
資料 I

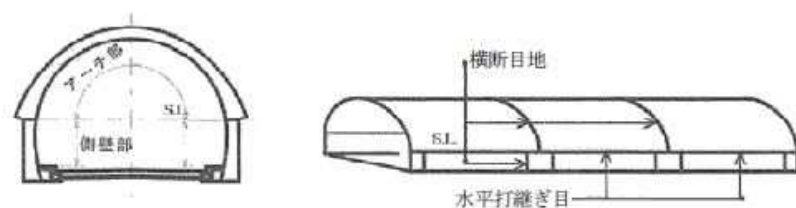
主な着目点及び判定の手引き

付録 1 点検における主な着目点

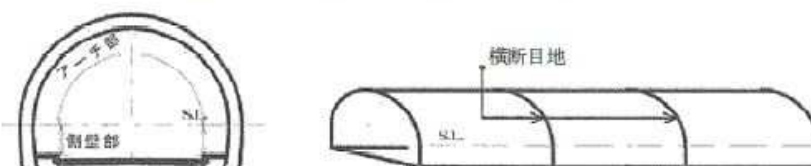
付表-1.1 主な着目点と留意事項の例

主な着目点		着目点に対する留意事項
1) 覆工の目地及び打継ぎ目		・ 覆工の目地及び打継ぎ目は、コンクリート面が分離された部分であり、周辺にひび割れが発生した場合、目地及び打継ぎ目とつながりコンクリートがブロック化しやすい。 ・ 覆工の型枠解体時の衝撃等により、目地及び打継ぎ目付近にひび割れが発生することがある。 ・ 覆工の横断目地付近に温度伸縮等により応力が集中し、ひび割れ、うき、はく離が発生することがある。 ・ 施工の不具合等で段差等が生じた箇所を化粧モルタルで補修することがあり、化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。 ・ 覆工が逆巻き工法で施工されたトンネル※は、水平打継ぎ目に化粧モルタルを施工することがあり、化粧モルタルや事後の補修モルタルがはく落することがある。 ※矢板工法は横断目地だけではなく、水平打継ぎ目に留意する。
2) 覆工の天端付近		・ 覆工を横断的に一つのブロックとしてとらえると、天端付近はブロックの中間点にあたり、乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが生じやすい。
3) 覆工スパンの中間付近		・ 覆工スパンの中間付近は乾燥収縮及び温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。
4) 顕著な変状の周辺	① ひび割れ箇所	・ ひび割れの周辺に複数の別のひび割れがあり、ブロック化してうきやはく離が認められる場合がある。
	② 覆工等の変色箇所	・ 覆工表面が変色している場合は、観察するとひび割れがあり、そこから遊離石灰や錆び汁等が出ている場合が多い。その周辺を打音検査するとうきやはく離が認められる場合がある。
	③ 漏水箇所	・ 覆工表面等に漏水箇所や漏水の跡がある場合は、ひび割れや施工不良（豆板等）があり、そこから水が流れ出している場合が多い。その付近の覆工コンクリートに、うきやはく離が生じている場合がある。
	④ 覆工の段差箇所	・ 覆工表面に段差がある場合は、異常な力が働いた場合や施工の不具合等、何らかの原因があり、構造的な弱点となっている場合がある。
	⑤ 補修箇所	・ 覆工の補修は、覆工コンクリートと別の材料であるモルタル、鋼材、繊維シート、その他を塗布または貼り付けて補修した場合が多く、容易に判別できる。これらの補修箇所は補修材自体、または、接着剤が劣化して不安定な状態になっていたり、変状が進行して周囲にうきやはく離が生じている場合がある。
	⑥ コールドジョイント付近に発生した変状箇所	・ コールドジョイントは施工の不具合でできた継目である。コールドジョイントの付近にひび割れが発生しやすいので、コンクリートがブロック化することがある。特にコールドジョイントが覆工の軸線と斜交する場合は、薄くなった覆工コンクリート表面にひび割れが発生し、はく落しやすい。また、せん断に対する抵抗力が低下する原因となる。
5) 附属物		・ トンネル内附属物本体やその取付部材について固定するボルトの緩みや部材の腐食等が発生した場合、附属物本体の落下につながるおそれがある。 ・ アンカーボルト付近に生じた覆工コンクリートのひび割れが脱落の原因となるおそれがある。

(1) 覆工の目地及び打継ぎ目

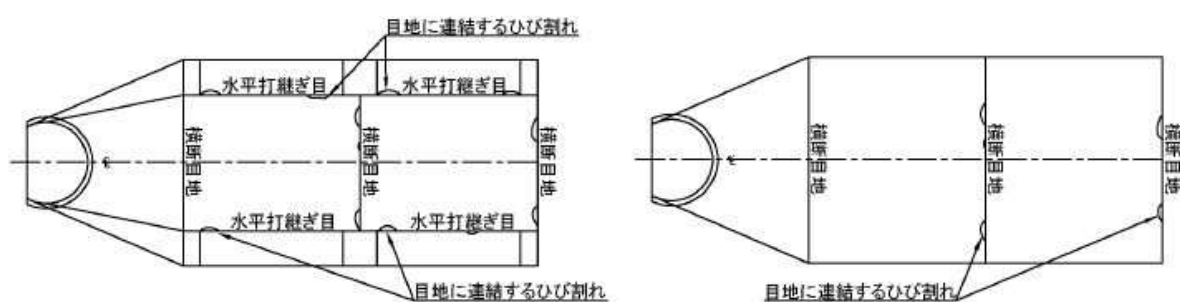


矢板工法（覆工打込み方法：逆巻き）の例



山岳トンネル工法（覆工打込み方法：全断面）の例

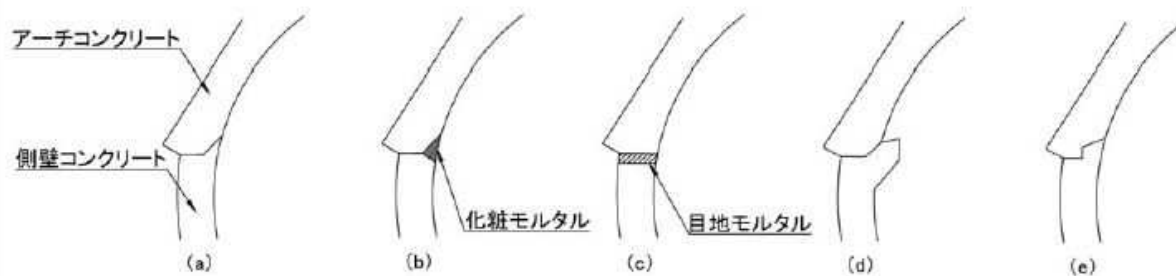
付図-2.1.1 目地、打継ぎ目の位置



矢板工法（覆工打込み方法：逆巻き）の例

山岳トンネル工法（覆工打込み方法：全断面）の例

付図-2.1.2 覆工の目地及び打継ぎ目とその付近に発生する変状の例



付図-2.1.3 逆巻き工法の水平打継ぎ目の種類



付写真-2.1.1 横断目地の天端付近に発生した半月状のひび割れの例



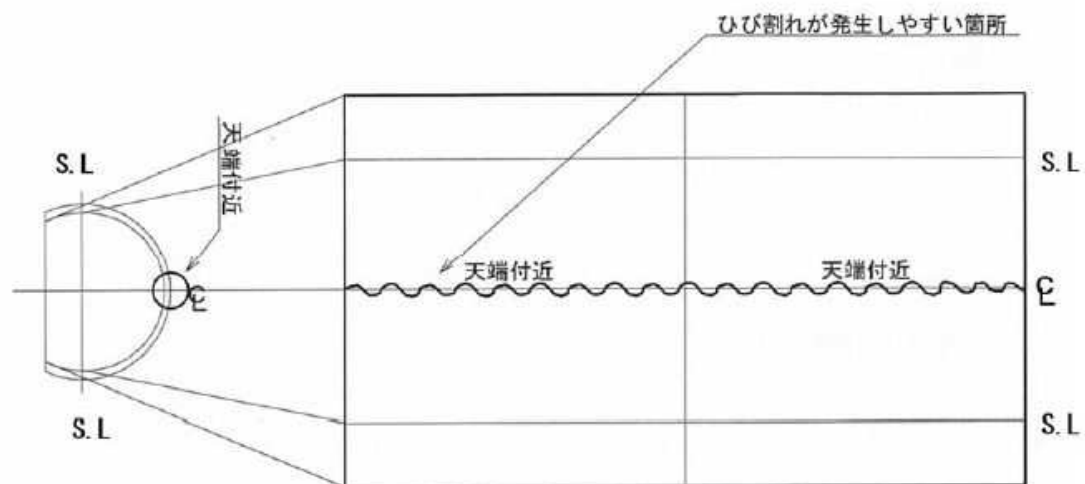
化粧モルタルの例



目地モルタルの例

付写真-2.1.2 逆巻き工法の水平打継ぎ目と化粧モルタル、目地モルタルの施工状況の例

(2) 覆工の天端付近

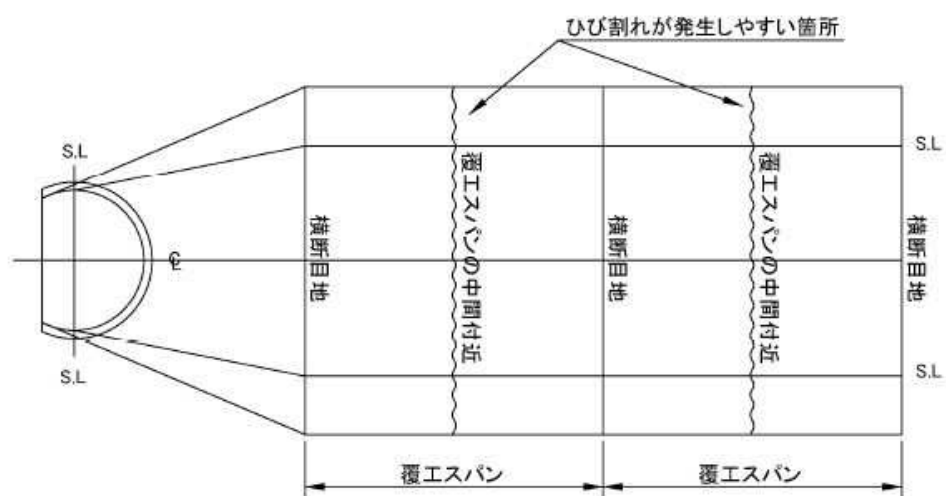


付図-2.2.1 覆工の天端とその付近に発生する変状の例



付写真-2.2.1 覆工の天端付近に発生した縦断方向のひび割れの例

(3) 覆エスパンの中間付近



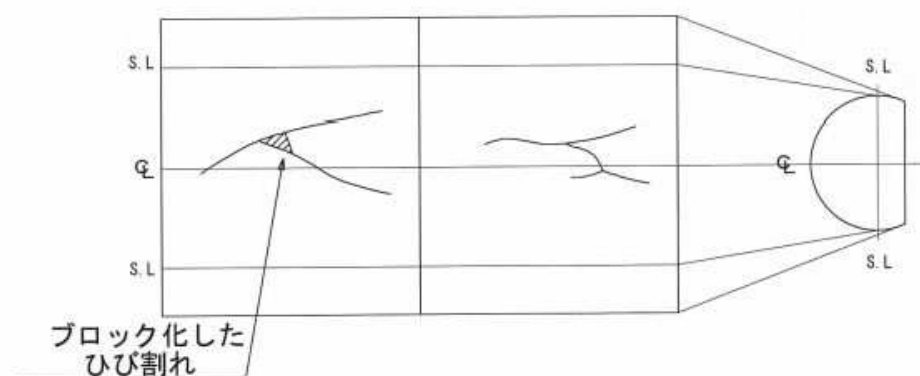
付図-2.3.1 覆エスパンの中間付近に発生する変状の例



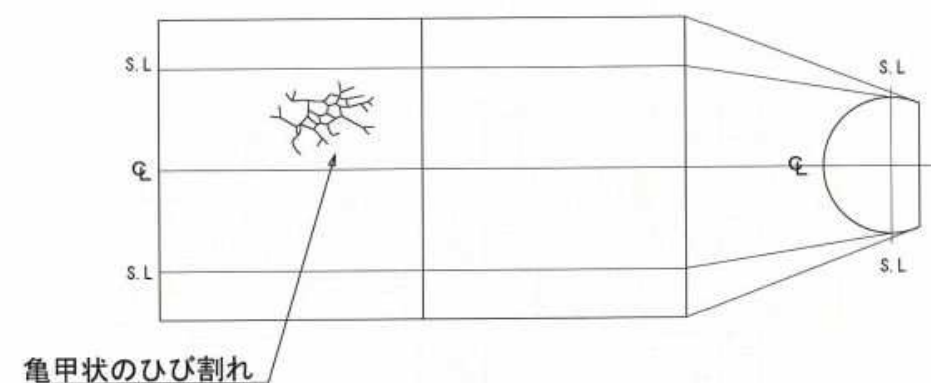
付写真-2.3.1 覆エスパンの中間付近に発生したひび割れの例

(4) 顕著な変状の周辺

① ひび割れ箇所



付図-2.4.1 複数のひび割れでブロック化した覆工コンクリートの例

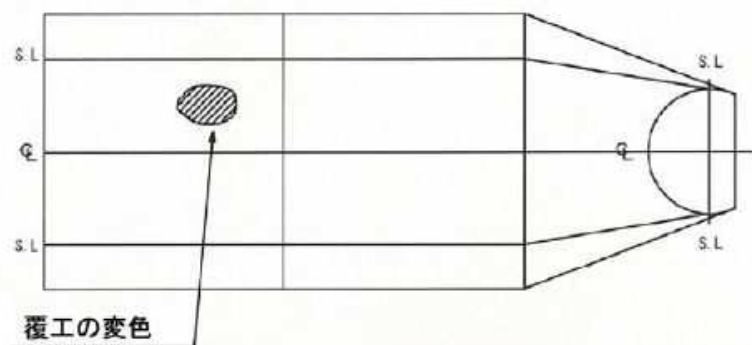


付図-2.4.2 覆工コンクリートの亀甲状のひび割れによる細片化の例



付写真-2.4.1 複数のひび割れで覆工コンクリートがブロック化している例

②覆工等の変色箇所

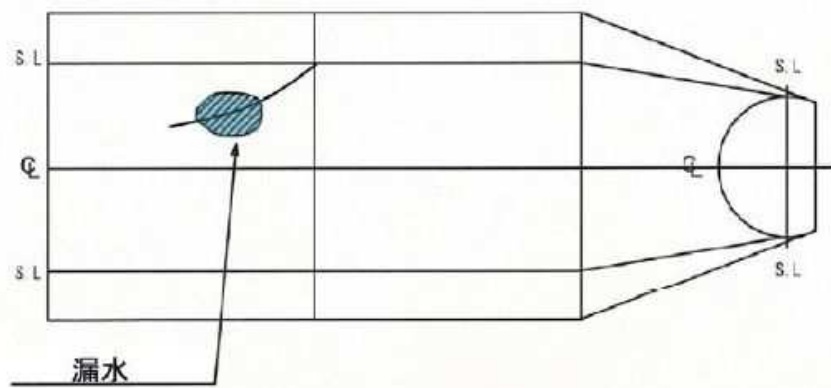


付図-2.4.3 覆工コンクリートの変色位置の例



付写真-2.4.2 覆工コンクリートが変色している例
(うき・はく離を伴う)

③漏水箇所

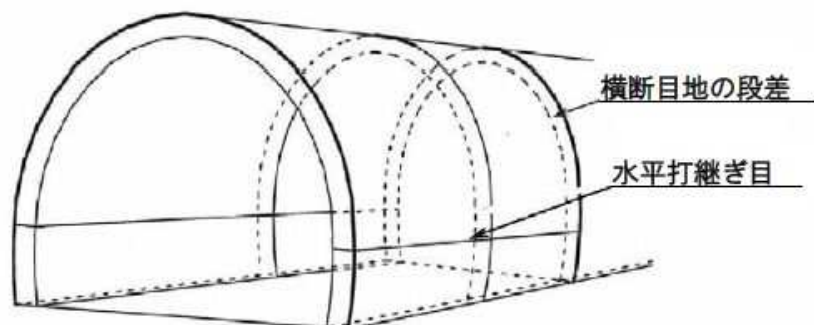


付図-2.4.4 ひび割れからの漏水位置の例

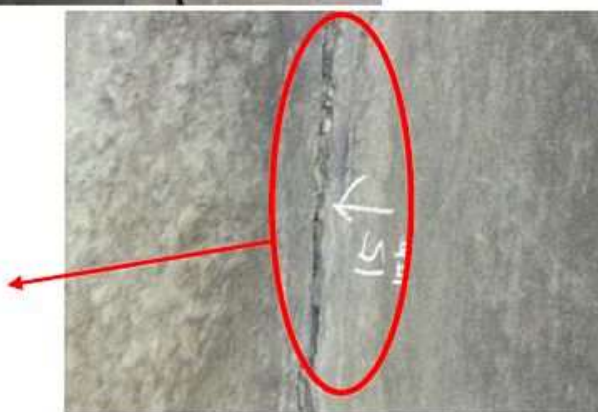


付写真-2.4.3 漏水（噴出）している例

④覆工の段差箇所

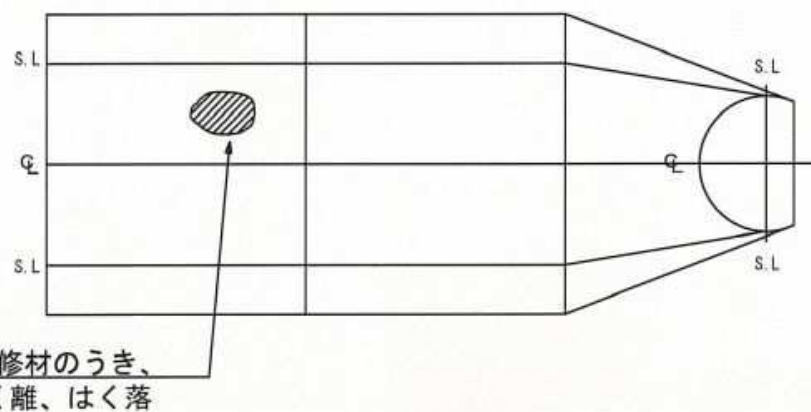


付図-2.4.5 目地部、打継ぎ目部の段差の例



付写真-2.4.4 段差の例

⑤補修箇所



付図-2.4.6 補修材のうき、はく離、はく落の変状の例

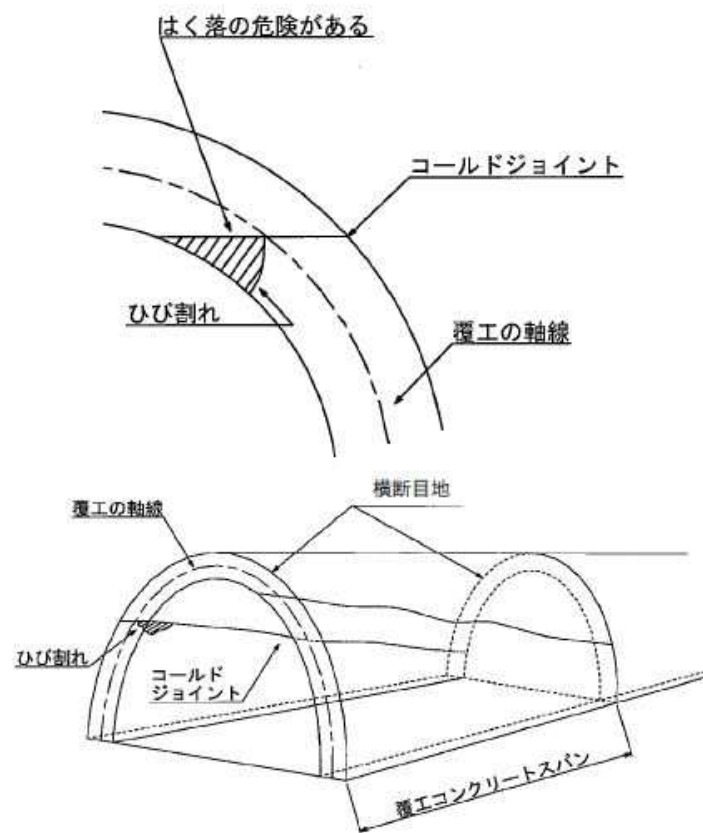


付写真-2.4.5 補修モルタルが劣化してはく離している例



付写真-2.4.6 鋼板接着（左）・繊維シートの接着（右）例

⑥コールドジョイント付近に発生した変状箇所



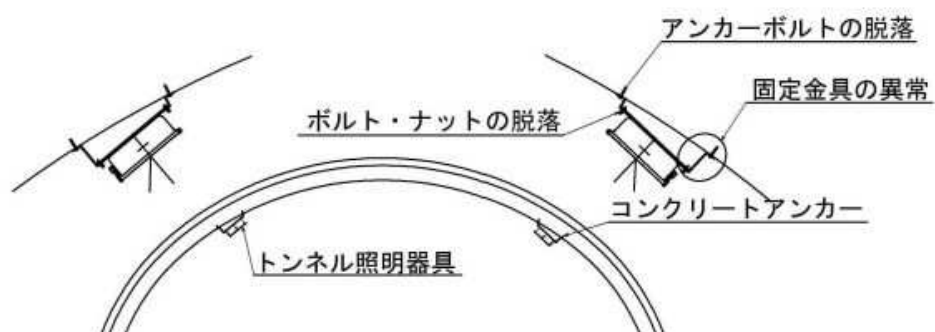
付図-2.4.7 コールドジョイント付近に発生するひび割れの例



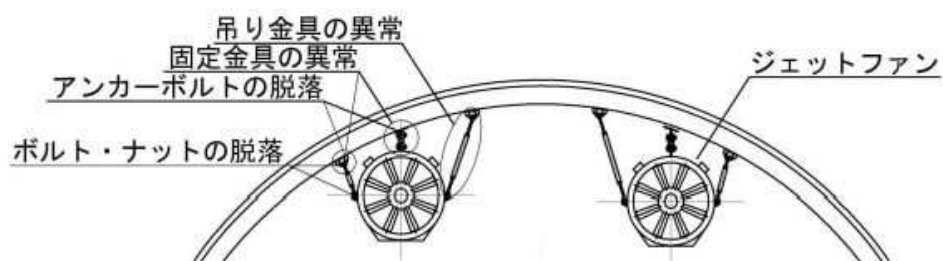
付写真-2.4.7 コールドジョイント付近に発生したひび割れの例

(5) 附属物

■照明灯具等の取付部材の例



■ジェットファンの取付部材の例



付図-2.5.1 附属物の異常発生箇所の例



付写真-2.5.1 固定金具の腐食とアンカーボルトの脱落の例

付録 2 判定の手引き

(1) トンネル本体工

本付録では、判定区分を踏まえ付表-3.1.1 に示す変状種類及び変状区分別に、個別の判定区分及びその目安の例や変状写真例等を示す。

ここで、変状種類は変状として現れる事象であり、変状区分は基本的には変状の**原因**を区分したものである。したがって、ここでの変状区分は、必要となる対策の区分とは異なることに注意する必要がある（たとえば、材質劣化による巻厚不足や減少が生じている場合にも、必要に応じて外力への対策が必要となるなど）。

「判定の目安」は「判定区分」を補完するために示すが、定量的に判断することが困難な場合もあり、変状原因が複合していることも考えられるため、機械的に適用するものではなく、現場の状況に応じて判定を行うのがよい。

付表-3.1.1 変状種類及び変状区分との関係

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、隆起	○		
④鋼材露出		○	
⑤巻厚の不足または減少、背面空洞		○	
⑥漏水等による変状			○

補足 1) 変状種類は変状として現れる事象であり、変状区分は基本的には変状の原因を区分したものである。したがって、ここでの変状区分は、必要となる対策の区分とは異なることに注意する必要がある。たとえば、材質劣化による巻厚不足や減少が生じている場合にも、必要に応じて外力への対策が必要となるなど。

補足 2) 巻厚の不足とは、施工上の不具合等により設計上の巻厚が不足した状態をいう。一方、巻厚の減少とは、トンネル完成後の材質劣化によって巻厚が減少することをいう。

1) 圧ざ、ひび割れ

圧ざ、ひび割れに関しては、付表-3.1.2 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.2 ひび割れに対する判定区分

(a) 圧ざ、ひび割れ

I	ひびわれが生じていない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態
II	ひびわれがあり、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	ひび割れが密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が低下しているため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	ひび割れが大きく密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が著しく低下している、または圧ざがあり、緊急に措置を講じる必要がある状態

(b) 乾燥収縮等を原因とする材質劣化

I	ひびわれが生じていない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態
II	ひびわれがあり、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態

【判定の目安例】

ひび割れ発生の原因として、外力のほか材質劣化があるが、外力による場合には圧ざ(断面内で圧縮による軸力と曲げモーメントの影響が顕著に現れ、トンネルの内側が圧縮によりつぶされるような状態で損傷等を生じる状態)が生じたり、ひび割れが進行した場合、構造物の機能低下につながる。このため、外力がひび割れの原因として考えられる場合には、一般にⅡ～Ⅳの判定となる。ただし、材質劣化が原因であってもうき、はく離等が生じる場合があることに留意する。

なお、矢板工法において、ひび割れの進行の有無が確認できない場合について、ひび割れ規模（幅や長さ）等に着目した判定の目安例として、付表-3.1.3 に示す。

付表-3.1.3 点検時（ひび割れの進行の有無が確認できない場合）の判定の目安例（矢板工法）

対象箇所	部位 区分	外力によるひび割れ						判定区分
		幅 ^{補足1)}			長さ ^{補足2)}			
		5mm 以上	3～5 mm	3mm 未満	10m 以上	5～10 m	5m 未満	
覆工	断面内			○	○	○	○	I、II ^{補足3)}
			○				○	II
			○			○		III
			○		○			III
		○					○	II、III ^{補足4)}
		○				○		III
		○			○			IV

補足1) 連続したひび割れ内で幅が変化する場合は、最大幅を当該ひび割れの幅とする。

補足2) 覆工スパンをまたがる連続したひび割れは、覆工スパンをまたがって計測される長さを当該ひび割れの長さとする（覆工スパン単位のひび割れ長さでは評価しない）。

補足3) 3mm未満のひび割れ幅の場合の判定例を下記に示す。

I：ひび割れが軽微で、外力か材質劣化か判断が難しい場合

II：地山条件や、周辺のひび割れ発生状況等から、外力の作用の可能性がある場合

なお、地山条件や、周辺のひび割れ発生状況等から、外力の作用が明らかに認められる場合は、その影響を考慮して判定を行うことが考えられる。

補足4) ひび割れ幅が5mm以上でひび割れ長さが5m未満の場合の判定は、ひび割れの発生位置や発生原因を考慮して、判定を行う。

また、矢板工法において過去の定期点検記録との比較や、調査の結果、ひび割れの進行が確認された場合について、ひび割れ規模（幅や長さ）等に着目した判定区分がII～IVに対する判定の目安例として、付表-3.1.4 に示す。

付表-3.1.4 調査の結果、ひび割れの進行が確認された場合の判定の目安例（矢板工法）

対象箇所	部位区分	外力によるひび割れ				判定区分
		幅		長さ		
		3mm 以上	3mm 未満	5m以上	5m未満	
覆工	断面内		○	○	○	Ⅱ、Ⅲ
		○			○	Ⅲ
		○		○		Ⅳ

付表-3.1.3 及び付表-3.1.4 は矢板工法における判定の目安例として示したものである。機械的に適用するのではなく、現場の状況に応じて判定を行うのがよい。

不規則なひび割れ等が確認された箇所は、集中的な緩み土圧が作用しているおそれがあり、巻厚の不足または減少が伴う場合、突発性崩壊につながるおそれが懸念される。従って、上記のような変状が確認された箇所については必要に応じて定期点検時、前回定期点検結果との比較や実施された調査結果等により確認を行った上で、判定を実施するのが望ましい。

一方、山岳トンネル工法においては、一般部の覆工は、他の支保構造部材とともにトンネルの安定性を確保する支保構造の一部を構成しているものの、原則として地山からの外力を想定して構造設計されているものではない。そのため、当該覆工スパンに外力によるものと考えられるひび割れが確認された場合は、必要な調査を実施して変状の原因と進行の度合い等を把握した上で判定を行うことが望ましいが、少なくとも前回の定期点検結果等と比較して外力に起因したひび割れの進行性が認められる場合にはⅢまたはⅣとするのがよいと考えられる。外力に起因したひび割れの進行性が認められない場合にはⅡとして、ひび割れの程度や要因の確からしさに応じて適切に監視等を行っていくのがよいと考えられる。

コンクリートの乾燥収縮等を原因とする材質劣化によるひび割れは、利用者の安全性やトンネルの機能に及ぼす影響が小さいことから、判定区分はⅠとする。

ただし、ひび割れの規模が比較的大きい場合、他の変状を助長することが懸念される場合、うき・はく離への進行が懸念される場合、坑門や耐震対策区間等の補強鉄筋区間において鉄筋腐食によるひび割れの発生が疑われる場合等、健全性の診断に影響を及ぼすことが懸念されるひび割れについては、監視が必要となることからⅡとする。

また、ひび割れ幅が著しく大きく、外力による変状が助長されることが懸念される場合は、付表-3.1.2 (b) の判定区分にかかわらず措置の要否を個別に検討する。

付表-3.1.5 圧ざ、外力によるひび割れに対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		ひび割れが生じていない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態
II		ひび割れがあり、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		ひび割れが密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が低下しているため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		ひび割れが大きく密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が著しく低下している、または圧ざがあり、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	ひび割れについては将来的な進行を考慮の上、判定することが考えられる。	

2)うき、はく離

うき、はく離によるコンクリートの落下に関しては、付表-3.1.6 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.6 うき・はく離に対する判定区分

I	ひび割れ等によるうき、はく離の兆候がないもの、またはたたき落としにより除去できたため、落下する可能性がなく、措置を必要としない状態
II	ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離等がみられ、落下する可能性があるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離等が顕著にみられ、早期に落下する可能性があるため、緊急に措置を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

うき、はく離部の落下の危険性は、ひび割れ等の状況や打音異常の有無で判断する。

また、判定に際しては、外力によるひび割れ等によって発生したうき、はく離については変状区分の外力として、同じく材質劣化によるひび割れ等によって発生したうき、はく離については変状区分の材質劣化として判定する。

判定区分がⅡ～Ⅳに対する判定の目安例として、付表-3.1.7 に示す。

なお、うき、はく離の判定は、打音検査時にたたき落としを行った後に実施する。

付表- 3.1.7 うき・はく離等に対する判定の目安例

対象箇所	部位区分	ひび割れ等の状況 ^{補足 1)}	打音異常 ^{補足 4)}	
			有	無
覆工	断面内	ひび割れ等はあるものの、進行しても閉合のおそれがない	Ⅱ	
		ひび割れ等は閉合してはいないものの、ひび割れの進行により閉合が懸念される	Ⅲ	Ⅱ
		ひび割れ等が閉合しブロック化 ^{補足 2)} している	Ⅳ	Ⅱ、Ⅲ
		漏水防止モルタルや補修材が材質劣化 ^{補足 3)} している	Ⅲ、Ⅳ	Ⅱ、Ⅲ
		覆工コンクリートや骨材が細片化している、あるいは豆板等があり材質劣化している	Ⅲ、Ⅳ	Ⅱ、Ⅲ

補足 1) ひび割れ等が外力による場合は変状区分の外力として、材質劣化による場合は変状区分の材質劣化として判定する。

補足 2) ブロック化とは、ひび割れ等が単独またはひび割れと目地、コールドジョイント等で閉合し、覆工が分離した状態をいう。

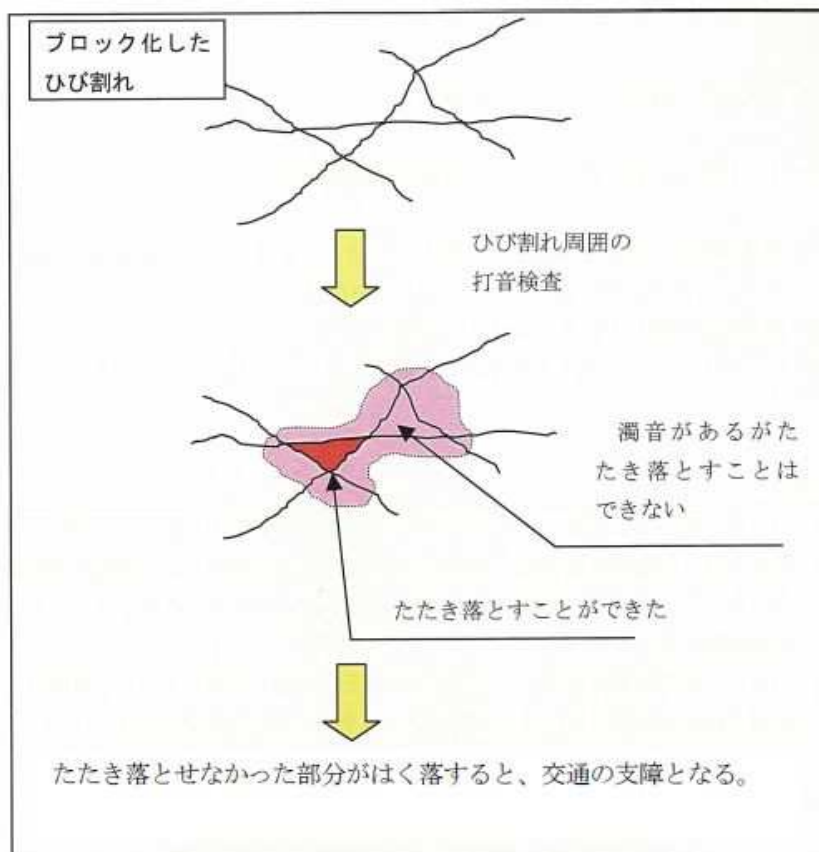
補足 3) 補修材等のうき・はく離については、本体工に生じるうきに比べてその厚さが薄いことが多いため、発生位置等を考慮し、判定することが考えられる。

補足 4) 打音異常が認められない場合、一般的には判定区分Ⅱと考えられるが、下記の場合は判定区分Ⅲとする等を検討することが考えられる。

- ・ブロック化の面積が大きい場合
- ・ひび割れの発生状況から落下の危険性が考えられる場合
- ・ブロック化が進行している場合
- ・劣化要因が明確な場合や寒冷地等の厳しい環境条件下にある場合

付表-3.1.8 うき・はく離に対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		ひび割れ等によるうき、はく離の兆候がないもの、またはたたき落としにより除去できたため、落下する可能性がなく、措置を必要としない状態
II		ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離等がみられ、落下する可能性があるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		ひび割れ等により覆工コンクリート等のうき、はく離等が顕著にみられ、早期に落下する可能性があるため、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	覆工コンクリートのうき、はく落については、落下のおそれがある場合、アーチ部に比べ、側壁部では落下による利用者被害のおそれが低いこと等も勘案して判定する。	



付図-3.1.1 ブロック化したひび割れの例



付写真-3.1.1 ブロック化したひび割れの例

3)変形、移動、沈下、隆起

変形、移動、沈下、隆起に関しては、付表-3.1.9 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.9 変形、移動、沈下、隆起に対する判定区分

I	変形、移動、沈下等が生じていない、またはあっても軽微で、措置を必要としない状態
II	変形、移動、沈下等しているが、その進行が緩慢である、または、進行が停止しているため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	変形、移動、沈下等しており、その進行が見られ、構造物の機能低下が予想されるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	変形、移動、沈下等しており、その進行が著しく、構造物の機能が著しく低下しているため、緊急に措置を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

トンネルの変形、移動、沈下、隆起については変形速度が目安となる。変形速度の判定区分がⅡ～Ⅳに対する判定の目安例として、付表-3.1.10 に示す。

ただし、変形速度のみでは構造体の残存耐力を一義的に判断できないため、変形速度が比較的ゆるやかな場合、画一的な評価をとることが難しく、変状の発生状況や、発生規模、周辺の地形・地質条件等を勘案し、総合的に判断する必要があることに留意する。

付表-3.1.10 変形速度に対する判定の目安例

対象箇所	部位区分	変形速度				判定区分
		10mm/年 以上 〔著しい〕	3～10 mm/年 〔進行が みられる〕	1～3 mm/年 〔進行が みられる ～緩慢〕	1mm/年 未満 〔緩慢〕	
覆工 路面 路肩	断面内			○	○	Ⅱ
			○	○		Ⅲ
		○				Ⅳ

補足) 変形速度 1～3mm の場合の判定例を下記に示す。

Ⅱ：将来的に構造物の機能低下につながる可能性が低い場合

- ・変形量自体が小さい場合
- ・変形の外的要因が明確でないまたは進行も収束しつつある場合 等

Ⅲ：将来的に構造物の機能低下につながる可能性が高い状態

- ・変形量自体が大きい場合
- ・地山からの荷重作用が想定される場合（変形の方向が斜面方向と一致する等）

付表-3.1.11 変形、移動、隆起に対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		変形、移動、沈下等が生じていない、またはあっても軽微で、措置を必要としない状態
II		変形、移動、沈下等しているが、その進行が緩慢である、または、進行が停止しているため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		変形、移動、沈下等しており、その進行が見られ、構造物の機能低下が予想されるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		変形、移動、沈下等しており、その進行が著しく、構造物の機能が著しく低下しているため、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	変形、移動、沈下、<u>隆起</u>に対する判定は個々のトンネルのおかれている状態や特徴を理解した上で、総合的な観点から判定する。 変形等の進行性は、必要に応じて地山挙動調査等も調べた上で評価する。	

4)鋼材腐食

覆工の補修対策等で用いられている鋼材において、鋼材腐食に関しては、付表-3.1.12 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.12 鋼材腐食に対する判定区分

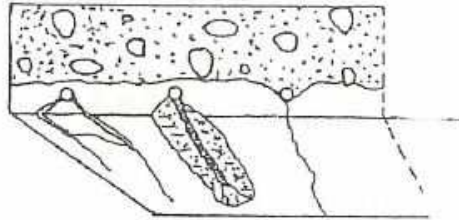
I	鋼材腐食が生じてない、またはあっても軽微なため、措置を必要としない状態
II	孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるものや、表面的あるいは小面積の腐食があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が損なわれているため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が著しく損なわれているため、緊急に措置を講じる必要がある状態

補足) 鉄筋コンクリート構造で、鉄筋が露出している箇所を含む。

付表-3.1.13 鋼材腐食に対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		鋼材腐食が生じてない、またはあっても軽微なため、措置を必要としない状態
II		孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるものや、表面的あるいは小面積の腐食があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が損なわれているため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が著しく損なわれているため、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	坑門コンクリートのように、鋼材が構造部材として使用されている場合、また、坑口部で鉄筋が使用されている場合は、その影響を考慮して判定する。	

[ひび割れ、はく落が見られ鉄筋が露出している。]



はく落している
周囲の打音
検査



ういている箇所はできるだけたたき落としたが、残存しており、ひび割れも伴う。コンクリートも全体に劣化しておりはく落した場合は交通の支障となる。

付図-3.1.2 鋼材腐食の例



付写真-3.1.2 鋼材腐食の例

5)巻厚の不足または減少、背面空洞

巻厚の不足または減少に関しては、付表-3.1.14 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.14 巻厚の不足または減少に対する判定区分

I	材質劣化等がみられないか、みられても、巻厚の不足または減少がないため、措置を必要としない状態
II	材質劣化等により巻厚が不足または減少し、将来的に構造物の機能が損なわれる可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	材質劣化等により巻厚が不足または減少し、構造物の機能が損なわれたため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	材質劣化等により巻厚が著しく不足または減少し、構造物の機能が著しく損なわれたため、緊急に措置を講じる必要がある状態

また、巻厚不足と背面空洞の双方が確認された場合には、突発性の崩壊のおそれがあるため、付表-3.1.15 を参考に判定を行う。

付表-3.1.15 突発性の崩壊のおそれに対する判定区分

I	覆工背面の空洞が小さいもしくはない状態で、巻厚が確保され、措置を必要としない状態
II	アーチ部または側面の覆工背面に空洞が存在し、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	アーチ部の覆工背面に大きな空洞が存在し、背面の地山の落下により構造物の機能が損なわれる可能性が高いため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	アーチ部の覆工背面に大きな空洞が存在し、有効な巻厚が少なく、背面の地山の落下により構造物の機能が損なわれる可能性が極めて高いため、緊急に措置を講じる必要がある状態

【判定の目安例（巻厚の不足又は減少）】

巻厚の不足または減少は、おもに、覆工コンクリートの材質劣化の進行にともなって生じる場合、または、覆工コンクリートの施工時に型枠内に十分にコンクリートが充填されずに巻厚が設計値より不足する場合により生じると考えられる。

このような現象は特に矢板工法によって建設されたトンネルに対して留意すべき事項である。

覆工コンクリートの表面に不規則なひび割れがみられている場合や、打音検査により異音が確認された場合、あるいは規模が大きい豆板等が見られている場合等においては、材質劣化や凍害により巻厚が不足または減少していると想定される覆工スパンや箇所を対象に、必要に応じて定期点検時にボーリングや非破壊検査等によって巻厚調査や覆工コンクリート強度に関する調査を計画的に行うことが望ましい。

設計巻厚に対する有効巻厚の比に関して、判定区分がⅡ～Ⅳに対する判定の目安例として、付表-3.1.16 に示す。

付表-3.1.16 巻厚の不足または減少に対する判定の目安例（矢板工法の場合）

箇所	主な原因	有効巻厚／設計巻厚			判定区分
		1/2 未満	1/2 ～2/3	2/3 以上	
アーチ・側壁	経年劣化 凍害 アルカリ骨材反応 施工の不適切等			○	Ⅱ
			○		Ⅱ、Ⅲ
		○			Ⅲ、Ⅳ

補足）有効巻厚／設計巻厚が1/2 未満は判定区分Ⅲ、1/2～2/3 は判定区分Ⅱを基本とするが、巻厚不足に起因するひび割れや変形の発生が認められる場合、判定区分をそれぞれⅣ、Ⅲへ1ランク上げて判定することが考えられる。なお、有効巻厚としてはコンクリートの設計基準強度以上の部分とし、設計基準強度が不明な場合は15N/mm²以上の部分とする。

【判定の目安例（突発性の崩壊のおそれ）】

巻厚不足および背面空洞が確認されるトンネルでは、突発性の崩壊のおそれがある。突発性の崩壊とは、見かけ上の変状が小さい状況で、覆工が突然に崩壊することをいう。過去の事例では、とくに矢板工法のトンネルにおいてアーチ部の背面空洞が深さ 30cm 程度以上あり、有効な巻厚が 30cm 以下で、背面の地山が岩塊となって崩壊し、突発性の崩壊に至った事例がある。突発性の崩壊のおそれについては背面空洞の位置と規模、ならびに巻厚不足が目安となる。突発性の崩壊の判定区分に対する判定の目安例を付表-3.1.17 に示す。

ただし、突発性の崩壊のおそれについては、近接目視や打音検査のみでは把握することが困難となることが多いため、予防保全の観点から非破壊検査等によって覆工巻厚や背面空洞を把握することが望ましい。また、画一的な評価をとることが難しく、変状の発生状況や、発生規模、周辺の地形・地質条件等を勘案し、総合的に判断する必要があることに留意する。

付表-3.1.17 突発性の崩壊のおそれに対する判定の目安例^{補足1)}

背面空洞深さ 覆工巻厚（有効巻厚）	大 ^{補足2)} (30cm 以上程度)	小 (30cm 未満程度)
小 (30cm 未満程度)	Ⅲ、Ⅳ ^{補足3)}	— ^{補足5)}
大 (30cm 以上程度)	Ⅱ、Ⅲ ^{補足4)}	

補足 1) 本表は矢板工法による道路トンネル（二車線程度）を想定した場合の目安例である。

補足 2) 判定にあたっては、背面空洞および巻厚不足箇所の平面的な広がりも考慮する。

補足 3) 地山の状態や覆工の性状が比較的良好な場合は、Ⅲとして判定することができる。

補足 4) 背面空洞が側面の場合、あるいは地山の状態や覆工の性状が比較的良好な場合は、Ⅱとして判定することができる。

補足 5) 背面空洞の深さが 30cm 程度未満の場合は、覆工の性状や土砂流入の状態によって判定する。

付表-3.1.18 巻厚の不足または減少に対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		材質劣化がない。 巻厚の減少を伴わない材質劣化である。
II		巻厚/設計巻厚=2/3 以上もしくは、巻厚/設計巻厚=1/2～2/3 で、巻厚の減少に起因するひび割れや変形が認められない。
III		巻厚/設計巻厚=1/2～2/3 で、巻厚の減少に起因するひび割れや変形が認められる。 巻厚/設計巻厚=1/2 未満で、巻厚の減少に起因するひび割れや変形が認められない。
IV	—	巻厚/設計巻厚=1/2 未満で、巻厚の減少によるひび割れや変形が認められる。
備考	本表は参考例であり、トンネルの立地条件や変状状況に応じて判定区分は異なることがある。 たとえば、設計巻厚 50cm 実巻厚 60cm で、設計基準強度以下の部分が 20cm の場合には巻厚は 40cm であり、このときの劣化度合いは 2/3 以上となる。ただし巻厚として 30cm を確保できない場合は、判定区分Ⅲについては他の要因も考慮して判定する。	

6)漏水等による変状

漏水等による変状に関しては、付表-3.1.19 を考慮して判定を行う。

付表-3.1.19 漏水等による変状に対する判定区分

I	漏水がみられないもの、または漏水があっても利用者の安全性に影響がないため、措置を必要としない状態
II	コンクリートのひび割れ等から漏水の滴水または浸出があり、または、排水不良により舗装面に滞水を生じるおそれがあり、将来的に利用者の安全性を損なう可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III	コンクリートのひび割れ等から漏水の流下があり、または、排水不良により舗装面に滞水があり、利用者の安全性を損なう可能性があるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV	コンクリートのひび割れ等から漏水の噴出があり、または、漏水に伴う土砂流出により舗装が陥没したり沈下する可能性があるため、寒冷地においては漏水等によりつららや側氷等が生じ、利用者の安全性を損なうため、緊急に措置を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

漏水等による変状について、判定区分がⅡ～Ⅳに対する判定の目安例として、付表-3.1.20 に示す。

付表-3.1.20 漏水等による変状に対する判定の目安例

部位 区分	主な現象	漏水の度合				判定区分
		噴出	流下	滴水	浸出 (にじみ)	
アーチ	漏水			○	○	Ⅱ
			○			Ⅲ
		○				Ⅳ
	つらら					Ⅲ、Ⅳ
側壁	漏水			○		Ⅱ
			○			Ⅱ
		○				Ⅲ
	側氷					Ⅲ、Ⅳ

上記のほか、路面への土砂流出、滞水、凍結が認められ、利用者に影響を及ぼすと考えられる場合は、一般的にⅢまたはⅣとする。

補足) 土砂流入等による排水機能の低下が著しい場合、路面・路肩の滞水による車両の走行障害が生じている場合、路床路盤の支持力低下が顕著な場合、舗装の劣化、氷盤の発生、つらら、側氷等による道路利用者への影響が大きい場合は判定区分を1ランク上げて判定することが考えられる。
また、判定にあたっては、降雨の履歴や規模、および部位区分の影響を考慮し判定する。

付表-3.1.21 漏水等による変状に対する判定区分別変状例

定区分	変状写真	変状概要
I		漏水がみられないもの、または漏水があっても利用者の安全性に影響がないため、措置を必要としない状態
II		コンクリートのひび割れ等から漏水の滴水または浸出があり、将来的に利用者の安全性を損なう可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		コンクリートのひび割れ等から漏水の流下があり、利用者の安全性を損なう可能性があるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		コンクリートのひび割れ等から漏水の噴出があり、利用者の安全性を損なうため、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	漏水範囲の拡大や漏水量の増加は、背面の地山の緩みや降水量の増加と関連がある。特に前者の場合は地山の緩みの増加によって透水のしやすさが促進したり、地山が浸食されたりするケースがあるので、突発性の崩壊の防止をはかる観点から検討及び判定する。	

付表-3.1.22 側氷、土砂流出に対する判定区分別変状例

判定区分	変状写真	変状概要
I		漏水がみられないもの、または漏水があっても利用者の安全性に影響がないため、措置を必要としない状態
II		排水不良により舗装面に滞水を生じるおそれがあり、将来的に利用者の安全性を損なう可能性があるため、予防保全の観点から措置を必要とする状態
III		排水不良により舗装面に滞水があり、利用者の安全性を損なう可能性があるため、早期に措置を講じる必要がある状態
IV		漏水に伴う土砂流出により舗装が陥没したり沈下する可能性があり、寒冷地においては漏水等によりつららや側氷等が生じ、利用者の安全性を損なうため、緊急に措置を講じる必要がある状態
備考	路面の滞水は単に車両走行の障害を招くのみでなく、路床路盤の支持力を低下させ、舗装そのものの破壊を招いたり、寒冷地では冬期に氷盤を発生させやすいことを踏まえ判定する。	

(2) 附属物

1)異常判定区分

附属物等の取付状態は、付表-3.1.23 を考慮して判定を行う。(以下、異常判定)

また、利用者被害を与えるような異常が発見された場合には、被害を未然に防ぐための応急措置として、ボルトの緩みの締め直し等を行うものとし、異常判定は応急措置を行った後の状態で行う。さらに、定期点検の終了後、異常判定結果を定期点検記録としてまとめる。

付表-3.1.23 附属物等に対する異常判定区分

異常判定区分	異常判定の内容
×	附属物等の取付状態に異常がある場合
○	附属物等の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合

異常判定区分×

「×判定」は以下に示すような状況である。

- (a)利用者被害のおそれがある場合。腐食の進行等により、近い将来破断するおそれがある場合も含む。
- (b)ボルトの緩みを締め直したりする応急措置が講じられたとしても、今後も利用者被害の可能性が高く、再固定、交換、撤去や、設備全体を更新するなどの方法による対策が早期に必要な場合。

異常判定区分○：

「○判定」は以下に示すような状況である。

- (a)異常はなく、特に問題のない場合。
- (b)異常はあるが、軽微で進行性や利用者被害のおそれはなく、特に問題がないため、対策が必要ない場合。
- (c)ボルトの緩みを締め直しする応急措置が講じられたため、利用者被害のおそれはなく、特に問題がないため、対策の必要ない場合。
- (d)異常箇所に対策が適用されて、その対策の効果が明らかな場合。

附属物等の取付状態に対する異常は、外力に起因するものが少ないと考えられ、原因推定のための調査を要さない場合が少なくない。また、附属物等の取付状態の異常は、利用者被害につながるおそれがあるため、異常箇所に対しては再固定、交換、撤去する方法や、設備全体を更新するなどの方法による対策を早期に実施する必要がある。一方で、トンネル本体工に比べて、対策も比較的容易に実施できる場合が多い。以上を踏まえ、判定区分は「×」(早期に対策を要するもの)と、「○」(対策を要さないもの)の2区分としている。

2)判定区分

附属物に関する定期点検の判定区分を付表-3.1.24 に示す。

付表-3.1.24 定期点検による異常判定区分一覧表

異常の種類	判定区分×	附属物 本体	取付部材	ボルト・ ナット アンカー 類
破断	破断が認められ、落下するおそれがある場合		●	●
緩み、脱落	緩みや脱落があり、落下するおそれがある場合			●
亀裂	亀裂が確認され、落下するおそれがある場合	●	●	●
腐食	腐食が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	●
変形、欠損	変形や欠損が著しく、損傷が進行するおそれがある場合	●	●	
がたつき	がたつきがあり、変形や欠損が著しく、落下するおそれがある場合	●	●	

●：該当箇所

3)留意点

- ・定期点検の際には、現地にて前回の定期点検時の点検結果を携行し、前回定期点検の異常と照合しながら異常の進行性を把握する必要がある。
- ・ボルトの緩みを締め直する応急措置が講じられ、利用者被害の可能性はなくなった場合でも、締め直しを行った記録を行うことが望ましい。
- ・灯具の取付部材に多数の異常が確認され、附属物自体の腐食や機能低下も進行している場合などは、設備全体を更新するなどの方法も含め、個別に対応を検討することが望ましい。
- ・腐食の進行等により、近い将来破断するおそれがあるものについては「×」とする。
- ・アンカーボルト付近に生じた覆工コンクリートのひび割れが脱落の原因となるおそれがあることに留意する。

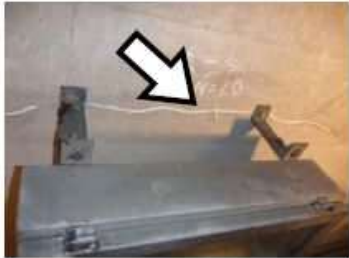
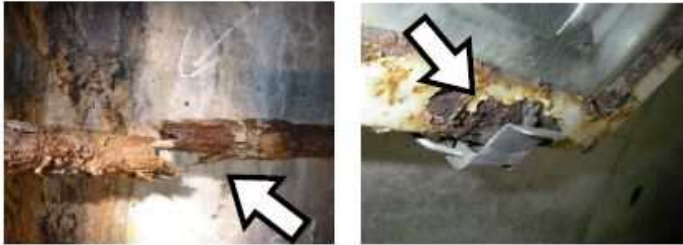
付表-3.1.25 附属物に対する異常写真例

判定区分	異常写真	異常概要
×		【取付部材】 取付部材の腐食・欠損 落下の危険性がある
×		【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの腐食 落下の危険性がある
×		【照明本体取付部】 照明取付部材の腐食・遊離石灰の付着 落下の危険性がある

付表-3.1.26 附属物に対する異常写真例

判定区分	異常写真	異常概要
×		【取付部材】 取付部材の変形、はずれ 落下の危険性がある
×		【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの腐食 落下の危険性がある
×		【照明本体取付部】 照明取付部材の腐食 落下の危険性がある

付表-3.1.27 附属物に対する異常写真例

判定区分	異常写真	異常概要
×		【取付部材】 配管の取付部材の、腐食、亀裂、欠損 落下の危険性がある
×		【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの緩み、脱落 落下の危険性がある
×		【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの亀裂 落下の危険性がある
×		【照明本体取付部】 照明本体取付部の覆工コンクリートのひび割れ 落下の危険性がある
×		【取付部材】 配管や照明等の取付部材の変形・欠損 落下の危険性がある

資料Ⅱ

道路トンネルの変状原因と特徴

(1) 外力による変状

ア. 緩み土圧

緩み土圧は、地山が自然に緩み、自重を支えられなくなり、覆工に荷重として作用する鉛直圧を主体とするものである。このため、アーチの天端に道路トンネル縦断方向の開口性ひび割れを生じるものが多い。

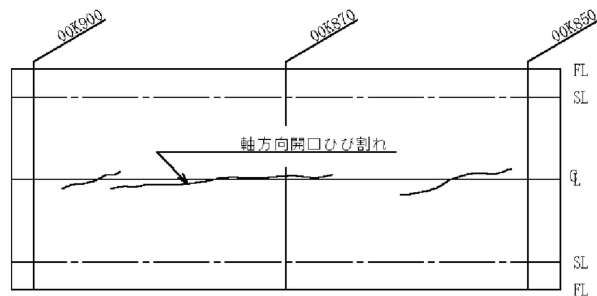


図1 緩み土圧の変状展開図の例

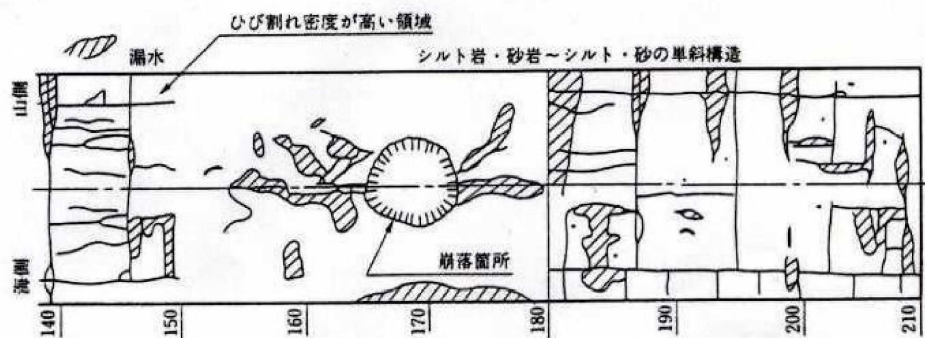


図2 緩み土圧(限定域に集中的に作用の例)

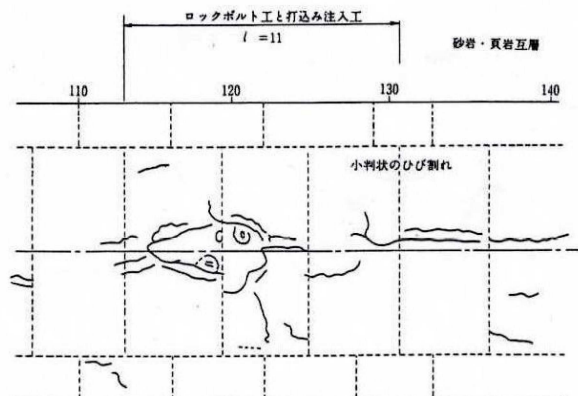


図3 緩み土圧(限定域の境界に集中的に作用する例)

イ. 突発性の崩壊

道路トンネルの上部に比較的大きい空げきがあり、空げきの上部の岩塊が何らかの理由で地山と分離し落下し、場合によっては衝撃的に覆工に衝突する。覆工の強度が十分でなければ覆工を破壊し、岩塊もろとも道路トンネル内に落下する崩壊をいう。集中荷重になる場合がある。

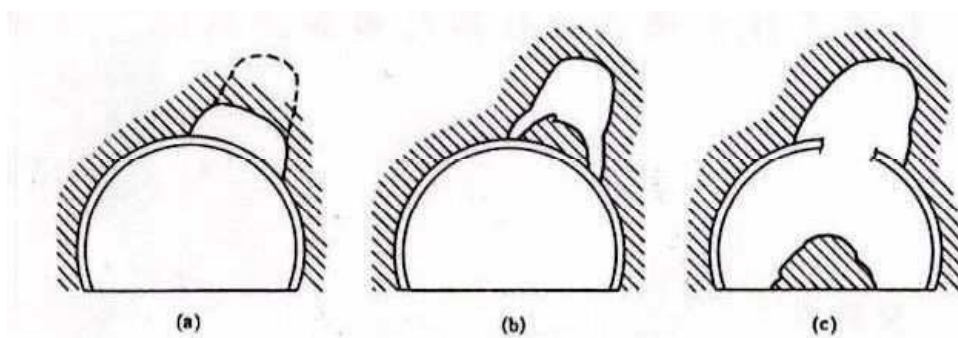


図4 突発性崩壊の例

ウ. 偏土圧

斜面下や、傾斜した片理や直交方向に緩みが生じて偏土圧が作用し、道路トンネルが変状するものである。山側アーチ肩部に水平開口ひび割れ、段差が生じることが多い。

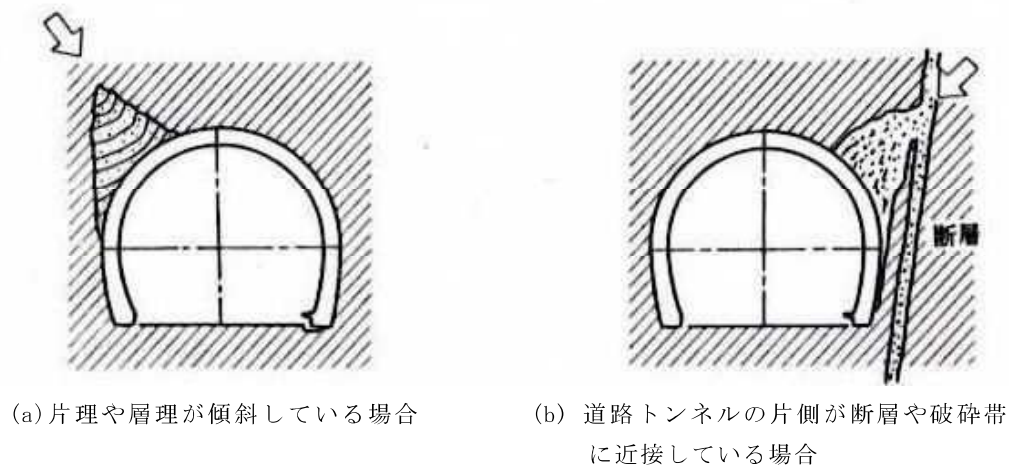


図5 層状岩盤の周辺の偏土圧の模式図

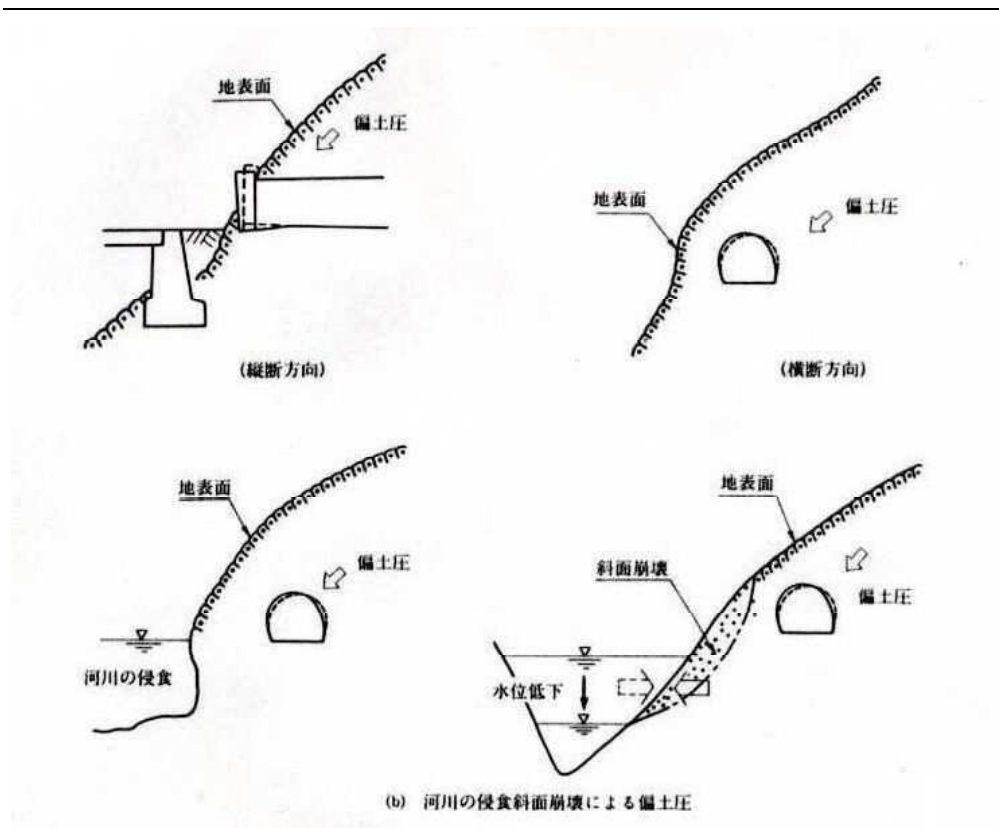


図6 偏土圧・斜面崩壊による変状模式図(斜面直下の道路トンネル)

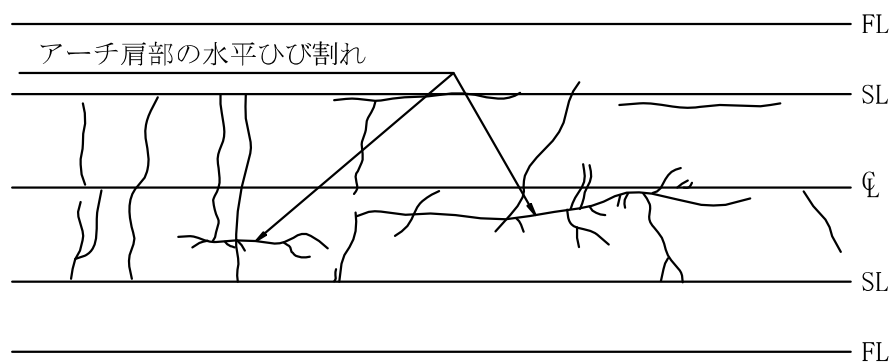


図7 偏土圧，斜面崩壊による変状の例

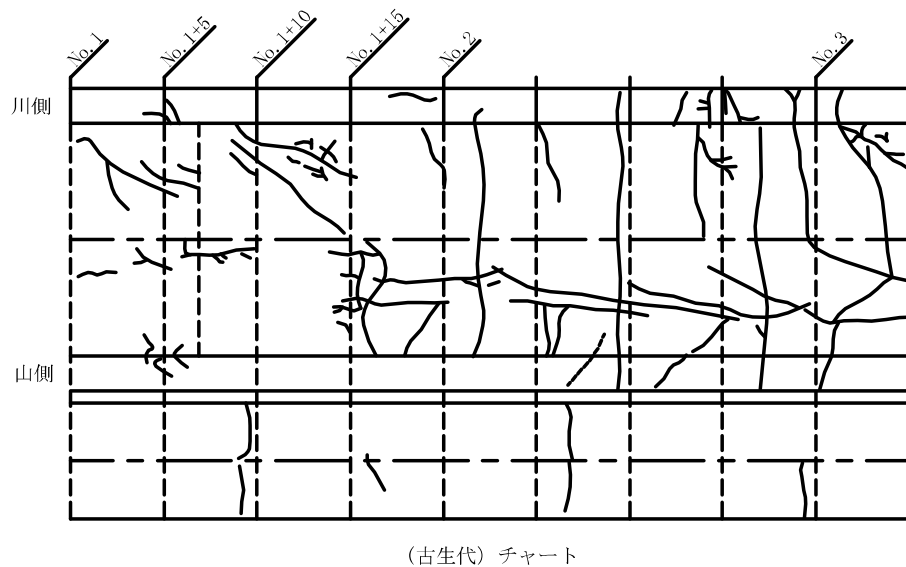


図8 偏土圧と支持力不足の複合事例

エ. 膨張性土圧（側壁，壁ぶくれ）

膨張性土圧による変状では，左右の側壁あるいはアーチの両肩に，複雑な水平ひび割れが生じやすく，アーチと側壁間に打継目がある場合には段差が生じることがある。

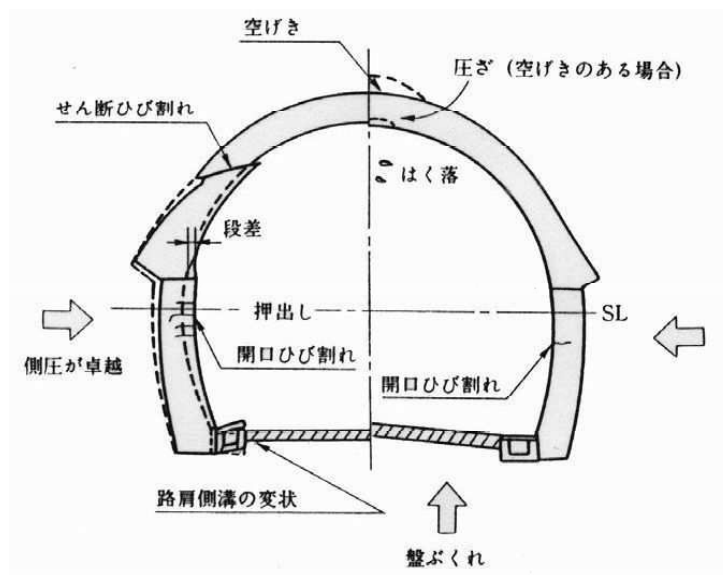


図9 膨張性土圧による変状の模式図

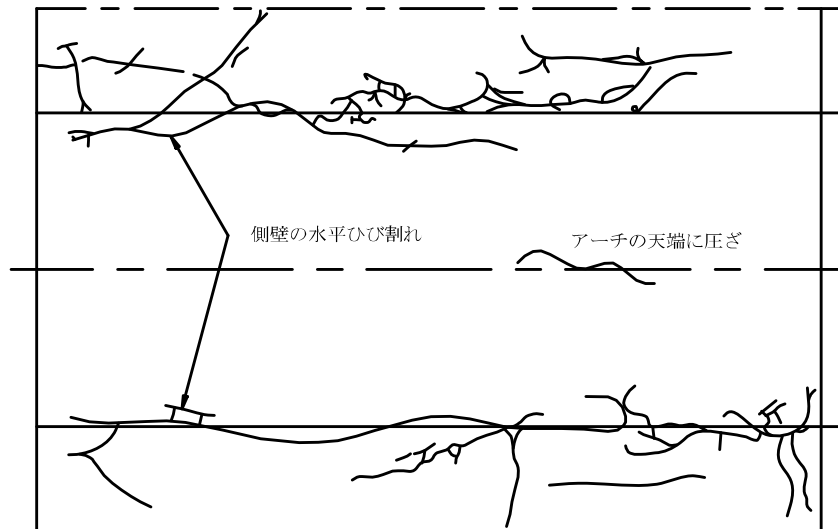


図 10 膨張性土圧による道路トンネルにおける変状展開図の例

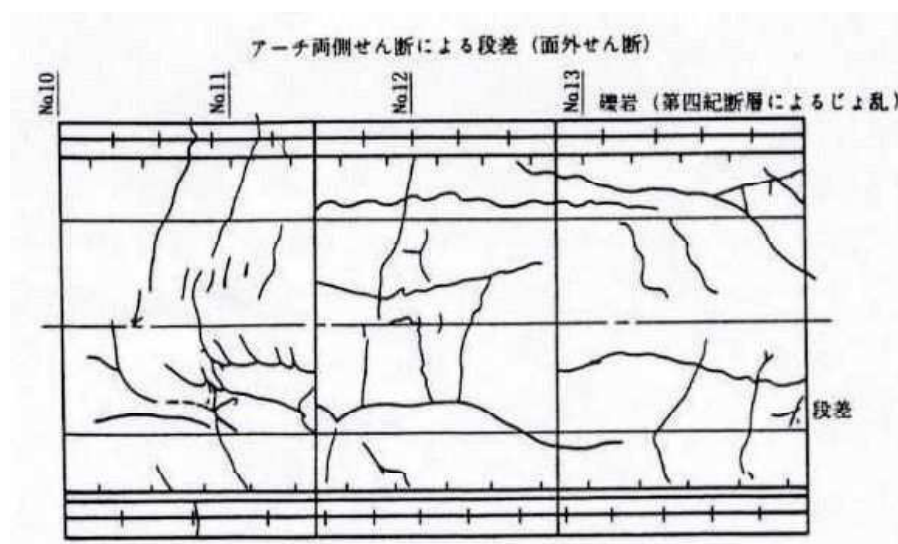


図 11 段差およびせん断による変状展開図の例

オ. 支持力不足

支持力不足が道路トンネルの変状と結びつきやすいのは、縦断的、あるいは横断的な不同沈下である。前者の場合、輪切り方向のひび割れが生じやすい。また、後者の場合は道路トンネル軸の回転を伴い、斜め方向のひび割れを生じる。

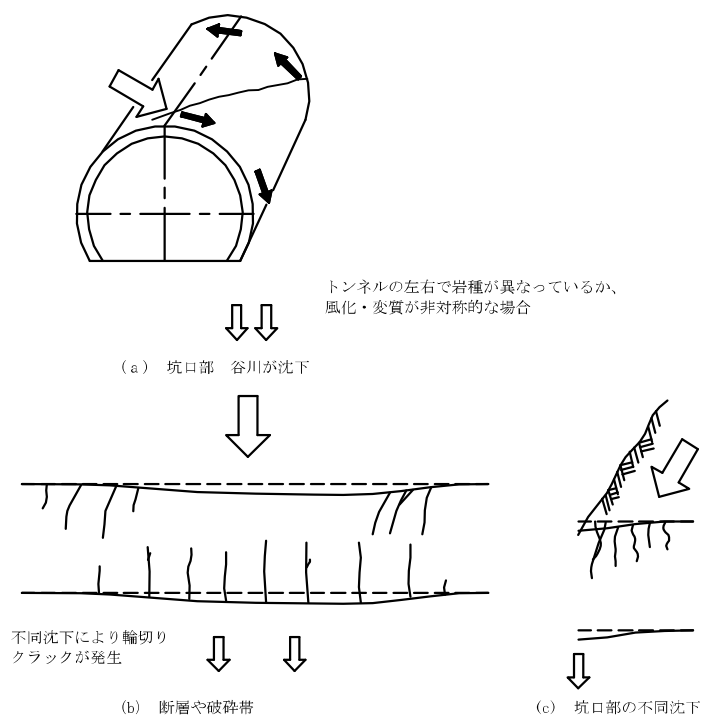


図 1 2 地山が年々劣化して支持力低下を来すもの

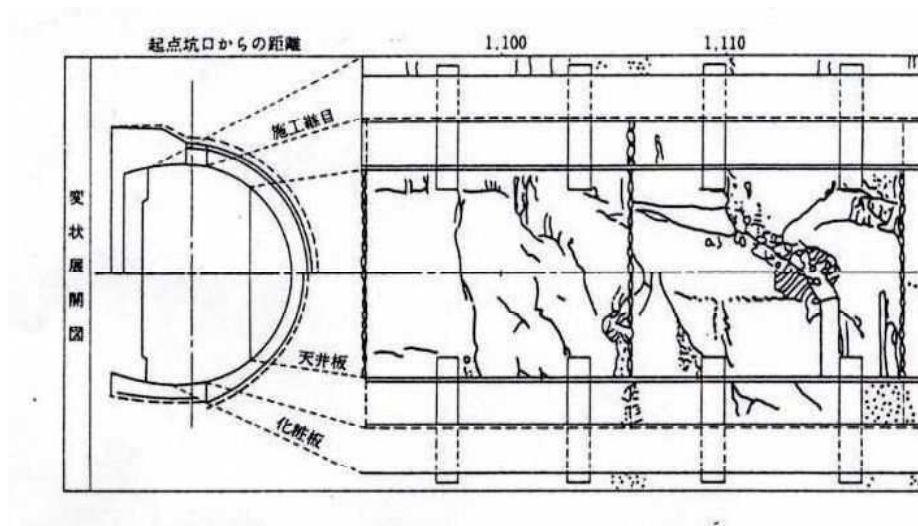


図 1 3 支持力不足・空隙の複合事例

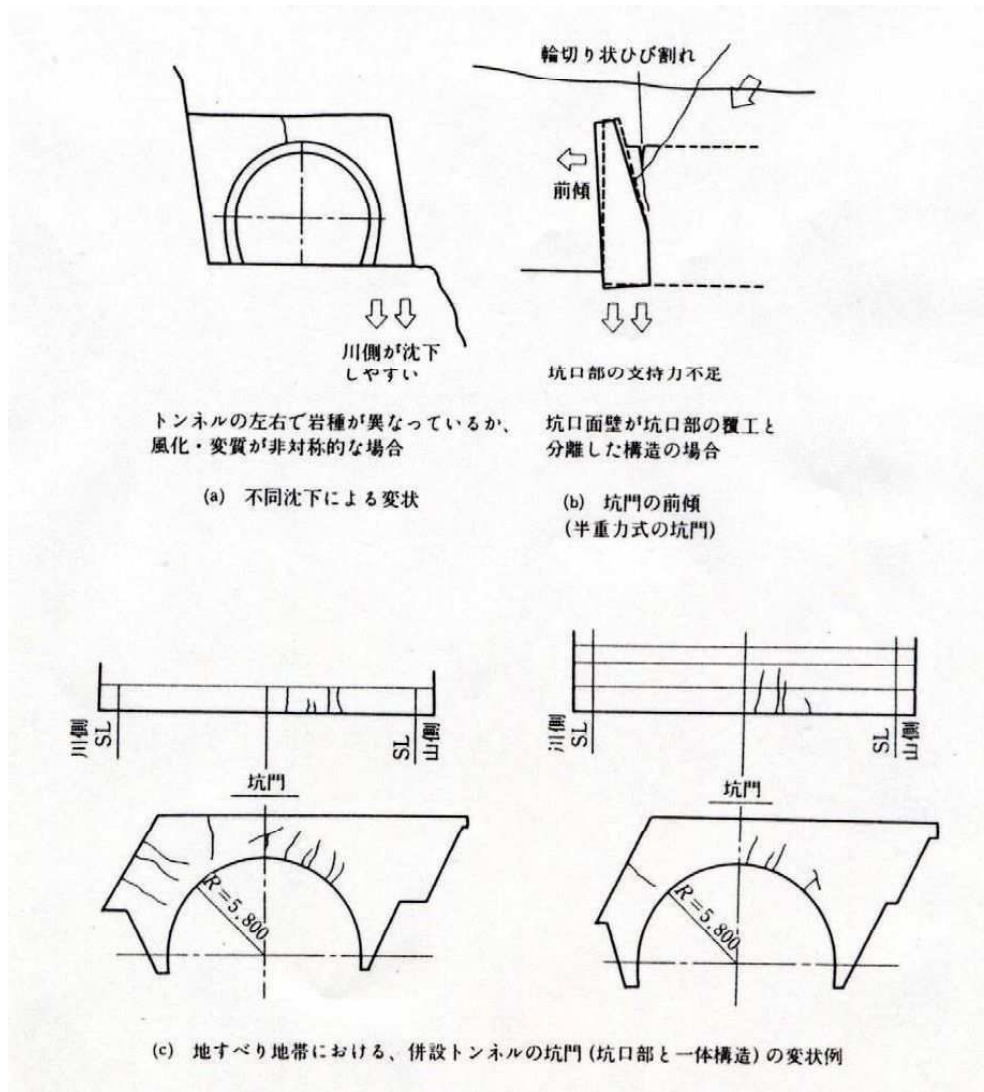


図 1 4 坑口付近の道路トンネル変状の模式図

カ. 地すべり

地すべり粘土に地下水が作用して強度を低下させ、すべり面に沿って地すべり土塊を滑動させ、道路トンネルが変状するものをいう。地すべりによる変状は道路トンネルとすべり面の位置関係により変状形態が異なる。

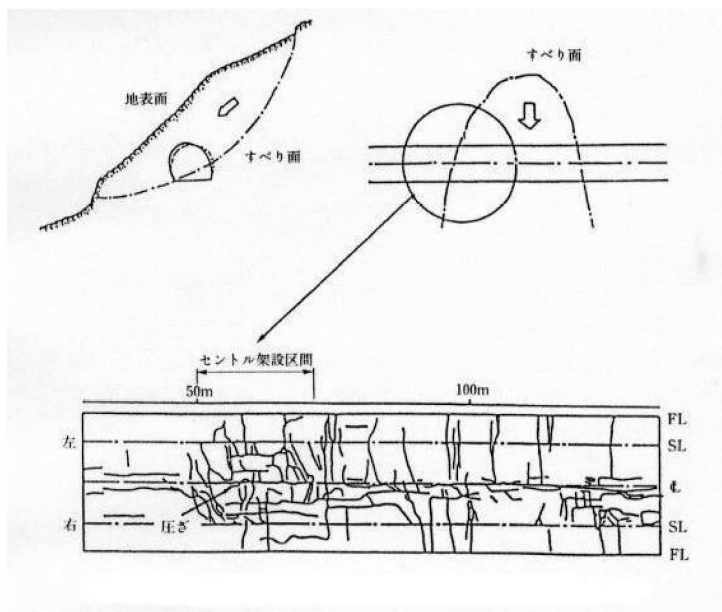


図 15 地すべり

キ. 水圧・凍上圧

水圧・凍上圧は、漏水と深くかかわっており、道路トンネルに作用する場合は通常、側圧が卓越し、側壁あるいはアーチ肩部の水平ひび割れが生じることが多い。

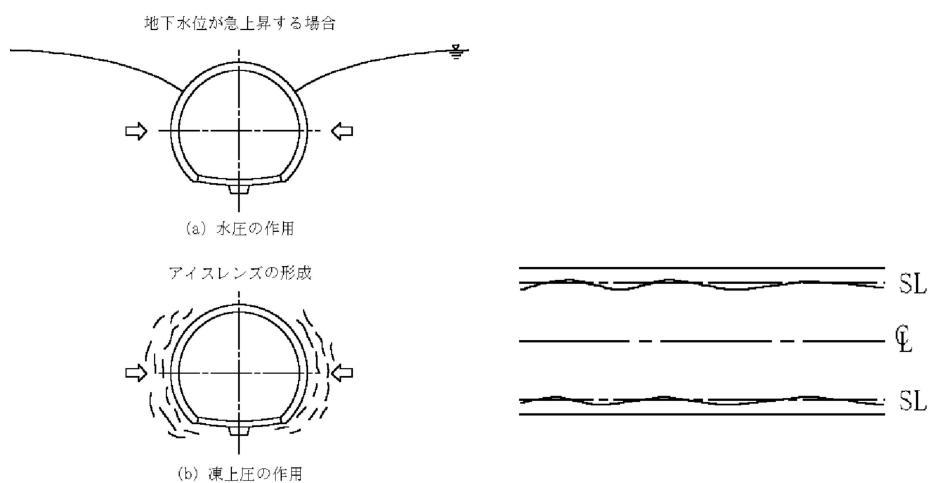


図 16 水圧・凍上圧

(2) その他の変状

表 1 材質劣化等による変状 (その 1)

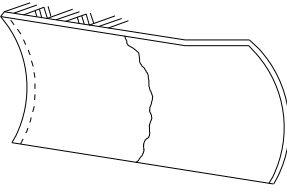
原 因		概 要	備 考
材質劣化による変状	経年劣化	ここでの経年劣化はコンクリートの中性化を主たる内容とする。コンクリートの中性化は、主としてコンクリート中の強アルカリ生成物である水酸化カルシウムが、大気中の炭酸ガスと反応してアルカリ性を失い、中性化する現象をいう。	
	凍 害	寒冷地の道路トンネルでは、凍害は覆工の劣化要因の中で最も問題となることが多い要因である。凍害の発生機構は、コンクリート中の水分の凍結およびそれに伴う体積膨張にある。	
	塩 害	塩害による変状には、コンクリート中の鋼材腐食、海水とコンクリートの反応によるコンクリートの多孔質化などがある。	
	有害水	背面地山中の地下水には、火山地帯に見られる弱酸性水などのように、覆工にとって有害成分を含むものがあり、覆工劣化をもたらす原因となる。	
	使用材料 施工方法	使用材料および施工条件に起因する変状は、発生時期は早期なものが多い。使用材料の不適切な選定として、セメントの異常膨張などがある。施工条件に起因する変状として、セメントの水和熱による温度変化とそれに伴う体積変化が地山の拘束を受けた場合にひび割れが生じる場合が考えられる。	 乾燥収縮および外気と地山の温度差によるひび割れ。

表 2 材質劣化等による変状（その 2）

原 因		概 要	備 考
材質劣化による変状	鋼材腐食	坑門等の鉄筋コンクリート構造物では、鋼材の腐食・体積膨張により、鉄筋に沿ったひび割れの助長および鋼材断面の減少・耐力低下を生じる可能性がある。	
	アルカリ骨材反応	道路トンネル覆工ではこれまでのところアルカリ骨材反応による変状事例は少ない。	
	火 災	通行車両の事故による火災時には、コンクリートは高温条件にさらされる。火災による覆工の劣化としては、強度、弾性係数等の力学的性質の低下、コンクリートの表面および内部での爆裂現象、はく離、ひび割れ等が考えられる。	
	その他	通行車両の排気ガスや煤に含まれる窒素酸化物などが漏水中の水分と化合して強い酸性水を生成する可能性がある。これまでのところ煙害による直接的変状の例は少ない。	
漏 水		漏水は、外力による変状の原因にもなるが、それ以外にも漏水自体が問題となる場合がある。	
その他	背面の空げき	覆工背面の空げきは、地山を緩め、土圧を増加させる原因となるばかりではなく、受動土圧の発生を阻害して、覆工の構造的な強度低下の原因となる。	
	巻 厚	設計巻厚が小さいことにより、想定される土圧が作用しても変状が発生する場合がある。	
	インバートなし	施工時には大きな土圧の作用がなくインバートを設置しなくとも地山の安定が得られた道路トンネルにおいて、施工後に何らかの要因により土厚が増大し、インバートを設置していないことにより変状が発生することがある。	

資料Ⅲ

定期点検調書

定期点検記録様式 変状写真台帳

施設ID											
フリガナ 名 称			路 線 名		主要地方道〇〇〇□□線		定期点検実施者			定期点検年月日	
〇〇トンネル			管理者名		〇〇建設事務所						
〇〇トンネル											
写真 番号	覆工スパン 番号										
	変状番号										
変状 部位	対象箇所										
	部位区分										
変状種類											
判定 区分	変状区分										
	応急措置前										
	応急措置後										
変状の発生範囲及び規模			前回変状の発生範囲及び規模		変状の発生範囲及び規模						
対策履歴			実施状況(実施日)		対策履歴						
メモ										メモ	
写真 番号	覆工スパン 番号										
	変状番号										
変状 部位	対象箇所										
	部位区分										
変状種類											
判定 区分	変状区分										
	応急措置前										
	応急措置後										
変状の発生範囲及び規模			前回変状の発生範囲及び規模		変状の発生範囲及び規模						
対策履歴			実施状況(実施日)		対策履歴						
メモ										メモ	
写真 番号	覆工スパン 番号										
	変状番号										
変状 部位	対象箇所										
	部位区分										
変状種類											
判定 区分	変状区分										
	応急措置前										
	応急措置後										
変状の発生範囲及び規模			前回変状の発生範囲及び規模		変状の発生範囲及び規模						
対策履歴			実施状況(実施日)		対策履歴						
メモ										メモ	

※ 健全性（応急措置後）の判定区分Ⅱ～Ⅳについて添付すること。また、点検前に実施された措置によりⅠと判定された箇所も添付すること。

※ たたき落としを実施した場合は、実施後の写真を添付すること。

※ 附属物の取付状態に関する異常写真は別途、任意の書式でとりまとめること。

※ 変状の発生範囲の規模とは、対策を行う際に参考となる変状の長さや面積をいう。

※ 応急措置を実施しないで判定した変状の判定区分は、判定区分の応急措置後の欄に記入すること。

健康全度の集計 (4 / 4)

フリガナ	〇〇トンネル	路線名	主要地方道〇〇〇〇線	点検業者・点検者名	点検年月日	2014年7月1日
名称	〇〇トンネル	事務所名	〇〇建設事務所	調査業者・調査技術者名		

スパン	1	2	3	4	5
健全性	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ

スパン	6	7	8	9	10
健全性	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅲ

スパン	11	12	13	14
健全性	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	

集計

健全度	スパン数
Ⅳ	0
Ⅲ	2
Ⅱ	3
Ⅰ	8

総合判定

健全度	Ⅲ
-----	---

健全度の集計

■定期点検記録様式 健全性の診断の区分に関する所見

フリガナ 名 称	〇〇トンネル 〇〇トンネル	路線名 管理者名	主要地方道〇〇〇〇線 〇〇建設事務所	定期点検実施者		施設ID	
定期点検年月日							
道路トンネルの健全性の診断の区分の所見							