

付 録

目 次

1.	適用範囲	- 9 -
2.	用語の定義	- 9 -
3.	定期点検の概要	- 11 -
4.	定期点検の方法	- 14 -
4.1	点検の方法	- 14 -
4.2	点検対象箇所	- 16 -
4.3	点検における主な着目点	- 17 -
4.4	応急措置	- 28 -
4.5	調査の方法	- 29 -
5.	定期点検の体制	- 30 -
6.	健全性の診断	- 31 -
6.1	変状等の健全性の診断	- 33 -
6.2	トンネル毎の健全性の診断	- 54 -
7.	措置	- 55 -
8.	記録	- 58 -

1. 適用範囲

本付録は、「道路トンネル定期点検基準」に基づき定期点検を行う際に、実務上参考となる資料をとりまとめたものである。

なお、山岳トンネル工法や矢板工法を含めた山岳工法によって建設されたトンネルの維持管理に適用し、トンネル本体工やトンネル内附属物の取付状態に関する維持管理に参考となる点検、健全性の診断、措置および記録について、方法や考え方を示している。また、シールド工法や開削工法等によってトンネルが建設される場合、使用されている材料や部位の考え方が山岳工法で建設されたトンネルとは異なるため、本付録に記載されている判定基準や判定区分をそのまま使用することができない場合があることに留意する必要がある。

2. 用語の定義

■実施項目

(1) 定期点検

トンネルの最新の状態を把握するとともに、次回の定期点検までに必要な措置等の判断を行う上で必要な情報を得るために行うもので、一定の期間毎に定められた方法で点検^{※1}を実施し、必要に応じて調査^{※2}を行うこと、その結果をもとにトンネル毎での健全性を診断^{※3}し、記録^{※4}を残すことをいう。

※1 点検

トンネル本体工の変状やトンネル内附属物の取付状態の異常を発見し、その程度を把握することを目的に、必要な機器を用いてトンネル本体工やトンネル内附属物の状態を検査することをいう。必要に応じて応急措置^{※5}を実施する。

※2 調査

点検により発見された変状の状況や原因等をより詳しく把握し、対策の必要性およびその緊急性を判定するとともに、対策を実施するための設計・施工に関する情報を得ることをいう。

※3 健全性の診断

点検および調査結果により把握された変状・異常の程度を判定区分に応じて分類することである。定期点検では、変状等の健全性の診断と、トンネル毎の健全性の診断を行う。

※4 記録

点検結果、調査結果、健全性の診断、措置または措置後の確認結果は適時、点検表に記録する。

※5 応急措置

点検作業時に、利用者被害の可能性のあるコンクリートのうき・はく離部を撤去したり、附属物の取り付け状態の改善等を行うことをいう。

(2) 措置

点検・調査の結果に基づいて、トンネルの機能や耐久性等を回復させることを目的に、対策、監視を行うことをいう。具体的には、対策、定期的あるいは常時の監視、緊急に対策を講じることが出来ない場合などの対応として、通行規制・通行止めがある。

(3) 対策

対策には、短期的にトンネルの機能を維持することを目的とした応急対策^{※6}と中～長期的にトンネルの機能を回復・維持することを目的とした本対策^{※7}がある。

※6 応急対策

定期点検などで、利用者被害が生じる可能性が高い変状が確認された場合、調査や本対策を実施するまでの期間に限定し、短期的にトンネルの機能を維持することを目的として適用する対策をいう。

※7 本対策

中～長期的にトンネルの機能を回復・維持することを目的として適用する対策をいう。

(4) 監視

応急対策または本対策を実施した箇所、もしくは健全性の診断の結果、当面は応急対策または本対策の適用を見送ると判断された箇所に対し、変状の挙動を追跡的に把握することをいう。

■定期点検の対象

(5) トンネル本体工

覆工、坑門、内装板、天井板、路面、路肩、排水施設および補修・補強材をいう。

(6) 取付金具

天井板や内装板、トンネル内附属物^{※8}を取り付けるための金具類をいい、吊り金具、ターンバックル、固定金具、アンカーボルト・ナット、継手等をいう。

※8 附属物

付属施設^{※9}、標識、情報板、吸音板等、トンネル内や坑門に設置される物の総称をいう。

※9 付属施設

道路構造令第34条に示されるトンネルに付属する換気施設（ジェットファン含む）、照明施設および非常用施設をいう。また、上記付属施設を運用するために必要な関連施設、ケーブル類等を含めるものとする。

■体制

(7) 点検員

点検員は、点検作業に臨場して点検作業班の統括及び安全管理を行う。また、利用者被害の可能性のある変状・異常を把握し、応急措置や応急対策、調査の必要性等を判定する。

(8) 点検補助員

点検補助員は、点検員の指示により変状・異常箇所の状況を具体的に記録するとともに、写真撮影を行う。

(9) 調査技術者

調査技術者は、点検結果から調査が必要と判断された場合、変状の原因、進行を推定し、適切な調査計画を立案し、調査を実施する。また、調査結果から健全性の診断を行い、利用者被害の発生の可能性や本対策の方針、実施時期を提案する。

■変状とその種類

(10) 変状等

トンネル内に発生した変状※10 と異常※11 の総称をいう。

※10 変状

トンネル本体工の覆工、坑門、天井板本体等に発生した劣化の総称をいう。

※11 異常

トンネル内附属物やその取付金具に発生した不具合の総称をいう。

(11) 外力

トンネルに外部からの作用する力であり、緩み土圧、偏土圧、地すべり土圧、膨張性土圧、水圧、凍上圧等の総称をいう。

(12) 材質劣化

使用材料の品質が時間の経過とともに劣化が進行するものであり、コンクリートの中酸化、アルカリ骨材反応、鋼材の腐食、凍害、塩害、温度変化、乾燥収縮等の総称をいう。

(13) 漏水

覆工背面地山の地下水が、覆工コンクリートに生じたひび割れ箇所や目地部を通過し、トンネル坑内側に流出する変状をいう。なお、漏水等による変状には、冬期におけるつららや測氷が生じる場合も含む。

3. 定期点検の概要

道路トンネルの維持管理では、メンテナンスサイクル（点検、診断、措置、記録）を定められた期間で確実に実施することが重要である。

定期点検は、メンテナンスサイクルのうち、巡回等の日常的な維持管理や事故、災害時の緊急的な維持管理と区別し、定められた頻度や方法で点検を実施し、その結果を定量的・定性的に診断し、点検表に記録を残す一連の行為を指す。

定期点検を対象としたメンテナンスサイクルの基本的なフローを図 3. 1 に示す。

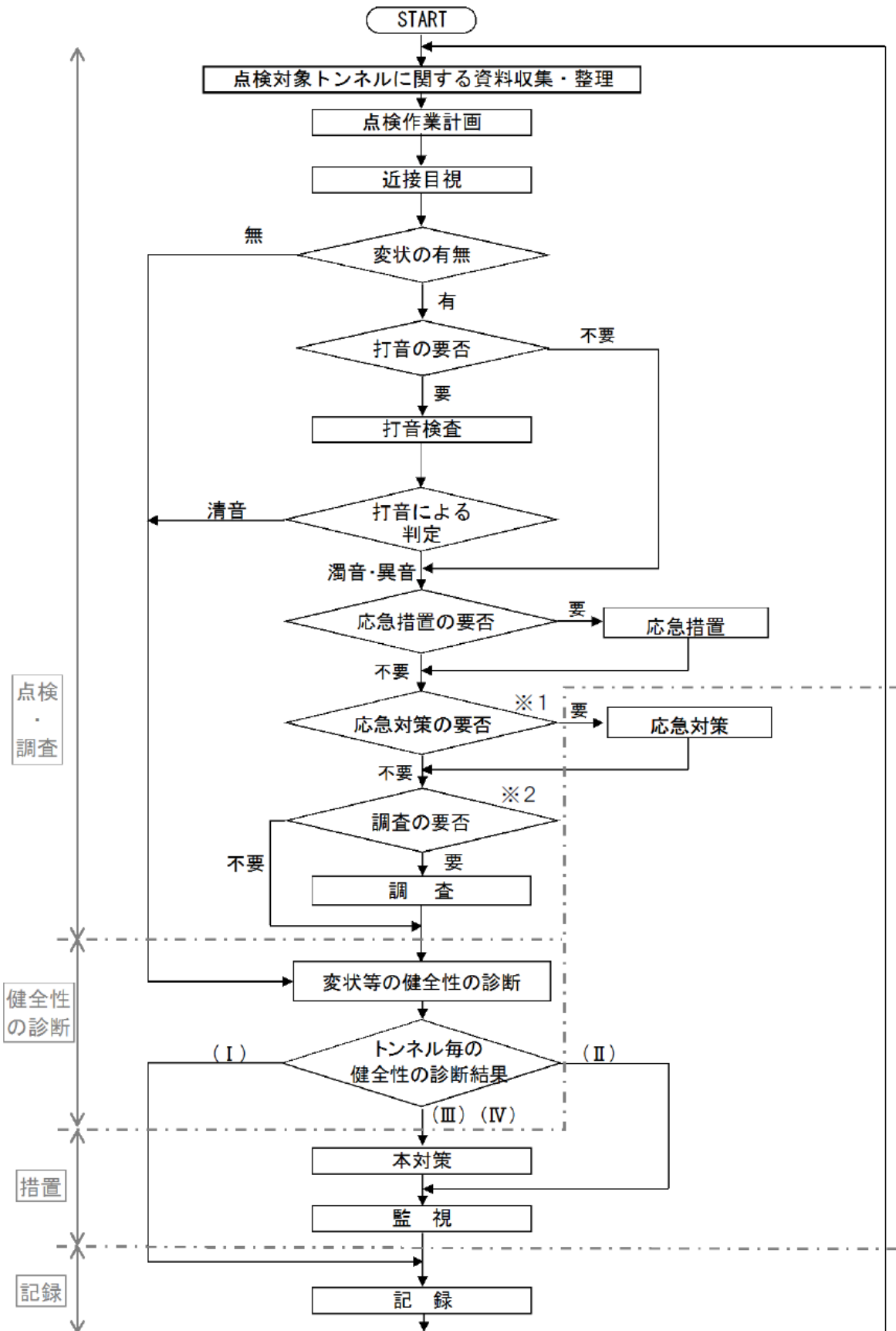


図 3.1 定期点検を対象としたメンテナンスサイクルの基本的なフロー

※1 応急対策の要否

利用者被害防止のための応急対策を実施し、変状原因の推定のための調査を実施した上で、本対策を適用する必要があるものと、変状原因が明らかであり（既に調査が行われている場合も含む）、調査を省略して、応急対策に代えて本対策を適用できるものを判断することで、対策を合理的に実施するためのものである。

※2 調査の要否

変状原因の推定のための調査を実施し、本対策の要否およびその緊急性の判定を行う必要があるものと、変状原因が明らかであり（既に調査が行われている場合も含む）、調査を省略して本対策の要否およびその緊急性の判定ができるものを判断することで、調査を合理的に実施するためのものである。

また、調査が長期間となる場合は、調査の要否を判定すると同時に「6。健全性の診断」を参照し、その変状等の健全性の診断を行い、記録するのが望ましい。

調査を行う場合の実施項目と内容は、「4.5 調査の方法」を参照のこと。

4. 定期点検の方法

4.1 点検の方法

トンネル点検の代表的手法である、近接目視、打音検査、触診を下記に示す。

また、これらの手法以外に滴水以上の漏水が見られた場合は、ストップウォッチやメスシリンダ一等で1分間当たりの漏水量を測定し、記録を作成しておくことが望ましい。

(1) 点検の代表的手法

1) 近接目視

日常的な施設の状態把握では、発見しづらい変状・異常があるアーチの上部や、坑門の上部等に対して、トンネル点検車等により触診や打音検査を行うことができる距離まで接近し、ひび割れ、うき、はく離、漏水の状況、トンネル内附属物の取付状態を観察する。ひび割れについては、必要に応じてその位置、長さ、幅、段差等を目盛り付きルーペまたはクラックスケールを用いて計測する。また、ひび割れの形態を開口、圧ざ、段差等に分類して整理し、点検表に記載する。

なお、覆工表面は排気ガス等で汚れている場合があり、必要に応じて清掃し、変状・異常の把握に努めることが望ましい。



写真- 4.1。1 近接目視作業状況

2) 打音検査

打音検査にあたっては、頭部重量 100～300g 程度の点検用ハンマーを用いて、近接目視の際に認められた変状・異常箇所の周辺や、対策が施されている箇所の周辺、覆工アーチ部や水平打継ぎ目・横断目地部周辺に対し打診し、コンクリートのうき、はく離の有無とその範囲を確認する。また、附属物を取り付けるボルト、ナット等を打診し、緩み等の異常の有無を確認する。



写真- 4.1.2 打音調査作業状況

3) 触診

近接目視や打音検査で確認できないトンネル内附属物の取付状態等については、トンネル点検車等により点検対象物に接近し、直接手で触れて固定状況や損傷の有無を確認する。



写真- 4.1.3 触診作業状況

4.2 点検対象箇所

点検対象箇所は、下図に示すとおりとする。

【対象箇所】

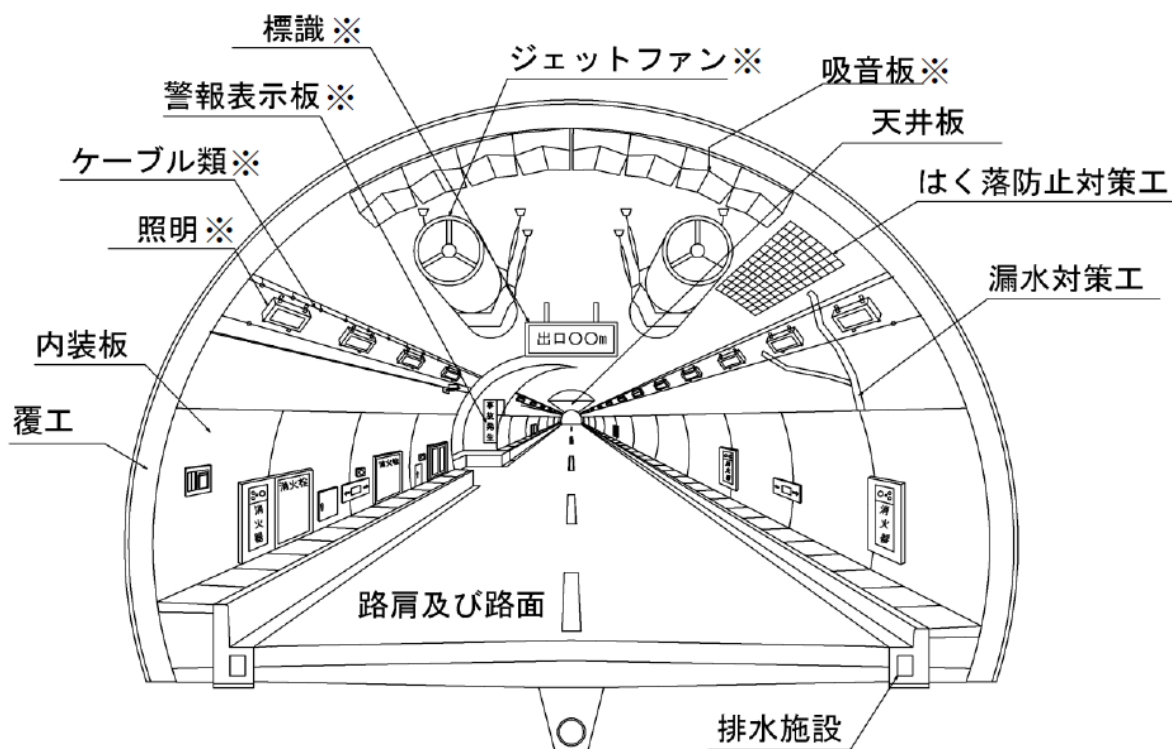


図- 4.2。1 点検対象箇所（トンネル内）

※トンネル内附属物は取付状態の確認を行う。



図- 4.2。2 点検対象箇所（トンネル坑口部）

4.3 点検における主な着目点

(1) 覆工の目地および打ち継目

- ・ 覆工の目地および打ち継目は、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、目地および打ち継目とつながりコンクリートがブロック化しやすい。
- ・ 覆工の型枠解体時などの衝撃により、目地および打ち継目付近にひび割れが発生することがある。
- ・ 覆工の横断方向目地付近に温度伸縮など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。
- ・ 施工の不具合などで段差などが生じた箇所を化粧モルタルで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。
- ・ 覆工が逆巻き工法で施工されたトンネルは、縦断方向の打ち継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、縦断方向の打ち継目も重点的に点検することが望ましい。

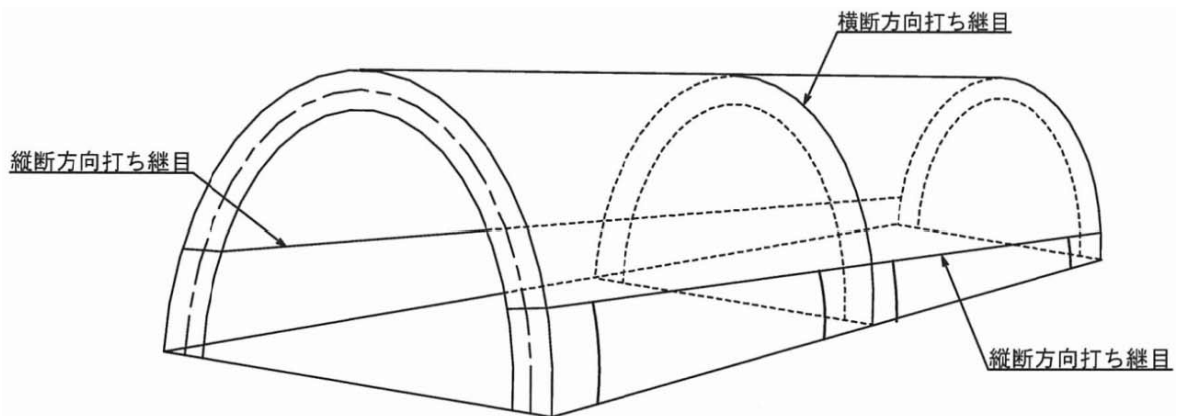


図- 4.3. 1 打ち継目の位置

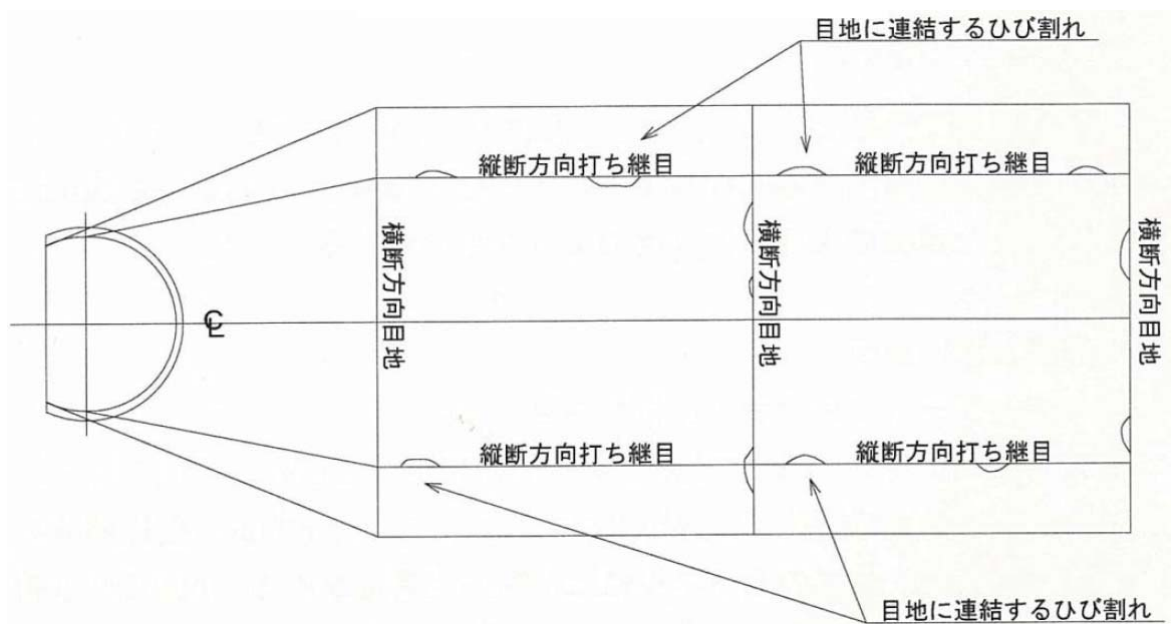


図- 4.3. 2 覆工の目地および打ち継目とその付近に発生する変状の例

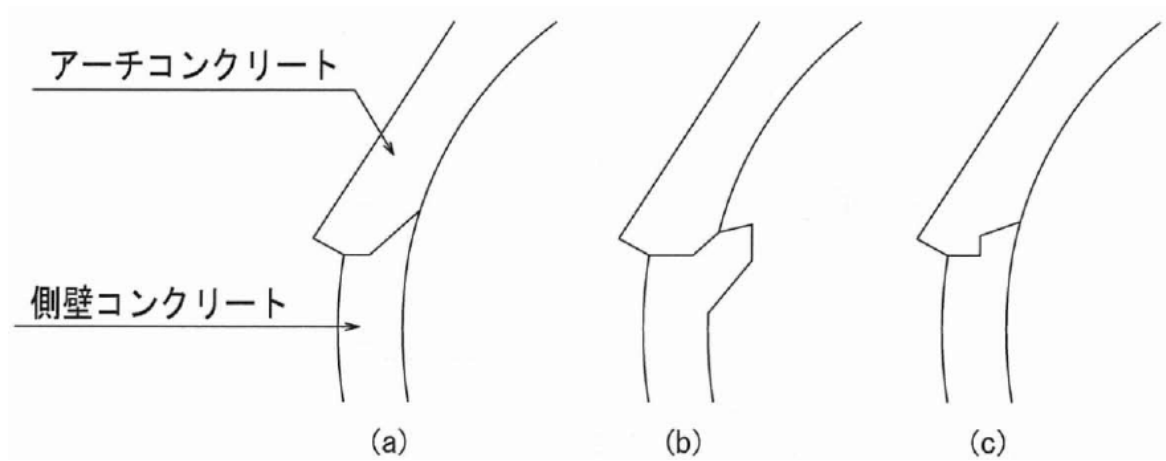


図- 4.3.3 逆巻き工法の縦断方向打ち継目の種類

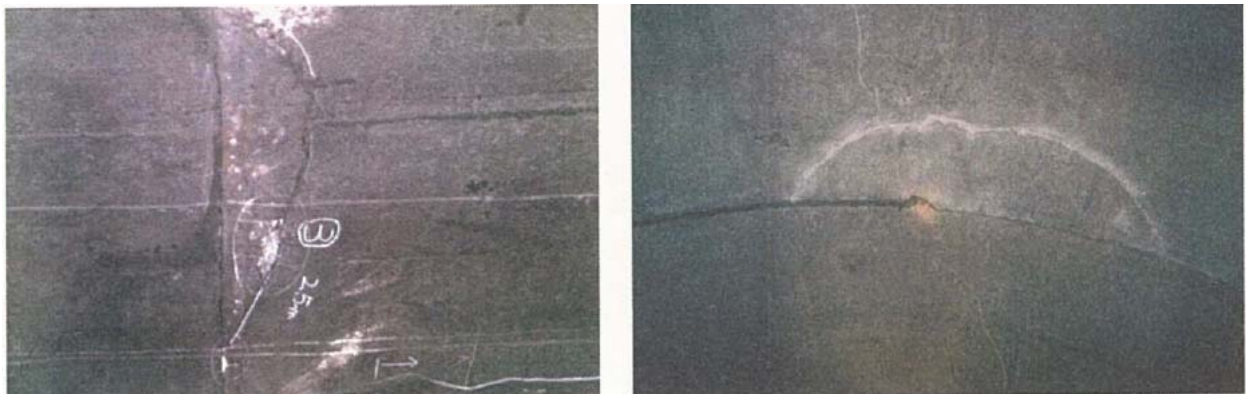


写真- 4.3.1 横断方向目地の天端付近に発生した半月状のひび割れの例

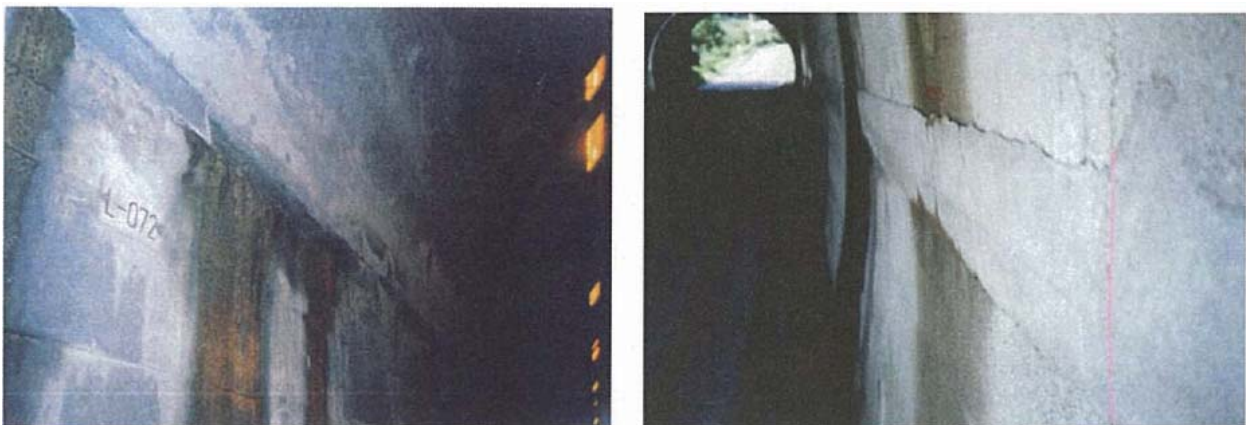


写真- 4.3.2 逆巻き工法の縦断方向打ち継目と化粧モルタルの施工状況

(2) 覆工の天端付近

覆工コンクリートを横断的に一つのブロックとして捉えたと、天端付近はブロックの中間点にあたり、乾燥収縮および温度伸縮によるひび割れが生じやすい所である。

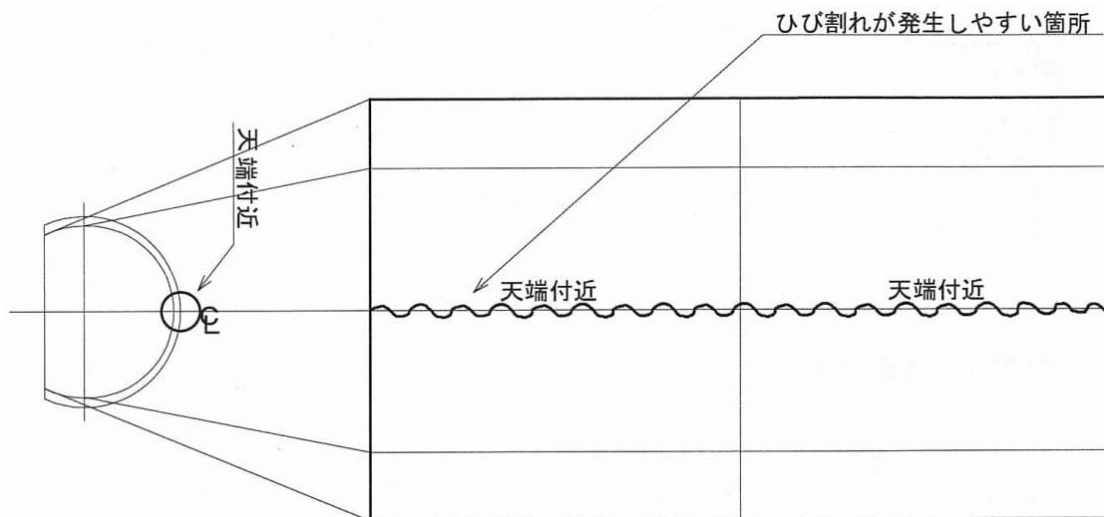


図- 4.3。4 覆工の天端とその付近に発生する変状の例



写真- 4.3。3 覆工の天端付近に発生した縦断方向のひび割れの例

(3) 覆工スパンの中間付近

覆工スパンの中間付近は、乾燥収縮および温度伸縮によるひび割れが発生しやすい。

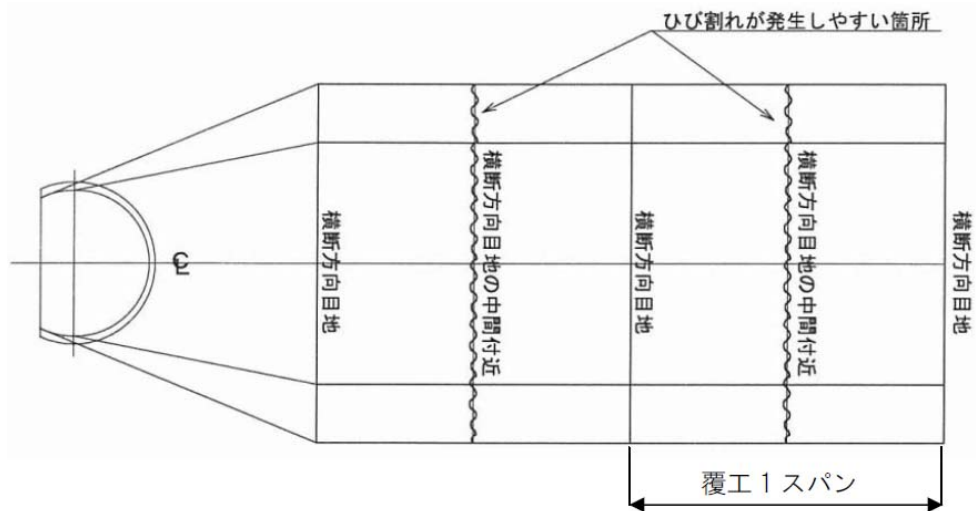


図- 4.3。5 覆工スパンの中間付近の位置の例

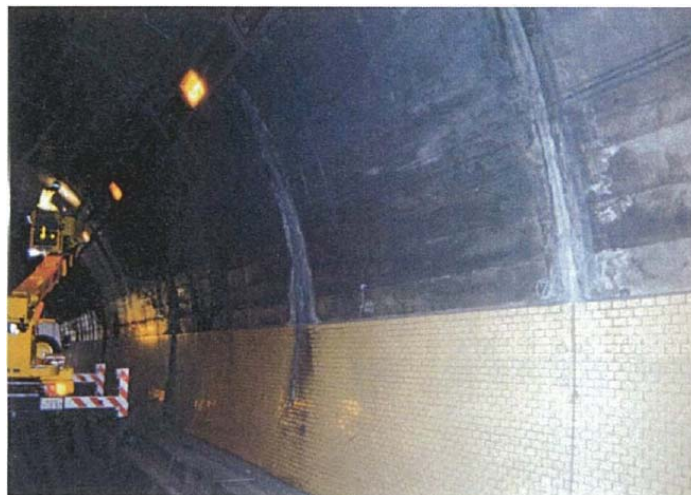


写真- 4.3。4 覆工スパンの中間付近に発生したひび割れの例

(4) 顕著な変状の周辺

1) ひび割れ箇所

ひび割れの周辺を注視すると複数のひび割れがあり、ブロック化や細片化してうきやはく離が認められる場合がある。

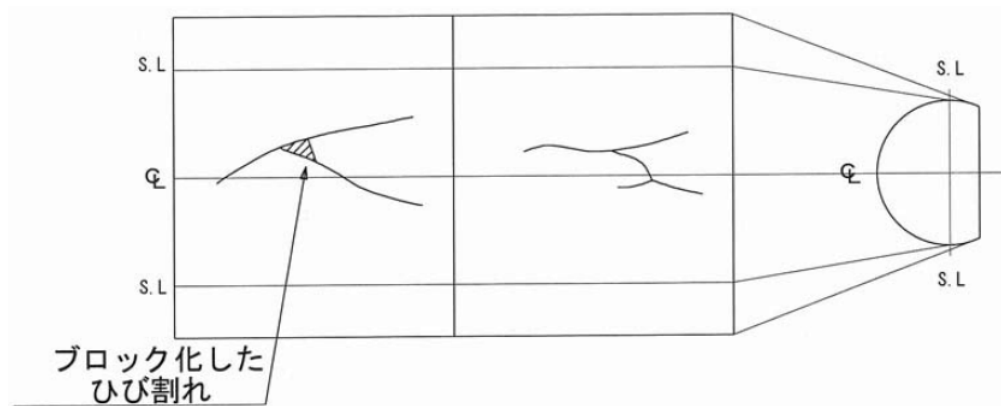


図- 4.3. 6 複数のひび割れでブロック化した覆工コンクリートの例

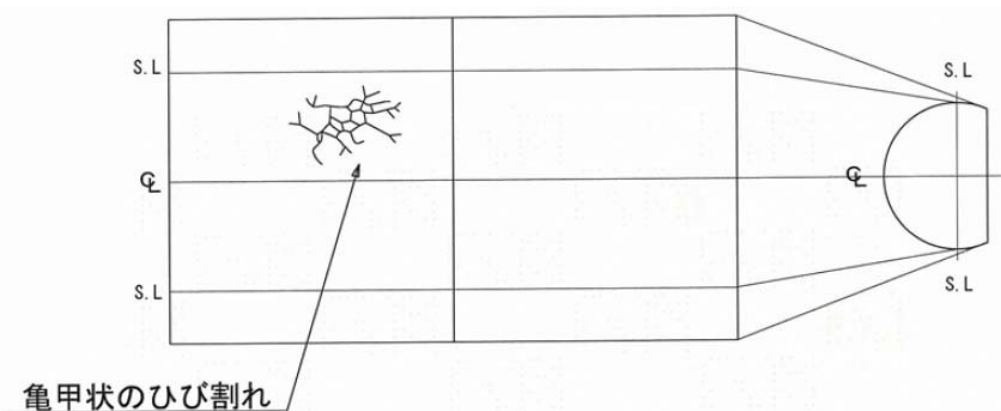


図- 4.3. 7 覆工コンクリートの亀甲状のひび割れによる細片化の例



写真- 4.3. 5 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) 覆工などの変色箇所

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など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。

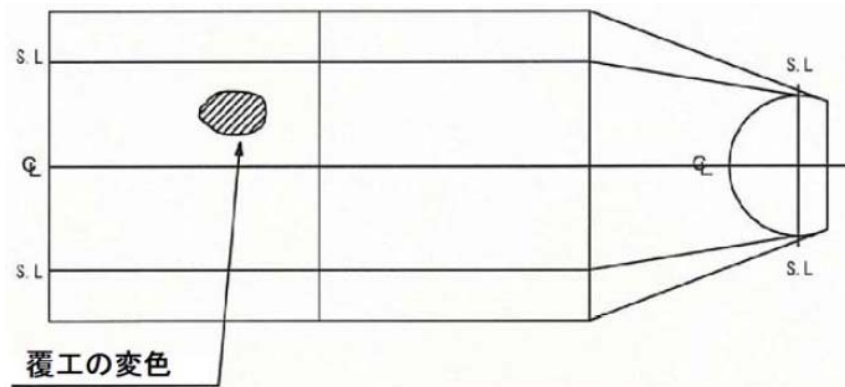


図- 4.3。8 覆工コンクリートの変色位置の例

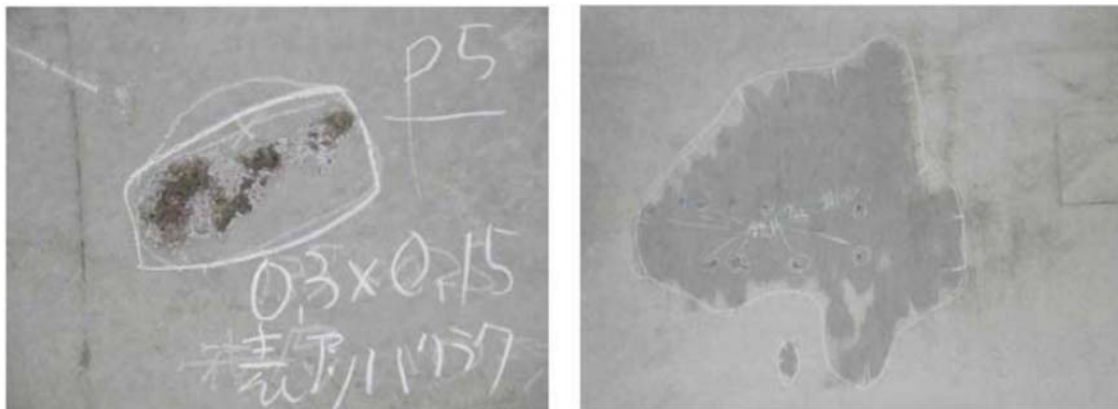


写真- 4.3。6 覆工コンクリートが変色している例（うき・はく離を伴う）

3) 漏水箇所

覆工表面などに漏水箇所や漏水の跡のあるところは、ひび割れや施工不良（豆板など）があり、そこから水が流れ出していることが多い。その付近のコンクリートにうきやはく離が発生している可能性がある。

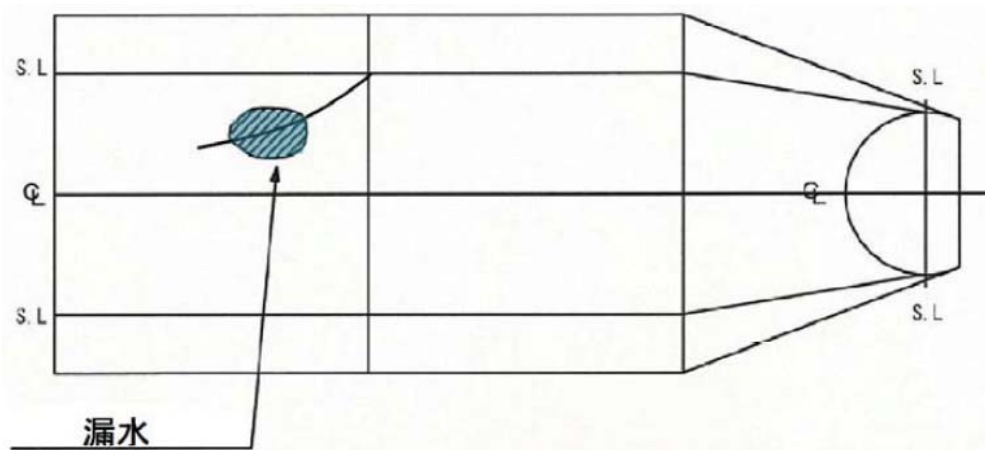


図- 4.3。9 ひび割れからの漏水位置の例



写真- 4.3。7 漏水（噴出）している例

4) 覆工の段差箇所

覆工の表面は本来滑らかなものであり、段差があるときは異常な力が働いた場合や施工の不具合など、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。

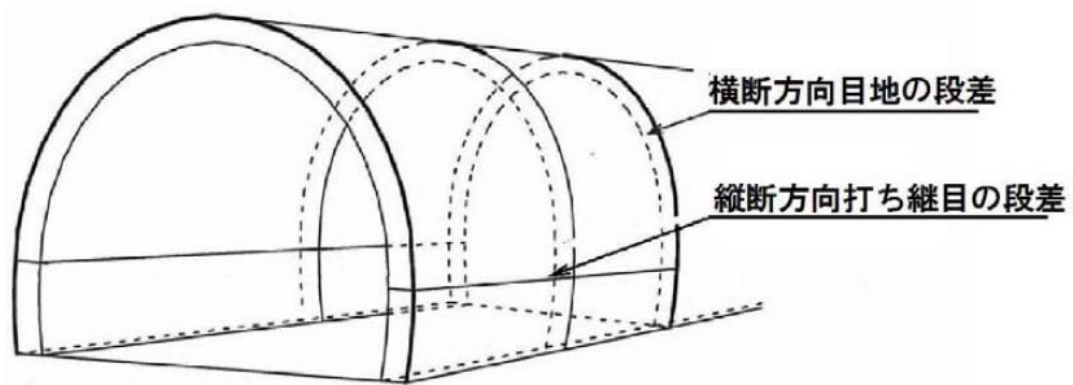


図- 4.3。10 目地部の段差



写真- 4.3。8 段差の例

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、その他を塗布および貼り付けて補修した 경우가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。

覆工表面に補修材が貼付けられている場合、背面の状態や補修材の接着状況等にも配慮して点検を行うことが望ましい。

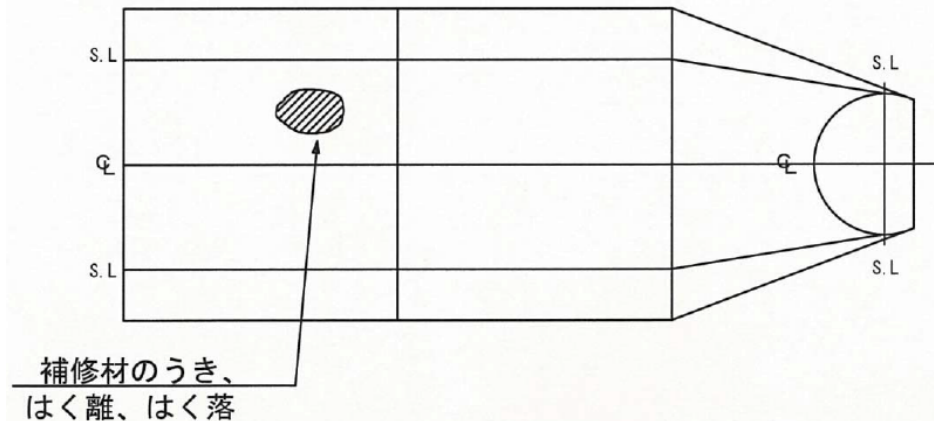


図- 4.3。11 補修材のうき、はく離、はく落の変状



写真- 4.3。9 補修モルタルが劣化してはく離している例

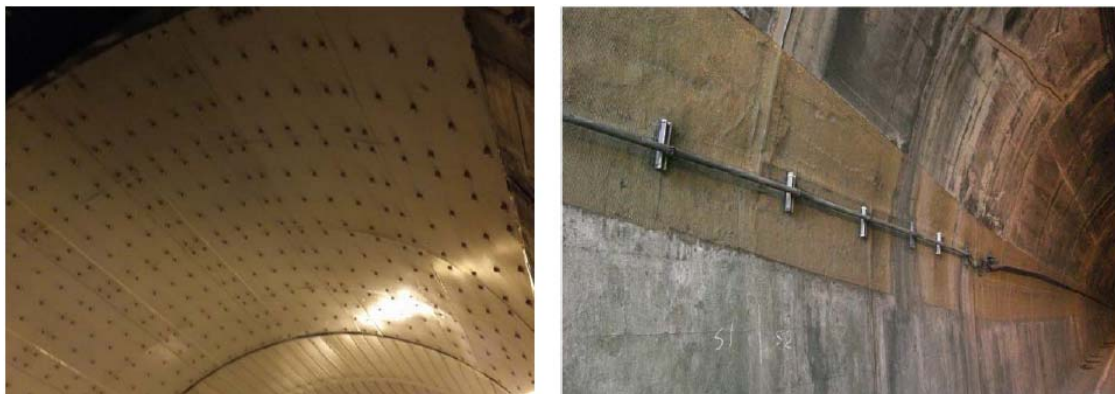


写真- 4.3。10 鋼板接着（左）・繊維シートの接着（右）例

6) コールドジョイント付近に発生した変状箇所

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。特に図-4.3.12に示すような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、はく落し易い。また、せん断に対する抵抗力が低下する原因となる。

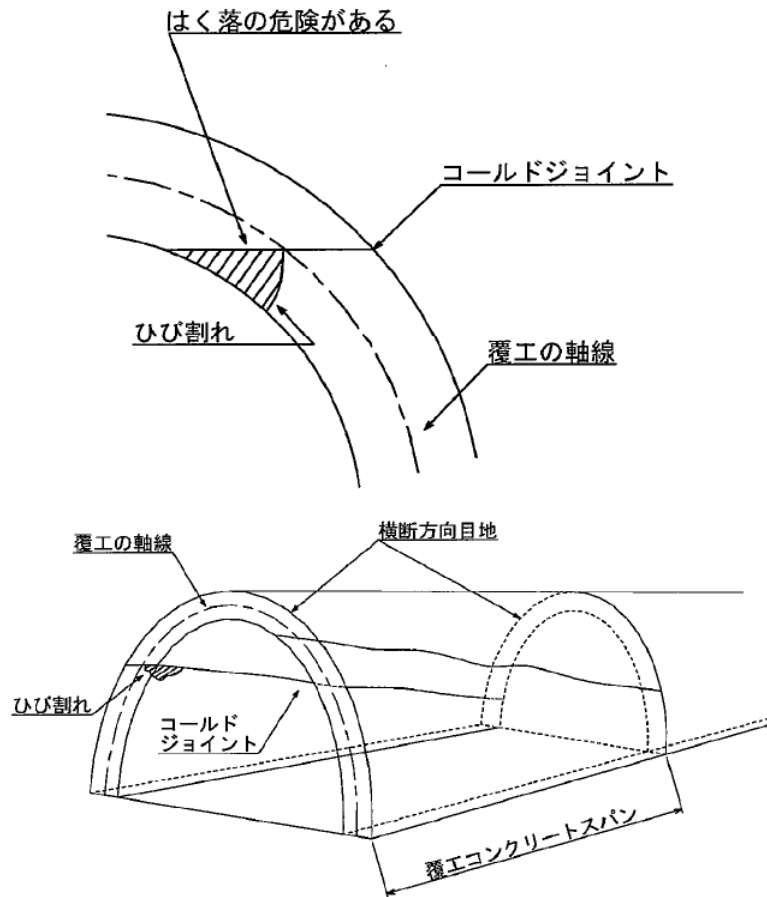


図- 4.3.12 コールドジョイント付近に発生するひび割れの例

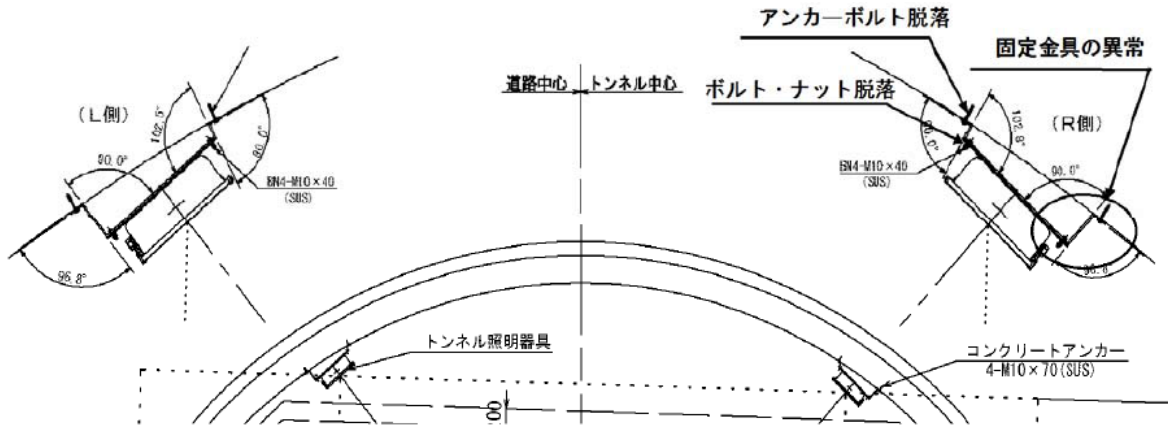


写真- 4.3.11 コールドジョイントの例

(5) 附属物

トンネル内附属物本体やその取付金具類を固定するボルトが緩んで脱落した場合、附属物本体の落下に繋がる可能性がある。

■ 照明灯具等の取付金具の例



■ ジェットファン取付金具の例

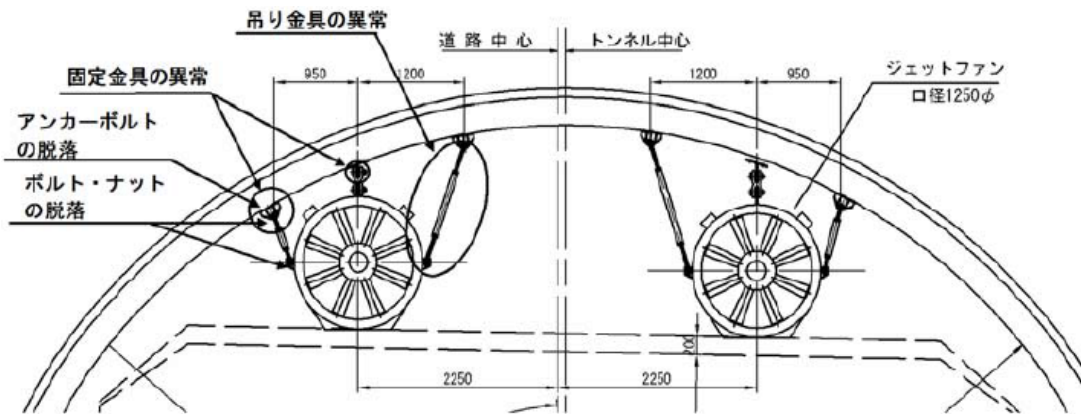


図- 4.3. 13 附属物の異常発生箇所例



写真- 4.3. 12 固定金具の腐食とアンカーボルトの脱落の例

4.4 応急措置

(1) トンネル本体工

1) 応急措置の種類

定期点検における主な応急措置の例を表- 4.4. 1 に示す。

表- 4.4. 1 トンネル本体工の変状に対する主な応急措置の例

変状の種類	変状現象	応急措置
外力・材質劣化	うき、はく離	うき・はく離個所等のハンマーでの撤去
漏水	大規模な湧水、路面滞水	交通規制、排水溝の清掃等
外力	路面の変状	交通規制
漏水	つらら、側氷、氷盤	交通規制、凍結防止剤散布 危険物の除去（たたき落とし等）

2) 応急措置の留意事項

応急措置を行うに際しての留意点を以下に示す。

- ① 打音検査によりうき・はく離が発見された場合は、点検作業の範囲内で、応急措置としてハンマー等により極力、危険箇所を除去するように努める必要がある。なお除去したコンクリート片などは産業廃棄物になるため、適切に処理する必要がある。
- ② 定期点検結果に基づいて応急対策を実施するまでには、点検結果の集計や報告とりまとめ、応急対策の設計などに一定の期間を要する。このため、点検作業時に、速やかに対応が必要となった場合（応急措置としてのハンマーでの撤去が困難な程の不安定なコンクリート塊が残存し、すぐにでも落下の危険性がある場合等）は、速やかに対応を協議する必要がある。
- ③ 応急措置に代えて応急対策を実施する場合もあるが、その場合、応急対策を点検後速やかに実施する必要がある。なお応急対策は、点検作業の範囲を超える対応であることから、「措置」に記述する。

(2) 附属物

1) 応急措置の種類

応急措置の具体例を表- 4.4. 2 に示す。

表- 4.4. 2 附属物の異常に対する主な応急措置の例

変状現象	応急措置
附属物の固定アンカーボルトの緩み	ボルトの締直し
照明灯具のカバーのがたつき	番線による固定（番線固定した灯具等は本対策を行う事を基本とする）

2) 応急措置の留意事項

応急措置を行うに際しての留意点を以下に示す。

- ① 番線固定等の簡易な応急措置の場合、点検結果の判定は「×」のままとなることに留意する。
- ② 附属物の取付状態については調査、応急対策を必要としないため、点検時に応急措置または本対策の必要性を確認する必要がある。

4.5 調査の方法

点検と同時に変状等の健全性の診断が不可能な場合、変状要因を推定するための調査を行う。

調査は変状の状態に応じて、表-4. 5. 1 に示すような調査項目を適宜選定する。なお、調査の結果から、本対策の必要性や緊急性を踏まえて、変状等の健全性を診断する。

ここで、点検と同時に変状等の健全性の診断が可能な場合や、点検により変状原因が既に明らかになっている場合等においては、調査を省略し、健全性の診断を行うものとする。

(1) 点検の代表的手法

調査は既往資料、気象、地表面・地山および覆工などのトンネルの構造物を対象として実施する。調査項目は、調査対象物や推定される変状原因に応じて、適宜選定する。

ここでは、調査の代表的な手法を記載する。

1) 構造物および覆工背面の調査

1-1) ひび割れ

① ひび割れ進行性調査

ひび割れ進行性調査は変状の進行の有無とその進行状況を確認する目的で行う。

ひび割れは、温度変化によるコンクリートの膨張、収縮にともない、開閉を繰り返す。

したがって、ひび割れの測定と併せて坑内温度も測定することが望ましい。また、ひび割れ進行の有無を判断するためには通常の場合1年以上継続して測定を継続することが望ましい。

1-2) 漏水等

① 漏水（状況）調査

漏水の調査は、位置、量、濁りの有無、凍結および既設漏水防止工の機能の状況等について実施される。

a) 位置

漏水位置が車両運転、坑内設備の機能を阻害する位置にあるか否かについて調べる。

b) 漏水量

トンネル内の漏水量や漏水状態および側溝などの排水状態を調べる。

c) 濁り

漏水が透明なものであるか、濁ったものであるかによって、土砂が漏水とともに流出しているかについて調べる。

d) 凍結

凍結については次の項目について調査する。

位置…トンネル延長方向・断面方向の分布

程度…つらら・側氷、路面凍結の発生時期、大きさ、成長速度

気温…積算寒度、最低気温、トンネルが長い場合には坑内気温分布

e) 既設漏水防止工の機能調査

既に行った漏水防止工事の種類、箇所および排水設備の状況を明らかにし、それらの効果と機能状況について調査する。

②漏水水質試験

水質試験は、覆工コンクリート等の劣化原因や漏水の流入経路の推定を行うことを目的としている。調査項目としては水温、pHおよび電気伝導度である。

水温は温度計等によって測定される。水温の箇所ごとの季節的変動をみることによって、漏水が地下水に関係するものか、地表水に関係するものかの判別に利用できる。pH及び電気伝導度の測定は、覆工コンクリートの劣化に及ぼす影響を把握するために行われる。

1-3) 巻厚・背面

①覆工厚・背面空洞調査

覆工コンクリートの巻厚や背面の空洞および背面の地山状況を調査し、変状原因の推定および対策設計等に必要な資料を得ることを目的とした調査である。

調査方法には、局所破壊検査と非破壊検査に大別される。

a) 局所破壊検査による調査

局所破壊検査とは覆工コンクリートなどのごく一部を破壊し、採取したコアによる物性や劣化状況を調査するとともに削孔時のボーリング孔を利用して覆工コンクリートや背面空洞の有無、背面地山の状況を観察・把握する調査方法である。

b) 非破壊検査による調査

非破壊検査に使用されている手法として実用化されているのは電磁波法（地中レーダ）による覆工巻厚、空洞の有無や大きさの調査である。

5. 定期点検の体制

(1) 名称および作業内容

1) 点検員

点検員は、点検作業に臨場して点検作業班の統括および安全管理を行う。また、利用者被害の可能性のある変状・異常を把握し、応急措置や応急対策、調査の必要性等を判定する。

2) 点検補助員

点検補助員は、点検員の指示により変状・異常箇所の状況を具体的に記録するとともに、写真撮影を行う。

3) 交通整理員

交通整理員は、点検時の交通障害を防ぎ、点検員の安全を確保する。

4) 調査技術者

調査技術者は、点検結果から調査が必要と判断された場合、変状の要因、進行性を推定し、

適切な調査計画を立案するとともに、調査を実施し、調査結果から利用者被害の発生の可能性や本対策の方針、実施時期を提案する。

(2) 必要な資格要件

点検員は、道路トンネルの変状・異常を確実に把握し、利用者被害を防止するための応急措置、応急対策および調査の必要性など専門的な判断が求められる。このため、道路トンネルに関する設計、施工や維持管理等の専門的知識および技能を有する者とし、以下に示すいずれかの実務経験を有するものとする。

- 1) 大学卒業後、5年以上のトンネル工事又は管理に関する実務経験を有するもの
- 2) 短大・高専卒業後、8年以上のトンネル工事又は管理に関する実務経験を有するもの
- 3) 高校卒業後、11年以上のトンネル工事又は管理に関する実務経験を有するもの
- 4) 前項1)～3)と同等以上の能力を有するとトンネルの管理者が認めたもの

調査技術者は、トンネルの変状に関する調査、診断に関連する専門的な資格を有する者が望ましいが、現在、同様の資格が存在しないことから、当面、トンネルの変状に関する調査、診断に関連する分野において専門的知識や実務経験を有するとともに同分野に関連した以下のいずれかの資格を有することが望ましい。

- 1) 技術士（トンネル）
- 2) RCCM（トンネル）

なお、上記資格を有した調査技術者を確保出来るよう計画的に点検を実施することを基本とするが、やむを得ず上記資格を有した調査技術者が確保出来ない場合は、トンネルの変状に関する調査、診断に関連する分野において専門的知識や実務経験を有するとともに、道路トンネルの管理者が認めた資格とすることが出来る。その場合は、上記資格を有した調査技術者が確保出来なかった理由を明確にしておくこと。

また、技術的に高度な判断を要する場合については、道路トンネルの管理者と協議し、必要に応じて専門家の助言を受ける。

6. 健全性の診断

健全性の判定は、点検・調査後に変状等を対象に実施する「変状等の健全性の診断」と、「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「トンネル毎の健全性の診断」の2段階で実施する。

変状等の健全性の診断とは、従来の点検、調査結果の判定と同様に、点検・調査実施後に変状等に対して判定を行うものであり、個々の変状等の状態を把握することを目的とする。

トンネル毎の健全性の診断とは、変状等の健全性の診断結果をもとに、トンネル構造物としての健全性を診断するものであり、道路トンネルの管理者が、保有する全構造物を一律に管理し、効率的な維持管理を行うための指標として活用することを目的とする。

トンネル毎の健全性の診断は、覆工スパン毎での総合判定を行った後、トンネル全体で総合的な診断を実施する。

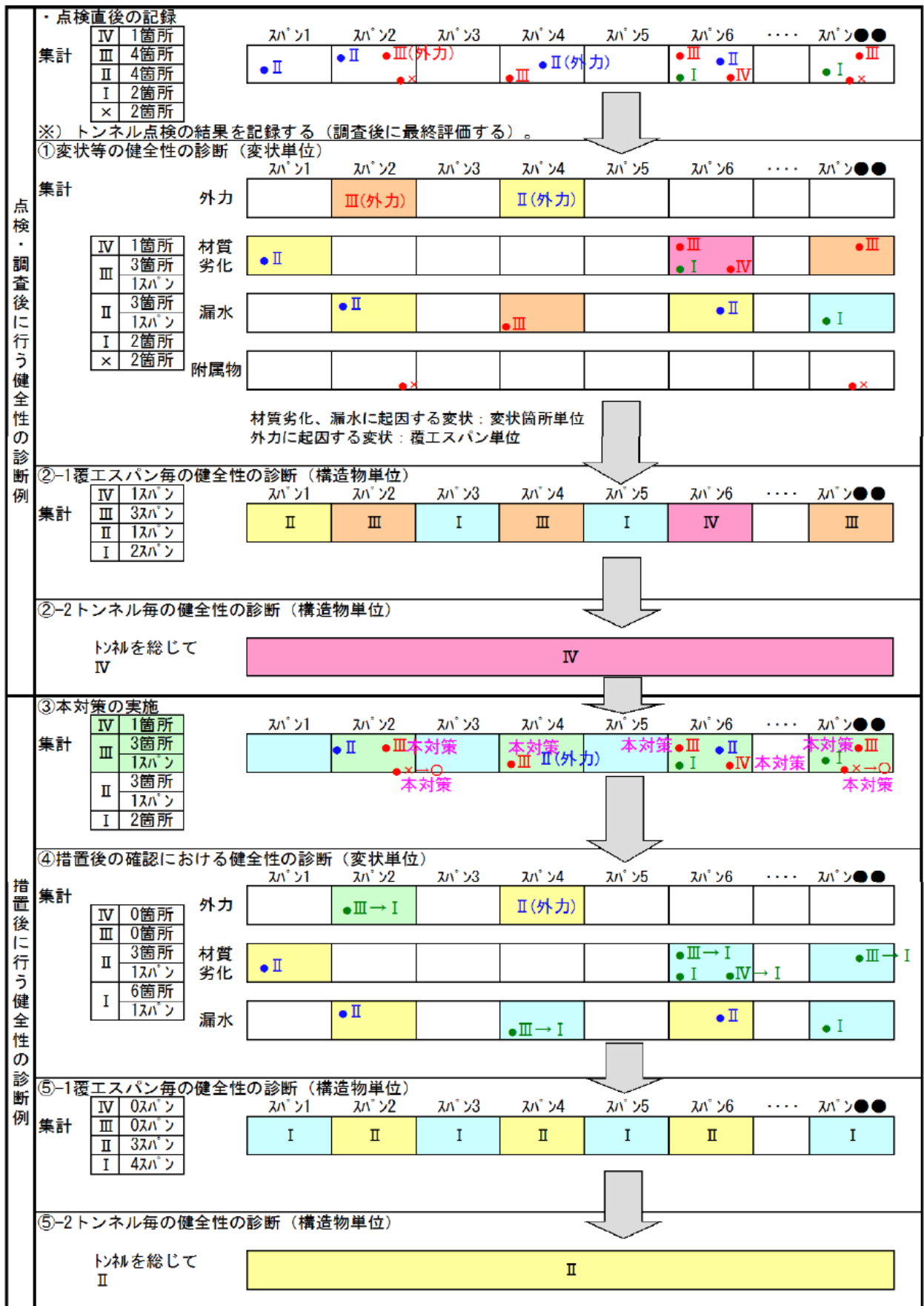


図 6.1 健全性の診断の流れの例

6.1 変状等の健全性の診断

変状等の健全性を診断する上での判定基準を表- 6.1. 1 に示す。これをもとに、変状の種類毎に個別の判定基準を設定し、次頁以降に示す。

表- 6.1. 1 変状等の健全性の診断における判定基準

		判定区分	判定の内容
変状等の健全性の診断	トンネル 本体工	I	構造物の機能に支障が生じていない状態。
		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。
		III	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずることが望ましい状態。
		IV	構造物の機能に支障が生じている、または生じる可能性が著しく高く、緊急に対策すべき状態。
	附属物	×	附属物の取付状態に異常がある場合
		○	附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合

※1 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。

(1) トンネル本体工

変状等の健全性の診断は、変状の要因や、その進行性をもとに利用者被害の可能性を想定し、措置等の緊急性を考慮して決定する必要がある。

本資料では、表- 6.1. 1 の判定基準を踏まえ下記に示す事象および変状の種類別に、個別の判定基準およびその目安の例や変状写真例等を示す。

「判定の目安」は「判定基準」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、変状要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、現場の状況に応じた運用を行うのが望ましい。

なお、材質劣化または漏水に起因する変状はそれぞれの変状単位に、外力に起因する変状は覆工スパン単位に行う。また、本対策の必要性及びその緊急性の判定を行う。

表- 6.1. 2 事象及び変状種類別

	外力	材質劣化	漏水
① 圧ぎ、ひび割れ	○		
② うき、はく離	○	○	
③ 変形、移動、沈下	○		
④ 鋼材腐食	○	○	
⑤ 有効巻厚の減少		○	
⑥ 漏水等の変状			○

なお、判定区分Ⅰ～Ⅳと措置との関係についての基本的な考え方は、表- 6.1.3 のとおりとする。

表- 6.1.3 判定区分Ⅰ～Ⅳと措置との関係

	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	将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視又は予防保全の観点から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。

①圧ざ、ひび割れ

圧ざ、ひび割れに着目し、下記を判定基準とする。

表- 6.1. 4 圧ざ、ひび割れに対する変状種類別の判定基準

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

外力による圧ざ、ひび割れが進行した場合、構造物の機能低下に繋がる。変状の進行性やひび割れ規模（開口幅、ひび割れ長さ）等を判定の目安例として、表- 6.1. 5、表- 6.1. 6 に示す。

表- 6.1. 5 点検時（ひび割れの進行性の有無が確認できない場合）の判定の目安例

箇所	位置	ひび割れ						判定区分*
		幅			長さ			
		5mm 以上	3～5mm	3mm 未満	10m 以上	5～10m	5m 未満	
覆工	断面内			○	○	○	○	I～III
			○				○	II
			○			○		III
			○		○			III
		○					○	II
		○				○		III
		○			○			IV

表- 6.1.6 調査の結果、ひび割れの進行性が確認された場合の判定の目安例

箇所	位置	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




補足) 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、外力が作用している可能性が低く、ひび割れに進行が確認できないもの
- 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
- Ⅲ：地山条件や、周辺のひび割れ発生状況等から、外力の作用が想定される場合

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可能性があり、有効巻厚の不足または減少が伴う場合、突発性崩壊に繋がる可能性が懸念される。

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点検時、調査時に計画的に確認を行った上で、判定を実施するのが望ましい。

表- 6.1。7 圧ざ、ひび割れに対する判定基準別変状写真例

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策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性を考慮の上、判定することが望ましい。		

②うき、はく離

うき、はく離によるコンクリートの落下に着目し、下記を判定基準とする。

表- 6.1. 8 うき・はく離に対する変状種類別の判定基準

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

うき、はく離は落下の危険性は、ひび割れの状況や打音異常で判断することから、表- 6.1. 8 ひび割れの状態に応じた打音異常の有無を、判定の目安例として示す。

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。

表- 6.1. 9 うき・はく離等に対する判定の目安例

箇所	位置	うき・はく離等の状況	打音異常	
			有	無
覆工	断面内	ひび割れ等はあるものの、進行しても閉合の恐れがない	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
		漏水防止モルタルや補修材が材質劣化している	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	IV	II～III
		ひび割れ等が閉合しブロック化している	IV	II～III




補足 1) 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 2) 打音異常が認められない場合、判定区分 II によることを基本とするが、下記の場合は判定区分 III とする等を検討することが望ましい。

- ・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

補足 3) 補修材等のうき・はく離については、本体内に生じるうきに比べ薄いことが多いため、発生位置等を考慮し、判定することが望ましい。

表- 6.1。10 うき・はく離に対する判定基準別変状写真例

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策を講じる必要がある状態
備考		
覆工コンクリートのうき、はく離については、アーチ部に比べ、側壁部では落下による利用者被害の可能性が低いこと等も勘案し、判定を行うことが望ましい。		

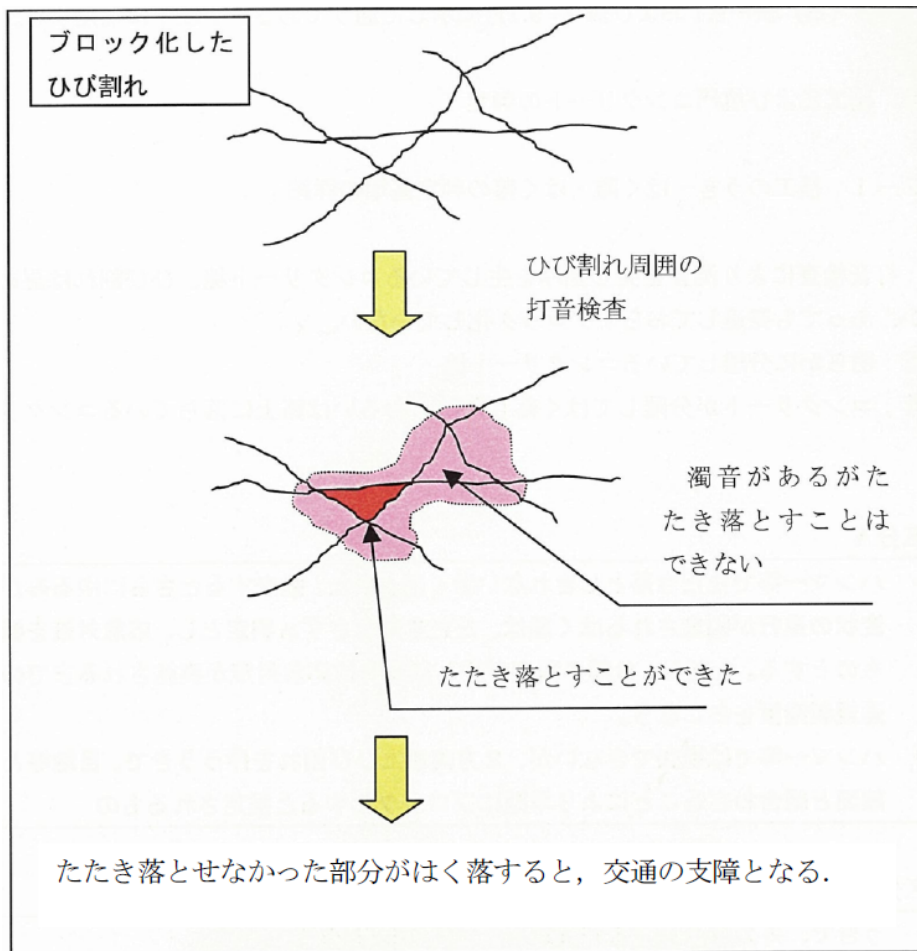


図- 6.1。1 ブロック化したひび割れの例



写真- 6.1。1 ブロック化したひび割れの例

③変形、移動、沈下

変形、移動、沈下に着目し、下記を判定基準とする。

表- 6.1. 11 変形、移動、沈下に対する判定基準

I	変形、移動、沈下などが生じていない、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、沈下などしているが、その進行が緩慢である、または、進行が停止しているため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
III	変形、移動、沈下などしており、その進行が見られ、構造物の機能低下が予想されるため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV	変形、移動、沈下などしており、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、緊急に対策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、沈下については変形速度が目安となるため、表- 6.1. 12 に変形速度に対する判定の目安例を示す。

但し、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、特に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。

表- 6.1. 12 変形速度に対する判定の目安例

箇所	位置	変形速度				判定区分
		10mm/年以上 〔 著しい 〕	3～10mm/年 〔 進行性が みられる 〕	1～3mm/年 〔 進行性がみら 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繋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繋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 (変形の方法が斜面方向と一致する等)

表- 6.1。13 変形、移動、沈下に対する判定基準別変状写真例

判定区分	変状写真	変状概要
I		変形、移動、沈下などが生じていない、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、沈下などしているが、その進行が緩慢である、または、進行が停止しているため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
III		変形、移動、沈下などしており、その進行が見られ、構造物の機能低下が予想されるため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV		変形、移動、沈下などしており、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、緊急に対策を講じる必要がある状態
備考		
<p>土圧や水圧などの外力の発生や支持力不足により、側壁やアーチが変形、沈下、移動する。また、路面・路肩・側溝などが持ち上がる現象である。</p> <p>進行性の判断は、地山挙動調査等を行い判定すること。</p> <p>外力による変状に関して個々のトンネルのおかれている状態や特徴を理解したうえで、総合的な観点から判定すること。</p>		

④鋼材腐食




覆工の補修対策などで用いられている鋼材において、鋼材腐食に対し下記を判定基準とする。

表- 6.1。14 変状種類別の判定基準

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策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。

表- 6.1。15 鋼材腐食に対する判定基準別変状写真例

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、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策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、構造材として鋼材が構造計算されている場合、ひび割れの発生はRC 構造物として健全性を検討する必要がある。		

⑤有効巻厚の不足または減少

有効巻厚の不足または減少に着目し、下記を判定基準とする。

表- 6.1. 16 有効巻厚の不足または減少に対する変状種類別の判定基準

I	材質劣化などがみられないか、みられても、有効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	材質劣化などにより有効巻厚が不足または減少し、構造物の機能が損なわれる可能性があるため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
III	材質劣化などにより有効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、早期に対策を講じる必要がある状態
IV	材質劣化などにより有効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、緊急に対策を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

矢板工法によって建設されたトンネルに対して特に留意すべき事項である。

アーチ部の有効な覆工厚が 30cm 以下の場合で、覆工背面に 30cm 程度以上の空げきがあり、かつ背面の地山が岩塊となって崩落する可能性のある場合に、突発性崩壊が生じた事例がある。

従って、トンネル建設時に何らかのトラブルが発生していたり、漏水が多く層理面に沿って地山が分離しやすい地層構造であることが事前に確認されている場合は、有効巻厚が不足または減少している場合に突発性崩壊に繋がる可能性もあるため、点検時には十分注意を要する。

特に、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を対象に、必要に応じて点検時または調査時に計画的に確認を行う。

設計巻厚に対する有効巻厚の比を判定の目安例として表- 6.1. 16 に示す。

表- 6.1. 17 有効巻厚の減少に対する判定の目安例（矢板工法の場合）

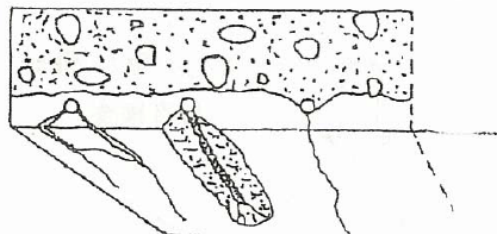
箇所	主な原因	有効巻厚／設計巻厚			判定区分
		1/2 未満	1/2 ～2/3	2/3 以上	
アーチ・側壁	経年劣化 凍害			○	II
	アルカリ骨材反応		○		II～III
	施工の不適切など	○			III～IV

補足) 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1ランク上げる。

表- 6.1。18 有効巻厚の減少に対する判定基準別変状写真例

判定区分	変状写真	変状概要
I		<p>材質劣化などがみられないか、みられても、有効巻厚の減少がないため、措置を必要としない状態</p>
II		<p>材質劣化などにより有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれる可能性があるため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態</p>
III		<p>材質劣化などにより有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれたため、早期に対策を講じる必要がある状態</p>
IV	<p>有効巻厚が減少している箇所が外力を受けて変状が生じる場合の例</p>	<p>材質劣化などにより有効巻厚が著しく減少し、構造物の機能が著しく損なわれたため、緊急に対策を講じる必要がある状態</p>
備考	<p>例えば、設計巻厚50cm 実巻厚60cm で、設計基準強度以下の部分が20cm の場合には有効巻厚は40cm であり、このときの劣化度合いは2/3 以上となる。ただし有効巻厚として30cm を確保できない場合は、判定区分をⅢとし、他の要因も考慮して判断するのが良い。</p>	

[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すが、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。

図- 6.1. 2 鋼材腐食の例



写真- 6.1. 2 鋼材腐食の例

⑥漏水等の変状

漏水等の変状は、下記を判定基準とする。

表- 6.1. 19 漏水等の変状に対する判定基準

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	覆工のコンクリートのひび割れなどから、漏水が滴下または浸出し、そのため将来的に、利用者の安全性を損なう可能性のあるもの、排水不良により、舗装面に滞水を生じるおそれのあるため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
III	コンクリートのひび割れなどから、漏水が流下または滴下し、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のあるため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV	コンクリートのひび割れなどから、漏水が噴出し、そのための利用者の安全性を損なうもの 寒冷地において、漏水などにより、つららや側氷が生じ、利用者に影響を及ぼすもの。漏水に伴う土砂流出があり、舗装が陥没したり沈下する可能性のあるものであり、緊急に対策を講じる必要がある状態

【判定の目安例】

漏水等の変状については、漏水の度合いを判定の目安例として表- 6.1. 20 に示す。

表- 6.1. 20 漏水に対する判定の目安例

箇所	主な現象	漏水の度合				判定区分
		噴出	流下	滴下	にじみ	
アーチ	漏水			○	○	II
			○	○		III
		○				IV
	つらら					III
側壁	漏水			○		II
			○			II
		○				III
	側氷					III

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III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ランク上げる。

表- 6.1。21 漏水に対する判定基準別変状写真例


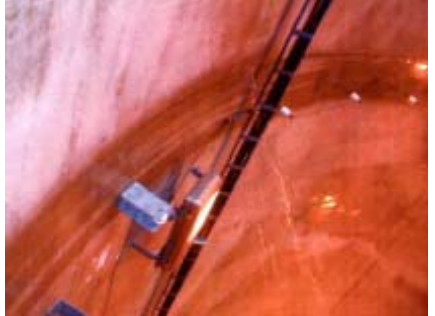




判定区分	変状写真	変状概要
I		漏水がみられず利用者の安全性に影響がないため、措置を必要としない状態
II		覆工のコンクリートのひび割れなどから、漏水が滴下または浸出し、そのため将来的に、利用者の安全性を損なう可能性のあるため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
III		コンクリートのひび割れなどから、漏水が流下または滴下し、そのため利用者の安全性を損なう可能性のあるため、早期に対策を講じる必要がある状態
IV		コンクリートのひび割れなどから、漏水が噴出し、そのため利用者の安全性を損なうため、緊急に対策を講じる必要がある状態
備考		
漏水範囲の拡大や漏水量の増加は、背面の地山の緩みや降水量の増加と関連がある。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。		

表- 6.1。22 側氷、土砂流出に対する判定基準別変状写真例

判定区分	変状写真	変状概要
I		漏水がみられないものの、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のあり、将来的に利用者の安全性を損なう可能性があるため、監視又は予防保全の観点から対策を必要とする状態
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、早期に対策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、緊急に対策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する。また、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) 判定区分

附属物の取付け状態に対する判定（以下、異常判定）は、点検員が現地にて、以下に示す判定区分を用いて行うものとする。

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ものとする。さらに、点検の終了後、点検員は異常判定結果を点検記録としてまとめて早期に報告しなければならない。以下に異常判定の区分（以下、異常判定区分）の考え方を示す。

表- 6.1。23 附属物に対する異常判定区分

異常判定区分	異常判定の内容
×	附属物の取付状態に異常がある場合
○	附属物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) 利用者被害の可能性がある場合。

(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、再設置、撤去等、早期に対策が必要な場合。

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) 軽微な変状で進行性や利用者被害の可能性はなく、特に問題がないため、本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、利用者被害の可能性はなく、特に問題がないため、本対策の必要ない場合。

(d) 異常箇所にも本対策が適用されて、その対策効果が確認されている場合。

附属物の取付け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ある。また、附属物の取り付け状態の異常は、利用者被害に繋がる可能性があるため、異常箇所に対しては再固定、再設置、撤去等の本対策を早期に実施する必要がある。以上を踏まえ、判定区分は「×」（早期に本対策を要するもの）と、「○」（対策を要さないもの）の2区分に大別した。

2) 判定基準

附属物に関する定期点検の判定基準を下表に示す。

表- 6.1。24 定期点検による異常判定基準一覧表

変状の種類	判定区分×	附属物 本体	取付金具	ボルト・ナット ワッシャー類
破断	取付金具類に破断が認められ、落下する可能性がある場合。		○	○
ゆるみ、脱落	ボルト・ナットに脱落があり、落下する可能性がある場合。			○
亀裂	亀裂が確認され、落下する可能性がある場合。	○	○	○
腐食	取付金具類の腐食が著しく、損傷が進行する可能性がある場合。	○	○	○
変形・欠損	取付金具類の変形や欠損が著しく、損傷が進行する可能性がある場合。	○	○	
がたつき	取付金具類の変形や欠損が著しく、落下する可能性がある場合。	○	○	

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表を携行し、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しする応急措置が講じられ、利用者被害の可能性がなくなった場合でも、締め直しを行った記録を行う。
- ・ 灯具の取付金具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。

表- 6.1。25 附属物に対する判定基準別異常写真例

判定区分	変状写真	変状概要
×		<p>【取付金具】 照明取付金具の腐食・欠損 落下の危険性がある</p>
×		<p>【ボルト・ナット】 ボルト・ナットの腐食 落下の危険性がある</p>
×		<p>【照明本体】 照明取付金具の腐食・遊離石灰の付着 落下の危険性がある</p>

6.2 トンネル毎の健全性の診断

1) 健全性の診断

変状等の健全性の診断結果をもとに、トンネル全体の健全性の診断を行う。これは、道路トンネルの管理者が保有するトンネルを含む構造物を一括管理し、効率的に維持管理を行うための指標となるよう、全構造物で統一した判定区分を与えることを目的としている。

判定区分は、変状等の健全性の診断とも整合を図り、「I」から「IV」までの4区分とする。

2) 判定区分

構造物の健全性の状態を判定する基準として、下記のI～IV区分とする。

表- 6.2。1 トンネル毎健全性の診断における判定基準

I	構造物の機能に支障が生じていない状態。
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対策を講ずることが望ましい状態。
III	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。
IV	構造物の機能に支障が生じている、また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。

3) 診断手順

トンネルでいう最小の構造単位は、覆工コンクリートの1スパンである。トンネル毎の健全性の診断は、予め覆工スパン毎に健全性を診断し、その診断結果をもとに、トンネル全体の健全性を総合的に診断する。

ここでいう覆工スパン毎の健全性の診断とは、下記①に示す覆工スパン全体の総括的な診断であり、変状等の健全性の診断において、外力に起因する変状を覆工スパン単位で診断する場合と区別する。

①覆工スパン毎の健全性

変状単位及び覆工スパン単位に得られた材質劣化、漏水、外力に関する各変状のうちで最も評価の厳しい健全性を採用し、その覆工スパン毎の健全性とする。

②トンネル毎の健全性

各トンネルの覆工スパン毎での最も評価の厳しい健全性を採用し、そのトンネル毎の健全性とする。

7. 措置

措置には、点検・調査の結果に基づいて、トンネルの機能や耐久性等を回復させることを目的に、対策（応急対策及び本対策）、監視がある。

(1) 応急対策

応急対策とは、定期点検などで利用者被害が生じる可能性が高い変状が確認された場合、調査や本対策を実施するまでの期間に限定し、短期的にトンネルの機能を維持することを目的として適用する対策であり、点検後速やかに実施することが重要である。また、応急対策は、即応性があると共に、後の調査・監視をできるだけ妨げない工種を選定する必要がある。

但し、利用者被害の危険性が高く、応急対策を実施するよりも更に速やかに対応が求められる場合は、交通規制等の応急措置を必要に応じて適用する必要があることに留意する。

はく落防止ならびに漏水に対する応急対策の代表例を表 7. 2 に示す。なお、附属物に関して、異常が確認された場合、応急対策を必要とせずに本対策を実施する。

表 7. 1 応急対策の代表例

変状の種類	代表的な対策工例
圧ざ、ひび割れ うき、はく離	はつり落とし工
	金網・ネット工
	当て板工（形鋼系）
	補強セントル工

(2) 本対策

本対策とは、中～長期的にトンネルの機能を回復・維持することを目的として適用する対策である。

トンネル本体工の本対策は、変状の種類により分類できる。表 7.1 にトンネル内部から施工する工法の代表例を示す。取付金具類の不具合に対しては、再固定または再設置を基本とする。

表 7.2 本対策の代表例

変状の種類	代表的な対策工例
変状、移動、沈下	内面補強工
	内巻補強工
	ロックボルト工
圧ざ、ひび割れ	ひび割れ注工
	内面補強工
	内巻補強工
	ロックボルト工
うき、はく離	はつり落とし工
	断面修復工
	金網・ネット工
	当て板工（形鋼系）
	補強セントル工
漏水 側氷、土砂流出	線状の漏水対策工
	面状の漏水対策工
	地山注工
	地下水位低下工
	断熱工

(3) 監視

監視は、応急対策を実施した箇所、もしくは健全性の診断の結果、当面は応急対策や本対策の適用を見送ると判断された箇所に対し、変状の挙動を追跡的に把握するために行う。

本対策を実施した変状箇所に対しては、前回定期点検から2年程度以内に本対策後の確認を実施し、本対策の効果が確実に発揮されているかを確認する必要がある。本対策後の確認とは、本対策を実施した箇所に対して近接目視等を行い、状態の経過や採用した工法の妥当性を確認することで、監視のうちの一つである。

(4) 対策の選定上の留意点

対策の選定にあたっては、変状の原因を正確に把握したうえで、対策の効果、施工性、安全性、経済性および施工の時期等について以下の点に留意し検討する必要がある。

- 1) 変状状況の特徴から変状原因を推定した上で、対策効果が得られる対策を選定する必要がある。とくに本対策の適用に際しては、対策効果の持続性にも配慮する必要がある。
- 2) 対策の選定においては、トンネル建設時の設計・施工情報、トンネル施工方法（矢板工法か山岳トンネル工法）、地山状況に関する資料、および維持管理履歴等を十分考慮する必要がある。
- 3) 変状は単独の原因で起こることは少なく、大部分はいくつかの原因が重なったものや、施工段階での材料的性質や覆工背面の空げきなどの設計・施工の不適合に起因している場合も多い。変状原因が複数考えられる場合は、期待される効果に応じた対策の組み合わせを検討する必要がある。
- 4) 対策は、トンネル内空の建築限界を確保できるものを選定すると共に、施工時の交通規制、作業時間、安全対策、実施時期等に配慮し、限られた空間で安全に施工可能な対策を検討する必要がある。
- 5) 対策の施工中は、施工が安全に実施されていることを確認する目的と、施工完了後には対策の補強効果や変位の抑制効果を把握する目的で、必要に応じて観察・計測を継続する場合がある。
- 6) 坑門等の鉄筋コンクリート構造部分では、耐久性確保の観点からひび割れ補修の要否を検討する必要がある。
- 7) 応急対策は、変状原因やその規模等が確定できない場合に用いるものであり、当面の利用者被害を防止すると共に、変状状況の確認が容易であり、後の調査・監視をできるだけ妨げない工法を検討する必要がある。

8. 記録

定期点検の結果は、維持・補修等の計画を立案する上で参考とする基礎的な情報であり、適切な方法で記録し蓄積しておかなければならない。

また、定期点検後に、補修補強等の本対策を行った場合には、「7. 措置（3）監視」に記載した本対策後の確認等とおして、「健全性の診断」をあらためて行い、その結果を速やかに点検結果の記録に反映しなければならない。

表-8. 1 に道路トンネルの点検表の構成および記載内容を示す。

表-8. 1 道路トンネル定期点検表の構成

様式番号	台帳および調書名	記載内容
様式 1-1	トンネル台帳	トンネル一般諸元
様式 1-2	トンネル台帳	トンネル非常用施設諸元
様式 1-3	トンネル台帳	スパン番号・起点側坑口からの距離
様式-2	トンネル台帳	調査履歴、補修・補強履歴、位置図、現況写真
様式-3	トンネル台帳	標準横断図、地質縦断図、施工実績
様式-4	点検調書 トンネル点検結果総括表	点検結果のまとめ
様式-5	点検調書 変状概要	変状に対するコメント
様式-6	点検調書 スパン別変状詳細展開図	スパンごとの変状の詳細
様式-7	点検調書 スパン別変状写真台帳	スパンごとの変状写真