安全を守るために、清掃や道路パトロールなどを実施する。担当職員については、トンネルの劣化や点検方法に関する研修に参加し、日常管理にも役立てていく。

※トンネルには漏水・滞水や土砂堆積等、通気性が良くない箇所があり、その箇所は早く傷んでしまう。長持ちさせるためには、清掃等で良好な状態を保つことが重要である。



清掃作業の状況

3. 山梨県との連携

富士河口湖町では、各種基準や発注に対する資料や技術資料等、山梨県と情報共有することによって、連携した対策、対応を行っていく。



点検研修の状況

4. 緊急時の対応

トンネルで異常が発見された場合は、交通規制などの必要な措置を行うとともに、地域住民へ状況説明を行い、地域住民と情報を共有する。また、必要に応じて緊急点検を実施し、安全の確保を図る。

5. 山梨県の気象条件に対する劣化対策の推進

1) 水対策

トンネルの多種多様な劣化要因の中で、鉄の錆やコンクリートの劣化の原因となる水の供給（漏水・滞水）を防ぐことが、長寿命化に対して非常に有効な対策となる。

2) 塩対策

水と同様に劣化の原因となる塩分については、冬季に散布される融雪剤からの塩分の影響を受けやすいトンネルに対し、塩分の浸透を防ぐ対策が有効となる。

6. 手間のかからないトンネルへの再築造、集約化・撤去

新たに築造するトンネルは、これまでの劣化や損傷を参考に、山梨県の山間部の気象状況等に配慮した傷みにくく、手間のかからないトンネルにすることで、長寿命化、コスト縮減に努める。

また、損傷が激しく、維持費用が増大することが想定される延長の長いトンネルについては、集約化の検討も行っていく。

7. 維持費用の縮減

トンネル定期点検において、トンネル点検車では点検が困難なトンネルについては、画像計測技術や非破壊検査技術などの新技術を導入し、従来より安全に省力化、効率化を図ることにより、令和6年度までに約1割程度の点検費用の削減を目標に努めていく。

8. 新技術等の活用の推進

厳しい財政状況や技術者不足といった制約の中で、今後、トンネルの老朽化対策に適切に対処していくためには、効率的な維持管理を可能とする新技術等の活用により、費用の縮減や作業の効率化などに取り組む必要がある。そのため、新技術等の活用について、以下のとおり検討を行う。

1) 点検

今後実施する点検業務では、画像計測技術や非破壊検査技術などの新技術活用の検討を行い、トンネル点検車では把握しきれない損傷箇所において、新技術を活用することで、従来点検と比べて約1割程度の費用縮減を目指す。

2) 修繕対策

トンネルの修繕を効率的に行うため、令和5年度以降に新たに設計を実施するトンネルにおいては、NETIS 等に掲載されている新技術の活用について、従来技術との比較検討を行い、費用縮減や作業効率化を図る。

9. 施設ごとの修繕計画

- ・経過観察中（対策前）に緊急修繕を要する場合は、随時対応する。
- ・点検において、健全度Ⅳと判定された場合や、緊急修繕を要する場合は、対策の実施時期を見直す。

別 添 資 料

1) 管理施設数（対象トンネル諸元および位置図）

対象トンネル諸元

前回 点検 年度	トンネル名称	路線名	所在地	点検実績						竣工年
				道路延長 (m)	幅員(m)			中央高 (m)	道路延長 (㎡)	
					車道	歩道	路肩			
2018 (H30)	寺崎隧道	町道1089号線	山梨県南都留郡富士河口湖町	38.0	3.2	2.0	-	4.55	197.6	1954(S29)

対象トンネル位置図



<出典：地理院地図>

2) 健全性の判定区分の割合（健全度判定表と劣化度数分布表）

寺崎隧道(2022(R4)点検)

スパン番号			PS	S001-1	S001-2	S001-3	S001-4	PE	
スパン長			1200	9000	8600	9000	9000	1200	
対策区分 の判定	外力	1. 圧ざ、ひび割れ	I	I	I	I	I	I	
		2. 変形、移動、沈下	I	I	I	I	I	I	
		3. 巻厚不足、背面空洞	I	I	I	I	I	I	
		4. うき・剥離	I	I	I	I	I	I	
	材質劣化	5. ひび割れ	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a	
		6. 骨材露出	I	I	I	I	I	I	
		7. 鋼材腐食(鉄筋腐食含む)	I	I	I	I	I	I	
		8. 有効巻厚の減少	I	I	I	I	I	I	
		9. 豆板	I	I	I	I	I	I	
		10. 路面の凹凸	I	I	I	I	I	I	
		11. 舗装の異常	I	I	I	I	I	I	
		12. 木片露出	I	I	I	I	I	I	
		漏水	13. 漏水等による変状	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a
			14. 路面の滞水	I	I	I	I	I	I
	その他	15. 土砂堆積	Ⅱ a	I	I	I	I	Ⅱ b	
		16. 落書き	I	I	I	I	I	I	
		17. 植生	I	I	I	I	I	I	
		18. 不法投棄	I	I	I	I	I	I	
変状等の 健全性	外 力	I	I	I	I	I	I		
	材質劣化	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a		
	漏 水	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a		
	そ の 他	Ⅱ a	I	I	I	I	Ⅱ b		
覆エスパン毎の健全性			Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a	

計
トンネル延長(L＝) 38.000 m

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		早晩、利用者に対して影響が及ぶ可能性が高いため、早期に措置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。

※ 判定区分Ⅳにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までを言う。

「道路トンネル定期点検要領 H31.3 国土交通省 道路局 国道・技術課 P-19」

＜劣化度度数分布表＞

区分(劣化度)		箇所数	割合(%)
I		6	33.3%
Ⅱ	Ⅱ b	8	44.4%
	Ⅱ a	4	22.2%
Ⅲ		0	0.0%
Ⅳ		0	0.0%

※ 上表「変状等の健全性」における、外力,材質劣化,漏水の3項目で算出。

寺崎隧道(2018(H30)点検)

スパン番号			PS	S001-1	S001-2	S001-3	S001-4	PE	
スパン長			1200	9000	8600	9000	9000	1200	
対策区分 の判定	外力	1. 圧ざ、ひび割れ	I	I	I	I	I	I	
		2. 変形、移動、沈下	I	I	I	I	I	I	
		3. 巻厚不足、背面空洞	I	I	I	I	I	I	
		4. うき・剥離	I	I	I	I	I	I	
	材質劣化	5. ひび割れ	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	I	Ⅱ b	I	
		6. 骨材露出	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a	
		7. 鋼材腐食(鉄筋腐食含む)	I	I	I	I	I	I	
		8. 有効巻厚の減少	I	I	I	I	I	I	
		9. 豆板	I	I	I	I	I	I	
		10. 路面の凹凸	I	I	I	I	I	I	
		11. 舗装の異常	I	I	I	I	I	I	
		12. 木片露出	I	I	I	I	I	I	
		漏水	13. 漏水等による変状	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a
			14. 路面の滞水	I	I	I	I	I	I
	その他	15. 土砂堆積	Ⅱ b	I	I	I	I	Ⅱ b	
		16. 落書き	I	I	I	I	I	I	
		17. 植生	I	I	I	I	I	I	
		18. 不法投棄	I	I	I	I	I	I	
変状等の 健全性	外 力		I	I	I	I	I	I	
	材質劣化		Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a	
	漏 水		Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	
	そ の 他		Ⅱ b	I	I	I	I	Ⅱ b	
覆エスパン毎の健全性			Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ b	Ⅱ a	Ⅱ b	Ⅱ a	

・PS-2の坑門上のその他の肌落ちは、ここでは”その他”「15.土砂堆積」に含んでいます。

計
トンネル延長(L＝) 38.000 m

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、早期に措置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。

※ 判定区分Ⅳにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までを言う。

「道路トンネル定期点検要領 H26.6 国土交通省 道路局 国道・防災課」

＜劣化度度数分布表＞

区分(劣化度)		箇所数	割合(%)
I		6	33.3%
Ⅱ	Ⅱ b	8	44.4%
	Ⅱ a	4	22.2%
Ⅲ		0	0.0%
Ⅳ		0	0.0%

※ 上表「変状等の健全性」における、外力,材質劣化,漏水の3項目で算出。

寺崎隧道(2013(H25)点検)

スパン番号			PS	S001-1	S001-2	S001-3	S001-4	PE
スパン長			1200	9000	8600	9000	9000	1200
対策区分 の判定	外力	1. 圧ざ、ひび割れ	S	S	S	S	S	S
		2. 変形、移動、沈下	S	S	S	S	S	S
		3. 巻厚不足、背面空洞	S	S	S	S	S	S
		4. うき・剥離	S	S	S	S	S	S
	材質劣化	5. ひび割れ	S	S	S	S	S	S
		6. 骨材露出	S	S	S	S	S	S
		7. 鋼材腐食(鉄筋腐食含む)	S	S	S	S	S	S
		8. 有効巻厚の減少	S	S	S	S	S	S
		9. 豆板	S	S	S	S	S	S
		10. 路面の凹凸	S	S	S	S	S	S
		11. 舗装の異常	S	S	S	S	S	S
		12. 木片露出	S	S	S	S	S	S
	漏水	13. 漏水等による変状	S	S	S	S	S	S
		14. 路面の滞水	S	S	S	S	S	S
	その他	15. 土砂堆積	B	S	S	S	S	B
		16. 落書き	S	S	S	S	S	S
		17. 植生	S	S	S	S	S	S
		18. 不法投棄	S	S	S	S	S	S
変状等の 健全性	外 力	S	S	S	S	S	S	
	材質劣化	S	S	S	S	S	S	
	漏 水	S	S	S	S	S	S	
	そ の 他	B	S	S	S	S	B	
覆エスパン毎の健全性			B	S	S	S	S	B

・PS-2の坑門上のその他の肌落ちは、ここでは”その他”「15.土砂堆積」に含んでいます。

計
トンネル延長(L＝) 38.000 m

判定区分	判定の内容
S	変状はないか、あっても軽微で応急対策や標準調査の必要がない場合。
B	変状があり、応急対策は必要としないが、補修・補強対策の要否を検討する標準調査が必要な場合。
A	変状が著しく通行車輛の安全を確保できないと判断され、応急対策を実施した上で補修・補強対策の要否を検討する標準調査が必要な場合。

「道路トンネル定期点検要領(案) H14.4 国土交通省道路局」

<劣化度度数分布表>

区分(劣化度)	箇所数	割合(%)
S	18	100.0%
B	0	0.0%
A	0	0.0%

※ 上表「変状等の健全性」における、外力,材質劣化,漏水の3項目で算出。

3) 修繕等措置の着手状況等

年次修繕計画(10年間)

凡例 ●：点検 ○：設計 ◎：修繕

路線 番号	路線名	トンネル名	構 造	延長 (m)	建設年次	改修年次	定期点 検 結 果	対策の内容・時期										備考	
								2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032		2033
1089	富士河口湖町 町道1089号線	寺崎隧道	覆工・吹付け	38.0	昭和29年 (1954年)	-	Ⅱa	●	○◎				●					●	予防保全型

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

4) 管理水準の設定

1) 維持管理水準

道路トンネルでは、交通量や道路種別、緊急輸送路の有無などに係わらず、どのようなトンネルであっても、覆工片のはく落等による事故や、照明施設や非常用施設の故障によるトラブルによって利用者の安全性が損なわれることは避けるべきである。このため、サービス水準という観点では、利用者に危険を与えないレベルとして、最低でも対策までに数年間の余裕期間がある健全性ランクⅢ以下の状態は維持する必要がある。

以上の観点から、トンネルにおける維持管理水準とは、トンネルの重要度に係わらず、健全性ランクⅣにならないように、最小限、ランクⅢの段階に達するまでに適切に対策を行って、健全性を回復する（健全性ランクⅢの状態を放置しない）状態を維持することとする。

2) 健全性と実際の対応

前述の通り、健全性に応じて対策までの余裕年数を設定しているが、健全性ランクⅣと判定された変状に対し、直ちに本対策工（トンネルの場合は、恒久対策と呼ばず、本対策と称する）を適用するには、予算措置上あるいは工程上、現実的には対応が難しいケースが生じる。

このため、健全性ランクⅣとなったトンネルは、これまでも行われていたように、応急対策（小破修繕：叩き落とし工やネット工など）を適時実施し、健全性ランクⅢの状態に回復させた上で、優先して本対策を実施することとする。

また健全性ランクⅢの変状に関しても、定期点検によって健全性ランクⅣに移行していないか確認し、万一健全性ランクⅣに達した場合は、同様に応急対策（小破修繕）を講じる。

以上のようにトンネルの安全性を確保した上で、健全性ランクⅣおよびⅢについては、5年度計画（定期点検見直し）で優先順位をつけて本対策を逐次、実施していくこととする。

3) 管理水準の設定

①管理方針

維持管理の区分としては、予防保全型と事後保全型（対症療法型、更新型）が考えられる。各管理区分における管理水準を表 2.2 に示す。

本保全対策計画の策定に当たっては、複数の管理レベルと保全対策等の条件を設定し、その各組み合わせをここではシナリオと呼ぶことにする。複数のシナリオに沿って道路トンネルの LCC 等を計算・比較・検討し、道路トンネルの機能を合理的に維持出来ると思われるシナリオを選定し、保全対策計画を作成する。以降では、予防保全型での管理方針を「シナリオ 1」、事後保全型の管理方針を「シナリオ 2」として、維持管理コストの比較検討を進める。

検討の結果、当該トンネルにおいては、予防的な修繕を計画的に行うことによりトンネルの長寿命化が図れ、維持管理に係る費用の縮減も見込める「予防保全型（管理水準Ⅱa）」を全トンネルに適用する。

②管理水準の設定

「道路トンネル維持管理便覧【本体工編】令和 2 年 8 月 公益社団法人 日本道路協会」（以下、「道路トンネル維持管理便覧」という）によると、変状に対する対策区分の判定は、表 2.1 に示す 5 段階で行うとしている。

表 2.1 本体工における対策区分

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 ^{注)} に対策を講じる必要がある状態

注) 対策区分Ⅳにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通開放できない状態までをいう。

構造物の維持管理とは、構造物の健全度を上記の対策区分のあるレベルを設定し、そのレベルよりも対策区分が下がらないように管理することである。この管理の目安となる対策区分が管理水準である。本保全対策計画の策定に当たっては、次のような管理レベルを設定する。

また、表 2.2 に維持管理区分及び管理水準、図 2.1 にイメージ図を示す。

表 2.2 維持管理区分および管理水準

管理区分	管理水準	内容	適用
予防保全型 (シナリオ 1)	健全度Ⅱa で対策を実施	定期点検を行い、損傷や劣化を早期に把握し、 <u>損傷が比較的軽微な段階で補修を行う</u> ことにより、安全性・耐久性を長期的に確保し、かつのちの発生費用を抑える	○ (寺崎隧道に適用)
事後保全型 (対症療法型) (シナリオ 2)	健全度Ⅲ で対策を実施	定期点検により発見された軽微な損傷や劣化はある程度許容し、 <u>損傷が顕在化してから比較的大規模な補修を行う</u>	×

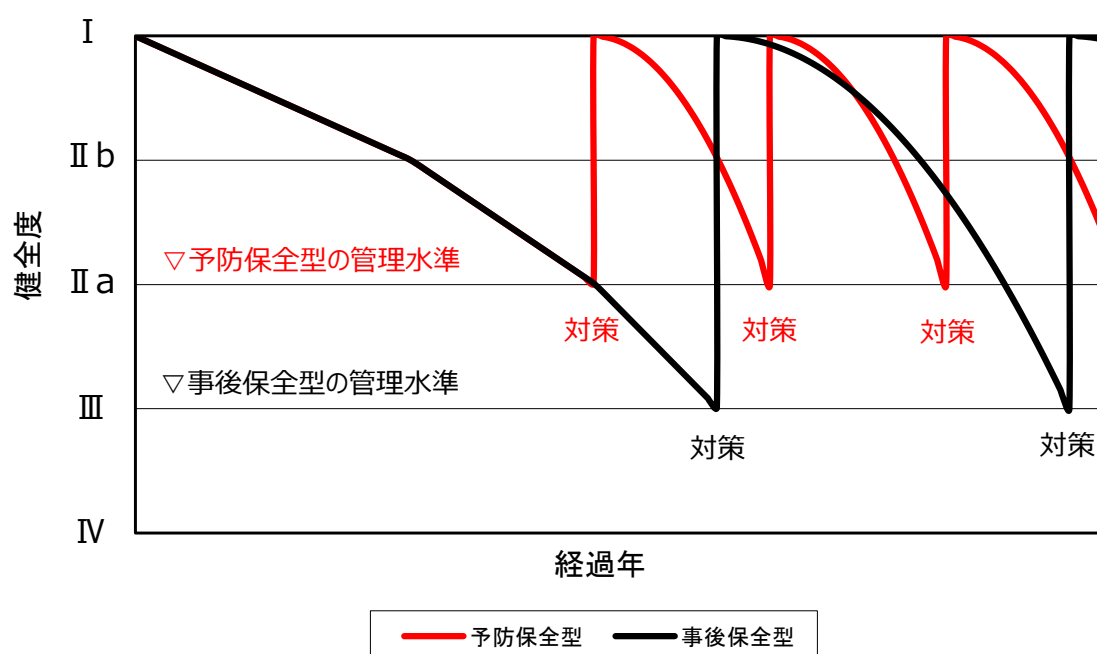


図 2.1 予防保全型、事後保全型の対策イメージ

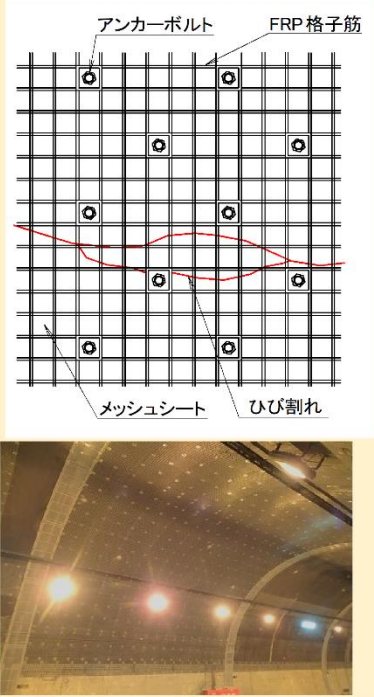
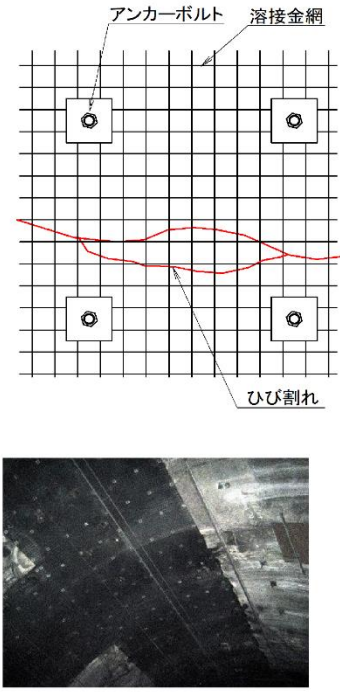
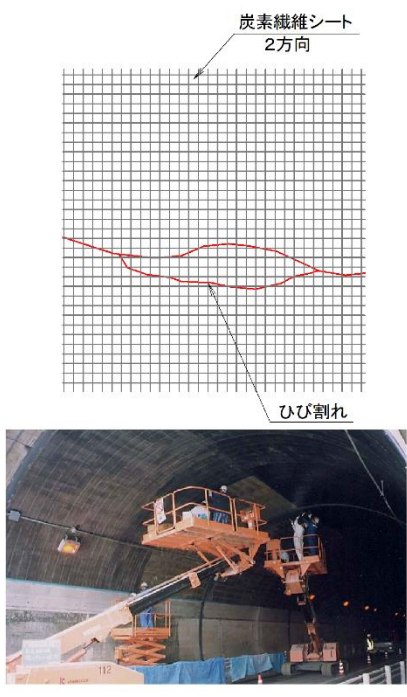
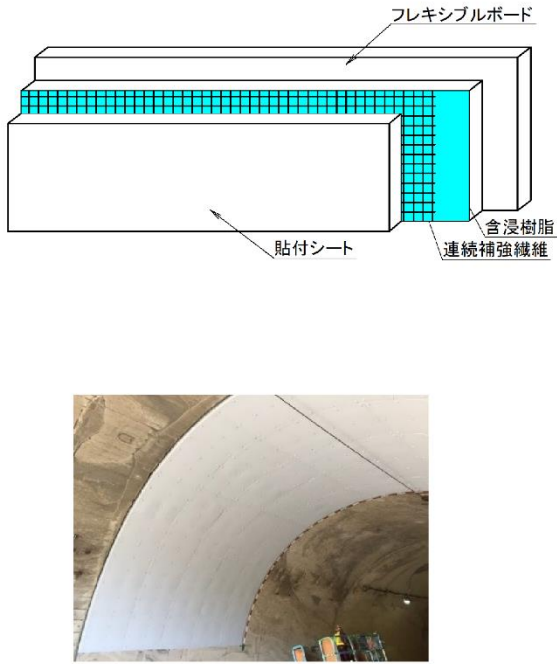
5) トンネルの撤去、機能縮小の検討

町が管理するトンネルの内、今回の対象は1トンネルであり、供用開始後の年数が経過し、高齢化も進んでおり、今後老朽化対策に必要となる維持管理コストの増大が見込まれる。限られた予算の中で持続可能な維持管理を行っていくためには、維持管理コスト縮減の観点より将来的にトンネルの撤去や機能縮小を検討していく必要がある。

撤去・機能縮小は、周辺環境や利用状況の他、現状における通行止めの検討の有無や迂回路計画の新設・整備計画の有無を踏まえて決定する。

なお、トンネルの撤去・機能縮小を行う上では、トンネルを利用する地元住民等の方々の理解と協力が必要となる。そのため、地元等との合意形成を図りながら丁寧に検討を進めていく。

6）補修工法における新技術検討比較表（はく落防止対策工）

工 法	金網・ネット工				参考 当て板工			
	第1案 FRPメッシュシート工法		第2案 金網設置工法		第3案 繊維シート接着工法		パネル系成型板接着工法	
工法概要	・難燃性炭素繊維製グリッドとガラスメッシュを一体化したシートを専用のアンカーでトンネル覆工に固定し、はく落片を防止する。		・金網からなるネットをワッシャーとアンカーで覆工に固定し、溶接金網で覆工片のはく落を防止する。		・トンネル覆工壁面に繊維シートを樹脂接着剤で固定し、はく落片を防止する。		・トンネル覆工壁面に炭素繊維内蔵の成型版をアンカーボルトや樹脂接着剤で固定し、はく落片を防止する。	
概要図								
施工手順	①FRPメッシュを対象箇所にセットする。 ②所定の間隔でアンカーを打設する。 ③座金を取り付けたのち、ナットで固定する。		①金網を対象箇所にセットする。 ②所定の間隔でアンカーを打設する。 ③座金を取り付けたのち、ナットで固定する。		①覆工表面の段差、突起等の下地処理を行う。 ②プライマーとエポキシパテで施工面を平滑にする。 ③含浸接着樹脂(下塗り)を行い、繊維シートを貼り付け、含浸接着樹脂(上塗り)を行う。 ④仕上げ塗装を行う。		①覆工表面の段差、突起等の下地処理を行う。 ②プライマー塗布後パネルをコンクリートアンカーで固定する。 ③パネル目地・端部にシール材を塗布する。 ④パネルと覆工面との間にエポキシ樹脂を注入し一体化を図る。	
特徴	○材料が軽量で、人力での施工、分割時の施工性に優れる。 ○メッシュシートをアンカーで固定するだけのため、工程が少なく、施工性は良い。 ○貼付面は簡易な下地整正のみで良い。 ○透水性があり、漏水箇所への施工が可能。		○材料が軽量で、搬入、人力での施工、分割時の施工性に優れる。 ○金網をアンカーで固定するだけのため、工程が少なく、施工性は良い。 ○貼付面は簡易な下地整正のみで良 ○透水性があり、漏水箇所への施工が可能。		○材料厚がきわめて小さく、内空断面を侵さない。 ○材料が軽量で、人力での施工、分割時の施工性に優れる。 ○材料自体の劣化、品質低下は少なく、維持管理が容易である。		○成型版は工場製品であるため、仕上りの美観に優れ、安定した品質が期待できる。 ○軽量でパネル化した材料を使用することで、作業性が良く、パネルをフレキシブルに曲げて接着できる。 ○パネルは現場での切断、孔開けが容易である。	
施工性	15～20m2／日	○	25m2／日以上	○	5～10m2／日	△	5～10m2／日	△
下地処理	不要	○	不要	○	充分な下地処理が必要	△	充分な下地処理が必要	△
漏水処理	不要	○	不要	○	漏水がある場合接着不良の懸念がある	△	漏水がある場合接着不良の懸念がある	△
目地への対応	特に問題なし	○	特に問題なし	○	横断目地をまたいでの施工は不適	△	横断目地をまたいでの施工は不適	△
耐荷力	1， 2案より耐荷力は劣る	△	それ程耐荷力は無い	×	引張強度が大きく耐荷力は極めて大きい	○	耐荷力は大きい	○
耐久性	1， 2案より耐久性は低い	△	耐久性は低く、応急対策としての適用	×	充分な耐久性がある	○	充分な耐久性がある	○
経済性（材工）	約25.000円/m2	○	約14.000円/m2	○	約57.000円/m2	△	約57.000円/m2	△
総合評価	施工後の観察が容易に行えるほか、腐食する恐れがないため、当て板機能のみを目的とした対策工としても、優れた工法といえる。	○	応急対策工としての適用が主で、本対策工としては適用が困難。	×	吹付け面には施工不可	×	吹付け面には施工不可	×
参考工法	ハードメッシュ工法、 トウメッシュ工法						NFKパネル工法 HTパネル工法	
NETIS	KT-190006-VR KK-060042-VE						KT-150025-VR	

※ 経済性は、規模がやや大きい場合を想定

7) 活断層の活動による影響

地震によってトンネルが被災する可能性を踏まえ、①活断層とトンネルの位置関係、②活断層の活動頻度、③地震動による外力を要因とする損傷の有無について情報把握を行った。調査結果の概要を以下に述べる。また、関連資料を次頁以降に示す。

①活断層とトンネルの位置関係について

寺崎隧道は曾根丘陵断層帯、富士川河口断層帯、塩沢断層帯に囲まれた中間地点に位置し、直近にある曾根丘陵断層帯から南東方向におよそ 10km 程度離れた位置にある。トンネルは断層帯からは一定程度離れた位置にあるため、断層帯の移動によってせん断等の直接的な影響を受ける可能性は低い。

②活断層の活動頻度について

1) 海溝型地震、プレート内地震について

南海トラフ・相模トラフを震源とする海溝型地震・プレート内地震は、1703 年の元禄地震(M7.9~8.2)、1854 年の安政東海地震(M8.4)、1923 年の関東地震(M7.9)、1944 年の東南海地震(M7.9)と発生しており、家屋が多数倒壊するなど大きな被害が発生している。

また、今後 30 年以内に M7 以上の地震が発生する確率は 70~80%と推定されており、富士川河口町は南海トラフ地震防災対策推進地域に指定されている。

2) 内陸型地震について

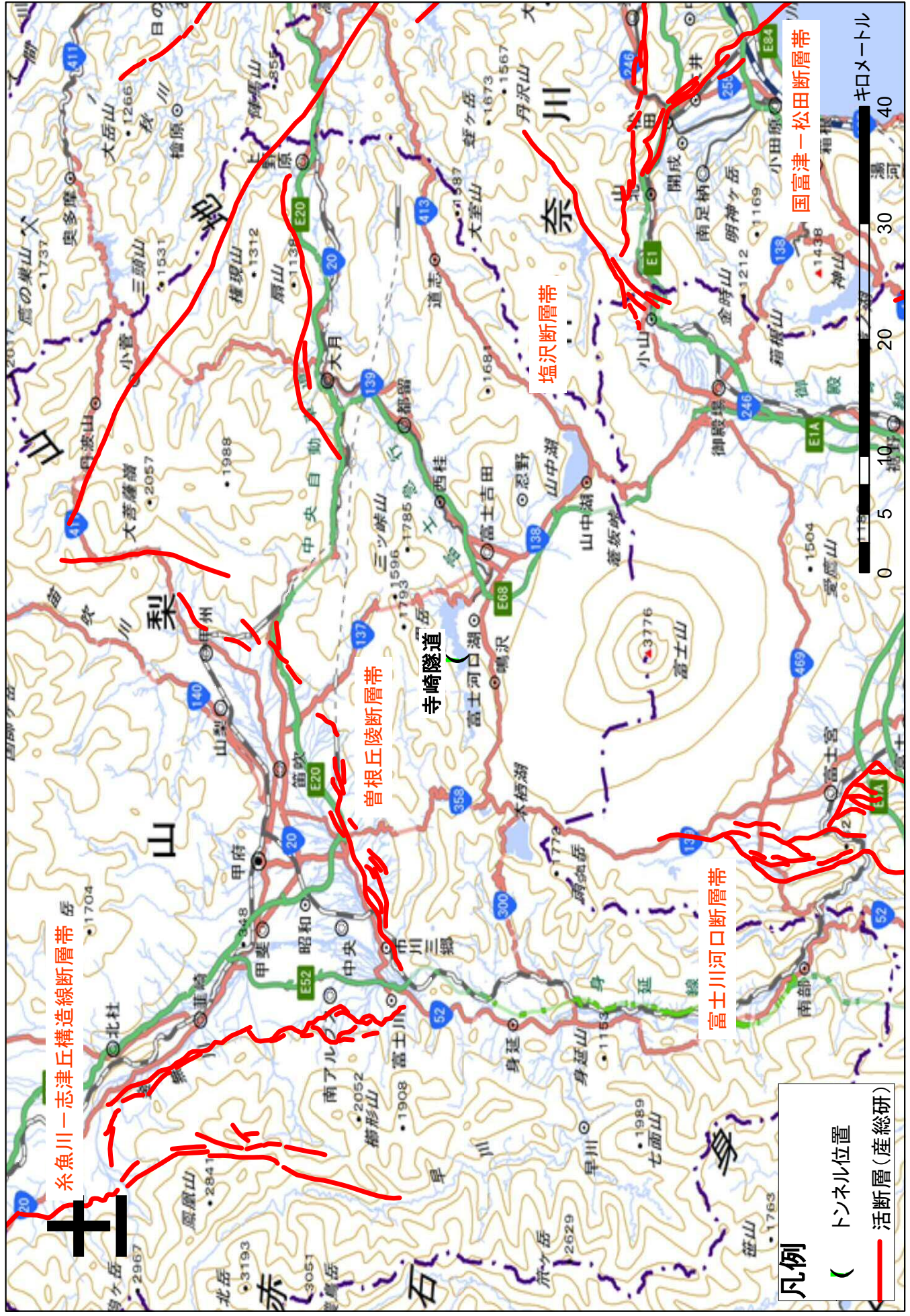
2. で述べた断層帯を震源とする内陸型地震は、1900 年から現在にかけてマグニチュード M5.3~6.0 程度の地震が数回発生しているが、顕著な被害は発生していない。

しかし、今後 30 年以内に断層帯の活動による地震が発生する確率は、曾根丘陵断層帯：1%、富士川河口断層帯：10~18%、塩沢断層帯：4%以下と推定されており、国内の主な活断層の中では高いグループに属する。

③地震動による外力を要因とする損傷について

過年度の定期点検で確認された損傷は、概ね経年による材質劣化に起因すると思われるものであり、継続的な外力によって生じるひびわれや圧ざといった損傷は確認されなかった。

以上から、対象トンネルは活断層直上から離れた位置にあるため、活断層の動きによる直接的な外力を受けることはない。しかし、近い将来に活断層の活動による大規模な地震が発生する可能性は高いことから、地滑りによる偏土圧等の外力に対する定期的な注力監視は必要である。





曾根丘陵断層帯の評価

曾根丘陵断層帯は、甲府盆地の南縁に位置する曾根丘陵に沿って分布する活断層帯である。ここでは、平成 17 年度に産業技術総合研究所によって行われた調査をはじめ、これまでに行われた調査研究成果に基づいて、この断層帯の諸特性を次のように評価した。

1. 断層帯の位置及び形態

曾根丘陵断層帯は、山梨県甲州市から笛吹（ふえふき）市、甲府市、中央市を経て、西八代郡市川三郷町（いちかわみさとちょう）に至る断層帯である。全体の長さは約 32 km で、概ね北東－南西方向に延びる。本断層帯は断層の南東側が北西側に対して相対的に隆起する逆断層である。（図 1-1、図 2 及び表 1）。

2. 断層帯の過去の活動

曾根丘陵断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は、概ね 1 m/千年であった可能性があり、約 1 万年前以後に活動があったと推定される。野外調査から直接得られたデータではないが、経験則から求めた 1 回のずれの量と平均的なずれの速度に基づく、平均活動間隔は、概ね 2 千－3 千年の可能性はある（表 1）。

3. 断層帯の将来の活動

曾根丘陵断層帯は、全体が 1 つの区間として同時に活動する場合、マグニチュード 7.3 程度の地震が発生する可能性がある。その際には、断層近傍の地表面では断層の南東側が北西側に対して相対的に 2－3 m 程度高まる段差や撓（たわ）みが生じる可能性がある（表 1）。本断層帯では、活動時期が十分特定できていないことから、通常の活断層評価とは異なる手法により地震発生長期確率を求めている。そのため信頼度は低いが、将来このような地震が発生する確率は、表 2 に示すとおりであり、本断層帯は、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる（注 1－3）。

4. 今後に向けて

曾根丘陵断層帯では、副次的な断層以外で活動時期に関する資料が得られていない。したがって、最新活動時期を含む過去の活動について精度の良い資料を集積させる必要がある。

また、曾根丘陵断層帯の西方に位置する糸魚川－静岡構造線断層帯の活動との関連性についても検討する必要がある（図 1-2）。

曾根丘陵断層帯では、1回の活動に伴う変位量を示す直接的な資料は得られていない。

しかし、本断層帯の長さが約 32 km であることから、経験式 (1) 及び (2) を用いると、1回の活動に伴う変位量は 2.5 m と計算される。したがって、本断層帯の1回の活動に伴う上下変位量は 2－3 m 程度であった可能性がある。

用いた経験式は松田 (1975) による次の式である。ここで、L は 1 回の地震で活動する断層の長さ (km)、M はマグニチュード、D は 1 回の活動に伴う変位量 (m) である。

$$\text{Log } L = 0.6 \text{ } M - 2.9 \quad (1)$$

$$\text{Log } D = 0.6 \text{ } M - 4.0 \quad (2)$$

(4) 活動間隔

曾根丘陵断層帯の活動間隔に関する直接的資料は得られていない。ただし、平均上下変位速度 (概ね 1 m/千年) と前述により算出された 1 回の変位量 (2－3 m : 計算値 2.5 m) から平均活動間隔を算出すると 2 千－3 千年と求められる。

このことから、本断層帯の平均活動間隔は概ね 2 千－3 千年であった可能性がある。

(5) 活動区間

曾根丘陵断層帯は断層がほぼ連続的に分布することから、松田 (1990) の起震断層の定義に基づくと、全体が 1 つの区間として活動したと推定される。

(6) 測地観測結果

曾根丘陵断層帯周辺における 2006 年 4 月までの 8 年間の G P S 観測結果では、顕著な歪みは見られない。

(7) 地震観測結果

曾根丘陵断層帯周辺の最近約 10 年間の地震観測結果によると、断層帯周辺で微小な地震活動があり、地震発生層の下限の深さは 20 km 程度と推定される。

2. 3 断層帯の将来の活動

(1) 活動区間及び活動時の地震の規模

曾根丘陵断層帯は全体が 1 つの活動区間として同時に活動すると推定される。この場合、長さが約 32 km あることから、前述の経験式 (1) を用いて地震の規模を求めると、マグニチュード 7.3 程度の可能性がある。このような地震が発生した場合、前述の経験式 (2) を用いて 1 回の変位量を求めると、断層近傍の地表面では断層の南東側が北西側に対して相対的に 2－3 m 程度高まる段差や撓みが生じる可能性がある。

(2) 地震発生の可能性

曾根丘陵断層帯では、平均活動間隔が概ね 2 千－3 千年と求められている。しかし、活動時期が約 1 万年前以後と十分に絞り込まれていないため、上述のような規模の地震が発生する確率を更新過程 (地震の発生確率が時間と共に変動するモデル) を用いて評価することはできない。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2001）は、地震の発生確率を求めるにあたって、通常の活断層評価で用いている更新過程が適用できない場合には、特殊な更新過程であるポアソン過程（地震の発生時期に規則性を考えないモデル）を適用せざるを得ないとしている。本断層帯における平均活動間隔が概ね2千－3千年であることを基に、ポアソン過程を適用して求めると、今後30年以内、50年以内、100年以内及び300年以内の発生確率は、それぞれ1%、2%、3－5%及び10%となる（表2）。

信頼度の低い平均活動間隔を用いた計算結果であることに十分留意する必要があるが、本断層帯は、今後30年の間に地震が発生する確率が我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになる。（注1－3）。

3. 今後に向けて

曾根丘陵断層帯では、副次的な断層以外で活動時期に関する資料が得られていない。したがって、最新活動時期を含む過去の活動について精度の良い資料を集積させる必要がある。

また、曾根丘陵断層帯の西方に位置する糸魚川－静岡構造線断層帯の活動との関連性についても検討する必要がある。

注9：「変位」を、1ページの本文、4ページの表1では、一般的にわかりやすいように「ずれ」という言葉で表現している。ここでは専門用語である「変位」が本文や表1の「ずれ」に対応するものであることを示すため、両者を併記した。以下、文章の中では「変位」を用いる。なお、活断層の専門用語では、「変位」は切断を伴う「ずれの成分」と切断を伴わない「撓（たわ）みの成分」よりなる。

注10：炭素同位体年代については、Ramsey (1995, 2001)、Reimer et al. (2004) に基づいて暦年補正し、原則として1 σ の範囲の数値で示した。

文 献

花井重次（1934）：甲府盆地南縁の地形とその成因に就いて．大塚地理学会論文集，第二集，下113-123.

平川一臣（1982）：山梨県の地形に関する資料（Ⅲ）曾根丘陵のテクトニック・バルジ．山梨大学教育学部研究報告，33，93-101.

平川一臣（1992）：甲府盆地南縁，曾根丘陵の撓曲崖．月刊地球，号外，5，84-88.

平川一臣（1996）：甲府盆地南縁曾根丘陵の撓曲崖とテフラ．日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編「第四紀露頭集－日本のテフラ」．日本第四紀学会，238-238.

Ikeda, Y. (1983) : Thrust-front migration and its mechanism-evolution of intraplate thrust fault systems. *Bull. Dept. geogr., Univ. Tokyo*, 15, 125-159.

池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編（2002）：「第四紀逆断層アトラス」．東京大学出版会，260p.

今泉俊文・澤 祥・東郷正美・池田安隆（1998）：1:25,000 都市圏活断層図「甲府」．国土地理院技術資料，D.1-No.355.

地震調査研究推進本部（1997）：「地震に関する基盤的調査観測計画」．38p.