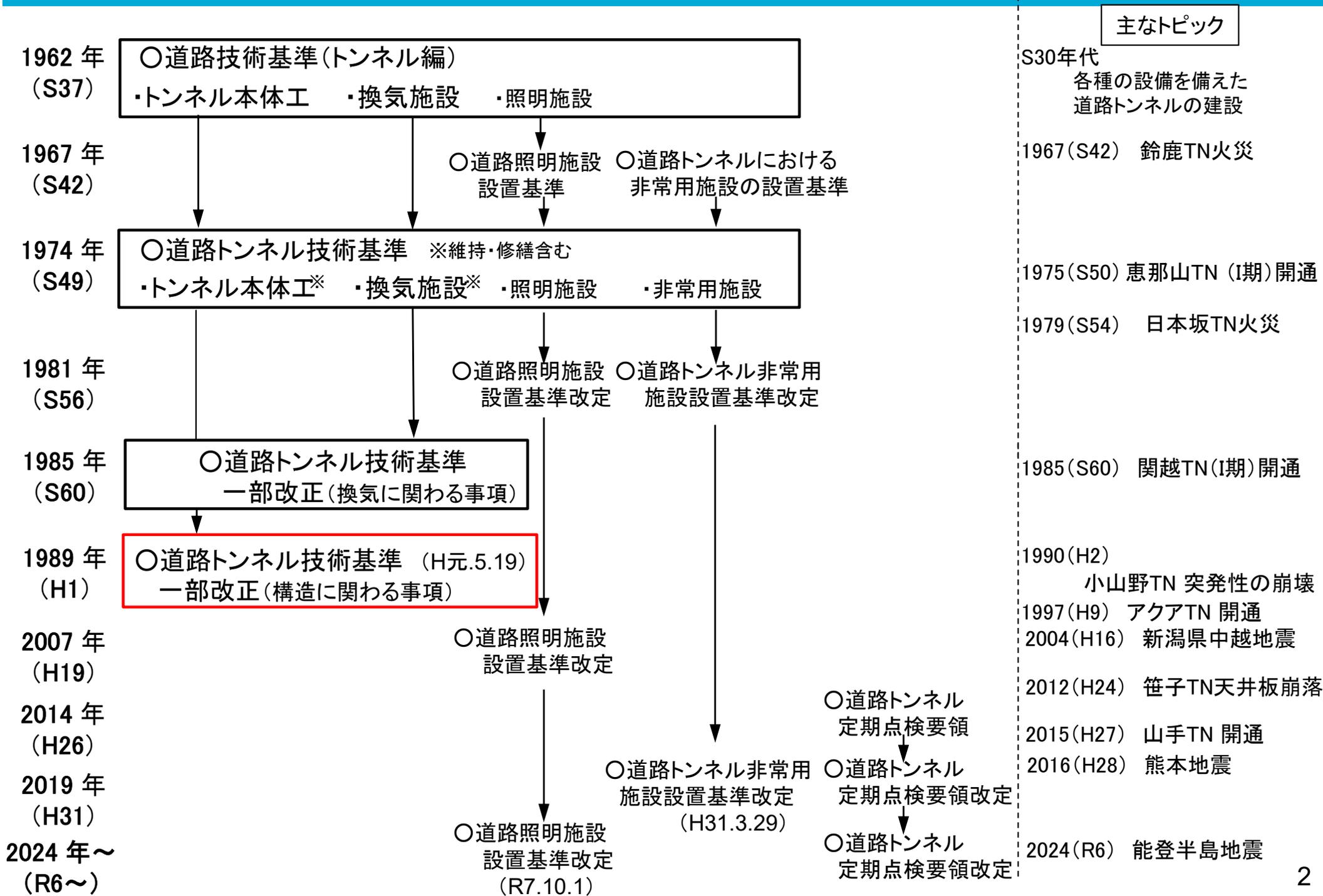


道路トンネル技術基準の改定(案)について

道路局 国道・技術課

【参考】道路トンネルに関する基準の変遷



【法律】

道 路 法

第29条 (道路の構造の原則)

道路の構造は、当該道路の存する地域の地形、地質、気象その他の状況及び当該道路の交通状況を考慮し、通常の衝撃に対して安全なものであるとともに、安全かつ円滑な交通を確保することができるものでなければならない。

第30条第1項 (道路の構造の基準)

高速自動車国道及び国道の構造の技術的基準は、次に掲げる事項について政令で定める。
(略)

十二 橋その他政令で定める主要な工作物の自動車の荷重に対し必要な強度

道 路 構 造 令

【政令】

トンネルの構造に関する規定なし

(第34条第1項に換気施設、第2項に照明施設、第3項に非常用施設に関する規定あり)

【省令】

規定なし

道 路 ト ン ネ ル 技 術 基 準

【通達】

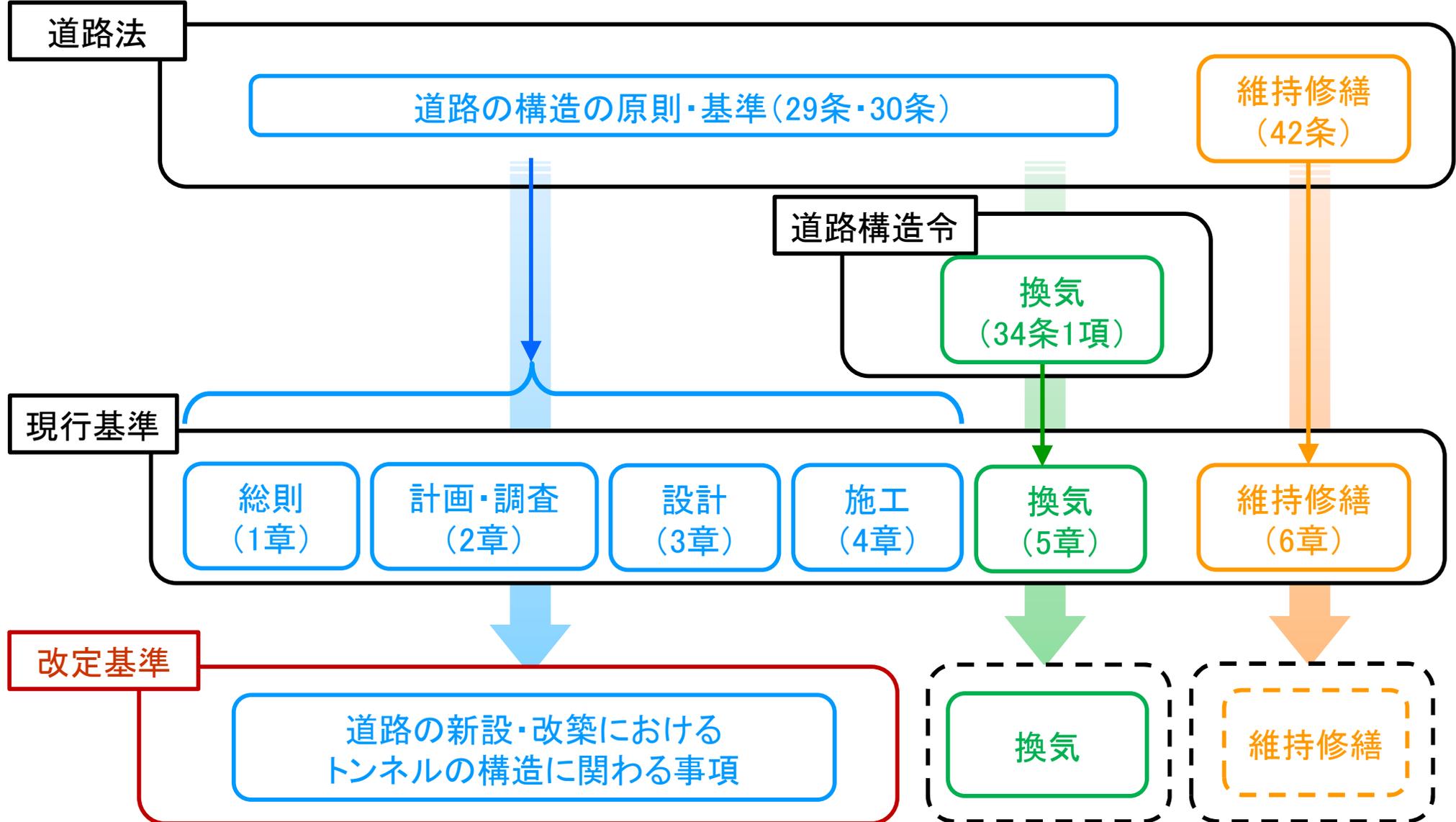
- ・総則 (用語の定義等)
 - ・計画・調査 (トンネル位置の選定等)
 - ・設計 (線形設計・断面の設計・支保構造の設計等)
 - ・施工 (掘削・補助工法等)
 - ・維持修繕※
 - ・換気※
- ※現行基準ではトンネル構造と併せて規定

について規定

I. 道路トンネル技術基準の構成見直しの方向性

■ 法令との関係から構成の見直し

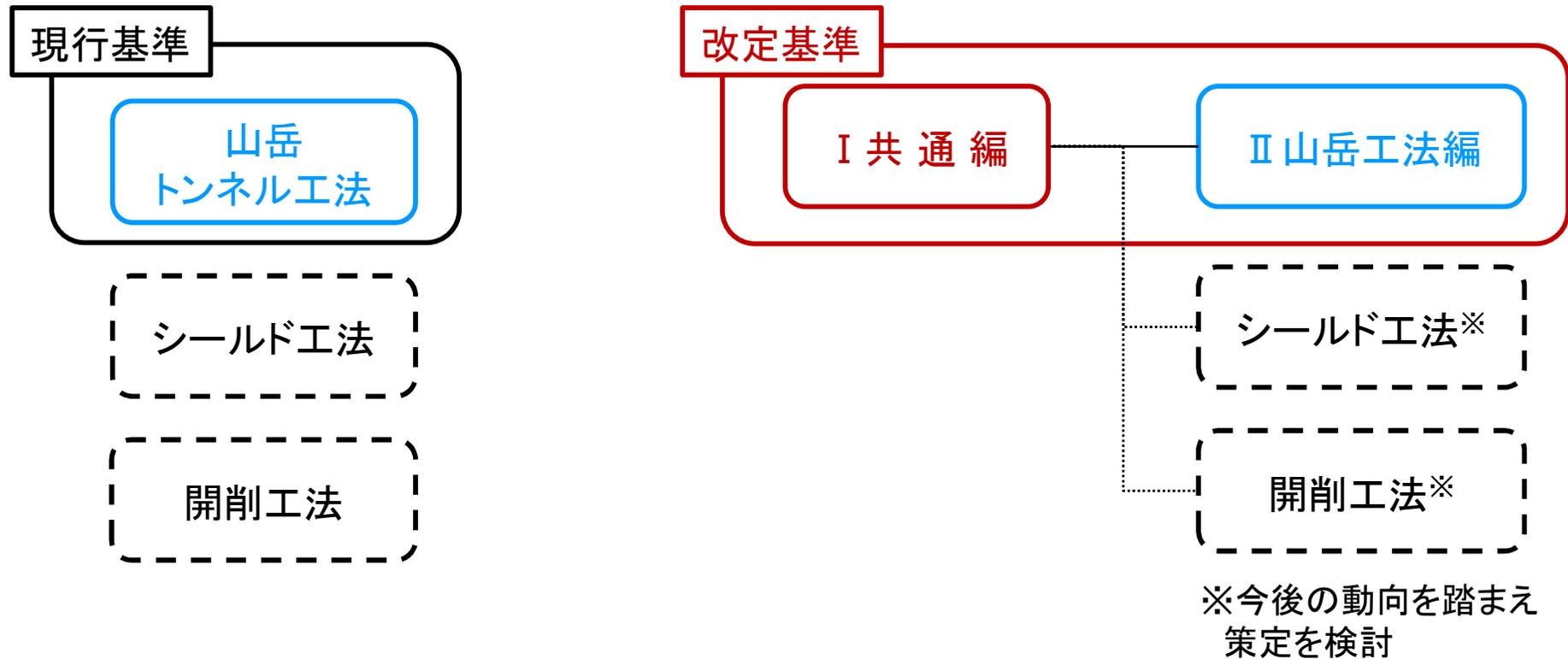
道路法29条・30条に対応した設計・施工のみを対象



※現行基準から切り離し、
暫定運用
改定を含め今後検討

※定期点検に係る一連の法令で
対応することで廃止。
修繕基準については今後検討4

全てのトンネル工法を対象とした「I 共通編」を新設
現行の山岳トンネル工法は「II 山岳工法編」として再編



社会資本整備審議会 道路分科会 第24回道路
技術小委員会(令和6年12月25日)資料より抜粋

①性能規定に基づく技術基準への転換

～ 路線として所要の性能を確保していくため、それぞれの構造物で要求性能等の設定

②R6能登半島地震への対応

～ R6能登半島地震によるトンネル被害を分析し、追加の対応について検討

③技術の進展への対応

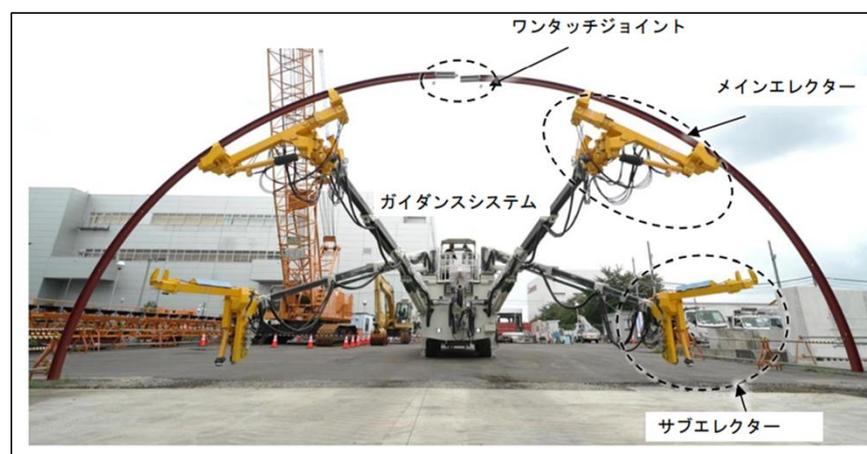
～ 安全性・省力化等を向上させる新技術の採用を促進できるように規定の見直し・充実

④現場で生じている課題への対応(定期点検の課題等)

～ 施工中・供用中の不具合事例を分析・整理し、対応する規定を検討・提案



R6能登半島地震による被害の例
(道路の機能が喪失/大谷トンネル)

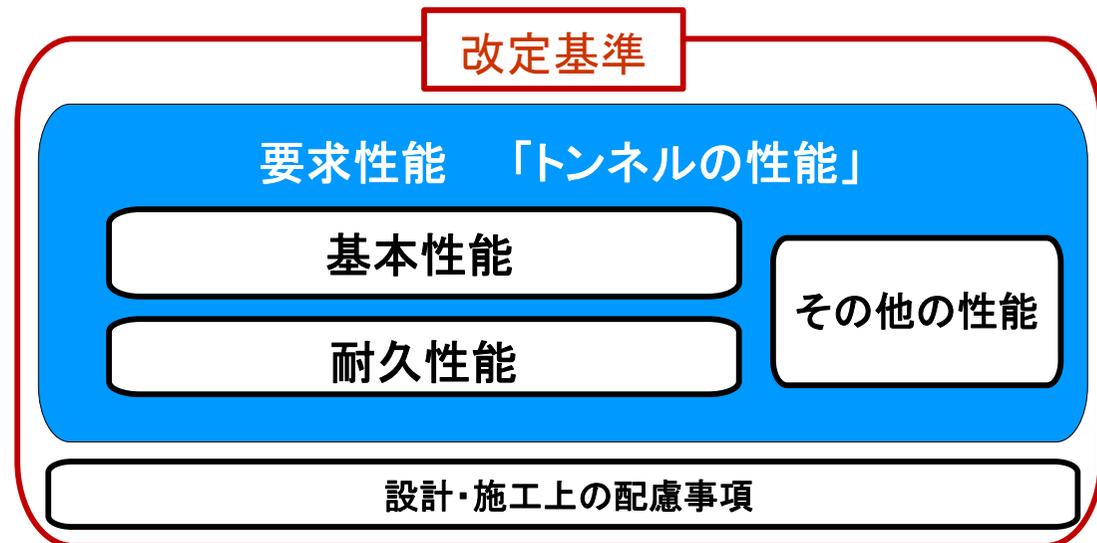
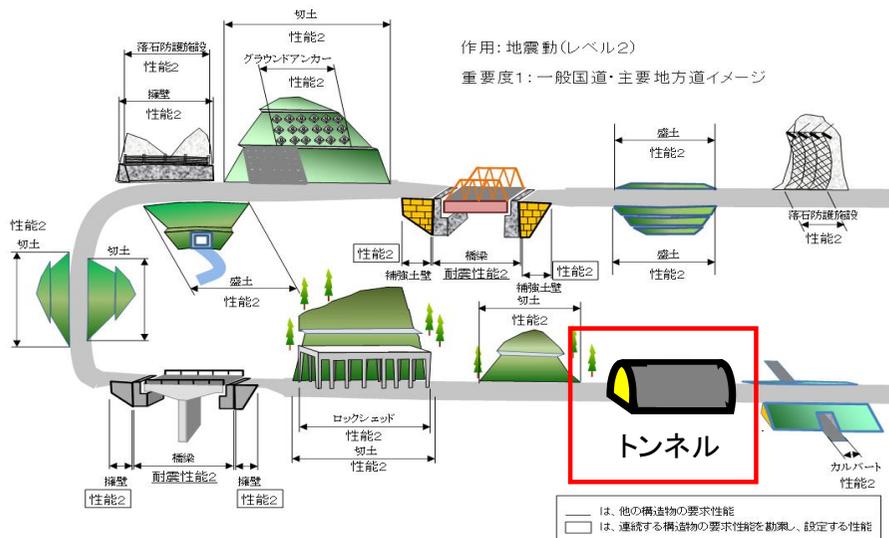


自動化・遠隔化施工の例
(鋼アーチ支保工建込みの遠隔化技術)



定期点検(診断)の課題の例
(施工時の記録の活用)

- 道路構造の一部として、設計状況に対してトンネルが設計供用期間中、想定する状態にあることを所要の信頼性により実現すること等を要求する、「トンネルの性能」を新たに規定
- 時代のニーズに即した、新たな性能についても追加で設定可能に



基本性能

設計状況に対して安全性、使用性及び復旧性の観点から、トンネルが想定する状態にあることを所要の信頼性により実現する性能

設計状況:想定する作用に対するトンネルの安全性、使用性及び復旧性を照査するにあたって、地形、地質、気象、自動車の通行の状況等、トンネルが置かれる外的環境について、外的環境に関わる作用の組合せで代表させたものをいう

耐久性能

設計供用期間※に対して、材料の経年的な劣化が基本性能に影響を及ぼさない状態にあることを所要の信頼性により実現する性能

※100年と設定

その他の性能

基本性能や耐久性能に必ずしも関連付けられないものの、トンネルの安全性、使用性、復旧性等の観点から必要なその他の性能

地震の影響を受けやすいと考えられる特殊条件における「フェイルセーフ対策」のように、特定の条件においては標準として実施するものがある。

それ以外にも事業者が必要に応じて定めることができるものがある。

①性能規定に基づく技術基準への転換(基本性能)

- 想定する作用の組合せに対して、トンネルが想定する状態にあることを所要の信頼性により実現する性能
- 基本性能を照査するにあたり、状態の代表点として限界状態を定義

■重要度に応じた性能の区分設定

重要度の区分	対象となるトンネル
A種のトンネル	下記以外のトンネル
B種のトンネル	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速自動車国道，都市高速道路，指定都市高速道路，本州四国連絡道路，一般国道 ・ 都道府県道のうち，近接構造物や地上施設への影響度が高いトンネル，又は地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要なトンネル ・ 市町村道のうち，近接構造物や地上施設への影響度が高いトンネル，又は地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要なトンネル



性能1



性能2

■基本性能において要求される事項

- ・ 所定の設計状況において限界状態を超えないことを所要の信頼性により実現することを要求

【限界状態1】 使用性の観点から、作用に抵抗するトンネルの能力が低下していない限界の状態

【限界状態2】 復旧性の観点から、作用に抵抗するトンネルとしての能力は低下しているが予め想定する能力の範囲にある限界の状態

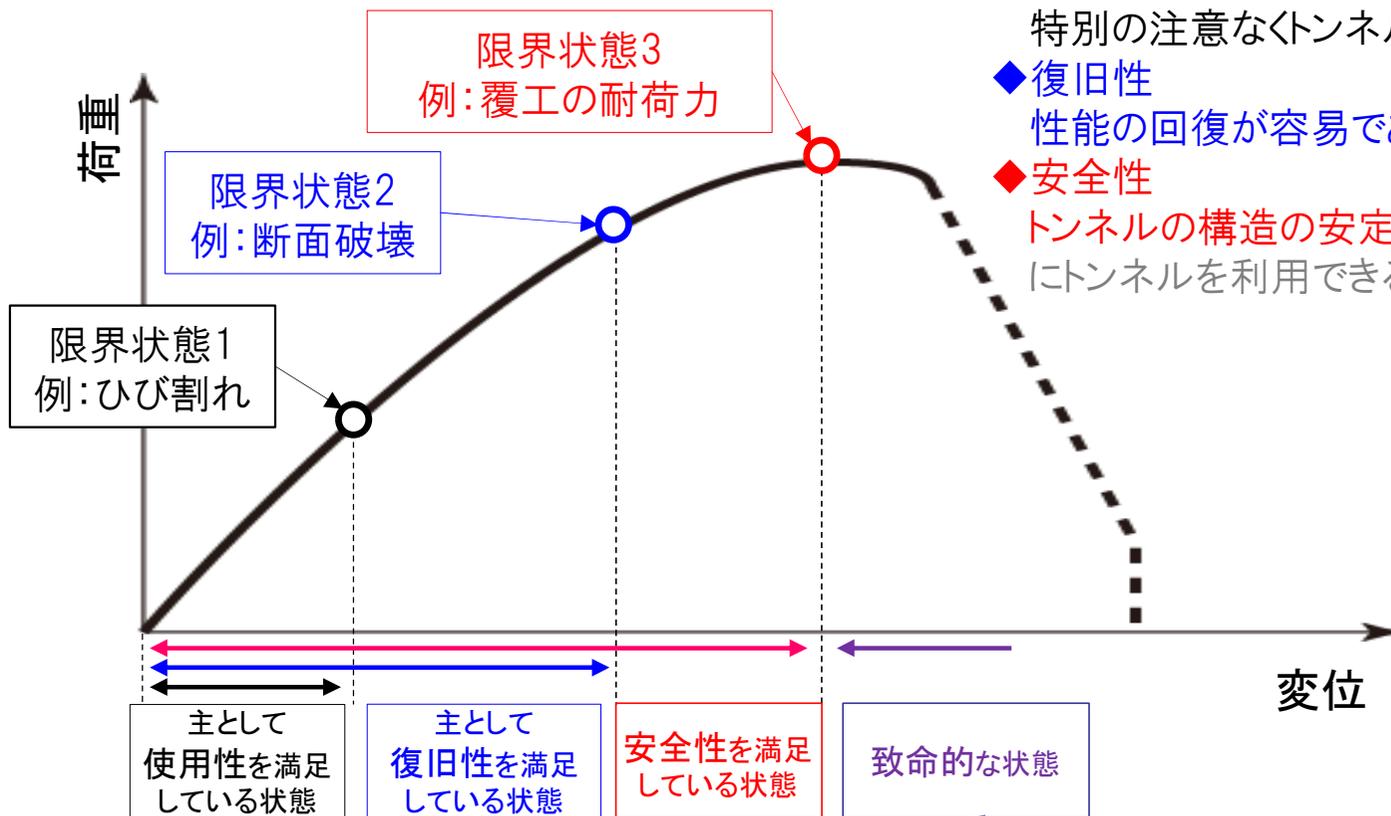
【限界状態3】 安全性の観点から、作用に抵抗するトンネルとしての能力が失われない限界の状態

<性能1>

<性能2>

		<性能1>			<性能2>		
		限界状態1 を超えない	限界状態2 を超えない	限界状態3 を超えない	限界状態1 を超えない	限界状態2 を超えない	限界状態3 を超えない
永続作用支配状況 死荷重等	永続作用	○	○	○	○	○	○
変動作用支配状況 土圧・水圧等	永続作用 変動作用	○	○	○	○	○	○
偶発作用支配状況 地震・火災等	永続作用 偶発作用			○		○	○

【ある荷重条件における耐荷力特性の例】



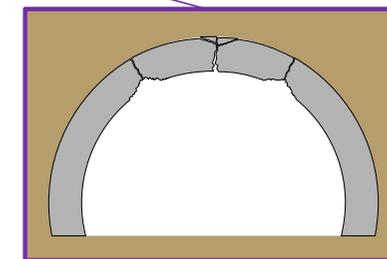
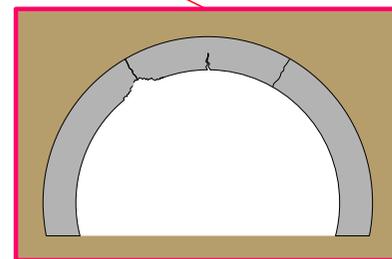
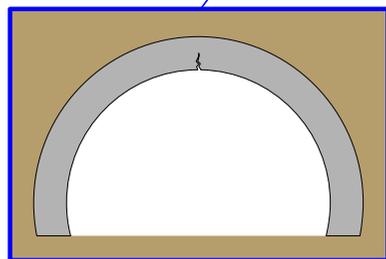
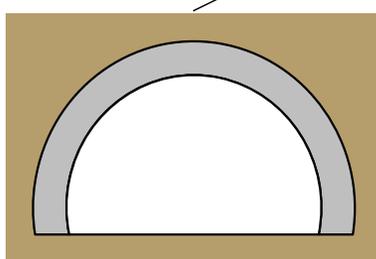
- ◆使用性
特別の注意なくトンネルを使用できる観点
- ◆復旧性
性能の回復が容易である観点
- ◆安全性
トンネルの構造の安定性や利用者が安全にトンネルを利用できるための状態の観点

特別の注意なく使用できる状態

覆工が限界状態1を超えると...

覆工が限界状態2を超えると...

覆工が限界状態3を超えると...



外力によるひび割れが生じる

断面破壊が生じる

構造耐力を超過する

- 計画段階において、トンネルの位置は立地条件、地山条件及び坑口部における諸条件を考慮し、適切に定めるよう規定
- 設計段階においても、トンネルの構造の安定性、利用者の安全性を考慮し、使用目的との適合性を満足できる構造とするよう規定を充実
- トンネルの安全性に対する信頼性が高まることが期待

R6能登半島地震によるトンネル被害を分析

地震による影響を受けやすいと考えられるトンネルの「特殊条件」の精査

地震による影響を受けやすいと考えられるトンネルの特殊条件

- ① 突発的な大量の湧水により施工を長期間中断した箇所、またはこれに準ずる箇所
- ② 切羽の著しい崩落により施工を長期間中断した箇所
- ③ 地山の不安定性に起因して大規模な補助工法を使用した箇所
- ④ 地質が急変して2パターン以上の支保パターンの変更を伴った箇所
(ただし、坑口部支保パターンとの接続部を除く)
- ⑤ 縦断的・横断的に地山の剛性が大きく変化する箇所
- ⑥ **地すべりと交差する箇所**
- ⑦ 極端な偏土圧を受ける箇所
- ⑧ 極端に土被りが小さい箇所
- ⑨ 地山等級DⅡ およびそれよりも不良と評価される箇所
(**膨張性地山**や断層・破碎帯等を含む)



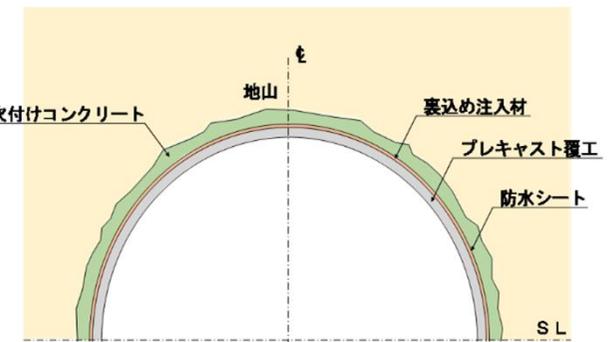
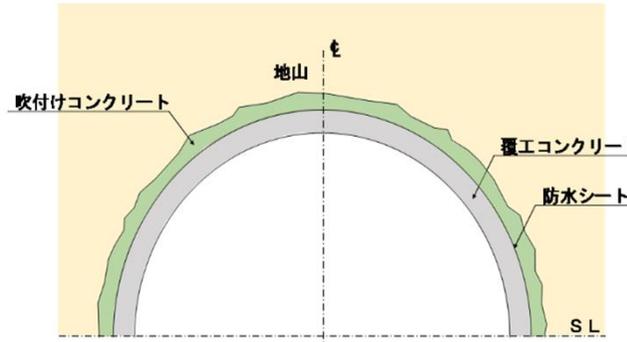
特殊条件に該当した場合、条文を満足するために計画、設計段階で行う検討内容

計画段階：地山の变形に対して支保構造で抵抗することは変形の規模によっては限界があるため、計画段階で特殊条件に該当する箇所を極力回避するようトンネル位置を適切に選定

設計段階：特殊条件を計画段階で回避できない場合や、施工段階で設計を見直す場合は、インバートの設置、十分な支保工の採用、覆工に単鉄筋による補強を行うことなどで、覆工コンクリートの崩落などが生じにくい対策を標準として実施

- 新技術, 新工法が適切に活用されるよう, 部材の設置目的や役割等を明確化
- 今後は性能規定化により, 新技術, 新工法の導入・拡大が期待される

安全性や省力化等を向上させ得る新技術の導入に向けて



覆工コンクリートの新技術の例(プレキャスト化)

従来覆工:現場打設

覆工のプレキャスト化の可能性

新技術, 新工法が適切に活用されるよう, 覆工の設置目的を記述するなど, 関連する条文や解説を充実

Ⅱ 山岳工法編 第4章設計 4-4-3 覆工の設計

- ・覆工の構造: 供用期間中のトンネルの構造の安定性, 利用者の安全性等を確保することを規定
- ・覆工の設計: 支保構造を構成する部材としての役割, 地山条件及び施工性等を考慮し, 形状及び厚さ, 材料, 強度, 補強等を適切に定めるよう規定。

覆工の設置目的, 求められる機能を解説

- ・トンネルの構造の安定性の確保 求められる機能 →余力保持, 外力支持, 耐火等
- ・利用者の安全な走行の確保 求められる機能 →走行環境向上, 防・排水等



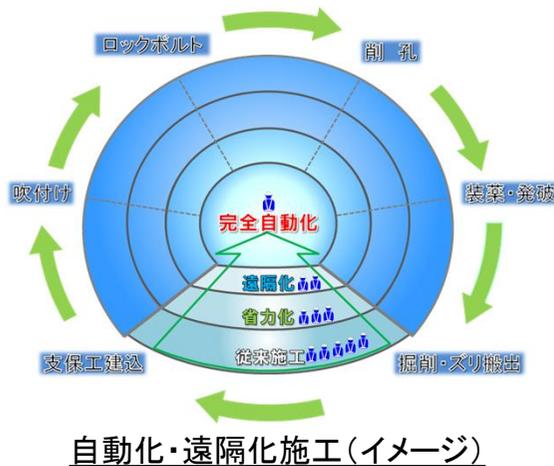
新技術・新工法の導入・拡大

覆工コンクリートの設置目的や求められる役割を明確にすることで
今後の新技術開発・研究が促進

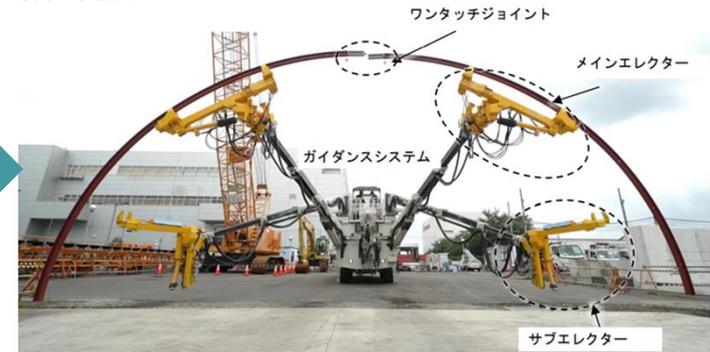
- 現行の技術基準が、従来技術や有人による施工を前提としているため、自動化・遠隔化施工技術が適切に活用されるよう、部材の設置目的や役割等を明確化
- 今後は性能規定化により、自動化・遠隔化の導入・拡大が期待される

安全性や省力化等を向上させ得る新技術の導入に向けて

【トンネル工事動画 vol.11】金網設置
日本トンネル専門工事協会



例)金網(及びつなぎ材)の設置作業
施工の遠隔化・自動化技術導入の障壁



自動化・遠隔化施工の例
(鋼アーチ支保工建込みの遠隔化技術)

自動化・遠隔化施工技術が適切に活用されるよう、金網の設置目的を記述するなど、関連する条文や解説を充実

- Ⅱ 山岳工法編 第5章施工 5-4-1 支保工一般 5-4-2 吹付けコンクリート
- ・支保工の施工 : 設計で定められた事項を満足するとともに、**安全かつ合理的**となるようにしなければならないことを規定
- ・吹付コンクリートの施工 : 少なくとも**地山との付着の確保**等を考慮しなければならないことを規定

金網の設置目的が主に**安全性向上**と吹付け作業の**作業性向上**(リバウンドの低減)であることを踏まえ、自動化施工等の採用により吹付け直後に吹付け面に人が立ち入らず、**吹付けコンクリートと地山の付着が良好な場合**は、金網の設置を省略する検討ができることを解説。

自動化・遠隔化
施工の拡大

- 現行の技術基準では、本設のインバートの施工のみを規定
- 近年、地山の変形及び緩みを抑制するため、掘削後、早期に断面を閉合する施工事例が増加。「インバート支保工」及び「インバート」の設計及び施工を規定。

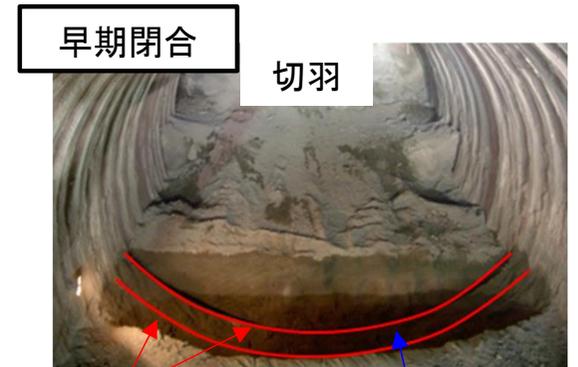
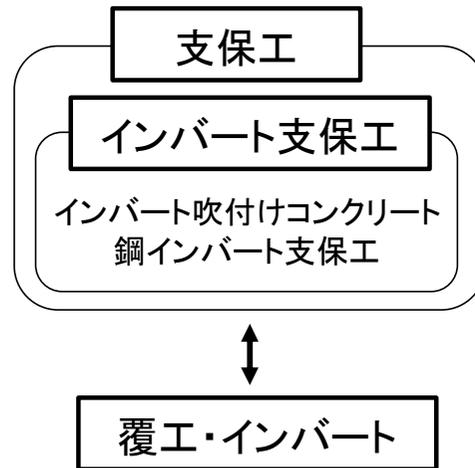
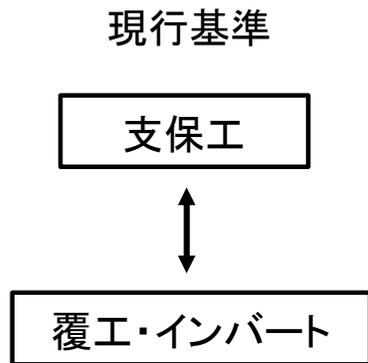
現場の実態に応じて基準を見直し

改定基準：「インバート支保工」を定義し、新設

支保工と一体となって地山の変形を抑制するため、必要に応じてトンネルの底盤部に設置される部材



インバート



鋼インバート支保工 インバート吹付けコンクリート

インバート支保工が適切に設計・施工されるよう、関連する条文や解説を充実

Ⅱ 山岳工法編 第4章設計 4-4-2-5 インバート支保工

インバート支保工の設置目的：地山並びにアーチ部及び側壁部の支保工と一体となってトンネルの構造の安定性を確保できる構造とすることを規定

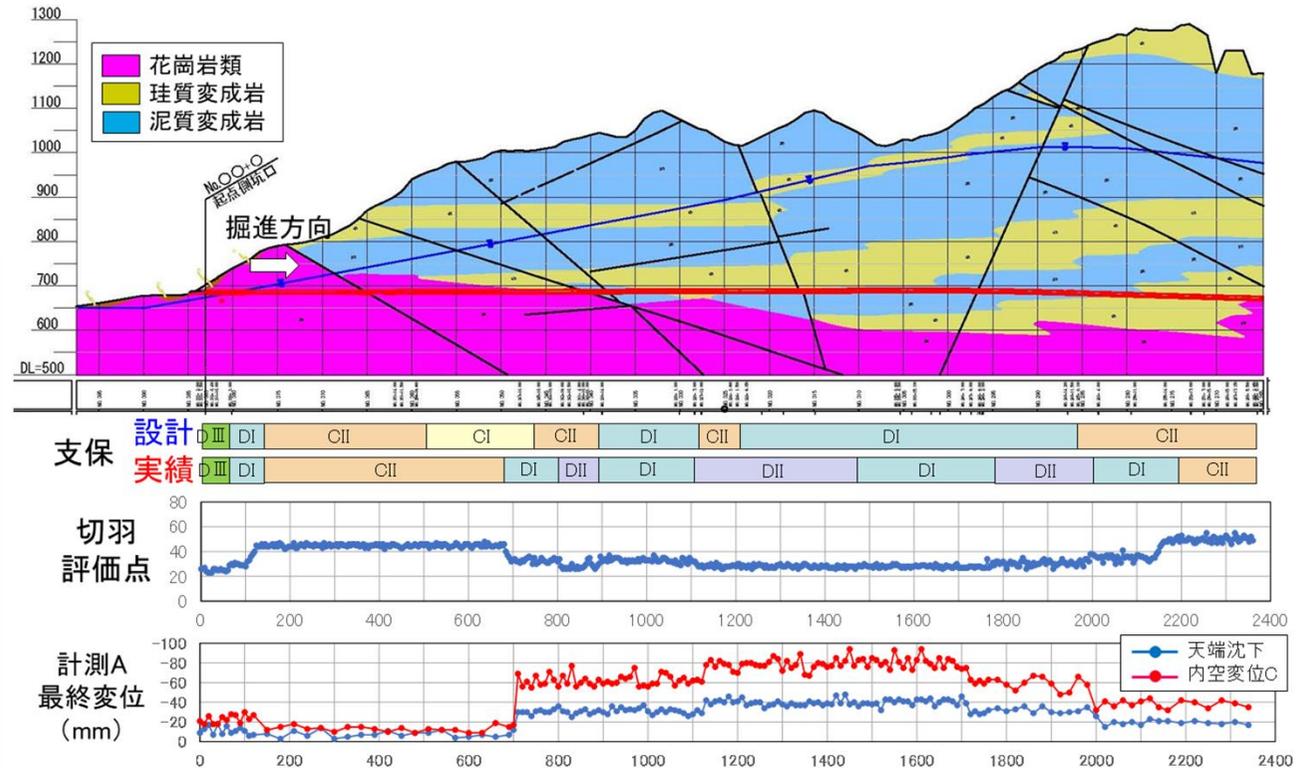
インバート支保工の材料：インバート吹付けコンクリートと鋼インバート支保工を組み合わせることを標準とすることを規定

- 調査, 計画, 設計, 施工の各段階で把握される情報が次の段階へと引き継がれ, 維持管理を含め有効に活用されるように, **記録項目を定め, 確実に記録して保管**することを規定
- 定期点検時に, 目視では確認できない覆工背面の地質や, 施工当時の情報を確認できることにより, 「性能の見立て」の精度向上を期待

施工時における観察・計測の記録



硬軟が混在した地山の施工例



工事記録情報を集約した図の例
(設計時の情報に加え施工時の情報を記載して保管)

トンネル工事におけるBIM/CIM活用事例