

すぐに役立つ 道路構造物の維持管理

平成26年度 国土技術政策総合研究所 講演会
平成26年12月3日



国土技術政策総合研究所
道路構造物研究部長 真下英人

講演内容

- 維持管理における技術基準の体系
- 道路橋における点検のポイント
- 道路トンネルにおける診断のポイント



国総研

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

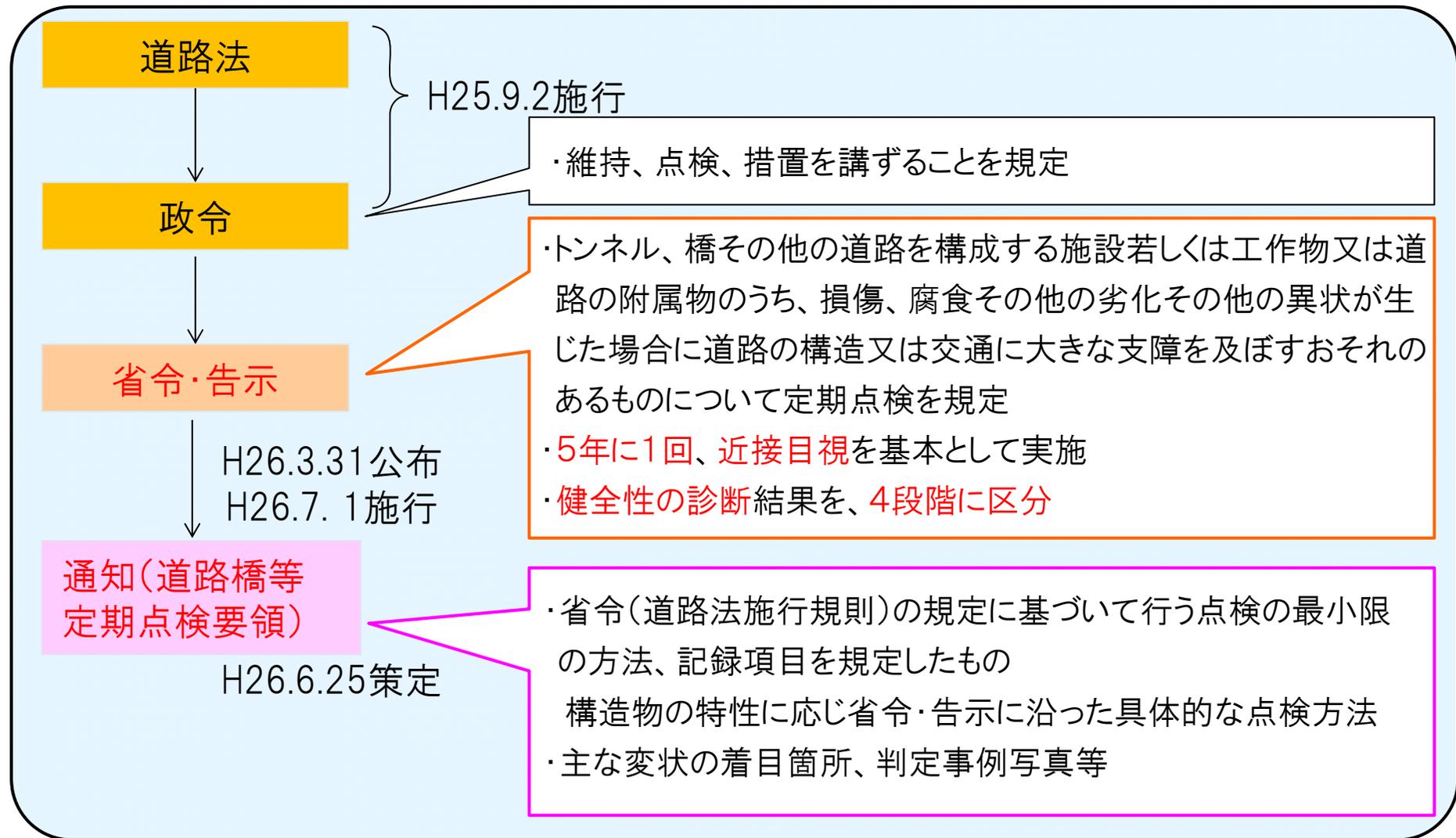
維持管理における技術基準の体系



国総研

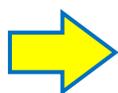
国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

維持管理における技術基準の体系



健全性の診断結果の分類に関する告示

区分(告示)		例示(イメージ)	
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	<ul style="list-style-type: none"> ・適時適切な修繕により健全な状態に回復可能な損傷(80年を超えても使用可能) 
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	<ul style="list-style-type: none"> ・海岸部など立地環境の厳しい場所で発生する塩害による断面欠損など放置すると(4~5年のうちに)致命的な状態になる損傷 ・大型車交通の影響による床版の損傷など放置すると(4~5年のうちに)緊急の対応が必要となる損傷 
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	<ul style="list-style-type: none"> ・床版の抜け落ちが発生する可能性があるなど緊急の修繕が必要な損傷 ・桁のPCケーブル破断など致命的な損傷(落橋のおそれがあり通行止め等の必要) 



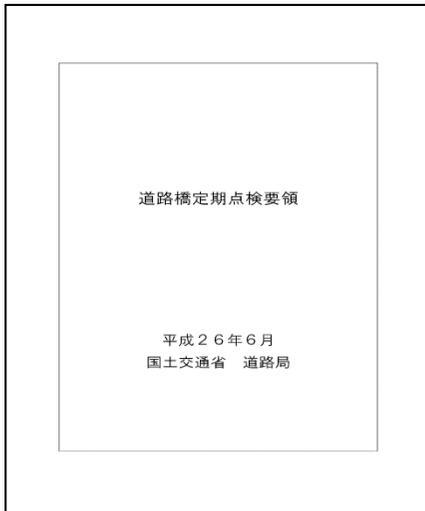
道路橋だけではなくトンネル等すべての構造物に共通な分類であり、路線や地域などのマクロ的な状態把握が可能。

定期点検要領(平成26年6月)

- ① 道路橋
- ② 道路トンネル
- ③ シェッド・大型カルバート等
- ④ 横断歩道橋
- ⑤ 門型標識等

道路橋定期点検要領

- 道路法施行規則第4条の5の2の規定に基づいて行う定期点検について、最低限行われるべき事項と考えられる方法、記録項目を具体的に記したものを。
- 各項目について、具体の考え方や留意点を補足。
- 「一般的構造と主な着眼点」、「判定の手引き」を付録として添付。



目 次

1. 適用範囲	1
2. 定期点検の頻度	1
3. 定期点検の方法	2
4. 定期点検の体制	2
5. 健全性の診断	5
6. 措置	7
7. 記録	8
別紙1 用語の説明	9
別紙2 定期点検項目(要領の種類)の標準(判定の単位)	10
別紙3 点検表記録様式の記入例	12
付録1 一般的構造と主な着眼点	14
付録2 判定の手引き	31

1. 適用範囲

本要領は、道路法(昭和27年法律第180号)第2条第1項に規定する道路における橋長2.0m以上の橋、高架の道路等以下「道路橋」というの定期点検に適用する。

【補足】
本要領は、省令で定める「橋」について、道路橋の各部分の種類を把握、診断し、必要な措置を特定するために必要な情報を得るための、定期点検の基本的な内容や方法について定めたものである。
ここで、道路橋の種類や構造条件等は多岐にわたることから、実際の点検では、本要領の趣旨を踏まえて、個々の道路橋の諸条件を考慮して定期点検の目的が達成されるよう、適切な内容や方法で行うことが必要である。
なお、道路橋の管理以外の者が管理する点検物件については、別途、点検作業者へ連絡適切な点検等の実施について努力を求めるとする。

2. 定期点検の頻度

定期点検は、5年に1回の頻度で実施することを基本とする。

【補足】
定期点検は、道路橋の最新の状態を把握するとともに、次の定期点検までの措置の必要性の判断を行う上で必要な情報を得るために行う。
なお、道路橋の架設状況、状態によっては5年より短い期間で点検することを目指すものではない。
また、施設の機能を良好に保つため、定期点検に加え、日常的な施設の点検の把握や、事象や災害等による施設の架設の把握等を適宜実施することが望ましい。

橋部分の種類	1. 腐食	1 / 4
判定区分 II	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。 (劣化発生状態)	
	腐食の程度減少はほとんど生じていないものの、点検時に腐食が顕著に発生している箇所があり、放置すると全体に深刻な腐食が広がる恐れがある場合	
	構造物の耐力への影響は少ないものの、局部で著しい腐食が進行しつつあり、放置すると影響の拡大が懸念と見込まれる場合	
	腐食性鋼材で、主筋材に顕著な腐食が認められ、放置すると腐食の拡大が懸念と見込まれる場合	
	腐食性鋼材で、主筋材に顕著な腐食減少は認められていないものの、放置すると腐食による腐食の拡大が懸念と見込まれる場合	
備考	■ 劣化程度(劣化の影響の有無、劣化の程度や劣化の影響の有無、劣化状況の程度など)によって、劣化程度は次々異なることを認識しなくてはならない。 ■ 劣化が顕著な状態に予防保全的措置を行うことが明らかに合理的となる場合が該当する。	32

道路橋における点検のポイント

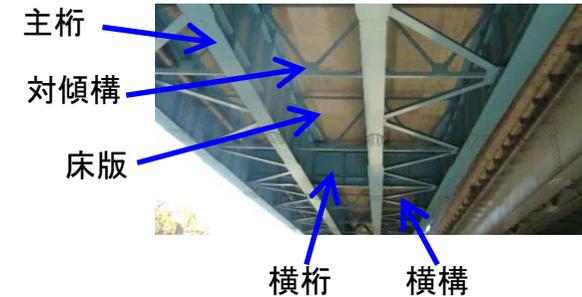


国総研

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

道路橋の点検の難しさ

- ▶ 各種の橋梁形式、複雑な構造、多様な使用材料や損傷



- ▶ 外観目視では把握できない損傷



コンクリートが変色しているが？



土中の基礎の損傷は？

変状を見逃さないために、

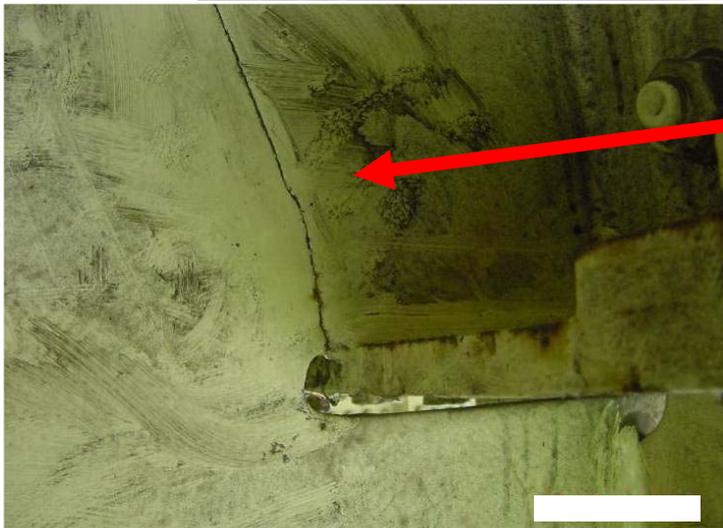
点検者には、知識、技能が必要

道路橋の点検におけるポイント

- ▶ 近接目視
 - ✓ 遠望目視の限界
 - ✓ 打音や触診
- ▶ 各部材の点検のポイント
 - ✓ 鋼部材
 - ✓ コンクリート部材
 - ✓ 下部構造
 - ✓ 支承・附属物 等



遠望目視の限界

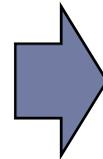


遠望では発見不可能な
支間中央部の内桁での
大きな亀裂の発生



遠望目視の限界

遠望目視では、死角がある



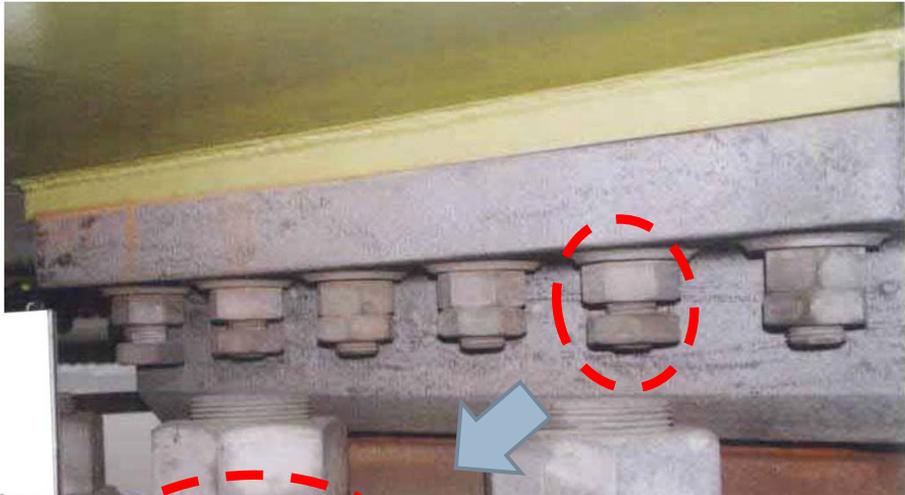
遠望目視の限界

目視距離による見え方の違い(ひびわれ)



- ✓ 目視距離によって、把握できる情報の信頼性が異なる。
- ✓ 近接目視の場合には、正確な事象の捕捉の他、測定により定量的に状態を把握できる。

必要に応じて、打音や触診を



合マークがなく目視では
ゆるみを判断できない。



破損ボルトに外見上の変化が
見られない例
(打音により発見)

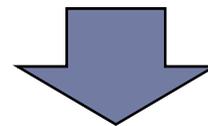
第三者被害に懸念のある状態(うき, はくりなど)は速やかに措置することが不可欠



橋脚張り出し部



床版下面



見落とし, 処置漏れは第三者被害(コンクリート片落下)に直結

写真撮影時のポイント

- ✓ 黒板を入れ、撮影位置を特定。(橋梁名、部材名、部材番号、損傷の種類)
ただし、黒板で撮影対象物を隠さないように。
- ✓ 対象や目的を明確にし、構図(撮影対象物の大きさ)を工夫。
- ✓ スケールが判るようなものを添えておくことが望ましい。
- ✓ 様式にこだわらず、必要な情報を写真として記録しておくことが望ましい。

【良い例】



撮影対象が明確
寸法の記載があり規模の把握
が可能。

【悪い例】



撮影対象が不明確
黒板位置が悪く、内容を確認
できない。



黒板が主となっており、損傷
が把握しにくい。

鋼部材の点検のポイント: 腐食



桁端部の腐食
下フランジ部が特に進行している



排水装置直下の腐食



高力ボルト連結部の腐食

- ✓ 腐食しやすい箇所：
- ・ 漏水の多い桁端部
 - ・ 水平材上面など滞水しやすい箇所
 - ・ 通気性、排水性の悪い支承部周辺や連結部
 - ・ 泥、ほこりの堆積しやすい下フランジの上面
 - ・ 溶接部 等

鋼部材の点検のポイント: 腐食



主桁外側

ウェブ一般部では、異常なさびは見られない。(1箇所亀裂)
下フランジとウェブの溶接部で著しい腐食と断面欠損

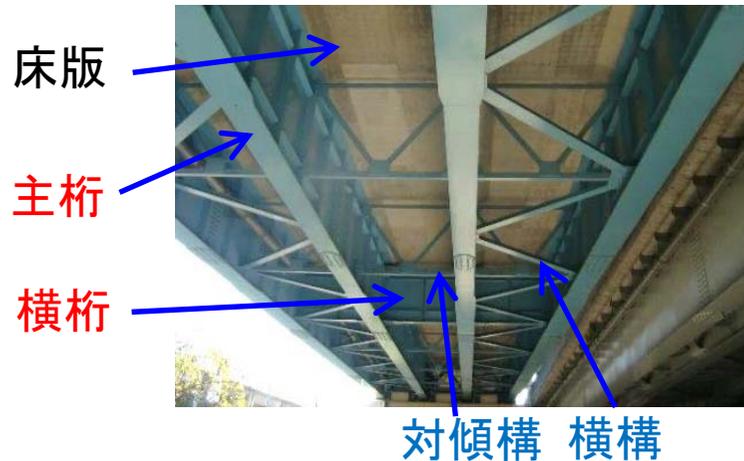


主桁内側

全体にわたり、著しい腐食や断面欠損

- ✓ 雨水により表面が洗われる外面よりも内面で異常さびが進行することがある。
- ✓ ウェブやフランジの断面欠損が大きくない場合でも、接合する溶接部の断面欠損が大きい場合、部材の剛性や耐荷力が大きく低下していることが見込まれる。

鋼部材の点検のポイント：亀裂・破断



主に鉛直荷重に抵抗する部材：

主桁、横桁、床版

主に水平荷重に抵抗する部材：

対傾構、下横構、床版



水平荷重に抵抗する部材の亀裂：
橋全体への影響は限定的。



鉛直荷重に抵抗する部材の亀裂：
致命的となる可能性がある。

✓ 損傷の大きさだけで、部材や橋に及ぼす影響は決まらない。

コンクリート部材の点検のポイント: 変色



PC箱桁下床版下面に変色部



変色部のはつり調査



PC鋼材の著しい腐食・破断

✓ コンクリート変色部では、内部で損傷が進行している場合がある。

コンクリート部材の点検のポイント

補強部材の損傷



ゲルバー桁の鋼板接着補強箇所：
補強鋼板のうき



塩害による断面修復箇所：
修復箇所やその外側でひび割れ・うき



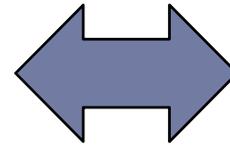
塩害による断面修復箇所：
修復箇所のうき

- ✓ 補修または補強した箇所では再劣化に注意。
- ✓ 補強効果が失われていたり、内部で損傷が進行している可能性がある。

コンクリート部材の点検のポイント



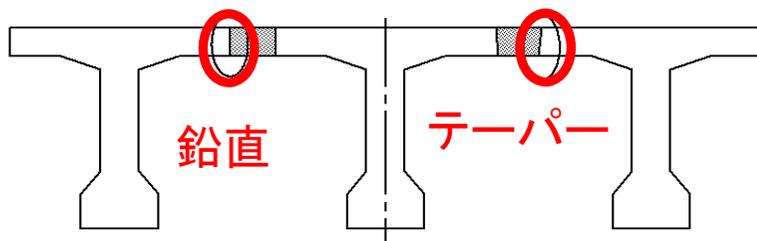
PCT桁の間詰め部での漏水



間詰めコンクリートの抜け落ち

建設省標準設計(1969)

前:テーパ無し 後:テーパ有り



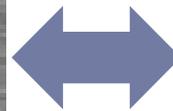
間詰め部の構造

- ✓ 古いT桁では、フランジ端部にテーパがないので、間詰めとの境界部が劣化すると、間詰めコンクリートが抜け落ちる可能性がある。

床版の点検のポイント



舗装のひびわれ、石灰分浸出



コンクリートの変色、ひび割れ

- ✓ 舗装のひび割れから水が浸入すると、床版の損傷を著しく進行させることがある。
- ✓ 舗装に著しい異常が生じた場合、床版コンクリートが著しく劣化し、土砂化している場合がある。

床版の点検のポイント



舗装のひびわれ・陥没



補強鋼板が接着されており、床版コンクリートの状態が不明



鋼板接着部での床版の抜け落ち

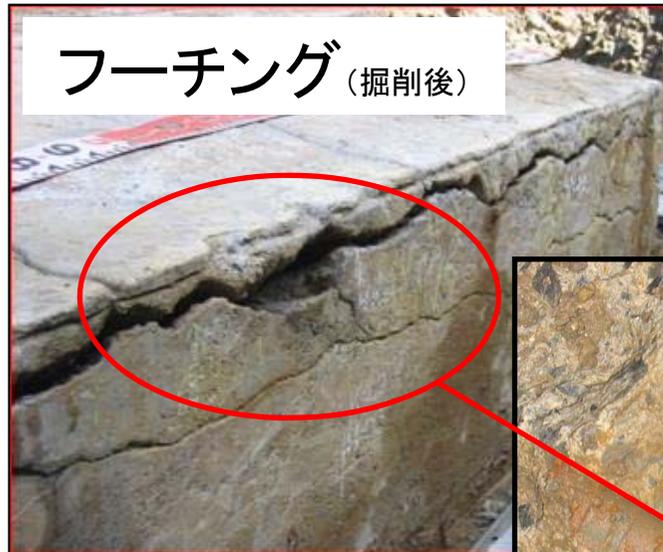
- ✓ 鋼板接着補強された床版コンクリートでは、劣化状況を目視により確認することができない。
- ✓ 舗装面の状態や、補強鋼板の腐食状況、漏水等の情報より兆候を把握。
- ✓ 必要に応じて、部分的な舗装のはつり調査を実施。

下部構造の点検のポイント



橋脚

地表面付近のひび割れ



フーチング (掘削後)

フーチングのひび割れ



鉄筋破断

- ✓ 地中部の基礎でもアルカリ骨材反応によりひび割れが生じていることがある。
- ✓ 地表面付近に生じているひび割れ等より兆候を補足し発見。
- ✓ 必要があれば、掘削調査も。

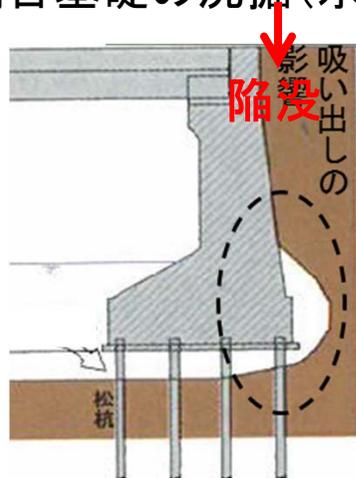
下部構造の点検のポイント



橋台基礎の洗掘(水衝部)



過去に橋台背面で路面陥没



背面土砂が流出し、基礎が露出

- ✓ 水衝部(増水時に水の流れが強く当たる箇所)で橋台が突出している場合、流水の影響により洗掘が生じやすい。
- ✓ 洗掘により橋台が沈下・傾斜するほか、背面の路面が陥没する可能性がある。
- ✓ 舗装面のひび割れが生じている可能性も。

伸縮装置の点検のポイント:遊間異常



伸縮装置の遊間が異常に狭い。



支承の遊間異常



伸縮装置の遊間が左右（橋軸直角方向）で不均等

- ✓ 伸縮装置の遊間で異常が生じている場合、地震の影響による下部工の変位、支承の損傷、上部工の異常等が生じていることがある。

道路橋の点検で参考となる資料

直轄道路の定期点検に関する技術情報と損傷事例

- ▶ 国土技術政策総合研究所資料 196号
「道路橋の定期点検に関する参考資料
～橋梁損傷事例写真集～」
- ▶ 国土技術政策総合研究所資料 748号
「道路橋の定期点検に関する参考資料(2013年版)
～橋梁損傷事例写真集～」

国総研のHPよりダウンロードできます！

<http://www.nilim.go.jp>

道路トンネルにおける診断のポイント



国総研

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

トンネルの診断で行うこと

- ・変状を発生原因により, 外力, 材質劣化, 漏水に区分
- ・変状の種類に応じて利用者の安全性, トンネル構造の安全性の観点から対策の必要性とその緊急度を判定

変状種類	変状区分		
	外力	材質劣化	漏水
①圧ざ, ひび割れ	○		
②うき, はく離	○	○	
③変形, 移動, 沈下	○		
④鋼材腐食		○	
⑤有効巻厚の不足または減少		○	
⑥漏水等による変状			○

診断で重要な2つのポイント

- ・変状の発生原因の区分

外力の作用によるものか，材質劣化によるものか？

特に，ひび割れについては，外力によるものと材質劣化によるものの判別が重要

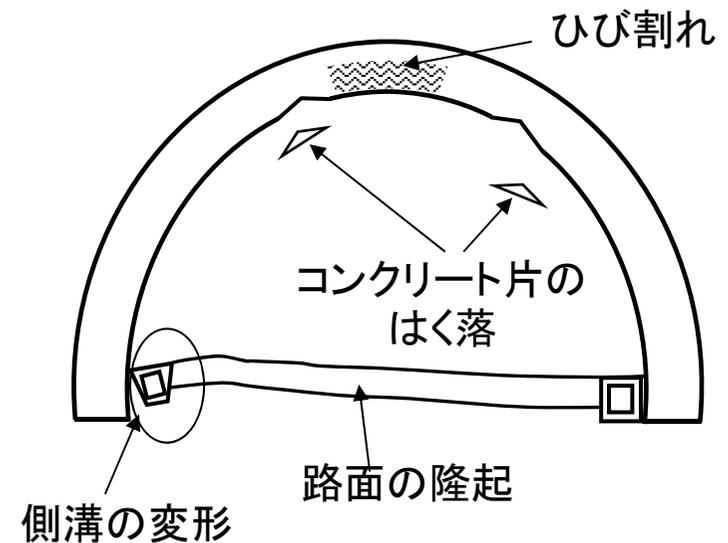
- ・対策の必要性とその緊急度の判定

利用者の安全性 → コンクリートのはく落につながる
ひび割れ，漏水の程度・位置

トンネル構造の安全性 → 構造全体の崩壊につながる
変状

トンネルに発生する変状の種類

- ・覆工，坑門のひび割れ，うき・はく離
- ・覆工，坑門の変形，移動，沈下
- ・水平打ち継目，横断目地の段差
- ・路面，路肩のひび割れ，隆起
- ・側溝，監査歩廊のひび割れ，変形
- ・鋼材腐食
- ・覆工の巻厚不足，減少
- ・漏水



トンネルに発生する変状の例(その1)



覆工のひび割れ



坑門のひび割れ



覆工のうき・はく離



横断目地の段差

トンネルに発生する変状の例(その2)



路面の隆起



側溝の変形



鋼材腐食



漏水

トンネルの変状の主な発生原因

外力

- ・土圧
- ・地すべり
- ・水圧, 凍上圧
- ・地震
- ・支持力不足

漏水

- ・ひび割れの発生
- ・地下水の存在
- ・防水工・排水工の不良

材質劣化

- ・経年劣化
- ・コンクリートの収縮(温度・乾燥)
- ・施工方法
 - 打込みの中断, 不足
 - 不十分な締固め
 - 養生不良
 - 型枠の据え付け・脱型・沈下
- ・使用材料
 - 鋼材腐食
 - アルカリ骨材反応

外力の作用による変状の例(その1)



土圧(ひび割れ)



土圧(ひび割れ)

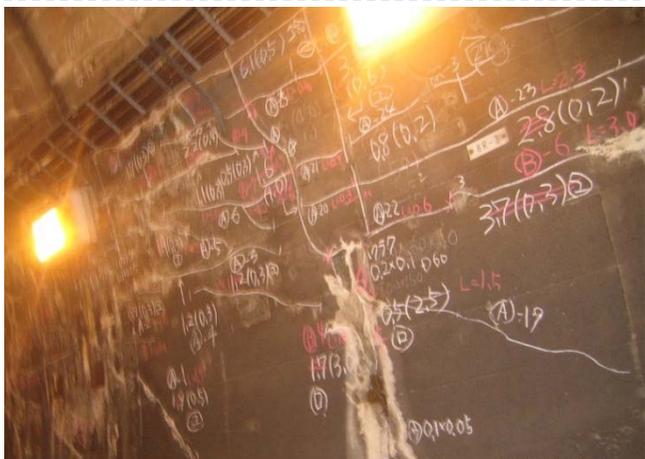


土圧(路面隆起)



土圧(側溝変形)

外力の作用による変状の例(その2)



土圧(ひび割れ)



地すべり(ひび割れ)



水圧(ひび割れ)



地震(ひび割れ)

材質劣化による変状の例(その1)



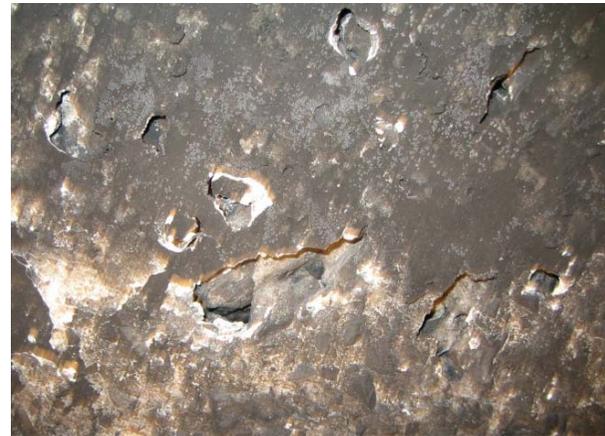
コンクリート収縮(ひび割れ)



打込みの中断(ひび割れ)



打込み不足(巻厚不足)



不十分な締固め(うき・はく離)

材質劣化による変状の例(その2)



型枠の据え付け(ひび割れ)



鋼材腐食



アルカリ骨材反応(ひび割れ)

変状の種類と発生原因との関係

○圧ぎ・ひび割れ

外力の作用の場合と材質劣化の場合がある

○うき・はく離

大半がひび割れに起因するが、起因しない場合は材質劣化

○変形, 移動, 沈下

施工時に水平打継ぎ目・横断目地に生じた段差等を除けば
外力の作用

○鋼材腐食, 有効巻厚の不足または減少 材質劣化

○漏水等による変状 漏水

→ひび割れについては、発生原因が外力の作用か材質劣化
か判別する必要がある

ひび割れの発生原因の判別方法(第一段階)

点検から得られたひび割れの情報から判別

- ・ひび割れの種類(圧ざ, せん断, 引張り)
- ・ひび割れの発生位置と方向
- ・ひび割れの進行性(過去の点検記録がある場合)



国総研

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management

ひび割れの種類と変状原因との関係



圧ざ(曲げ圧縮ひび割れ)



せん断ひび割れ

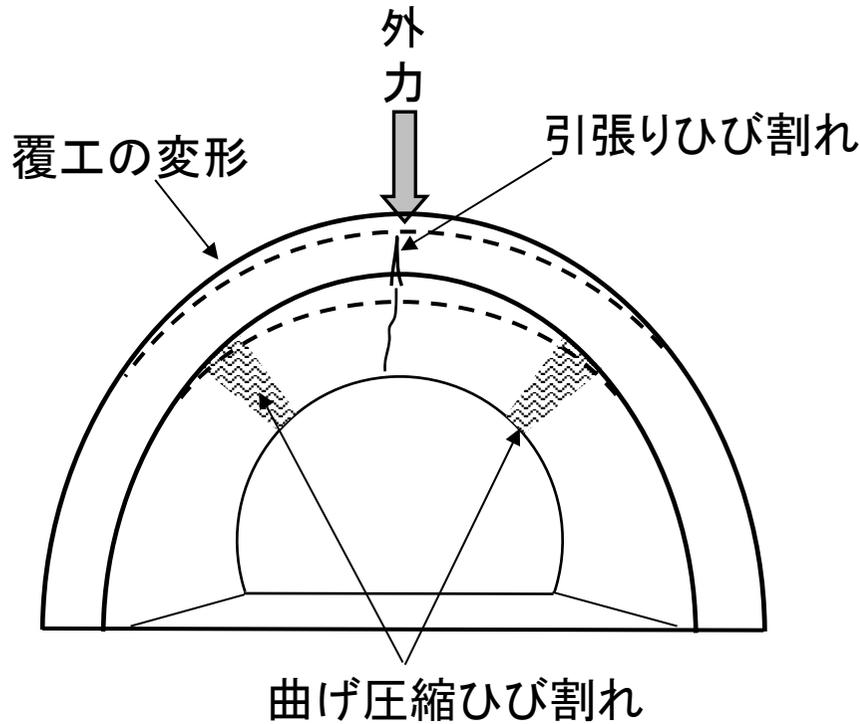
→外力作用による



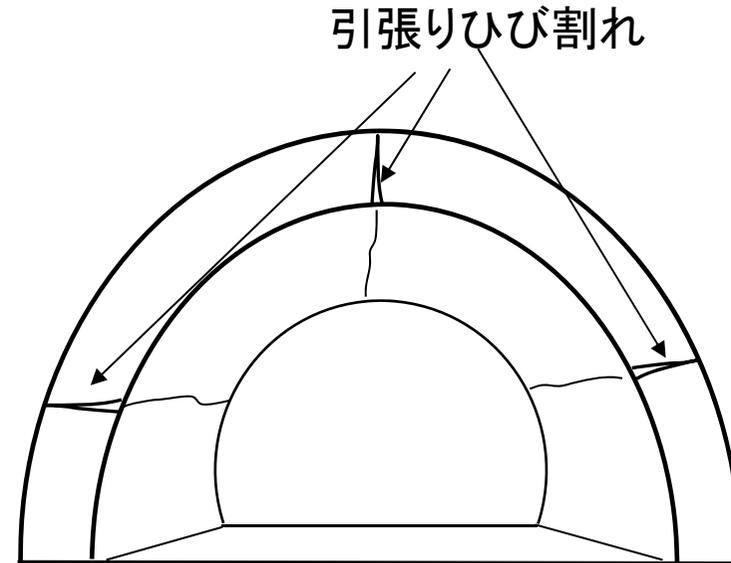
引張りひび割れ

→外力作用と材質劣化が考えられる

ひび割れの発生位置と変状原因との関係(縦断方向)



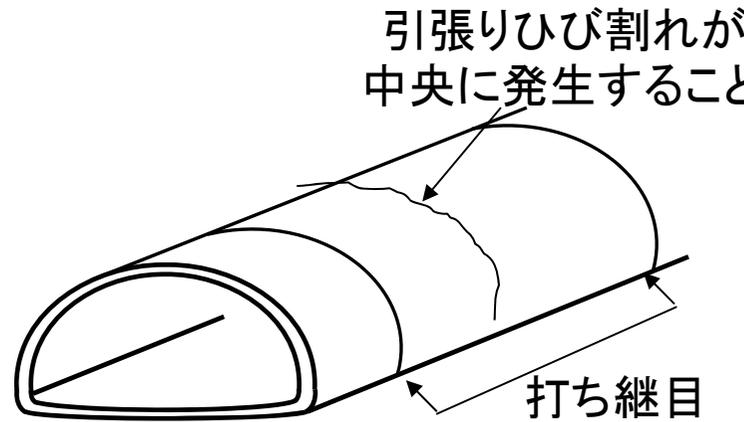
外力(上方からの土圧作用)



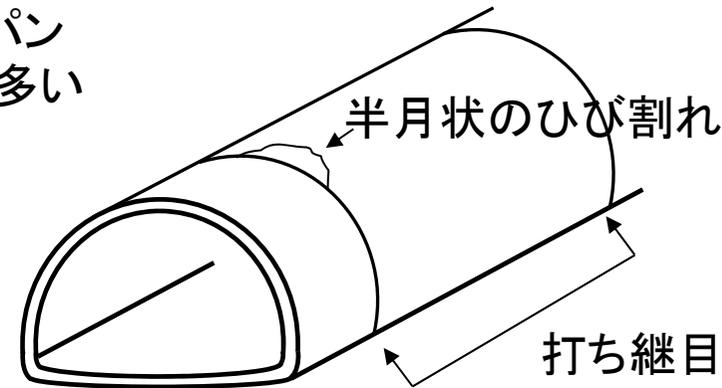
材質劣化(コンクリート収縮)

→外力作用の場合は、初めに引張りひび割れが発生し、変形が進むと圧ざ(曲げ圧縮ひび割れ)が発生することが多い

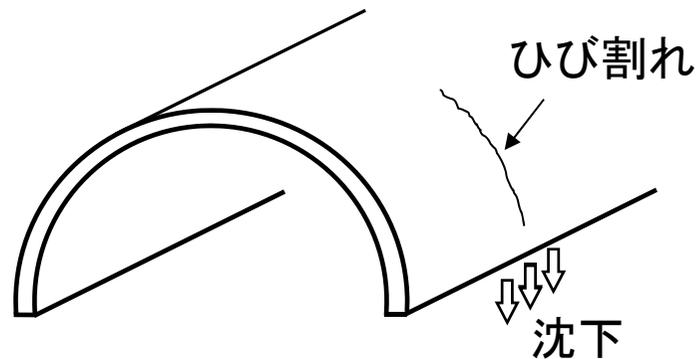
ひび割れの発生位置と変状原因との関係(横断方向)



材質劣化(コンクリート収縮)



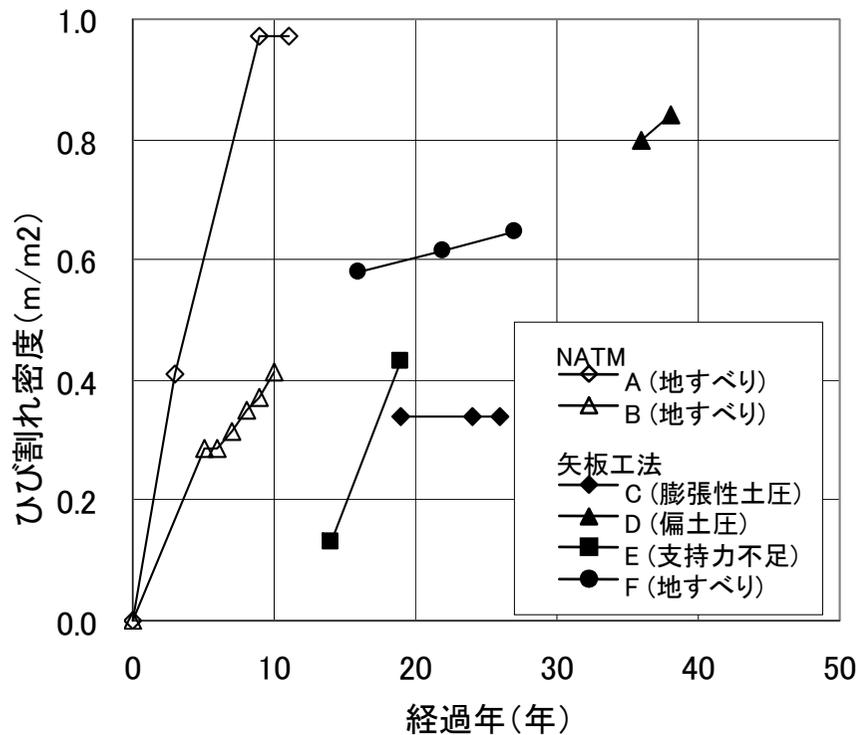
材質劣化(型枠の据え付け)



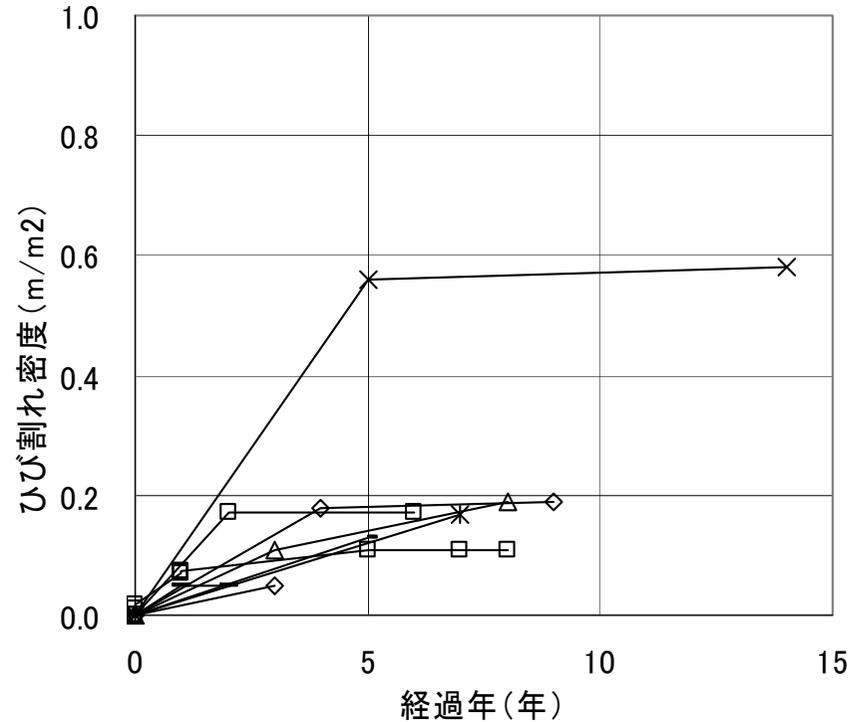
外力(支持力不足)

→材質劣化によるひび割れは発生位置が限定されることが多い

ひび割れの進行性と変状原因との関係



外力(土圧, 地すべり等)



材質劣化(コンクリート収縮)

→建設後5年以上経過してもひび割れに進行が認められる場合は外力の作用が疑われる

ひび割れの発生原因の判別方法(第二段階)

ひび割れの情報から判別できない場合

→必要に応じて実施する調査から得られる情報を加えて総合的に判別

- ・ひび割れの貫通の程度, 断面内の方向
- ・トンネルの施工法
- ・トンネル周辺の地形・地質
- ・トンネルの形状, 大きさ, 構造, 強度
- ・施工時のトンネル挙動
- ・周辺の構造物の有無
- ・周辺の地下水状態

変状の発生原因と対策の必要性の考え方

○外力の作用による場合

トンネル構造全体の崩壊につながるおそれ有り
ただし、軽微な引張りひび割れは、直ちに崩壊に至る可能性は小さい

○材質劣化による場合

有効巻厚が極端に不足するという特殊な場合を除けばトンネル構造の安全性に影響は無い

○漏水の場合

トンネル構造の安全性に影響は無い

→対策の必要性は、外力作用の場合はトンネル構造の安全性と利用者の安全性、材質劣化・漏水の場合は利用者の安全性の観点から判断する必要有り

早急な対策が必要となる変状

○利用者の安全性(外力作用, 材質劣化, 漏水)

- ・コンクリート片のはく落
ひび割れの閉合によるブロック化
表面の劣化等による小片のはく落
- ・漏水
車道に落下する

○トンネル構造の安全性(外力作用)

圧ざ, せん断ひび割れ
著しい進行性が見られる変状,
特に, 路面・路肩の隆起, 側溝・監査歩廊の変形

利用者の安全性から早急な対策が必要な変状 (ブロック化によるはく落)



ひび割れと
横断目地との組合せ



半月状のひび割れと
横断目地との組合せ



コールドジョイントと
横断目地との組合せ

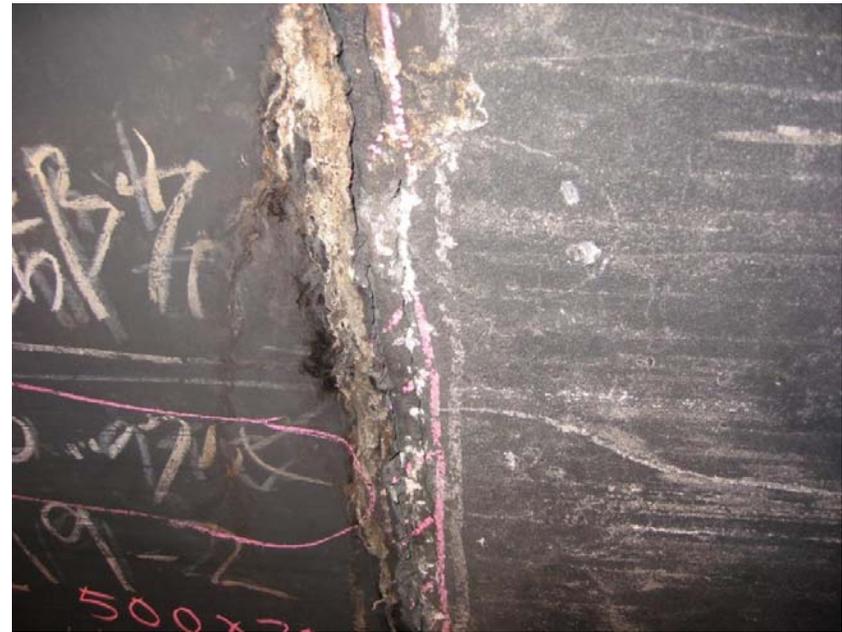


複数のひび割れが交差

利用者の安全性から早急な対策が必要な変状 (コンクリート小片のはく落)

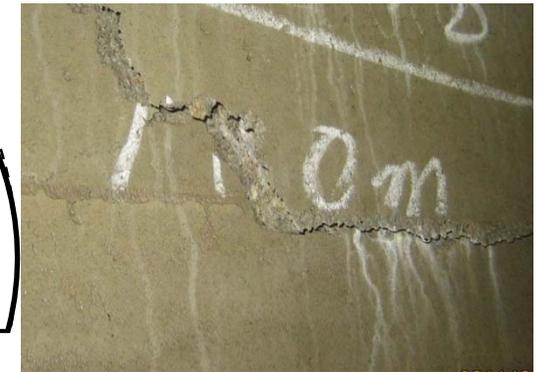
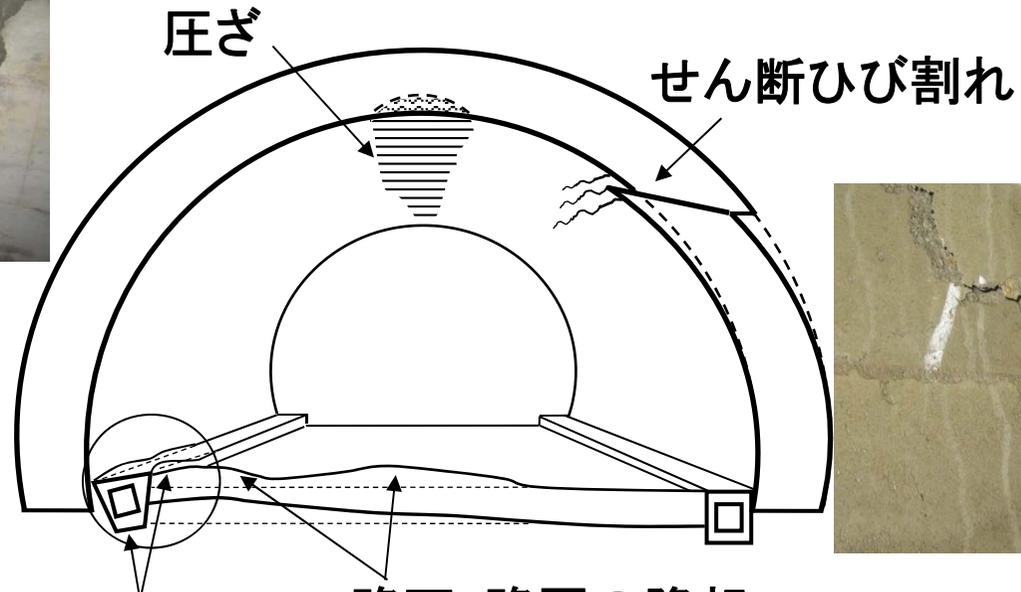


表面劣化



横断目地部の欠け

構造の安全性から早急な対策が必要な変状



側溝・監査歩廊の変形 路面・路肩の隆起



まとめ

道路橋の点検のポイント

- ・近接目視に際しては、変状箇所のみならず、様々な情報や事象の関連性を考慮し、兆候を見逃さないことが重要.
- ・現状のみでなく、前後の推移も考える. 第三者被害の防止は、最優先で.

道路トンネルの診断のポイント

- ・変状の発生原因を区別する必要がある、特にひび割れについては外力の作用と材質劣化によるものの判別が重要.
- ・ブロック化したひび割れなどは利用者の安全性、圧ぎ、せん断ひび割れ、側溝の変形、路面の隆起などの変状は構造の安全性に影響を及ぼすおそれがあり、早急な対策が必要.

ご清聴 ありがとうございます



国総研

国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Management