

## 第4編 維持修繕

### 第1章 維持修繕一般

#### 1 総則

##### 1-1 設計の基本理念

維持、修繕の設計は本章によるものとするが、記述のないものについては、表1の関係図書他によるものとする。

表1 関係図書

関係図書	発行年月	発行者
道路維持修繕要綱	S53. 7	日本道路協会
道路橋補修便覧	H1. 8	日本道路協会
鋼道路橋防食便覧	H26. 3	日本道路協会
舗装設計施工指針	H18. 2	日本道路協会
舗装再生便覧	H22. 12	日本道路協会
舗装調査・試験法便覧	H19. 6	日本道路協会
道路震災対策便覧（震前対策編）	H18. 9	日本道路協会
道路震災対策便覧（震災復旧編）	H19. 7	日本道路協会
道路緑化技術基準・同解説	H28. 3	日本道路協会
道路橋伸縮装置便覧	S47. 11	日本道路協会
排水性舗装技術指針（案）	H 8. 11	日本道路協会
鋼道路橋の疲労設計指針	H14. 3	日本道路協会
舗装の維持修繕ガイドブック 2013	H25. 11	日本道路協会
道路トンネル維持管理便覧 （本土工編）	H27. 6	日本道路協会
道路トンネル維持管理便覧 （付属施設編）	H27. 6	日本道路協会
道路橋補修・補強事例集（2012）	H24. 3	日本道路協会
コンクリート標準示方書（維持管理編）	H25. 10	土木学会
舗装工学	H 7. 2	土木学会
表面保護工法設計施工指針（案）	H17. 4	土木学会
表面保護工法設計施工指針（案） 【工種別マニュアル編】	H17. 4	土木学会
コンクリートのひび割れ調査、補修・ 補強指針-2013-	H25. 4	日本コンクリート工学会
コンクリート診断技術' [基礎編][応用編]	毎年発行	日本コンクリート工学会
インターロッキングブロック舗装設計施工要領	H19. 3	インターロッキングブロック舗 装技術協会
既設橋梁のノージョイント工法の設計 施工手引き（案）	H26. 1	橋梁調査会
橋梁補修の解説と積算	H26. 7	建設物価調査会

（注）使用にあたっては最新版を使用するものとする。

## 2 舗装

### 2-1 舗装の維持修繕一般

#### 2-1-1 目的

舗装補修の目的は、

- (1) 路面の走行を確保し、交通の安全と快適性を保つこと。
- (2) 舗装の耐久性を確保し、舗装機能を保つこと。
- (3) 主として舗装に起因する沿道環境の悪化を防ぐこと。

等であり、補修は構造機能の低下を招かないように適切な時期に実施する。この際、沿道条件を勘案して次の事項も検討すること。

- (1) 歩道、排水施設、防護柵等の整備
- (2) 官民境界の明示及びその周辺の整備

#### 2-2 本県における路面の管理

##### (1) 路面の評価

本県では、舗装路面の評価を客観的かつ数量的に表すためMC Iにより指数評価し、修繕等の目安とすることを標準としている。

##### ① アスファルト舗装の供用性評価式

アスファルト舗装の供用性評価は、次式によって行う。

$$MC I = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad \text{式(2-1)}$$

$$MC I_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.30D^{0.7} \quad \text{式(2-2)}$$

$$MC I_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad \text{式(2-3)}$$

$$MC I_2 = 10 - 0.54D^{0.3} \quad \text{式(2-4)}$$

ここに、C：ひびわれ率(%)

D：わだち掘れ率(mm)

$\sigma$ ：縦断凹凸量(mm)

MC I, MC I<sub>i</sub>：維持管理指数

注)供用性の評価は(1)～(4)式で行い、最も小さい値を用いるものとする。

##### ② セメントコンクリート舗装の供用性評価式

セメントコンクリート舗装の供用性評価は、次式によってひびわれ度をひび割れ率に変換して行う。

$$C = h \cdot C_0 \quad \text{式(2-5)}$$

$$h = 1 \quad (C_0 \leq 5 \text{度}) \quad \text{式(2-6)}$$

$$h = \frac{C_0 + 25}{30} \quad (5 \text{度} < C_0) \quad \text{式(2-7)}$$

ここに、C：ひびわれ率(%)

C<sub>0</sub>：ひびわれ度(cm/m<sup>2</sup>)

h：変換係数

※C<sub>0</sub>=20度の場合の計算例

式(2-7)によりh=1.5と計算される。これを式(2-5)に代入してC=30%となる。よって、C=30%として式(2-1)～式(2-4)によりMC Iを求める。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P16

舗装工学  
(H7.2) P303

舗装工学  
(H7.2) P303

(2) 路面の性状調査

路面性状調査は原則として下り車線を路面性状自動測定装置により調査し100mを単位とし区間毎に所要の解読を行い、ひび割れ率、わだち掘れ量、縦断凹凸量を求めている。

(3) MC I の判断基準

- ① 望ましい管理水準 MC I 5以上
- ② 補修が必要 MC I 4以下
- ③ 早急に補修が必要 MC I 3以下

MC I 未調査箇所、MC I が高い箇所において、沿道住民や道路利用者からの要望がある箇所についての判断基準は「道路維持修繕要綱」の維持修繕要否判断の目標値を参考にすると良い。

(4) 舗装路面のひび割れ測定

舗装路面のひび割れ測定方法は、「舗装調査・試験法便覧(H19.6)」により実施するものとする。

測定結果は、アスファルト舗装についてはひび割れ率で、コンクリート舗装についてはひび割れ度で評価する。

① アスファルト舗装の整理方法

ア 線状のひび割れが1本だけあるます目と、線状のひび割れが2本以上あるます目に分けて、それぞれのます目の数を数える。

イ パッチングがます目に占める面積を計測し、0%以上25%未満、25%以上75%未満、75%以上の3種類に分けて、それぞれのます目を数える。

ウ 各ます目のひび割れ面積を下記のとおりとして、ひび割れ面積を算出する。

(ア) 線状ひび割れが1本だけある場合は、0.15 m<sup>2</sup>のひび割れが生じているものとする。

(イ) 線状ひび割れが2本以上ある場合は、0.25 m<sup>2</sup>のひび割れが生じているものとする。

(ウ) パッチングの占める面積が0%以上25%未満の場合には、ひび割れ面積は0 m<sup>2</sup>とする。

(エ) パッチングの占める面積が25%以上75%未満の場合には、0.125 m<sup>2</sup>のひび割れが生じているものとする。

(オ) パッチングの占める面積が75%以上の場合には、ひび割れ面積は0.25 m<sup>2</sup>のひび割れが生じているものとする。

エ 式(8)によってひび割れ率を計算し、小数点以下1位まで報告する。

$$\text{ひび割れ率} = \frac{\text{ひび割れ面積 (m}^2\text{)}}{\text{調査対象区間面積 (m}^2\text{)}} \times 100 (\%)$$

・・・・・・・・式(2-8)

舗装工学  
(H7.2) P303

道路維持修繕要綱  
(S53.7) P68

舗装調査・試験法便覧  
(H19.6)  
P [ I -159~160 ]

オ 道路の幅員はかならずしも 0.5mの倍数になっていないので、端部に幅が 0.5m未満のます目が生じることがある。そのます目の面積が  $a \text{ m}^2$  の場合、ひび割れが 1 本だけあるます目のひび割れ面積は  $0.6a \text{ m}^2$ 、線状のひび割れが 2 本以上あるます目のひび割れ面積は  $a \text{ m}^2$  とする。パッチングの場合はパッチングがます目に占める面積が 0%以上 25%未満, 25%以上 75%未満, 75%以上の区分に応じて  $0 \text{ m}^2$ ,  $0.5a \text{ m}^2$ ,  $a \text{ m}^2$  とする。

カ ひび割れとパッチングが両方ある場合は、ひび割れます目として数える。

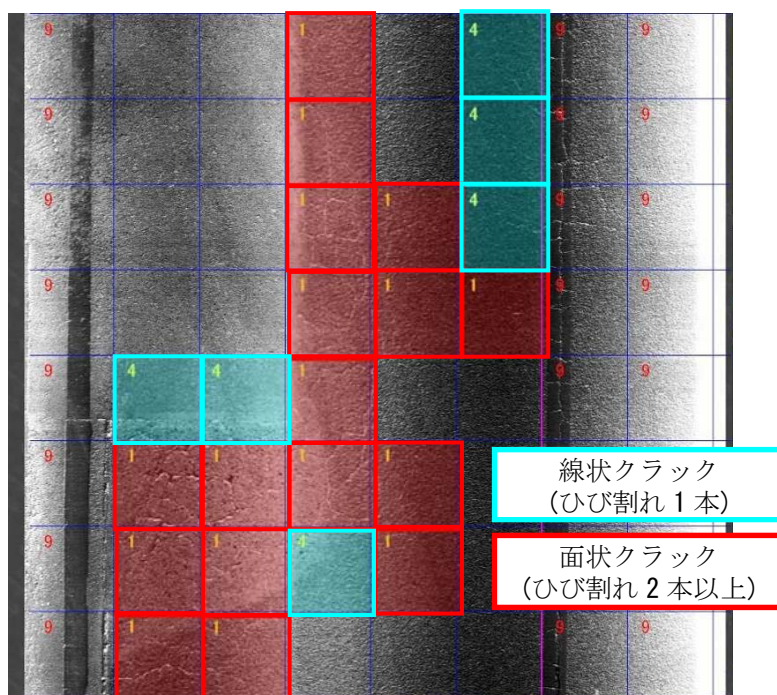


図 2-1 ひび割れ解説例 (メッシュ法)

## ② コンクリート舗装の整理方法

ア 各々のひび割れが、ます目にかかっている長さを測定し、ます目の辺の長さの 0%以上 25%未満, 25%以上 75%未満, 75%以上の 3 種類に分けて、それぞれのます目を数える。

イ ます目にひび割れのかかる長さが、0%以上 25%未満は 0cm, 25%以上 75%未満は 25cm, 75%以上は 50cm とし、各ひび割れ長さを算出する。

ウ パッチングがます目に占める面積を計測し、0%以上 25%未満, 25%以上 75%未満, 75%以上の 3 種類に分けて、それぞれのます目の数を数える。

エ パッチングの占める面積が、0%以上 25%未満は  $0 \text{ m}^2$ , 25%以上 75%未満は  $0.125 \text{ m}^2$ , 75%以上は  $0.25 \text{ m}^2$  のひび割れが生じているとして、パッチング面積を計算する。

オ 式(9)によってひび割れ率を計算し、小数点以下 1 位まで報告する。

舗装調査・試験法便覧  
(H19.6) P [ I-160 ]

舗装調査・試験法便覧  
(H19.6) P [ I-160 ]

$$\begin{aligned} \text{ひび割れ度} &= \frac{\text{ひび割れ長さの累計 (cm)} + \frac{\text{パッチング面積 (m}^2\text{)} \times 100}{0.3(\text{m})}}{\text{調査対象区間面積 (m}^2\text{)}} \times 100 \\ (\text{cm/m}^2) & \end{aligned}$$

・・・・・・・・式(2-9)

カ 道路の幅員はかならずしも 0.5mの倍数になっていないので、幅が 0.5m未満のます目が生じることがある。ひび割れが横断方向に生じており、端部のます目の横断方向の辺の長さが acm の場合、ます目にひび割れのかかる長さが 0%以上 25%未満は 0cm, 25%以上 75%未満は 0.5acm, 75%以上は acm として、各ひび割れ長さを算出する。パッチングについては、ます目の面積が b m<sup>2</sup> の場合、ます目に占めるパッチングの面積が 0%以上 25%未満, 25%以上 75%未満, 75%以上の区分に応じて 0 m<sup>2</sup>, 0.5b m<sup>2</sup>, b m<sup>2</sup> とする。

キ ひび割れとパッチングが両方ある場合は、ひび割れとパッチング個別に長さ と面積を集計する。

図 2-2 にひび割れ率及びひび割れ度の計算例を示す。

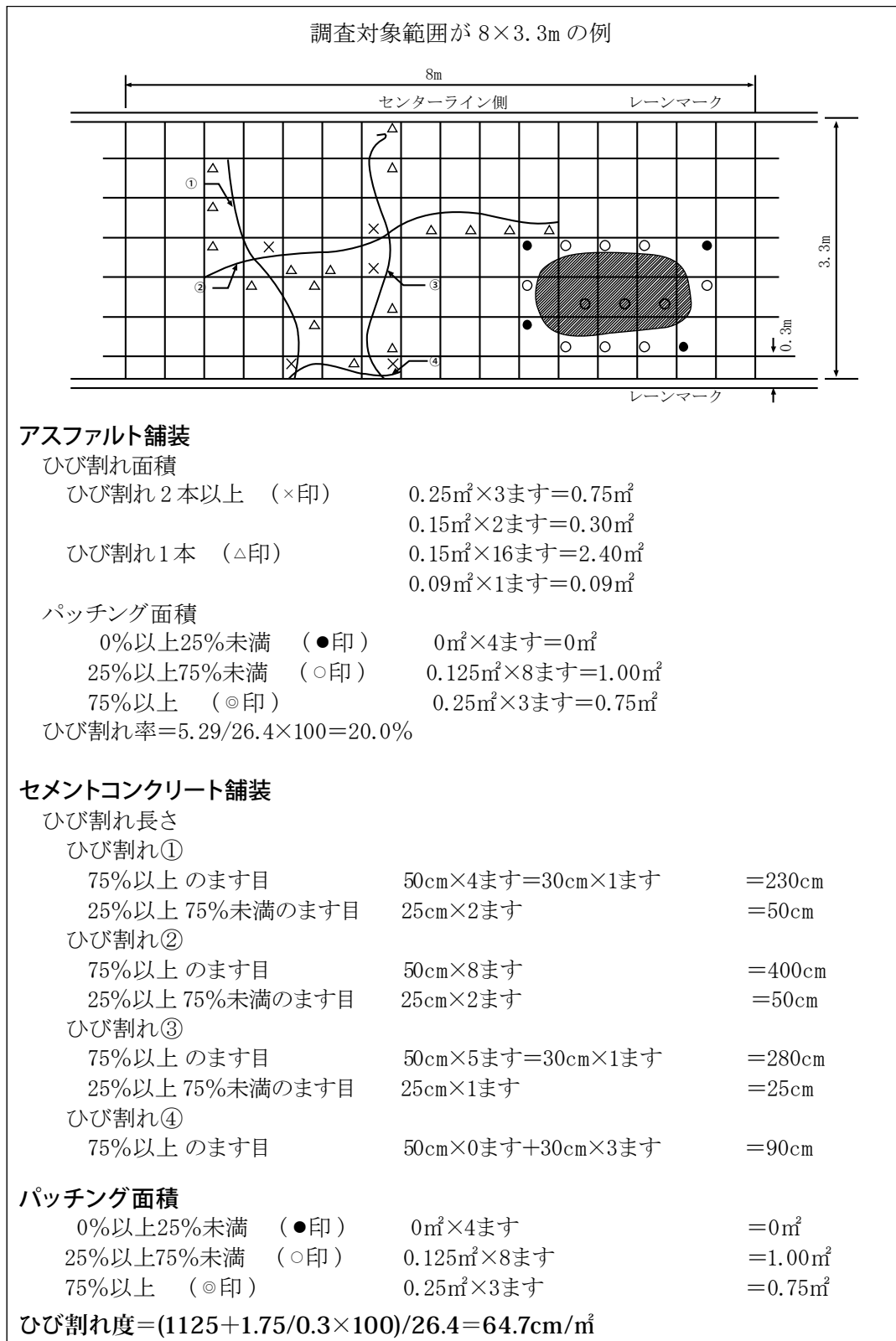


図 2 - 2 ひび割れ率及びひび割れ度計算例

(5) たわみ量の測定

たわみ量測定方法は、「舗装調査・試験法便覧(H19.6)」により実施するものとする。以下にベンゲルマンビームによるたわみ量の測定法を示す。

- ① 測定車（トラック）を停止させ、ベンゲルマンビームの先端を片後輪の2つのタイヤの中央に置く。
- ② ブザーを動かした後ダイヤルゲージを読みとる。

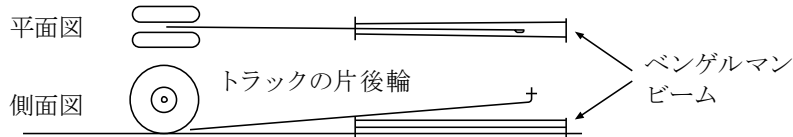


図 2 - 3

- ③ 車をゆっくり約 3 m 以上、ダイヤルゲージが停止するまで前進させる。

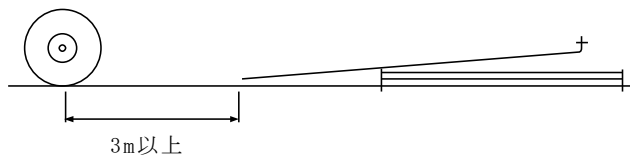


図 2 - 4

- ④ 再びブザーを動かした後ダイヤルゲージを読みとる。
- ⑤ 最初の読みと後の読みの差を求め、2倍してたわみ量とする。

$$\text{たわみ量 (mm)} = \{(\text{最初の読み}) - (\text{後の読み})\} \times 2$$

注 i) 測定車の後輪荷重はロードメーターなどを用いて別々に所要重量を調整することが望ましいが、ロードメーターなどがない場合には、車軸重量計に後輪の双方をのせ、積荷を平均にならした上で軸重を調整すればよい。

なお、輪荷重の調整時には4輪をできるだけ同一高さにおき、車体が傾かないように注意すること。

- ii) 5 t 輪荷重で測定したコンクリート舗装または特に良好なアスファルト舗装のたわみ量は 0.1~0.6 mm の範囲にある。

(6) 凹凸量の測定

凹凸量（平坦性）測定方法は、「舗装調査・試験法便覧(H19.6)」により実施するものとする。

- ① 凹凸量の測定は調査区間全線にわたり、最も車輪がよく通過されると考えられる所。即ち車線縁から内側へ 80~100 cm の付近を中心線に沿って平行に行う。
- ② 使用する測定器は、直読式凹凸測定器（図 2 - 5）又はプロフィールメーター（図 2 - 6）とする。
- ③ 測定間隔は 1.5 m とする。直読式の場合は図 2 - 5 のように測定器を移動させながら 1.5 m 間隔に測定する。プロフィールメーターの場合は記録紙上に記録された波形より 1.5 m 間隔で基準線からの波高を読みとる。
- ④ 各区間ごとに、次式によって標準偏差を計算し、平坦性の測定値とする。単位は mm とし、小数点以下 2 桁までとする。ただし、平坦性測定の影響となるマンホール等の部分のデータは除外する。

$$\sigma = \sqrt{\{\sum d^2 - (\sum d)^2 / n\} / \{n - 1\}}$$

σ : 平坦性 (mm)

d : 波高の測定値 (mm)

n : データ数

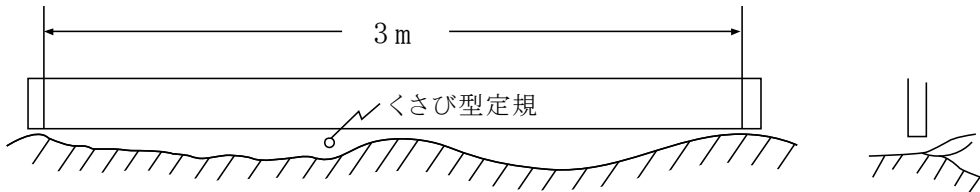


図 2-5 直読式凹凸測定器

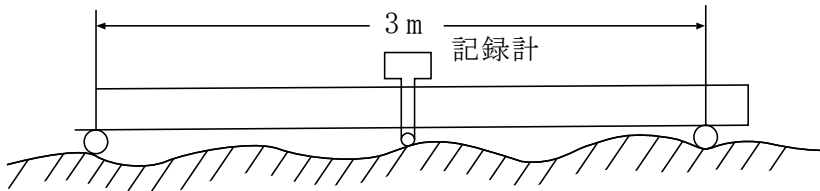
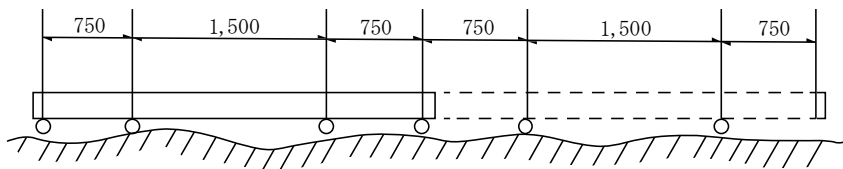


図 2-6 プロフィルメーター



第1回の測定器の設置位置

(次回の測定器の設置位置)

○印は測定

図 2-7 直読式の測定位置

(7) データの蓄積・更新

本県では、路面性状調査結果データや過年度の舗装補修履歴データを管理するために「舗装管理システム」と「WebGIS (舗装)」(以下「舗装維持管理システム」)を構築し運営している。

舗装を新設又は更新した際は、(公財)鹿児島県建設技術センターへ舗装台帳一式を提出すること。

なお、提出様式等については「第6編 参考資料 第1章 参考資料」を参照すること。

舗装維持管理システムの全体構成及びシステム機能の概要は、以下のとおりである。



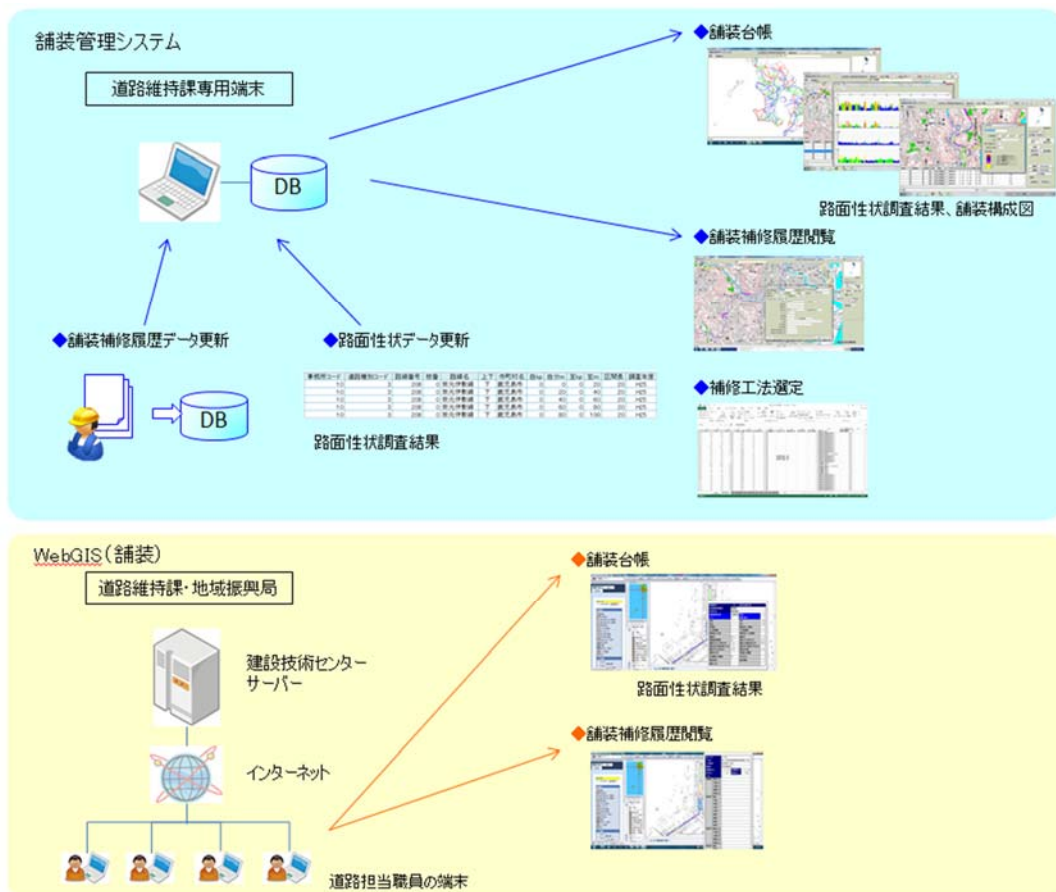
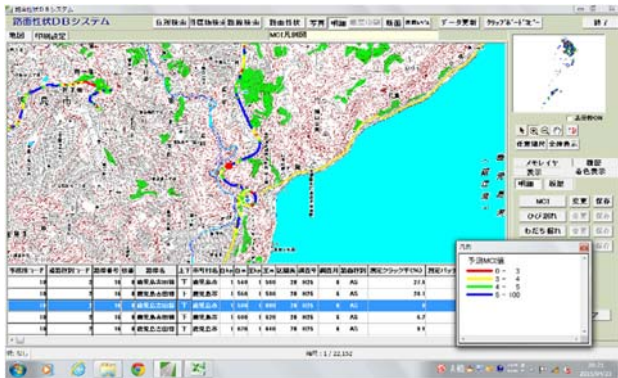


図 2-8 本県の舗装維持管理システムの全体構成図

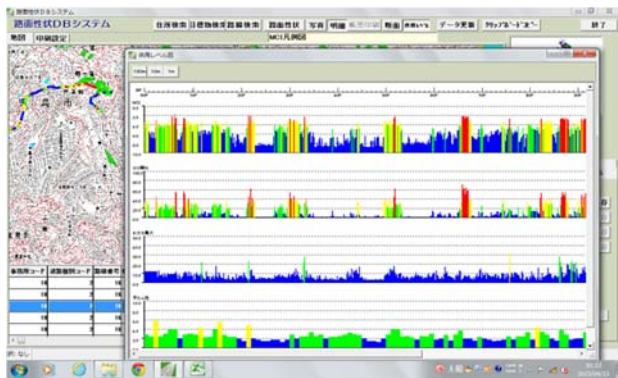
表 2-1 本県の舗装維持管理システムの機能一覧表

システム名	機能	名称	内容	
舗装管理システム	維持修繕レベル機能	映像 GIS	地点移動	路線、距離標等の移動機能
			工事履歴データ管理	工事履歴データの登録・更新・削除および一覧表の表示
			連携表示	舗装台帳一覧表との連携表示(管理水準色分け)
		舗装台帳	区間選定	対象範囲の選定(県全体、事務所別、路線別)
			条件検索	舗装台帳一覧表の条件検索・絞り込み機能
			各種表示	集計機能
		図表示		供用レベル図、ランク図の表示
	その他機能	舗装構成	舗装構成図の表示機能	
		システム連携	WebGIS との連携	
	WebGIS	維持修繕レベル機能	映像 GIS	地点移動
工事履歴データ管理				工事履歴データの登録・更新・削除および一覧表の表示
連携表示				舗装台帳一覧表との連携表示(管理水準色分け)
	データ更新		路面性状データ(機械調査)の更新機能	

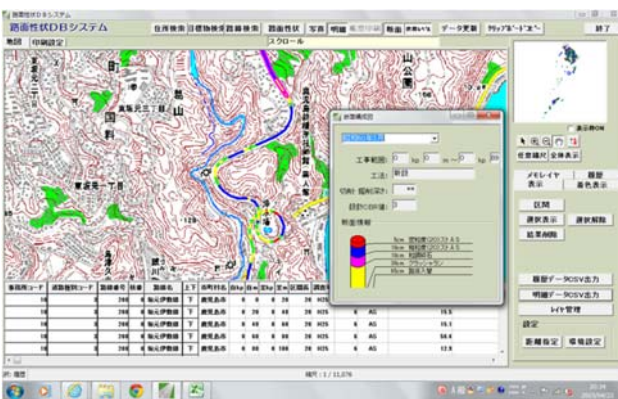
【舗装管理システム（路面性状調査結果データの管理）】



路面性状調査結果データ（MCI値）を4段階に色分けし道路中心線上に表示

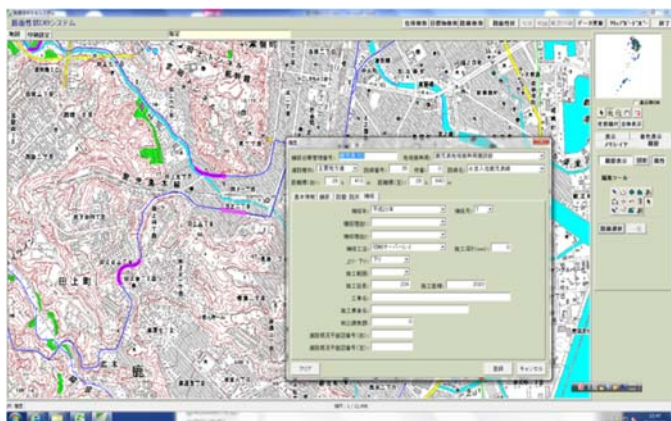


MCI, ひび割れ, わだち掘れ, 平坦性の各路面性状値を供用レベル図（グラフ）にて表示



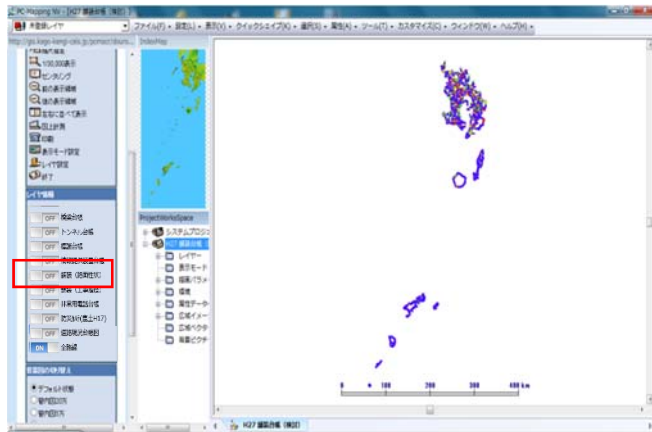
舗装構成（施工断面）を施工年度・工法を吹き出し画面にて表示

【舗装管理システム（工事補修履歴データの管理）】

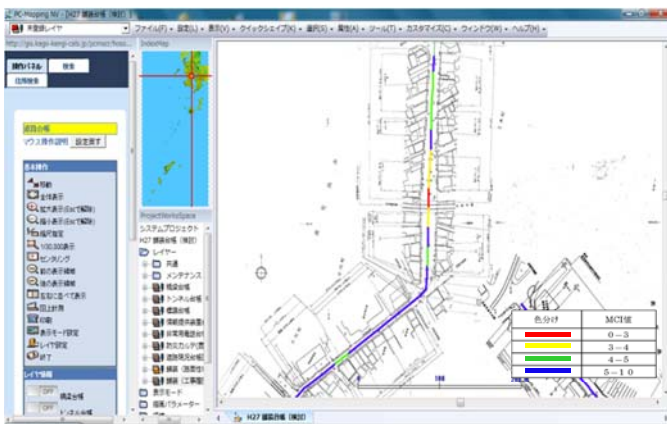


舗装補修のデータ蓄積を行い、過年度の舗装履歴を吹き出し画面にて表示

## 【WebGISとの連携】



トップ画面の操作パネルから「舗装 (路面性状)」や「舗装 (工事履歴)」を選択する



路面性状調査結果データ (MCI 値) を4段階に色分けし道路中心線上に表示

## 2-3 調査（参考）

### 2-3-1 調査の種類

舗装の破損の調査は、「2-2 本県における路面の管理」を標準とするが、一般的には、図2-9に示すように「路面調査」と「構造調査」がある。

#### (1) 路面調査

目視観察を主体とした目視調査と、調査試験機や器具等を用いて測定し評価すると路面性状調査がある。

#### (2) 構造調査

舗装の内部や路床の状態を調査するもので、FWDによるたわみ量測定や切取りコアの採取、開削調査等により行う。

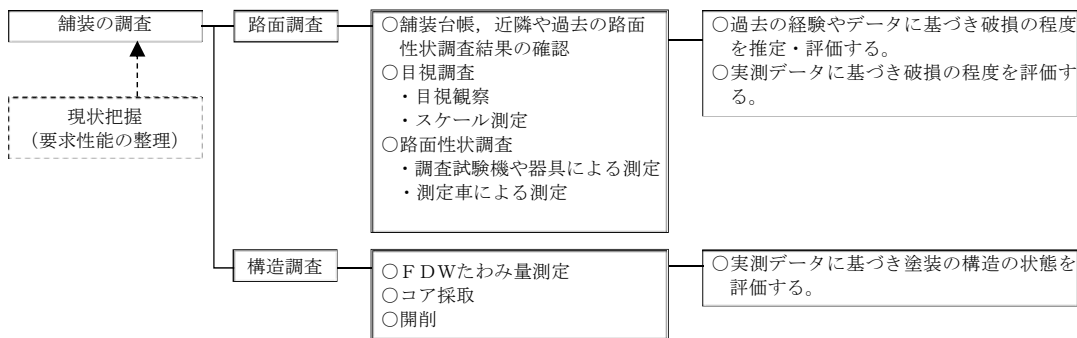


図2-9 維持修繕のための舗装の調査

### 2-3-2 調査のフロー

調査のフローを図2-10に示す。路面調査の結果から、基層以下やコンクリート版の下に破損の原因があるなど構造的な破損が懸念される場合や、破損の程度が大きい場合には構造調査を行うことが望ましい。

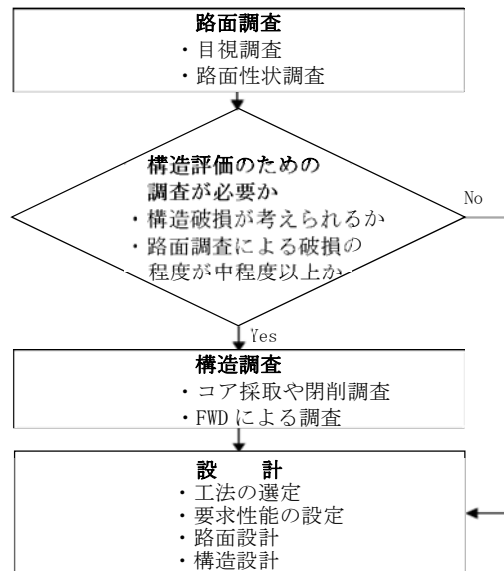
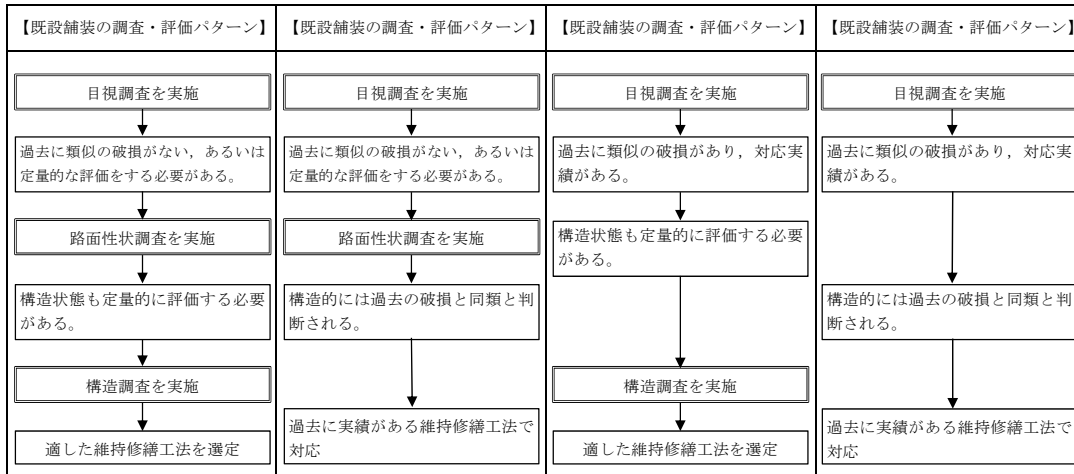


図2-10 舗装の調査フロー

図2-11に既設舗装の調査・評価パターンの例を示す。

このほかにも、維持修繕区間細部にわたっての検討や追跡調査が予定されている場合などでは、目視調査を実施せず「路面性状調査」と「構造調査」の調査・

評価パターンが考えられる。また、近隣区間や過去に蓄積されたデータがあり、それらを設計入力値とみなせる場合には「構造調査」だけ実施する、あるいは、調査を実施せずにデータの整理だけ行う場合もある。



舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P27

図 2-11 調査・評価パターンの例

### 2-3-3 路面調査

#### (1) 目視調査

目視調査は、路面の状況を詳細に観察し記録するもので原則、徒歩により実施するものとするが、徒歩による調査が困難な場合は、車上より路面の状態を観測するとよい。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P28

表 2-2 目視調査の概要（アスファルト舗装の場合）

調査項目	調査内容	
ひび割れ	目視観察	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ発生状態</li> <li>ひび割れの程度</li> <li>ひび割れの幅</li> <li>下面からの析出物の確認</li> </ul>
わだち掘れ	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>わだち掘れの程度</li> <li>滞水や水はねの程度</li> </ul>
段差、平坦性 (コルゲーション、くぼみ、寄り、プリスタリング)	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>周囲との高さの違い</li> <li>下面からの析出物の確認</li> </ul>
	感覚評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両走行による騒音、振動</li> </ul>
ポットホール	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポットホールの面積や深さ</li> <li>周囲の状態（油漏れの有無、フィラーの滲出等）</li> </ul>
ポリッシング、フラッシュ、ブリージング (すべり抵抗の低下)	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポリッシング面積</li> <li>滞水や水はねの程度</li> </ul>
	感覚評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両走行による騒音、振動、すべり</li> </ul>
ポーラスアスファルト舗装の骨材飛散	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>骨材飛散の面積や深さ</li> <li>滞水や水はねの程度</li> </ul>
	感覚評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>車両走行による騒音、振動</li> </ul>
ポーラスアスファルト舗装の空隙づまり、空隙つぶれ	目視	<ul style="list-style-type: none"> <li>空隙の閉塞状態</li> <li>滞水や水はねの程度</li> </ul>
	感覚評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>散水による水の浸透度合い</li> </ul>
ポーラスアスファルト舗装における部分的な寄り(側方流動)	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>わだち掘れの程度</li> <li>滞水や水はねの程度</li> </ul>
はく離	目視あるいはスケール測定	<ul style="list-style-type: none"> <li>舗装表面へのフィラー分の滲出の有無</li> <li>部分的な沈下の面積や深さ</li> </ul>
供用状況の把握	交通量、気象条件、沿道状況、維持修繕履歴 等	

表 2-3 目視調査の概要（コンクリート舗装の場合）

調査項目	調査内容	
ひび割れ	目視観察	・ひび割れ発生状態（形態、角欠け等） ・ひび割れの幅 ・砂質分の滲出の有無
目地部の破損	目視あるいはスケール測定	・目地材のはみ出しや飛散の程度 ・目地幅や角欠けの程度
段差	目視あるいはスケール測定	・周囲との高さの違い ・下面からの析出物の確認
	感覚評価	・車両走行による騒音、振動
わだち掘れ	目視あるいはスケール測定	・わだち掘れの程度 ・滞水や水はねの程度
ポットホール	目視あるいはスケール測定	・ポットホールの面積や深さ ・周囲の状態
スケーリング ラベリング	目視あるいはスケール測定	・剥がれ程度（面積、深さ） ・滞水や水はねの程度 ・縦断方向の変形（凹凸）
	感覚評価	・車両走行による騒音、振動
ポリッシング （すべり抵抗の低下）	目視あるいはスケール測定	・ポリッシング面積 ・滞水や水はねの程度
	感覚評価	・車両走行による騒音、振動、すべり
供用状況の把握	交通量、気象条件、沿道状況、維持修繕履歴 等	

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P29

(2) 路面性状調査

路面性状調査は、舗装の路面の状態（破損の程度）を数値化して把握するもので、調査試験機や器具等を用いて実施する。路面性状調査には、路面舗装のひび割れ率測定やわだち掘れ深さ測定、平坦性測定などがある。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P32

表 2-4 路面破損の種類とその調査項目・方法（アスファルト舗装の場合）

調査項目	調査方法 <sup>(注1)</sup>	破損の種類 <sup>(注2)</sup>						
		ひび割れ		わだち掘れ	平坦性	その他の破損		
		線状	亀甲状			段差	ポットホール	剥離
舗装路面のひび割れ測定	S029	◎	◎	○	△	△	◎	◎
舗装路面のわだち掘れ深さ測定	S030	△	○	◎	◎	△	△	○
舗装路面の平坦性測定	S028	△	△	○	◎	△	△	○
国際ラフネス指数(IRI)の調査	S032T	△	△	○	◎	△	△	○
舗装路面の段差測定	S031	△	△	△	△	◎	△	○
ポットホールの測定	S033T	—	—	—	—	—	◎	○
舗装路面のすべり抵抗測定	S021	△	△	△	△	△	△	△
現場透水量の測定	S025	—	—	—	—	—	—	—

調査項目	調査方法 <sup>(注1)</sup>	破損の種類 <sup>(注2)</sup>				ポーラスアスファルト混合物特有の破損 <sup>(注2)</sup>		
		その他の破損				骨材飛散	空隙づまり つぶれ	部分的な 寄り
		ポリッシング	コルゲーション	寄り	くぼみ			
舗装路面のひび割れ測定	S029	△	△	△	△	△	△	○
舗装路面のわだち掘れ深さ測定	S030	△	△	◎	◎	△	△	◎
舗装路面の平坦性測定	S028	△	◎	△	△	△	—	—
国際ラフネス指数(IRI)の調査	S032T	△	◎	△	△	△	—	—
舗装路面の段差測定	S031	△	△	△	△	△	—	△
ポットホールの測定	S033T	—	—	—	—	△	—	—
舗装路面のすべり抵抗測定	S021	◎	△	△	△	△	△	△
現場透水量の測定	S025	—	—	—	—	○	◎	△

注1)：調査方法欄の英数字は、「舗装調査・試験法便覧」の略号

注2)：「◎」必須項目、「○」望ましい調査項目、「△」必要に応じて実施する調査項目

表 2-5 路面破損の種類とその調査項目・方法（コンクリート舗装の場合）

調査項目	調査方法 <sup>(注1)</sup>	破損の種類 <sup>(注2)</sup>						
		ひび割れ	目地部の破損	段差	わだち掘れ	ポットホール	スケーリング	ポリッシング
舗装路面のひび割れ測定	S029	◎	—	—	—	—	—	—
舗装路面の平坦性測定	S028	△	◎	◎	△	△	○	○
国際ラフネス指数(IRI)の調査	S032T	△	◎	◎	△	△	○	○
舗装路面のわだち掘れ深さ測定	S030	—	△	○	◎	—	△	△
舗装路面の段差測定	S031	—	◎	◎	—	—	—	—
ポットホールの測定	S033T	—	—	—	—	◎	△	—
舗装路面のすべり抵抗測定	S021	—	—	—	—	—	—	◎
舗装路面の粗さ測定	S025	—	—	—	◎	—	◎	◎
タイヤ路面騒音測定	S027	△	△	△	—	—	△	△

注1)：調査方法欄の英数字は、「舗装調査・試験法便覧」の略号

注2)：「◎」必須項目、「○」望ましい調査項目、「△」必要に応じて実施する調査項目

### 2-3-4 構造調査

#### (1) アスファルト舗装の場合

構造調査は、舗装の内部や舗装構造を詳細に把握するもので、FWD (Falling Weight Deflectometer：重錘落下たわみ測定装置) によるたわみ量測定や切取りコアの採取、開削調査などにより行う。

構造調査の調査結果は、路面破損なのか構造破損なのかを特定でき、修繕工法の選定や設計の参考資料となる。

- ① FWD で路面たわみ量を測定することで、舗装の支持力が十分であるのか、また解析によりどの層が損傷しているかを推定できる。
- ② 切取りコアにより、ひび割れ箇所では、直接ひび割れ幅や深さなどを測定することができる。わだち掘れ箇所においては、切取りコアの各層の厚さを測定することで、変形が表層のみか、あるいは基層まで及んでいるのかなどを確認することができる。
- ③ 開削調査は、路面を開削するためにかなり大がかりな調査となるが、各層の厚さの測定、採取した資料による CBR 試験や材料試験を実施することで、破損の原因を特定できる場合が多い。

#### (2) コンクリート舗装の場合

構造調査は、舗装の内部や舗装構造を詳細に把握するもので、FWD (Falling Weight Deflectometer：重錘落下たわみ測定装置) によるたわみ量測定や切取りコアの採取、開削調査などにより行う。

構造調査の調査結果は、路面破損なのか構造破損なのかの破損区分を把握する判断材料となり、修繕工法の選定や設計の参考資料となる。

- ① FWD で路面たわみ量を測定することで、ひび割れ部や目地部の荷重伝達率や路床・路盤の支持力を推定できる。
- ② 切取りコアの観察により、ひび割れ深さや鉄筋(鉄網)の状態を把握したり、より構造的に踏み込んだ評価が可能となる。
- ③ 開削調査は、大がかりな調査となるが、破損の発生原因の特定が不可欠な場合、あるいはコンクリート舗装版の下の層の支持力等を詳細に評価する場合に行う。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P33

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P33~34

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P35

表 2-6 構造破損の種類とその調査項目・方法（アスファルト舗装の場合）

調査項目	調査方法 (注1)	破損の種類(注2)									
		ひび割れ									
		綿状					亀甲状				
		疲労ひび割れ	わだち割れ	施工継目ひび割れ	リフレクションラック	温度応力ひび割れ	凍上によるひび割れ	路床・路盤の支持力低下によるひび割れ	路床・路盤の支持力沈下によるひび割れ	アスファルト混合物の劣化・老化によるひび割れ	
FWD たわみ量測定 (弾性係数, 路床支持力, 舗装の健全度など)	S047	○	○	△	△	△	◎	◎	◎	◎	
コア採取 (各種の厚さ, ひび割れ深さ, 密度測定など簡易な計測)	S002	○	◎	○	○	○	○	△	◎	○	
コア採取 (抽出試験, 強度試験等を実施)	S002	○	○	△	△	△	○	△	○	○	
開削調査 (各層の厚さ・路床・路盤材の性状, 路盤支持力など)	S002	△	△	△	△	△	○	○	○	△	

調査項目	調査方法 (注1)	破損の種類(注2)									
		ひび割れ 亀甲状		わだち割れ				平坦性	その他の破損		
		構造物周辺のひび割れ	基層の剥離によるひび割れ	路床・路盤の圧密沈下	流動	摩耗	縦断方向の凹凸	段差	ポットホール	剥離	
FWD たわみ量測定 (弾性係数, 路床支持力, 舗装の健全度など)	S047	◎	△	○	△	△	◎	◎	◎	◎	
コア採取 (各種の厚さ, ひび割れ深さ, 密度測定など簡易な計測)	S002	△	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	
コア採取 (抽出試験, 強度試験等を実施)	S002	△	◎	○	○	△	○	○	○	○	
開削調査 (各層の厚さ・路床・路盤材の性状, 路盤支持力など)	S002	△	○	△	△	△	△	△	△	○	

調査項目	調査方法 (注1)	破損の種類(注2)							
		その他の破損				ポーラスアスファルト混合物特有の破損			
		ポリッシング	コルゲーション	寄り	くぼみ	骨材飛散	空隙づまり, つぶれ	部分的な寄り	
FWD たわみ量測定 (弾性係数, 路床支持力, 舗装の健全度など)	S047	-	△	△	◎	-	-	△	
コア採取 (各種の厚さ, ひび割れ深さ, 密度測定など簡易な計測)	S002	△	○	○	○	△	△	○	
コア採取 (抽出試験, 強度試験等を実施)	S002	△	△	△	△	△	△	△	
開削調査 (各層の厚さ・路床・路盤材の性状, 路盤支持力など)	S002	-	△	△	△	-	-	△	

注1) : 調査方法欄の英数字は、「舗装調査・試験法便覧」の略号  
 注2) : 「◎」必須項目, 「○」望ましい調査項目, 「△」必要に応じて実施する調査項目

表 2-7 構造破損の種類とその調査項目・方法（コンクリート舗装の場合）

調査項目	調査方法 (注1)	破損の種類(注2)							
		ひび割れ	目地部の破損	段差	わだち掘れ	ポットホール	スケーリング	ポリッシング	
FWD によるたわみ量測定 (路床・路盤の支持力, 荷重伝達率, 舗装の健全度等)	S046	○	○	○	-	-	-	-	
切り取りコア採取 (ひび割れ深さ, 鉄筋位置, 密度測定など)	S002	○	△	○	-	-	-	-	
開削調査 (路床・路盤の支持力, 各層の横断形状, コンクリート舗装版の状態, 強度など)	S002	△	△	△	-	-	-	-	

注1) : 調査方法欄の英数字は、「舗装調査・試験法便覧」の略号  
 注2) : 「◎」必須項目, 「○」望ましい調査項目, 「△」必要に応じて実施する調査項目

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P34

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P35



## 2-4 評価（参考）

### 2-4-1 アスファルト舗装の評価

#### (1) ひび割れ

##### ① 路面調査からの評価

維持修繕工法の選定に当っては、表2-8に示す工法選定上の区分の目安を参考にするとよい。

なお、工法選定上の区分M, Hに該当するひび割れ箇所については、構造調査により深さ方向の状態を詳細に評価し、修繕工法の選定、設計を行うことが望ましい。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P38

表2-8 ひび割れ率による工法選定上の区分の目安

	L	M	H	備考
ひび割れ率(%)	10程度以下	10~20程度	20程度以上	自動車専用道路
	15程度以下	15~35程度	35程度以上	一般道路

注1：L, M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

注2：L, M, Hのそれぞれの値は、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

注3：ポーラスアスファルト舗装は別途考慮する。

表2-9はひび割れの形態と破損の分類を示したものであり、ひび割れの破損の分類を評価する際の参考にするとよい。

表2-9 ひび割れの形態と破損の分類

ひび割れの形態		破損の分類	
		路面破損	構造破損
疲労ひび割れ	線状		◎
わだち割れ	線状	◎	○
施工継目のひび割れ	線状	◎	
リフレクションクラック	線状		◎
温度応力ひび割れ	線状	○	○
路床・路盤の支持力低下によるひび割れ	亀甲状		◎
路床・路盤の沈下によるひび割れ	亀甲状		◎
アスファルト混合物の劣化・老化によるひび割れ	亀甲状	○	○
凍上によるひび割れ	線状		◎
融解期の路床・路盤の支持力低下によるひび割れ	亀甲状		◎
構造物周辺のひび割れ	亀甲状	○	○
基層のはく離によるひび割れ	亀甲状	○	○

注 ◎：特にその破損である可能性が高い，○：いずれの破損も可能性がある。

② 構造調査からの評価

ア コア採取や開削調査による評価

- (ア) ひび割れがどの層まで及んでいるかの目視観察
- (イ) アスファルト混合物の強度試験
- (ウ) アスファルトの量や劣化の確認
- (エ) アスファルト混合物等の粒度確認

を実施し、これらの結果により、ひび割れの発生原因を特定する。

イ FWD のたわみ量による評価

- (ア) 舗装の特性値を求める方法
  - (イ) 舗装各層の弾性係数を求める方法
- に大別される。

(2) わだち割れ

① 路面調査からの評価

維持修繕工法の選定に当たっては、表 2-10 に示す工法選定上の区分の目安を参考にするとよい。

滞水の状態や水はねの程度を目視により確認し、わだち掘れ深さを推察する場合の目安を表 2-11 に示す。

表 2-10 わだち掘れ深さによる工法選定上の区分の目安

	L	M	H	備考
わだち掘れ深さ (mm)	15 程度以下	15~25 程度	25 程度以上	自動車専用道路
	20 程度以下	20~35 程度	35 程度以上	一般道路

注 1: L, M, H は、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の可否を判断する管理目標値とは異なる。

注 2: L, M, H のそれぞれの値は、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

表 2-11 目視によりわだち掘れの程度を判断する場合の目安  
(走行速度 40km/h 程度の場合)

調査項目	工法選定上の区分(一般道路)		
	L: 20mm 程度以下	M: 20~35mm 程度	H: 35mm 程度以上
滞水状態	うっすらとした水膜が確認される	部分的な滞水が確認される	明らかな滞水が確認される
水はねの程度	水しぶきがあがる	軽い水はねがある	隣接車線や歩道に大きくはねる

注: それぞれの目安は、「舗装調査・試験法便覧」や実績などを踏まえ設定

表 2-12 はわだち掘れの形態と破損の分類を示したものであり、わだち掘れの形態と破損の分類を評価する際の参考にするとよい。

表 2-12 わだち掘れの形態と破損の分類

わだち掘れの形態	破損の分類	
	路面破損	構造破損
路床・路盤の圧縮変形		◎
アスファルト混合物の塑性変形	◎	○
アスファルト混合物の摩耗	◎	

注 ◎: 特にその破損である可能性が高い, ○: いずれの破損も可能性がある。

② 構造調査からの評価

コア採取や開削調査による評価

ア わだち掘れがどの層まで及んでいるか

イ わだち掘れの発生が路盤以下の影響によるものか

などを評価し、路面破損か構造破損かをより正確に把握する。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P44

(3) その他の破損の評価

① 平坦性の低下

平坦性は、縦断方向の凹凸の程度で評価を行う。縦断方向の凹凸など、ある程度の延長を有する区間の平坦性を評価する場合には、3mプロファイルメータなどによる測定を適用するとよい。

なお、この破損は路面破損である場合が多いが、支持力不足など構造破損による場合もある。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P44～46

② 段差

路面に段差が発生している箇所は、沿道状況、交通条件等を考慮し、適切に維持管理していくことが肝要であり、その程度によっては緊急の対応（維持工法等の実施）が肝要となる。

なお、この破損は路面破損である場合が多いが、路盤層以下の締固めが不十分な場合や構造破損による場合もある。

③ ポットホール

ポットホールは、乗り心地を悪くさせるばかりでなく、交通事故を誘発する原因となることもあるので、発見次第、緊急の対応（維持工法等の実施）を行う必要がある。

なお、ポットホールが多発した箇所は構造破損も考えられるが、一般の破損の分類は路面破損である場合が多い。

④ はく離

はく離が始まっていると、舗装表面にフィラーや細骨材などの細粒分が滲出することが多く、このような現象を認めた場合、できるだけ早い段階で切取りコアの採取や開削を行い、はく離の有無を確認すると良い。

なお、現場で、はく離の有無を確認する方法は、路面状態や採取したコア、開削した断面の状態などの目視観察と、採取した混合物の強度試験による耐水性の評価、抽出試験によるアスファルト量や粒度の把握であり、技術的な判断を行う。

⑤ ポリッシング

ポリッシングが発生している箇所では、その前後のすべり抵抗値を測定し、すべり抵抗性の低下を評価する。走行速度 60km/h を想定する道路において、ポリッシングが認められた場合のすべり抵抗値による工法選定上の区分の目安（路面性状調査）を表 2-13 に示す。

表 2-13 すべり抵抗値による工法選定上の区分の目安

測定方法	すべり抵抗値の低下強度(すべり摩擦係数： $\mu$ 60)	
	M	H
すべり抵抗測定車	0.25～0.33 程度	0.25 程度以下

注 1：M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

注 2：M, Hは、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

⑥ コルゲーション

コルゲーションの程度は、凹凸量や発生規模(面積)により破損の程度を評価するが、明確な維持修繕の要否判断目安はなく、パトロール車の走行性などから判断することになる。

なお、この破損は路面破損である場合が多い。

⑦ くぼみ

アスファルト舗装のくぼみは、路面の沈下量や発生規模(面積)により破損の程度を評価するが、明確な維持修繕の要否判断目安はなく、パトロール車の走行性などから判断することになる。

なお、この破損は路面破損である場合が多いが、基層が変化していることもあるので、コア採取により各層の厚さを確認する等し、維持修繕工法を選定すると良い。

⑧ 寄り

アスファルト舗装の寄りは、路面の盛り上がり量や発生規模(面積)により破損の程度を評価するが、明確な維持修繕の要否判断目安はなく、パトロール車の走行性などから判断することになる。

なお、この破損は路面破損である場合が多いが、基層が変化していることもあるので、コア採取により各層の厚さを確認する等し、維持修繕工法を選定すると良い。

⑨ 路面陥没

路面陥没は、道路に損傷を与えるのみではなく、道路や沿道の機能を麻痺させ、交通事故による人的被害をも発生させる可能性がある。よって、路面陥没を未然に防ぐために路面下の管理、特に空洞の発見が重要となる。しかし、地下埋設物の老朽化・劣化や自然現象などいろいろな要因での空洞発生が考えられるため、日常の道路パトロールによる目視と路面空洞探査車等による空洞調査とを組み合わせ、効果的、効率的な陥没防止を行うと良い。

路面下空洞の判定は、電磁波レーダで得られる空洞の異常信号の位置データ等と地盤、地形、地下水位、舗装構造、地下埋設物件、工事履歴、交通量等の周辺情報を活用して行う。

#### (4) ポーラスアスファルト舗装特有の破損の評価

##### ① 骨材飛散

骨材飛散が進むとポットホールとなったり、走行車両による振動・騒音の発生、飛散骨材が走行車両や駐車車両を傷つけたりすることがあるので、沿道状況、交通状況等を考慮し、適切に維持管理していく必要がある。

なお、この破損は路面破損である場合が多い。

##### ② 空隙づまり、空隙つぶれ

空隙の閉塞が発生しているかの判断は、目視調査、現場透水量試験による浸透水量、タイヤ/路面騒音測定車による測定値などをもとに判断することが多い。

また、空隙の閉塞原因が空隙づまりと空隙つぶれのいずれかを判断するには、目視調査、あるいは採取コアの観察によることが多い。

なお、この破損は路面破損である場合が多い。

##### ③ 部分的な寄り（側方流動）

開削調査、コア採取により、破損の原因が、表層と基層との接着不良によるものか、基層のはく離によるものか等を目視観察や混合物試験等、総合的な調査により判断する必要がある。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P46～47

#### 2-4-2 コンクリート舗装の評価

##### (1) ひび割れ

##### ① 路面調査からの評価

維持修繕工法の選定に当たっては、表2-14に示す工法選定上の区分の目安を参考にするとよい。

なお、工法選定上の区分M, Hに該当するひび割れ箇所については、構造調査により深さ方向の状態を詳細に評価し、修繕工法の選定、設計を行うことが望ましい。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P47～48

表2-14 ひび割れ度による工法選定上の目安

	L	M	H	備考
ひび割れ度 (cm/m <sup>2</sup> )	30 程度以下	30～50 程度	50 程度以上	一般道路

注1：L, M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

注2：L, M, Hのそれぞれの値は、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

普通コンクリート舗装および転圧コンクリート舗装の場合の横ひび割れの工法選定上の区分の目安を表2-15に示す。

表 2-15 横ひび割れによる工法選定上の区分の目安  
(普通コンクリート舗装, 転圧コンクリート舗装の場合)

工法選定上の区分	判断の目安
L	ひび割れ幅 3mm 程度以内, 角欠けや段差はない。
M	ひび割れ幅 3mm 程度以上 6mm 程度以内で角欠け幅 75mm 程度以内, あるいは段差 6mm 程度以内
H	ひび割れ幅 6mm 程度以上で角欠け幅 75mm 程度以上, あるいは段差 6mm 程度以内

注: L, M, Hは, 維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり, 維持修繕行為の実施の可否を判断する管理目標値とは異なる。

表 2-16 はひび割れの形態と破損の分類を示したものであり, ひび割れの破損の分類を判断する際の参考にするるとよい。

表 2-16 ひび割れの形態と破損の分類

ひび割れの形態	破損の分類	
	路面破損	構造破損
横ひび割れ	—	◎*
縦ひび割れ	—	◎
Y型・クラスタ型ひび割れ*	◎	○
隅角ひび割れ	—	◎
Dクラック	◎	○
面状・亀甲状ひび割れ	—	◎
乾燥によるひび割れ	◎	—
円弧状ひび割れ	○	◎
沈下ひび割れ	◎	—
不規則ひび割れ (拘束ひび割れ)	○	◎

注 ◎: 特にその破損である可能性が高い, ○: いずれの破損も可能性がある。

※: 連続鉄筋コンクリート舗装の場合を除く

\*: 連続鉄筋コンクリート舗装特有のひび割れである。

連続鉄筋コンクリート舗装の場合は, 縦方向鉄筋よりコンクリートの乾燥収縮や温度によるひび割れを分散・発生させて, 個々のひび割れ幅を 0.5mm 以下に制御するよう設計されており, ひび割れ部の角欠けが原因で表面のひび割れ幅が大きく観察されることがあっても構造上問題とならないことが多い。

## ② 構造調査からの評価

### ア コア採取や開削調査による評価

コンクリート版内部の状態 (鉄網や鉄筋の腐食程度やコンクリート版下面の状態) が把握できる。

### イ FWD たわみ量測定による評価

コンクリート版下の状態 (空洞の有無等) やひび割れ部の荷重伝達性などが確認できる。

たわみ量と荷重伝達率にもとづく, 横ひび割れ部の評価フロー例を図 2-12 に, FWD による荷重伝達率測定方法を図 2-13 に示す。

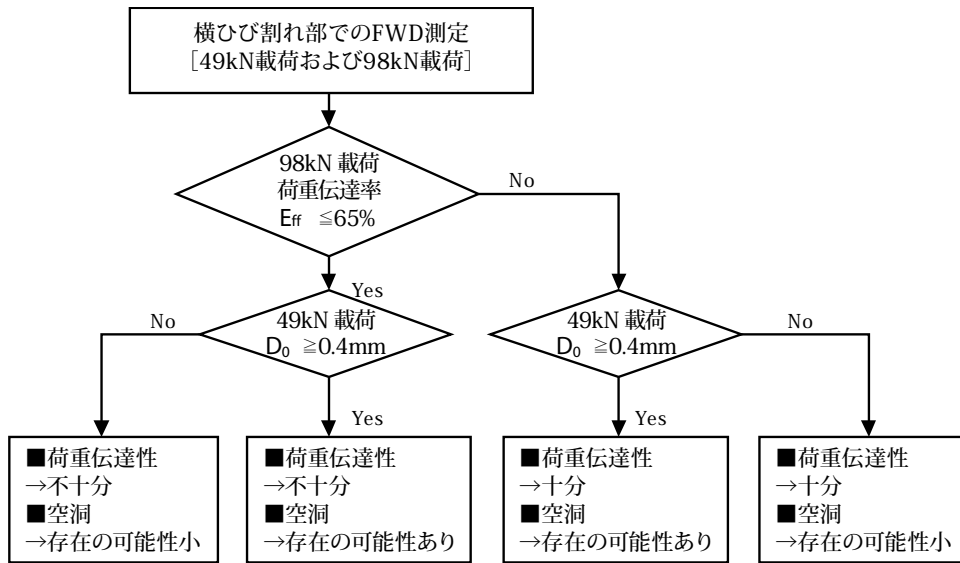
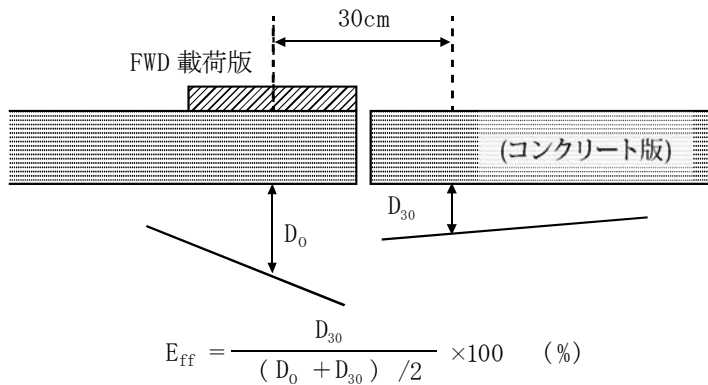


図 2 - 12 たわみ量，荷重伝達率による横ひび割れ部の評価フロー例



$E_{ff}$  : 荷重伝達率 (%)  
 $D_0$  : 荷重点直下のたわみ量 (mm)  
 $D_{30}$  : 荷重点から 30cm の位置のたわみ量 (mm)

図 2 - 13 FWD による荷重伝達率測定方法の概念

(2) 目地部やひび割れ部の段差

① 路面調査からの評価

維持修繕工法の選定に当っては、表 2-17 に示す段差量による工法選定上の区分の目安を参考にするとよい。

表 2-17 段差量による工法選定上の区分の目安

	L	M	H
段差量(mm)	10 程度以下	10～15 程度	15 程度以上

注 1: L, M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の可否を判断する管理目標値とは異なる。

注 2: L, M, Hのそれぞれの値は、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

表 2-18 は、目視調査から目地部やひび割れ部の状態を評価し、維持修繕工法の選定上の区分を示したものであり、参考にするとよい。

表 2-18 目地部やひび割れ部の状態（段差・ポンピング）と工法選定上の区分の目安

段差	ポンピング	破損の状態	工法選定上の区分
なし	なし	健全（写真①）	—
	あり	路盤損傷が進行中（写真②）	L
あり	なし	路盤以下が不等沈下（写真③）	M
	あり	路盤以下まで損傷が進行（写真④）	H

注 1: L, M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の可否を判断する管理目標値とは異なる。



図 2-14 目地部の状態の事例



② 構造調査からの評価

目地部の段差箇所空洞の有無については、49kN 荷重時のたわみ量 0.4mm 以下を判断目安に、また、荷重伝達については、

ア 荷重伝達率が 80%以上であれば荷重伝達は有効である。

イ 荷重伝達率が 65%以下であれば荷重伝達は不十分である。

とされている。たわみ量と荷重伝達率に基づく、目地部の段差箇所の評価フロー例を図 2-15 に示す。

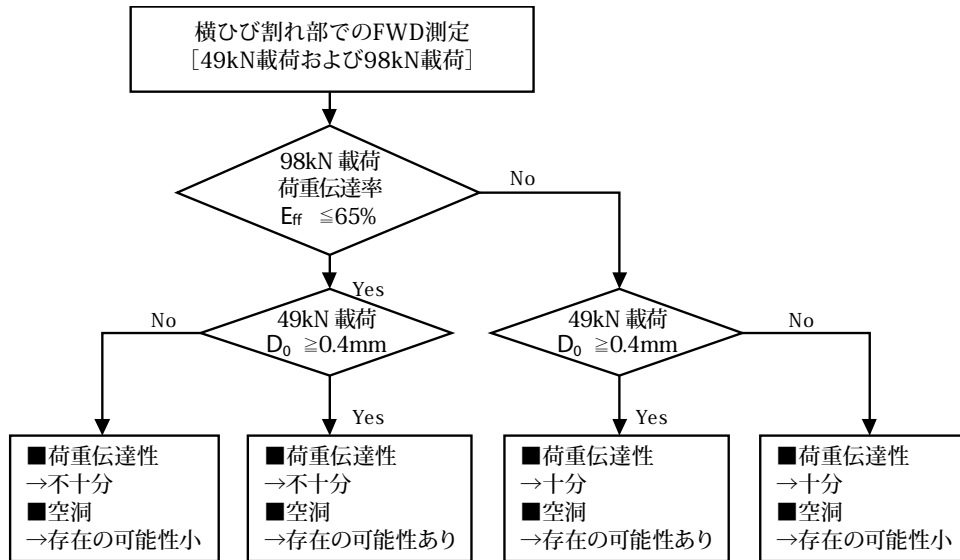


図 2-15 たわみ量、荷重伝達率による目地部の段差箇所の評価フロー例

(3) 目地部の破損（目地材のはらみ出し、飛散、角欠け）

① 目視調査からの評価

維持修繕工法の選定に当っては、表 2-19 に示す段差量による工法選定上の区分の目安を参考にするとよい。

表 2-19 目地部の状態（目地材のはらみ出し、飛散）からの工法選定上の区分の目安

工法選定上の区分	判断の目安(目地材のはみ出しや飛散の程度、目地部周辺の表面の変色)
L	全体の 50%未満の目地材のはみ出しや飛散がある。 表面の変色は認められない(写真①)
M	全体の 50%以上の目地材のはみ出しや飛散がある。 表面の変色は認められない(写真②)

注：L, Mは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

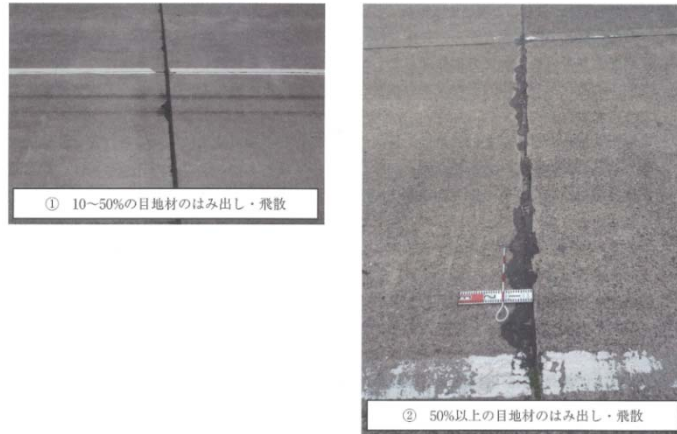


図 2-16 目地部の破損状態の事例

② 路面性状調査からの評価

目視調査で目地部の角欠けが認められた場合、路面性状調査を実施して評価を行う。維持修繕工法の選定に当たっては、路面性状調査から得た角欠け部の長さや幅をもとに表 2-20 を参考に行うとよい。

表 2-20 目地部の角欠けからの工法選定上の区分の目安

工法選定上の区分	判断の目安
L	角欠け幅 150mm 未満あるいは角欠け率 50%未満
M	角欠け幅 150mm 以上あるいは角欠け率 50%以上

<備考>

$\ell$  : 目地の長さ (cm)      S : 角欠けの長さ (cm)  
 b : 角欠けの幅 (mm)

$$\text{角欠け率 (\%)} = \frac{\text{角欠けの長さの累計 (S1+S2)}}{\text{目地の長さ (\ell)}} \times 100$$

注：L, Mは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の可否を判断する管理目標値とは異なる。

(4) コンクリート舗装のその他の破損

① わだち掘れ

目視調査によるわだち掘れの程度と工法選定上の区分の目安を表 2-21 に示す。なお、工法選定上の区分がMおよびHの場合は、路面性状調査を実施し、わだち掘れの定量的な評価を行うことが望ましいが、スパイクタイヤ禁止後の我が国において、工法選定上の区分MやHはごく稀な状態である。

表 2-21 目視調査によりわだち掘れの程度を判断する場合の目安  
(走行速度 40km/h 程度の場合)

調査項目	工法選定上の区分(一般道路)		
	L : 20mm 程度以下	M : 20~35mm	H : 35mm 程度以上
滞水状態	うっすらとした水膜が確認される	部分的な滞水が確認される	明らかな滞水が確認される
水はねの程度	水しぶきがあがる	軽い水はねがある	隣接車線や歩道に大きくはねる

注：それぞれの目安は、「舗装調査・試験法便覧」や実績などを踏まえ設定

路面性状調査で得られた、わだち掘れ深さから工法選定上の区分の目安を表 2-22 に示す。

表 2-22 わだち掘れ深さによる工法選定上の区分の目安

	L	M	H	備考
わだち掘れ深さ (mm)	15 程度以下	15~25 程度	25 程度以上	自動車専用道路
	20 程度以下	20~35 程度	35 程度以上	一般道路

注 1：L, M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

注 2：L, M, Hのそれぞれの値は、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

② ポリッシング (すべり抵抗値の低下)

ポリッシングは、すべり抵抗性の低下を招き車両の走行安全性に大きな影響を及ぼすことになる。走行速度 60km/h を想定する道路において、ポリッシングが認められた場合のすべり抵抗値による工法選定上の区分の目安(路面性状調査)を表 2-23 に示す。

表 2-23 すべり抵抗値による工法選定上の区分の目安

測定方法	すべり抵抗値の低下強度(すべり摩擦係数： $\mu$ 60)	
	M	H
すべり抵抗測定車	0.25~0.33 程度	0.25 程度以下

注 1：M, Hは、維持修繕工法を選定するにあたっての目安であり、維持修繕行為の実施の要否を判断する管理目標値とは異なる。

注 2：M, Hは、「道路維持修繕要綱」や実績などを踏まえ設定

③ ポットホール

ポットホールは、車両の走行性や快適性を損なうばかりでなく、交通事故の原因となることもあるので、速やかな対応が求められる。

なお、この破損は路面破損である場合が多い。

## 2-5 工法

### 2-5-1 工法の選定

舗装の維持修繕を実施する際は、調査結果を踏まえ、舗装の分類（路面破損、構造破損）や破損の程度を的確に評価した上で破損の原因を十分究明し、その原因を排除・解消するような工法を選定することが重要である。

代表的な例としてアスファルト舗装の維持修繕工法の適用例を図2-17に示す。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P56

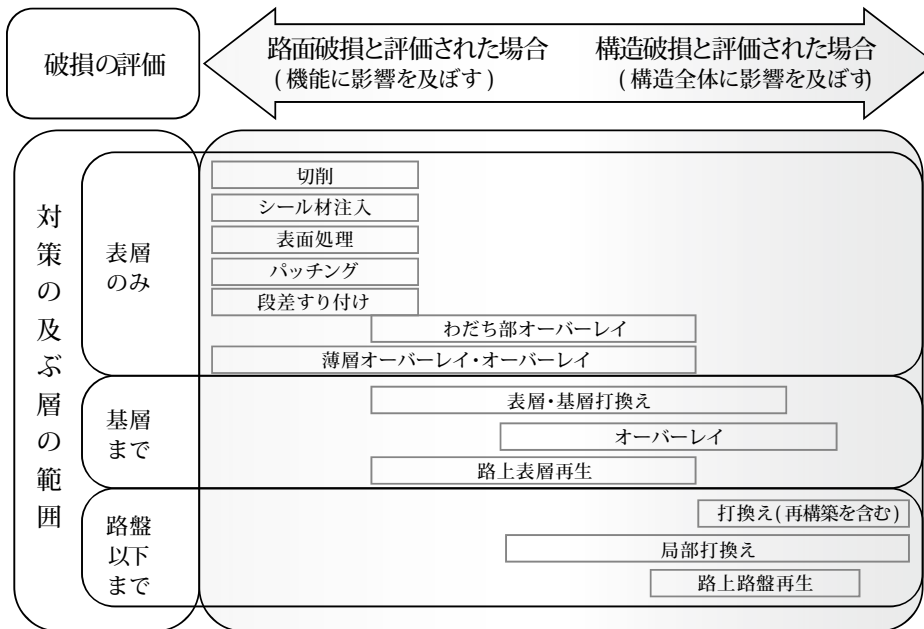


図2-17 アスファルト舗装の維持修繕工法の適用例

## 2-5-2 アスファルト舗装の維持修繕工法

表 2-24 アスファルト舗装の維持修繕工法の概要

工 法	概 要
パッチングおよび 段差すり付け工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポットホール、くぼみ、段差などを応急的に充填する工法。</li> <li>・仕様する舗装材料には、加熱アスファルト混合物、瀝青系や樹脂系のバインダを用いた常温混合物などがある。</li> </ul>
シール材注入工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較的幅の広いひび割れに注入目地材等を充填する工法。</li> <li>・予防的維持工法として用いられることもある。</li> <li>・注入する材料として一般的に用いられるのは加熱型であり、エマルジョン型、カットバック型、樹脂型などの種類もある。</li> <li>・ひび割れの幅や深さに適した材料が使用されている。</li> </ul>
切削工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路面の凸部等を切削除去し、不陸や段差を解消する工法。</li> <li>・オーバーレイ工法や表面処理工法の事前処理として行われることも多い。</li> </ul>
表面処理工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装の上に、3 cm 未満の封かん層を設ける工法</li> <li>・予防的維持工法として用いられることもある。</li> </ul>
空隙づまり洗浄工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ポーラスアスファルト舗装などの空隙に堆積した泥やゴミなどを取り除き、排水機能や騒音低減機能を回復させる工法。</li> <li>・空隙の堆積物を除去する方法としては、高圧水を路面に噴射し、堆積物を水とともに吸引する方法などがある。</li> <li>・著しい機能低下が起こる前に実施すると効果的であると考えられている。</li> </ul>
薄層オーバーレイ工 法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装の上に厚さ 3 cm 未満の加熱アスファルト混合物を舗装する工法。</li> <li>・摩耗層などの予防維持工法として用いられることも多い。</li> </ul>
わだち部オーバーレ イ工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装のわだち掘れ部のみを、加熱アスファルト混合物では舗装する工法。</li> <li>・主に摩耗等によってすり減った部分を補うものであり、流動によって生じたわだち掘れ箇所には適さない。</li> <li>・オーバーレイ工法に先立ちレベリング工として行われることも多い。</li> </ul>
打換え工法 (再構築含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装の路盤もしくは路盤の一部までを打ち換える工法。</li> <li>・状況により路床の入れ換え、路床または路盤の安定処理を行うこともある。</li> </ul>
局部打換え工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装の破損が局部的に著しく、その他の工法では維持修繕できないと判断されたとき、表層、基層あるいは路盤から局部的に打ち換える工法。</li> <li>・通常表層・基層打換え工法やオーバーレイ工法の際、局部的にひび割れが大きい箇所に併用することが多い。</li> </ul>
オーバーレイ工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装の上に、厚さ 3 cm 以上の加熱アスファルト混合物層を舗装する工法。</li> <li>・局部的な不良箇所が含まれる場合、事前に局部打換え等を行う。</li> </ul>
表層・基層打換え工法 (切削オーバーレイ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設舗装を表層または基層まで打ち換える工法。</li> <li>・切削により既設アスファルト混合物層を撤去する工法を特に切削オーバーレイ工法と呼ぶ。</li> </ul>
路上路盤再生工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設アスファルト混合物層を、現位置で路上破砕混合機等によって破砕すると同時に、セメントやアスファルト乳剤などの添加剤を加え、破砕した既設路盤材とともに混合し、締め固めて安定処理した路盤を構築する工法。</li> </ul>
路上表層再生工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現位置において、既設アスファルト混合物層の加熱、かきほぐしを行い、これに必要に応じて新規アスファルト混合物や、再生用添加剤を加え、混合したうえで敷きならして締め固め、再生した表層を構築する工法。</li> </ul>

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P57

アスファルト舗装の維持修繕を行う場合、それぞれの破損の程度と分類に応じて工法の選定を行う。工法を選定する際の留意点は以下のとおりとする。

- (1) 舗装発生材を極力少なくする工法や断面設計を考慮する。
  - (2) 複数の破損が存在する場合は、それぞれの損傷の特徴や程度に応じて一つの工法で維持修繕を行うか、破損個々に応じた維持修繕を行うか、または、それらを組み合わせた維持修繕を行うかなど、検討を行う必要もある。
- ただし、200mの区間は、なるべく同じ工法を採用することが望ましい。

アスファルト舗装の破損と工法選定上の区分に応じた維持修繕工法の選定の目安を表2-25に示す。

表2-25 アスファルト舗装の破損と工法選定上の区分  
に応じた維持修繕工法の選定の目安

維持修繕工法	破損の分類	維持工法							修繕工法						
		段差すり付け工法	パッチングおよびシーリング材注入工法	切削工法	表面処理工法	空隙づまり洗浄工法	薄層オーバーレイ工法	わだち部オーバーレイ工法	打換え工法	局部打換え工法	オーバーレイ工法	表層・基層打換え工法(切削オーバーレイ)	路上路盤再生工法	路上表層再生工法	
ひび割れ	●線状 ・疲労ひび割れ ・わだち割れ ・施工継目ひび割れ ・リフレクションクラック ・温度応力ひび割れ ・凍上によるひび割れ	路面、構造		L, (M)						M, H	L, M	M, H	M, H	M, H	M, H
	●亀甲状 ・路床・路盤の支持力低下・沈下によるひび割れ ・基層の剥離によるひび割れ	路面、構造	L, M						M, H	L, M		M, H		M, H	
	●凍上・凍結融解によるひび割れ	構造		L, M					M, H	L, M				M, H	M
	●アスファルト混合物の劣化・老化によるひび割れ	路面、構造	L			M, H			M, H					M, H	M, H
	●構造物周辺のひび割れ	路面、構造	○	○							◎				
わだち掘れ	路床・路盤の圧縮変形によるわだち掘れ	構造	L			L		L, M	M, H	M, H				M, H	
	アスファルト混合物の塑性変形によるわだち掘れ	路面、構造	L		M	L		L, M			M, H	M, H		M	
	アスファルト混合物の摩耗によるわだち掘れ	路面	L			L		L, M	M, H		M, H	M, H		M	
平坦性の低下	縦断方向の凹凸	路面、構造	○		○			○		◎		○	○	◎	○
その他の破損	段差	路面、構造	○							◎					
	ポットホール	路面、構造	○							◎					
	剥離	路面、構造							◎	◎		○, ◎			
	ポリッシング(すべり抵抗値の低下)	路面				M, H		H			H	H		H	
	コルゲーション	路面						○			○	○			
	くぼみ	路面、構造	○							◎					
ポーラスアスファルト舗装特有の破損	寄り	路面、構造	○		○					◎		○, ◎			
	骨材飛散	路面	○			○						○			
	空隙づまり	路面					○					○			
	空隙つぶれ	路面										○			
備考	部分的な寄り(側方流動)	構造								◎		◎			
	L, M, H: 工法選定上の区分 (M): 路面破損の場合にのみ適用 ○: 路面破損の場合に適用する工法 ◎: 構造破損の場合に適用する工法														

[注]表中の記号は、維持修繕を行う場合の工法選定上の区分であって、維持修繕の必要性を示すものではない。この表の意味するところは、当該箇所の破損を評価したうえで、維持修繕を行うかどうかを含めて判断し、維持修繕を行う場合は破損状況に応じた工法を選定すべきであるという趣旨である。

## 2-5-3 コンクリート舗装の修繕工法

表 2-28 コンクリート舗装の破損と工法選定上の区分

工 法	概 要
パッチング工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート版に生じた、欠損箇所や段差等に材料を充填して、路面の平坦性等を応急的に回復する工法</li> <li>・パッチング材料にはセメント系、アスファルト系、樹脂系があり、処理厚によりモルタルまたはコンクリートとして使用する。いずれの場合でも、コンクリートとパッチング材料との付着を確実にすることが肝要である。</li> </ul>
シーリング工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目地材が老化、ひび割れ等により脱落、はく離などの破損を生じた場合や、コンクリート版にひび割れが発生した場合、目地やひび割れから雨水が浸入するのを防ぐ目的で注入目地材等のシーリング材を注入または充填する工法</li> </ul>
表面処理工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート版にラベリング、ポリッシング、はがれ(スケーリング)、表面付近のヘアークラック等が生じた場合、版表面に薄層の舗装を施工して、車両の走行性、すべり抵抗性や版の防水性等を回復させる工法</li> <li>・使用材料や施工方法は、パッチング工法に準ずる。</li> </ul>
粗面処理工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート版表面を、機械または薬剤により粗面化する工法</li> <li>・主にコンクリート版表面のすべり抵抗性を回復させる目的で実施される。</li> <li>・機械には、ショットブラストマシン、ウォータージェットマシンなどがある。</li> <li>・薬剤としては主に、酸類が使用される。</li> </ul>
グルーピング工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グルーピングマシンにより、路面に深さ×幅が6×6mm、6×9mmの寸法の溝を、20～60mm間隔で切り込む工法</li> <li>・雨天時のハイドロプレーニング現象の抑制、すべり抵抗性の改善などを目的として実施される。</li> <li>・溝の方向には、縦方向と横方向とがあり、通常は施工性がよいことから縦方向に行われることが多い。</li> <li>・縦方向の溝は、横滑りや横風による事故防止に効果的である。横方向の溝は、停止距離の短縮に効果があり、急坂路、交差点付近などに適する。</li> </ul>
注入工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート版と路盤との間に出来た空隙や空洞を充填したり、沈下を生じた版を押し上げて平常の位置に戻したりする工法</li> <li>・注入する材料は、アスファルト系とセメント系の二つに分けられるが、常温タイプのアスファルト系の材料を用いることが多い。</li> </ul>
バーステッチ工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設コンクリート版に発生したひび割れ部に、ひび割れと直角の方向に切り込んだカット溝を設け、この中に異形棒鋼あるいはフラットバー等の鋼材を埋設して、ひび割れをはさんだ両側の版を連結させる工法</li> <li>・鋼材には、ダウエルバーと同程度の荷重伝達能力を有する断面および長さのものを使用し、埋め戻しには、高強度のセメントモルタルまたは樹脂モルタルを用いる。</li> </ul>
打換え工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広域にわたり、コンクリート版そのものに破損が生じた場合に行う。</li> <li>・コンクリートによる打換えと、アスファルト混合物による打換えがあるが、いずれの工法によるかは、打換え面積、路床・路盤の状態、交通量などを考慮して決める。</li> </ul>
局部打換え工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・隅角部、横断方向など、版の厚さ方向全体に達するひび割れが発生し、この部分における荷重伝達が期待できない場合に、版あるいは路盤を含めて局部的に打換える工法</li> <li>・連続鉄筋コンクリート版において、鉄筋破断を伴う横断クラックによる構造的破壊の場合は、鉄筋の連続性を損なわないで荷重伝達が確保できるように行う。</li> </ul>
オーバーレイ工法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設コンクリート版上に、アスファルト混合物を舗設するかまたは、新しいコンクリートを打ち継ぎ、舗装の耐荷力を向上させる工法</li> <li>・既設版の影響を極力さけるため、事前に不良個所のパッチングやリフレクションクラック対策※などを施しておく。</li> <li>・必要に応じて局部打換え工法、注入工法、バーステッチ工法等を併用する。</li> </ul>

※リフレクションクラック抑制対策には、クラック抑制シートやアスファルトマスチック混合物などの敷設がある。

コンクリート舗装の維持修繕を行う場合、それぞれの破損の程度と分類に応じて工法の選定を行うとよい。複数の破損が存在する場合は、それぞれの損傷の特徴や程度に応じて一つの工法で維持修繕を行うか、破損個々で行うか、また、それらを組み合わせて維持修繕を行うかの検討が必要である。

コンクリート舗装の破損の種類と、工法選定上の区分に応じた維持修繕工法の選定の目安を表 2-29 に示す。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P59

表 2-29 コンクリート舗装の破損と工法選定上の区分  
に応じた維持修繕工法の選定の目安

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P60

維持修繕工法 コンクリート舗装の破損		破損の分類	維持工法						修繕工法			
			パッチング工法	シーリング工法	表面処理工法	粗面処理工法	グルーピング工法	注入工法	バーステック工法	打換え工法	局部打換え工法	オーバーレイ工法
ひび割れ	ひび割れ度	構造		L					L, M	M, H	L, M	M, H
	横ひび割れ※	構造	M	L, M					L, M	H	H	
目地部の破損	段差 (エロージョンの発生)	構造	L, M, H					L, M		H	M, H	
	はみ出し・飛散	路面		L, M								
	角欠け	構造	L, M	L								
その他	わだち掘れ	路面			L		L					M, H
	ポリッシング	路面			M, H	M, H	M, H					M, H
	ポットホール	路面, 構造	□								□	
備考	L, M, H : 工法選定上の区分 □ : 適用する工法 ※連続鉄筋コンクリート舗装に発生した横ひび割れは含まない。											

注：表中の記号は、維持修繕を行う場合の工法選定上の区分であって、維持修繕の必要性を示すものではない。この表の意味するところは、当該箇所の破損を評価したうえで、維持修繕を行うかどうかを含めて判断し、維持修繕を行う場合は破損の状況に応じた工法を選定すべきであるという趣旨である。



## 2-5-4 路面切削工

### (1) 目的

アスファルト舗装の表面が連続的または、断続的に凹凸を生じたり、アスファルト舗装表面の流動により平坦性が極端に悪くなった部分を機械によって削り取り、路面の平坦性又はすべり抵抗性を回復させるものである。

切削後は、表面処理、オーバーレイを施工する事例が多いが、比較的小規模かつ段差、排水等に支障がない場合は切削のみでよい。

### (2) 測点

測点は、縦断方向 20m 間隔として横断方向は 2 車線道路において 9 点を標準とするが、現地のわだちの状況によって間隔、測点数については変えてよい。

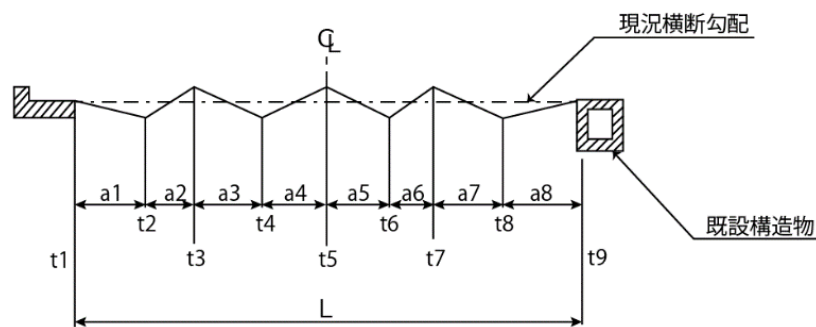


図 2-18 横断方向の測点

t 1, t 9 については、本線舗装端部

t 2, t 4, t 6, t 8 . . . . . わだちの谷部

t 3, t 5, t 7 . . . . . わだちの山部

a 1, a 2 . . . . . a 8 については任意の横断で 5 測点以上、  
横断プロファイルを取って決める。

### (3) 切削厚の決定

- ① 現況横断図作成 . . . . . 現況横断勾配記入
- ② 計画縦横断勾配を決定
- ③ 計算

$$\frac{\text{切削体積}(\text{m}^3)}{\text{切削対象面積}(\text{m}^2)} = \text{切削厚}(\text{mm})$$

#### ④ 切削厚さの範囲 (T)

$T \leq 3 \text{ cm}$ ,  $3 \text{ cm} < T \leq 6 \text{ cm}$ ,  $6 \text{ cm} < T \leq 12 \text{ cm}$  の 3 種類とし、最大切削深さは 15 cm 程度とする。なお、12 cm を越える場合は 2 層切削を考える。

- ⑤ 横断勾配は、道路構造令に準拠するのが望ましいが、沿道条件、舗装厚等を考慮して決定すること。

## 2-5-5 打換え工

### (1) 目的

路面が部分的に陥没あるいは亀甲状のクラックが生じ、他の工法では手当できないと判断された場合に表層、基層あるいは路盤から局部的に打換える工法である。

#### ① 局部的に打換えの場合の設計

部分的に打換えを施工する場合は、オーバーレイで算出された $T_A$ と同一とする。

#### ② 大規模な打換えの場合の設計

打換え延長が200m以上の全層打換えの場合は、「舗装構造に関する技術基準・同解説」により決定する。

### (2) レベリング層の平均厚さ

現地の中心線の縦断測量は縦断計画を行うため10m間隔とするが、横断測量は20m間隔に5点法（中心と車道端及びその中央）で実施し計画するものとする。ただし、大規模な沈下修正箇所又はカント整正を行う箇所等は間隔を短縮するものとする。

平均厚の計算は、各断面の立積を求めてその合計値を路面の舗装面積で除した値を平均厚とする。

## 2-5-6 オーバーレイ

### (1) 目的

舗装の表面にクラック等が多くなり、また局部的な破損が生じており維持的処理では、耐久性がないと判断される場合に行う工法である。

### (2) オーバーレイの設計

① オーバーレイを実施する在来舗装の各層を、等値換算係数を用いてアスファルト混合物の厚さ( $T_{A0}$ )に換算する。

② 路床上の設計CBR、大型車交通量より舗装要綱を用いて必要なアスファルトコンクリート換算厚( $T_A$ )を求める。

③  $T_A - T_{A0} = t$ を求め、 $t$ がアスファルト混合物のみで施工できるときは $t$ をオーバーレイの厚さとする。ただし、ステージコンストラクション（暫定施工）等を考慮し $T_{Ab}$ を求め $T_{Ab} \div T_A \approx 80\%$ とすることがある。

(注)オーバーレイの場合、レベリング層はアスファルト混合物の厚さに等価換算しない。

### (3) コンクリート舗装の上にオーバーレイを施工する場合の設計

既設のコンクリート舗装版上にアスファルト混合物でオーバーレイを実施する場合の最小設計厚さは10cmとする。

目地部の表層箇所にリフレクションクラックが生じるが、対応策としてアンダーシーリング及びオーバーレイによる対策工法がある。

① アンダーシーリング工法

アンダーシーリング工法の目標として、たわみ量(輸荷重5 t)は0.4 mm 以下が必要である。

ア As 注入について(標準工法)

イ As 注入は原則として工事区間全面に実施する。

ウ As 注入実施前のたわみ測定は原則として行わない。

エ As 注入実施後はたわみ測定を行い、たわみ量が0.4mm 以上ある箇所については、再注入を行うものとする。

オ 削孔径及び削孔数について

削孔径はφ50 mmを標準とし削孔数は次式により算定する。

$$N = n \cdot s \quad \text{ただし、} N : \text{総削孔数(個)}$$

$n$  :  $\text{m}^2$ 当りの削孔数(個/ $\text{m}^2$ )

$s$  : 作業面積( $\text{m}^2$ )

$\text{m}^2$ 当りの削孔数は現場条件に応じて1~3.5 個/ $\text{m}^2$ の範囲で決定する。

カ 注入量

注入量は次式により算定する

$$Q = q \cdot s \quad \text{ただし、} Q : \text{総注入量(t)}$$

$q$  :  $\text{m}^2$ 当りの注入量(t/ $\text{m}^2$ )

$s$  : 作業面積( $\text{m}^2$ )

$\text{m}^2$ 当りの注入量( $q$ )は、現場条件に応じて0.001~0.008 t/ $\text{m}^2$ の範囲で決定する。

② オーバーレイ工法

リフレクションクラックは下層から発生するために表層部にクラックを伝達しない方法として図2-19に示すような工法がある。

ア 表層に開粒度アスコン及び粗粒度アスコンを用いる工法

イ 基層に空隙のある瀝青マカダムを用いる工法

ウ 褥層にやわらかいマスチックシールを用いる工法

ここでア、イの工法は目地部にシート類を使用するものとする。このシートの使用にあたっては主に耐久性等を考慮するものとする。

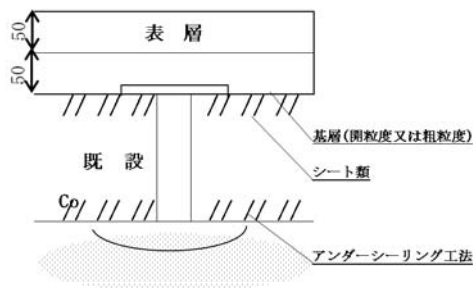
表2-30 マスチックシールの標準配合

	仕上げ厚 (mm)	最大粒径 (mm)	配合割合(%)			
			碎石	砂	石粉	バインダー
硬質マスチックシール	15~20	5	25~35	5~35	25~35	10~12

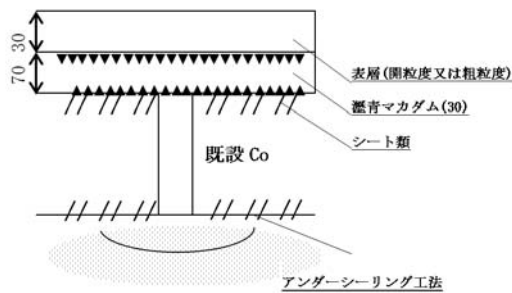
注) 1) バインダーはストレートアスファルトとTLA(トリニダッド・レークド・アスファルト)を75:25の割合とする。

2) 採用に当たっては、骨材比重によりバインダー使用量に差異が生じるので、設計時点の単価決定には留意すること。

① 基層に開粒度又は粗粒度アスコンを用いる工法



② 瀝青マカダムを用いる工法



③ マスチックシール工法

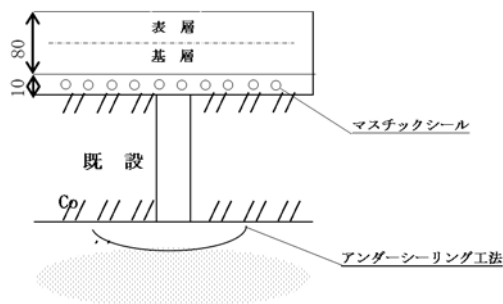


図 2-19 オーバーレイ層の対策工法

2-5-7 路上路盤再生工

(1) 路上路盤再生工法の概説

① 概説

路上路盤再生工法は、路上において既設アスファルト混合物を原位置で破砕し、同時にこれをセメントや瀝青材料等の安定材と既設粒状路盤材とともに混合、転圧して、新たに安定処理路盤を構築するものである。また、既設アスファルト混合物を全て取り除き、既設粒状路盤材のみに安定材を添加して新たに安定処理路盤材を構築する場合も含めるものとする。

② 特徴

本工法は以下のような特徴を有している。

- ア 全層打換え工法と比較して舗装発生材が少ない。
- イ 全層打換え工法と比較して施工速度が速く、工期短縮が図れる。
- ウ 全層打換え工法と比較してコスト縮減が図れる。
- エ 既設粒状路盤材を安定処理するため、嵩上げを行うことなく舗装の構造強化が図れる。
- オ 舗装発生材や路盤材料などの運搬が少ないことから、施工時のCO<sub>2</sub>排出量の抑制が期待できる。

路上再生路盤材の品質性状、およびそれを含む舗装断面の設計は「舗装再生便覧」による。

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P126

舗装の維持修繕ガイドブック 2013  
(H25.11) P126

③ 工法の種類

路上路盤再生工法には、路上再生セメント安定処理と路上再生セメント・瀝青安定処理がある。路上再生セメント・瀝青安定処理には、瀝青系材料に石油アスファルト乳剤を使用する路上再生セメント・アスファルト乳剤安定処理と、フォームドアスファルトを使用する路上再生セメント・フォームドアスファルト安定処理がある。このほかにも、路上再生瀝青安定処理工法として、瀝青系材料にフォームドアスファルトを使用する路上再生フォームドアスファルト安定処理工法がある。

本工法的设计・施工方式には以下の3方式がある。

ア 既設舗装をそのまま安定処理する方式

路上において既設アスファルト混合物を原位置で破碎し、同時にこれをセメントや瀝青系材などの安定材と既設粒状路盤材料とともに混合、転圧して新たに安定処理路盤を構築する方式である。主に舗装計画交通量1,000(台/日・方向)未満(交通区分N<sub>5</sub>)の箇所やアスファルト混合物層が比較的薄い舗装の箇所に適用される。

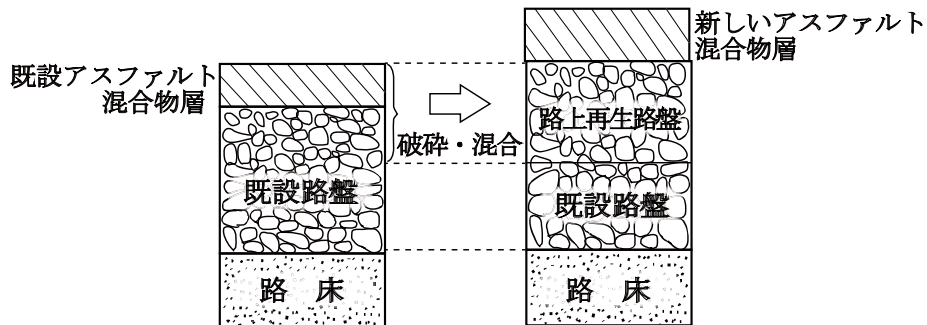


図2-20 既設舗装をそのまま安定処理する方式の適用例

イ かさ上げが困難な場合に事前処理を行ってから安定処理する方式

事前処理には、既設アスファルト混合物の一部を切削する場合、既設のアスファルト混合物層や既設路盤を路上破碎混合機で予備的に破碎した後、余剰分を撤去する場合がある。主に舗装計画交通量3,000(台/日・方向)未満(交通区分N<sub>6</sub>)の箇所やアスファルト混合物層が比較的厚い舗装の箇所に適用される。

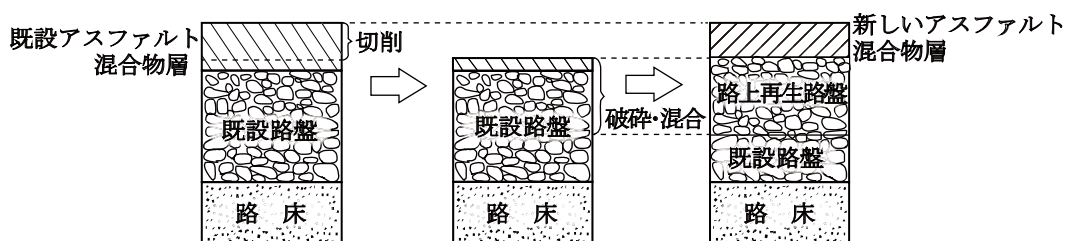


図2-21 事前処理を行ってから安定処理する方式の適用例(切削方式)

ウ 既設路盤のみを安定処理する方式

かさ上げが困難であると同時に、等値換算厚が不足する場合に、既設アスファルト混合物全てを掘削または撤去して、既設粒状路盤材のみを安定処理する方式である。舗装計画交通量にとらわれることなく、アスファルト混合物層が比較的厚い箇所に適用される。

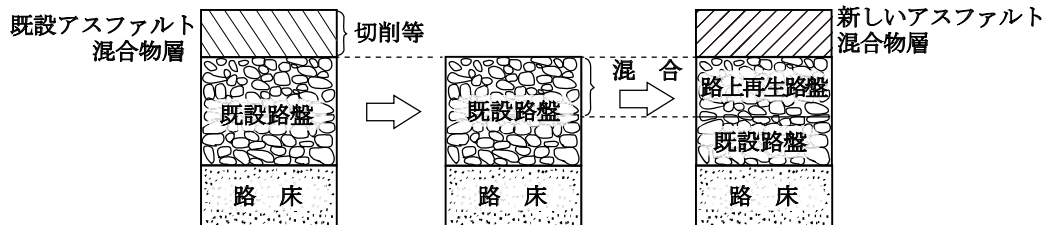
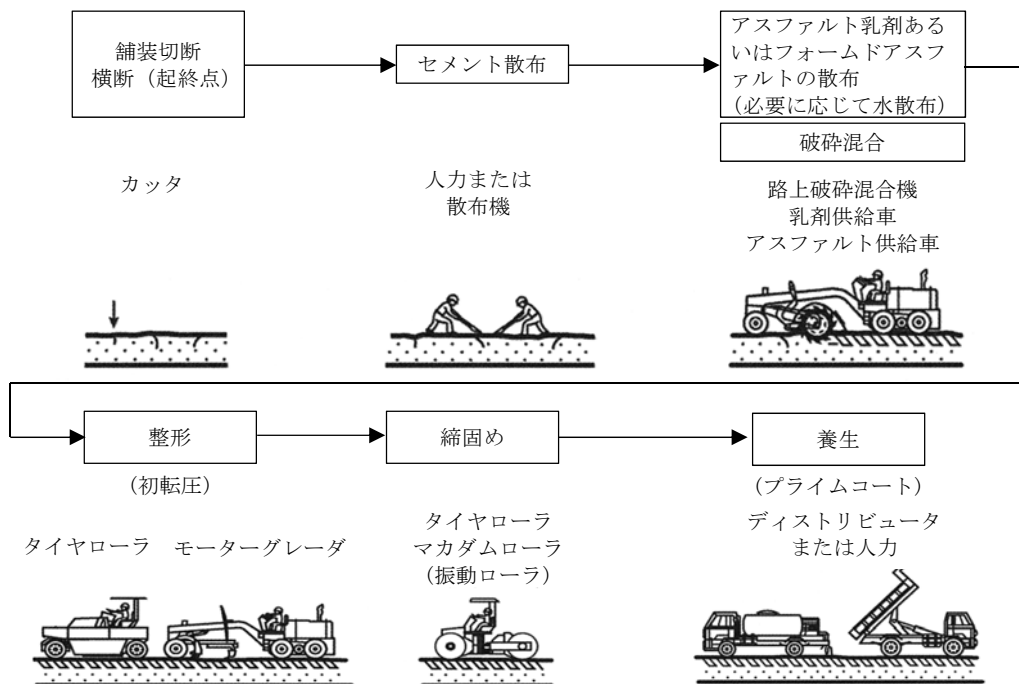


図 2-22 既設路盤のみを安定処理する方式の適用例

(2) 施工手順

① 事前処理を伴わない施工手順

事前処理を伴わない施工手順は、既設アスファルト混合物層を原位置で破碎し、同時に安定材と既設粒状路盤材料とともに混合し、締固めて安定処理路盤を構築する場合（図 2-20）に適用される。



[注] 振動ローラは、施工厚が厚い場合に用いる。

図 2-23 事前処理を伴わない施工手順（路上再生セメント・瀝青安定処理の場合）

② 事前処理を伴う施工手順

事前処理を伴う施工手順は、かさ上げが困難で仕上がり高さを調整する必要がある場合、補足材を補充する場合、既設アスファルト混合物が厚い場合、あるいは既設の粒状路盤材料のみで安定処理を行う場合(図2-21, 2-22)に適用される。

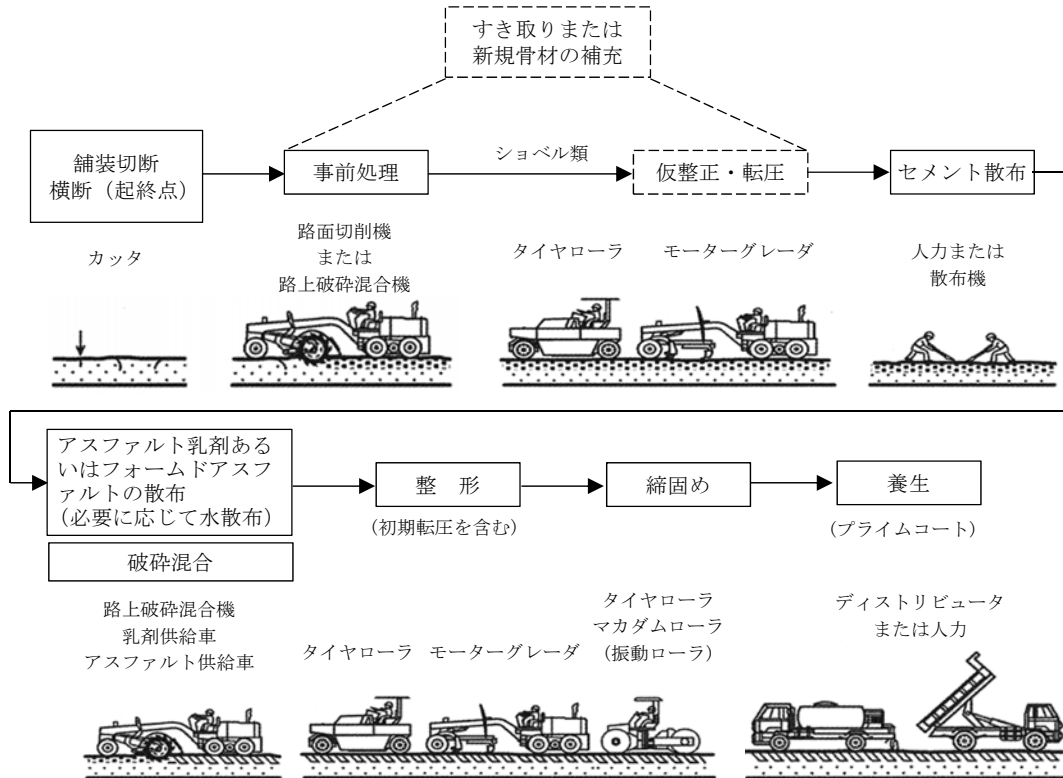


図2-24 事前処理を伴う施工手順(路上再生セメント・瀝青安定処理の場合)

(3) 自動車交通量が少ない道路の舗装への適用

自動車交通量が少ない道路の舗装の設計施工に本工法を用いる場合、構造設計については、これまでの簡易舗装要綱における安定処理工法の扱いに準じる。

また、その他の配合設計、施工等の考え方については、路上再生路盤工法技術指針(案)に従うものとするが、その際の留意点は下記のとおりである。

① 路上再生セメント安定処理と路上再生セメント・アスファルト乳剤安定処理の配合設計については、路上再生路盤工技術指針(案)による。

② 本工法に用いる場合の路盤の厚さは次のとおりとする。

ア 路上再生セメント安定処理の場合……………15～20 c m

イ 路上再生セメント・アスファルト乳剤安定処理の場合……………10～15 c m

③ 舗装厚は、路床土の設計 CBR に応じて、図2-25 を標準として決定する。

既設舗装の厚さが、所要の路盤厚に満たないときには、既設舗装を路上破砕混合機によって予備破砕し、ついで、所定の厚さに相当する補足材料を追加した後に安定処理を行うとよい。

④ 自動車交通量が少ない道路の舗装に本工法を適用する場合、表層厚が薄いので、路盤面の仕上げには十分注意しなければならない。

[注] 交通量が非常に少ない路線では、路上再生路盤の上に自動車交通量が少ない道路の舗装としてではなく、アーマーコート等により瀝青路面処理等を行い、交通に供することもできる。

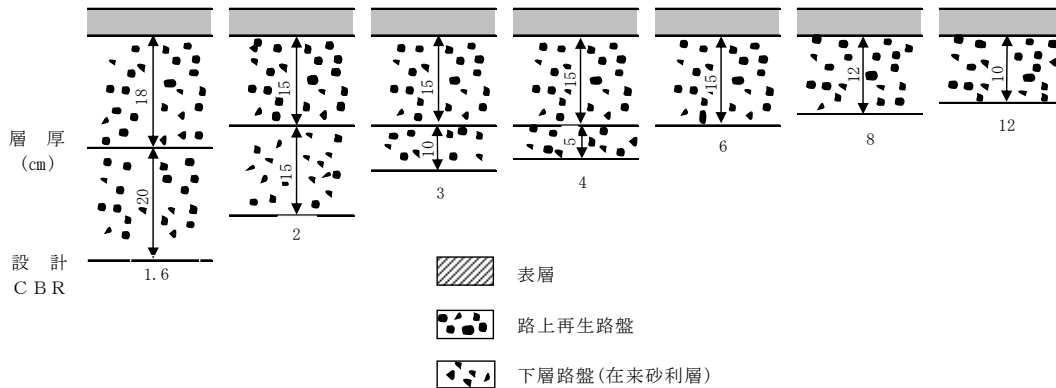


図 2-25 舗装厚

## 2-5-8 排水性舗装工

### (1) 排水性（低騒音）舗装の定義

排水性（低騒音）舗装とは空隙率の高い多孔質なアスファルト混合物を表層に用い、排水性混合物層の下に不等水性の層を設けることにより排水機能層に浸透した水が不等水性の上を流れて排水処理施設に速やかに排水され、路盤以下へは水が浸透しない構造としたものである。

### (2) 排水性（低騒音）舗装の機能

#### ① 車両走行安全性の向上

- ア 雨天時のすべり抵抗性の向上
- イ 走行車両による水はね、水しぶきの緩和による視認性の向上
- ウ 雨天夜間時におけるヘッドライトによる路面反射の緩和
- エ 雨天時における路面表示の視認性の向上

#### ② 沿道環境の改善

- ア 車両走行による道路交通騒音の低減
- イ 沿道への水はね抑制

### (3) 採択基準について

排水性（低騒音）舗装の機能は、上記で述べたように車両走行安全性の向上、沿道環境の改善のすぐれた機能を持っているが、現段階では沿道環境改善事業の一環として低騒音舗装を実施している。

採択基準は、「排水性舗装基準について（H15.4.1：土木部長）」を参照すること。



(4) 設計・施工について

表 2-31 混合物の配合

バインダーの種類	高粘度改質アスファルト
粗骨材の最大粒径	13 mm
目標空隙率	20%程度
突き固めの回数	50回
粗骨材の種類	碎石

(5) 排水構造について

排水性舗装技術指針（案）の排水処理例を参考とする。

(6) 維持管理について

排水性舗装は、機能保持が重要な課題となっている。空隙つぶれについては、骨材、バインダー等の選定により改善されつつある。しかし、塵埃の目詰まりについては2～3年程度で機能を失っている例も見受けられ、機能回復の処理が必要となるが施工直後の状況まで回復することは不可能である。また、供用年数が長くなるほど回復率も低下する傾向にあり、2～3年程度を目途とし、定期的に機能回復を図る必要がある。

(7) その他

排水性機能層の等置換算係数については1.0とする。

### 2-5-9 舗装補修細部の処理

(1) 路肩舗装

現道に路肩舗装を行う場合の標準は次のとおりとする。

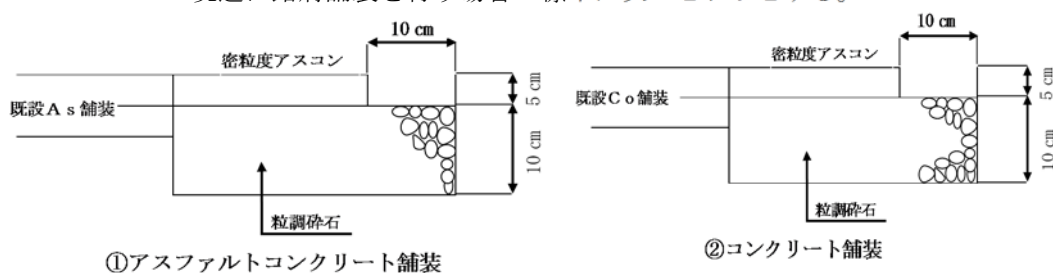


図 2-26 路肩舗装

ただし、全面打換え等で路肩に側溝など構造物がある場合。または、人家連担区間で路肩に車両が乗り入れる場合などは車道と同一舗装構造とする。

(2) 舗装の縦断摺付

① 起終点部の摺付

起終点の摺付は、摺付勾配1%以下を標準とするが、オーバーレイによる影響で、在来の縦断線形の悪化等を生じないように現場条件を勘案の上、工事毎に決定し設計図に明示すること。

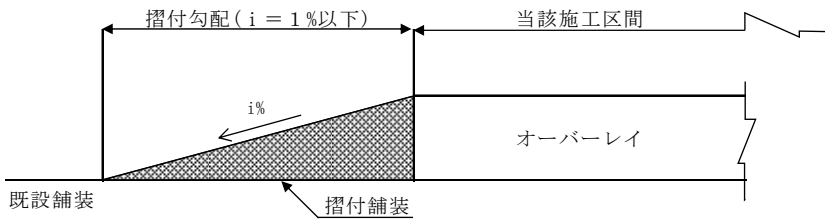


図 2-27 起終点の摺付方法

② 横断方向の摺付

横断方向の摺付は、摺付勾配 5%以下を標準とし、取付道路や在来舗装との取付等など、現場条件を勘案の上、交通に支障とならないよう摺付を行うものとする。

なお、2車線以上の支道については、起終点の摺付と同程度とする。

ア 取付道路等の場合

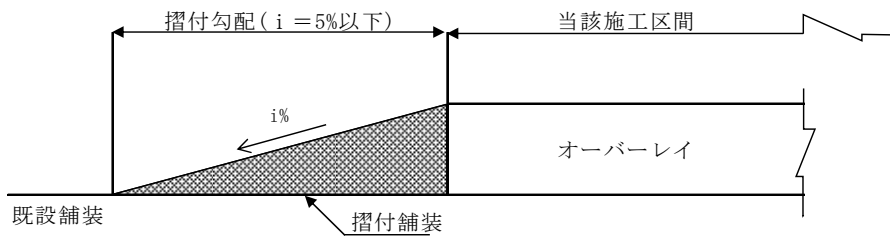


図 2-28 横断方向の摺付方法

イ 構造物の場合

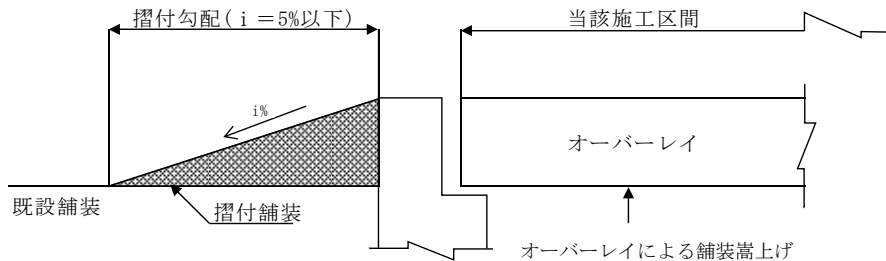


図 2-29 構造物との摺付方法

③ 工事中の摺付

工事中の摺付は、常に交通管理について十分な配慮を行い、縦横断方向・既設マンホール箇所及び路肩部等の摺付を行うこととするが段差が深い場合、路面切削箇所等の場合は別の対策も考慮する。

【摺付方法について】

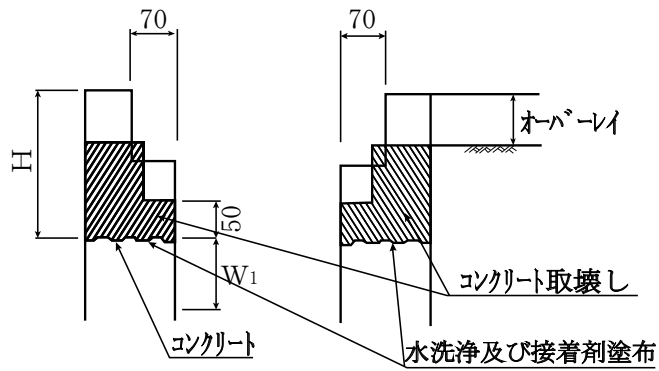
ア 摺付に用いる合材は「加熱合材」を標準とする。

イ 摺付勾配は、縦断方向が 5%以下・路肩部等が 10%以下を標準とする。

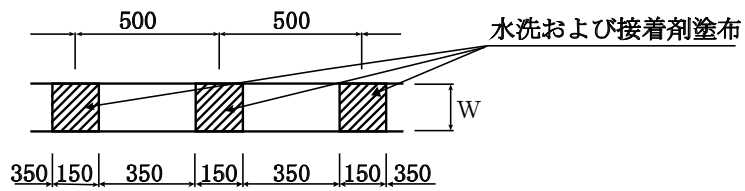
ウ 下地処理は、砂、路盤紙等を標準とする。

エ 摺付材は本舗装前に撤去する。

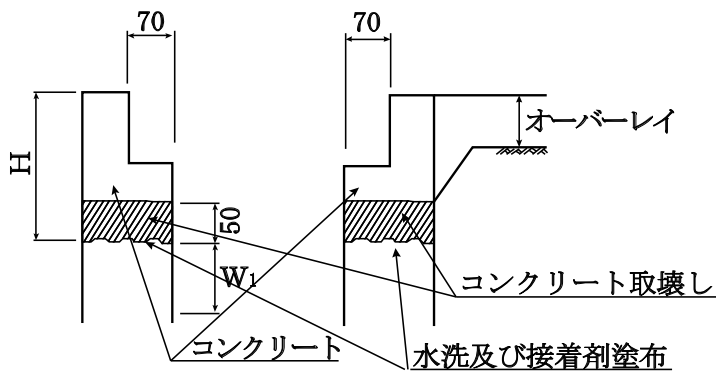
(3) 側溝嵩上げ構造



$W_1$  : 型枠は 10cm 程度のダブリを見込んでよい。



(a) 既設側溝が蓋付の場合



$W_1$  : 型枠は 10cm 程度のダブリを見込んでよい。

(b) 既設側溝が蓋なしの場合

図 2-30 側溝の嵩上げ構造

(4) 現場打ち側溝蓋の構造

現場打ち側溝蓋の構造は下記を標準とするが、下記以外の規格を使用する場合は土木構造物標準設計によるものとする。

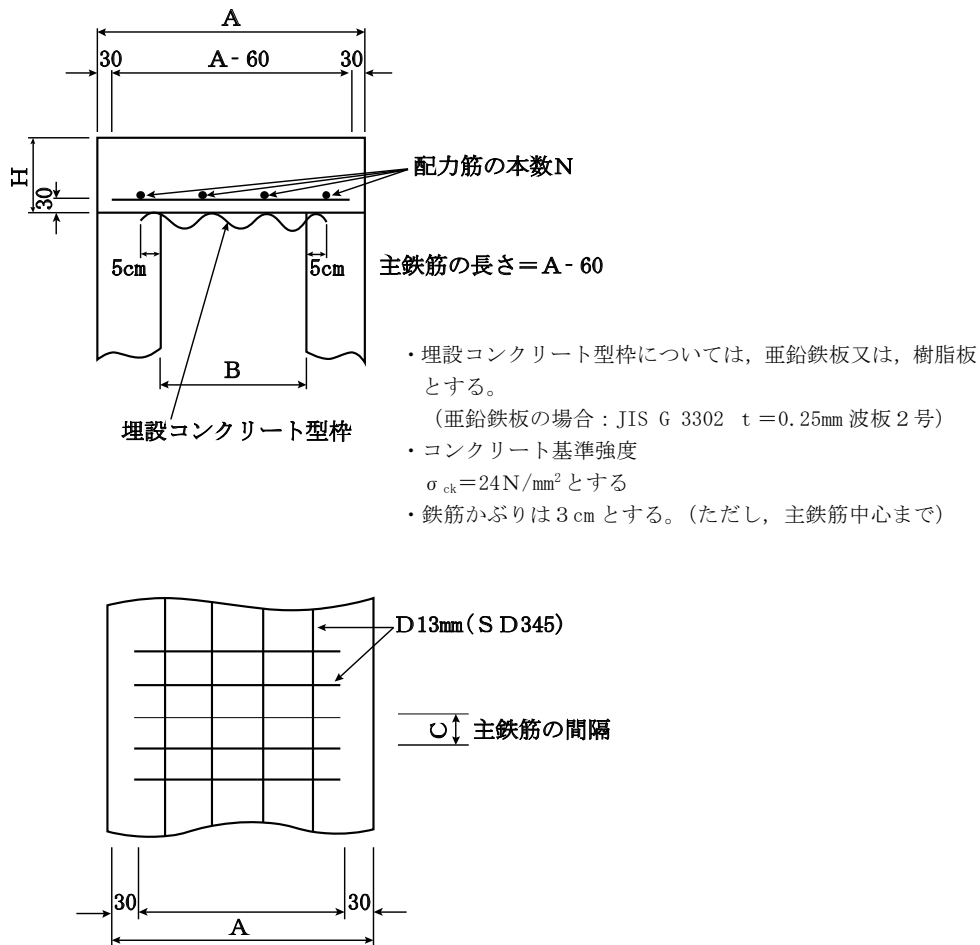


図 2-31 側溝蓋の構造 (標準)

表 2-32 側溝蓋の構造寸法 (標準)

	B	H	N 配力筋 の本数	C 主鉄筋 の間隔	主鉄筋 の本数 (本/m)	摘 要
路	300	110	4	130	7.7	(C 2型) 側溝新設する場合の側壁厚さは土木構造物標準設計によるものとする。
	400	120	4	130	7.7	
肩	500	130	4	100	10	(C 1型) 側溝新設する場合の側壁厚さは土木構造物標準設計によるものとする。
歩 道	300	100	4	130	7.7	
	400	100	4	130	7.7	
	500	100	4	130	7.7	
	600	100	4	130	7.7	
	700	100	4	130	7.7	

3 アスファルト流動防止対策

現道工事における流動防止対策は、「第1編 第3章 2-2 重交通道路における耐流動対策」を参照すること。

## 4 橋梁の維持補修

### 4-1 橋梁の点検・調査

本県で管理する橋梁の定期点検は、「道路橋定期点検要領(国土交通省道路局：H26.6)」(以下「点検要領」と同等以上の点検を実施すること。

#### (1) 定期点検の概要

定期点検の概要を表4-1に示す。

表4-1 定期点検一覧

項目	目的	頻度及び時期	調査法*	対象部材
定期点検	橋梁全体の健全性の確認	5年に1回実施	近接目視	全径間の全部材

※必要に応じて触診や打音等の非破壊検査を併用して行う。また、近接目視が物理的に困難な場合は、技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行える方法によらなければならない。

#### (2) 定期点検の体制

道路橋の定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う。

当面は、以下のいずれかの要件に該当することとする。

- ① 道路橋に関する相応の資格または相当の実務経験を有すること
- ② 道路橋の設計、施工、管理に関する相当の専門知識を有すること
- ③ 道路橋の点検に関する相当の技術と実務経験を有すること

なお、本県で管理する道路橋の定期点検は「橋梁・トンネルの定期点検業務委託に係る配置予定技術者の資格について(通知)(H28.2.26 道路維持課長)」に基づき、適正な技術者配置の下実施すること。

### 4-2 橋梁の変状と健全性の診断、措置

#### (1) 部材単位の健全性の診断

- ① 部材単位の健全性の診断は、表4-2の区分により行う。

表4-2 判定区分

区分		状態
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。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じている可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
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。

判定区分のI～IVに分類する場合の措置の基本的な考え方は以下のとおりとする。

- I：監視や対策を行う必要のない状態をいう
- II：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう
- III：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう
- IV：緊急に対策を行う必要がある状態をいう。

② 部材単位の健全性の診断は、少なくとも表4-3に示す評価単位毎に区分して行う。

表4-3 判定の評価単位の標準

上部構造			下部構造	支承部	その他
主桁	横桁	床版			

③ 部材単位の健全性の診断は、表4-4に示す変状の種類毎に行う。

表4-4 変状の種類標準

材料の種類	変状の種類
鋼部材	腐食、亀裂、破断、その他
コンクリート部材	ひびわれ、床版ひびわれ、その他
その他	支承の機能障害、その他

(2) 道路橋毎の健全性の診断

道路橋毎の健全性の診断は、表4-5の区分により行う。

表4-5 判定区分

区分		状態
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。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じている可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
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。

部材単位の健全性の診断結果を踏まえて、道路橋毎で総合的に判断することが必要である。一般には、構造物の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目して、最も厳しい健全性の診断結果で代表させることができる。

なお、「道路橋毎の健全性の診断」の単位は以下によることとする。

- ① 道路橋種別毎に1橋単位とする。
- ② 道路橋が1箇所において上下線等分離している場合は、分離している道路橋毎に1橋として取扱う。
- ③ 行政境界に架設されている場合で、当該道路の管理者が単独の場合は当該道路橋の管理者が診断を行う。
- ④ 行政境界に架設されている場合で、当該道路橋の管理者が行政境界で各々異なる場合は、点検実施の如何にかかわらず、橋長の長い方の管理者が診断を行う。

(高架橋も同じ)

(3) 措置

部材単位の健全性の診断結果に基づき、道路の効果的な維持及び修繕が図れるよう、必要な措置を講ずる。

(4) 記録

定期点検及び健全性の診断の結果並びに措置の内容等を記録し、当該道路橋が利用されている期間中は、これを保存する。

# 橋梁点検支援システム

国の道路橋定期点検要領対応

Web型

インターネット上から橋梁台帳閲覧や概略・詳細や国の道路橋定期点検要領に基づく点検結果データを登録・閲覧・帳票印刷が可能です。



### ▼橋梁台帳



橋梁台帳データとリンクしており、橋梁台帳帳票の印刷が可能

### ▼ログイン画面



### ▼メニュー画面



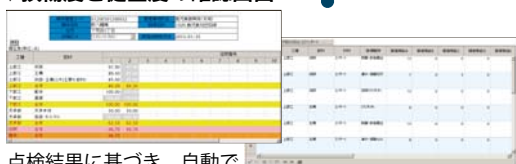
### ▼橋梁検索画面



### ▼点検結果一覧



### ▼損傷度と健全度の確認画面



点検結果に基づき、自動で損傷度・健全度を表示することが可能。

### ▼点検結果登録画面



流れに沿って入力するだけで点検結果表を作成可能

国の道路橋定期点検要領対応

### ▼点検様式 (国の道路橋定期点検要領対応)



複数枚の点検写真をWeb上で登録できるので、容易に状況の把握が可能

### ▼写真アップロード画面



参考 橋梁点検支援システム：(公財) 鹿児島県建設技術センター

橋梁の補修・補強を実施した際は、(公財) 鹿児島県建設技術センターへ橋梁台帳一式を提出すること。

なお、橋梁台帳の様式については「第6編 参考資料 第1章 参考資料」を参照すること。







### 4-3 橋梁の補修・補強（一般）

#### 4-3-1 劣化機構の推定及び劣化因子

コンクリート構造物の主な劣化機構の要因，指標，現状の関連を表4-6に示す。

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P53

表4-6 コンクリート構造物の劣化機構と要因，指標，現象の関連

劣化機構	劣化要因	劣化現象	劣化指標の例	劣化状況写真
中性化	二酸化炭素	二酸化炭素がセメント水和物と炭酸化反応を起こし，細孔溶液中のpHを低下させることで，鋼材の腐食が促進され，コンクリートのひび割れや剥離，鋼材の断面減少を引き起こす劣化現象	中性化深さ 鋼材腐食量 腐食ひび割れ	
塩害	塩化物イオン	コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンにより促進され，コンクリートのひび割れや剥離，鋼材の断面減少を引き起こす劣化現象	塩化物イオン濃度 鋼材腐食量 腐食ひび割れ	
凍害	凍結融解作用	コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことによって，コンクリート表面からスケールング，微細ひび割れおよびポップアウト等の形で劣化する現象	スケールング深さ 鋼材腐食量	
化学的侵食	酸性物質 硫酸イオン	酸性物質や硫酸イオンとの接触によりコンクリート硬化体が分解したり，化合物生成時の膨張圧によってコンクリートが劣化する現象	劣化因子の浸透深さ 中性化深さ 鋼材腐食量	
アルカリシリカ反応	反応性骨材	骨材中に含まれる反応性を有するシリカ鉱物等がコンクリート中のアルカリ性水溶液と反応して，コンクリートに異常膨張やひび割れを発生させる劣化現象	膨張量 (ひび割れ)	
床版の疲労	大型車 通行量	道路橋の鉄筋コンクリート床版が輪荷重の繰返し作用によりひび割れや陥没を生じる現象	ひび割れ密度 たわみ	
はり部材の疲労	繰返し荷重	鉄道橋梁等において，荷重の繰返しによって引張鋼材に亀裂が生じ，破断に至る現象	累積損傷度 鋼材の亀裂長	—
すり減り	摩 耗	流水や車輪等の摩耗作用によってコンクリートの断面が時間とともに徐々に失われていく現象	すり減り量 すり減り速度	



鋼構造物の損傷と推定される主な原因を表 4-7 に示す。

表 4-7 鋼構造物の損傷原因推定表

損傷	主たる発生部位	推定される主な原因	劣化状況写真
腐食	桁端部, 継手部, 箱桁内部, アーチやトラスの格点部, マンホール部	漏水, 塩害, 通気性や排水性, 土砂やほこり, 異常金属接触	
亀裂	ソールプレート部, 桁端切欠き部, 垂直補剛材溶接部, 主桁ウェブ面外ガゼット部, 鋼床版縦リブ溶接部, アーチ垂直材根元部, 鋼製橋脚沓座溶接部や隅角部	応力集中, 繰返し荷重, 疲労	
ボルトのゆるみ・脱落	リベットや高力ボルトによる継手部	遅れ破壊 (F11T・F13T), 断面減少	
破断	床組部材, 対傾構, 横構, PC 鋼材, トラス斜材	応力集中, 繰返し荷重, 疲労, 渦励振	
防食機能の劣化	桁端部, 継手部, 箱桁内部, アーチやトラスの格点部, 排水装置近傍	漏水, 塩害, 防錆皮膜の劣化	

### 4-3-2 劣化現象と品質試験方法

劣化の現象と主な品質試験方法の関係を表4-8に示す。

表4-8 主な品質試験方法

劣化現象	目的	原理, 検出対象方法	方法	
中性化 塩害	中性化深さ	呈色反応	フェノールフタレイン法, ドリル法	
	微細構造	水和生成物等の同定	示差熱重量分析, 粉末X線回折, EPMA	
		細孔径分布	水銀圧入法, ガス吸着法	
	塩化物イオン含有量	重量法	塩化銀沈殿法	
		容積法	モール法, 硝酸第二水銀法	
		吸光度法	チオシアン酸第二水銀法, クロム酸銀法	
		電気化学的 電位差測定法, イオン電極法, 伝導度測定法, 電量測定法	電位差測定法, イオン電極法, 伝導度測定法, 電量測定法	
	イオン分布	塩化物イオン分布	EPMA, 蛍光X線分析	
	鉄筋腐食量	物理的方法	残存径, 腐食面積率, 質量減少率, 腐食度	
	凍害	空気量	電気化学的 電気学的法	自然電位, 分極抵抗, 電気抵抗
空気量			空気量試験	
微細構造		気泡分布	リアクトラバース法	
		細孔径分布	水銀圧入法, ガス吸着法	
		空隙分布, 表面形態	SEM	
化学的侵食	酸性劣化	呈色反応	フェノールフタレイン法	
	硫酸塩侵食	呈色反応	過マンガン酸カリウムと塩化バリウムとの混合液, ニトロアゾン化合物溶液, トリフェニルメタン化合物溶液	
		ガス濃度	ガスクロマトグラフ, 高速液体クロマトグラフ, イオンクロマトグラフ, 原子吸光度計, ICP, フーリエ変換赤外分光光度計	
	微細構造	細孔径分布	水銀圧入法, ガス吸着法	
		生成物, 濃度分布	示差熱重量分析, 粉末X線回折, EPMA	
	アルカリシリリカ反応	反応性	空隙分布, 表面形態	SEM
			骨材岩種, 反応性鉱物	偏光顕微鏡, 粉末X線回折, SEM, 赤外線吸収スペクトル分析
		アルカリ量	骨材反応性	化学法, モルタルバー法, 促進モルタルバー法
			アルカリシリリカゲルの判定	偏光顕微鏡, 蛍光X線分析, 通式成分分析, SEM, 酢酸ウラニル蛍光法
	アルカリ量	残存膨張量	JCI-DD2法, カナダ法, デンマーク法	
細孔溶液の化学組成		水溶性アルカリ, 酸溶性アルカリ		

## 4-4 コンクリート橋の補修及び補強

### 4-4-1 補修および補強の概要

#### (1) 補修および補強の定義

コンクリート構造物の補修・補強は、構造物の重要度や劣化・損傷程度に応じて、種々の工法を適宜組み合わせる実施する。

表 4-9 補修・補強の定義

区分	内容
補修	第三者への影響の除去あるいは、美観や耐久性の回復もしくは向上を目的とした対策。ただし、供用開始時に構造物が保有していた程度まで、安全性あるいは、使用性のうちの力学的な性能を回復させるための対策を含む。
補強	供用開始時に構造物が保有していたよりも高い性能まで、安全性あるいは、使用性のうちの力学的な性能を向上させるための対策。

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P6

#### (2) 補修および補強一般

- ① 補修、補強の実施にあたっては、診断結果および事前調査に基づいた補修、補強の設計を行うとともに、設計内容を踏まえた適切な施工計画、補修、補強後の維持管理計画を策定しなければならない。
- ② 補修、補強の施工は、施工計画に基づいて実施し、施工中及び竣工後に適切な管理と検査を実施しなければならない。

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P77~78

### 4-4-2 コンクリート橋の補修及び補強の設計

- (1) 補修、補強の設計では、目標とする性能を満足するよう、補修、補強の方針を定め、工法と材料を適切に選定しなければならない。
- (2) 補修、補強の設計では、補修、補強後構造物あるいは部位・部材が目標とする性能を満足することを適切な方法を用いて照査しなければならない。

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P78

劣化機構ごとの補修の方針、補修工法及び目標とする性能を満たすために考慮すべき要因の例を表 4-10 に、安全性や使用性の力学的な性能の回復あるいは向上を目的とした工法の例と適用部材を表 4-11 に示す。

表 4-10 耐久性の回復もしくは向上を目的とした補修の方針と工法

劣化機構	補修の方針	補修工法等	目標とする性能を満たすために考慮すべき要因
中性化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中性化したコンクリートの除去</li> <li>・補修後のCO<sub>2</sub>、水分の侵入抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復工法</li> <li>・表面処理工法</li> <li>・再アルカリ化工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中性化部除去の程度</li> <li>・鋼材の防錆処理</li> <li>・断面修復材の材質</li> <li>・断面処理材の材質と厚さ</li> <li>・コンクリート中のアルカリ量</li> </ul>
塩害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・侵入したCl<sup>-</sup>の除去</li> <li>・補修後のCl<sup>-</sup>、水分、酸素の侵入抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復工法</li> <li>・表面処理工法</li> <li>・脱塩工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・侵入部除去の程度</li> <li>・鋼材の防錆処理</li> <li>・断面修復材の材質</li> <li>・断面処理材の材質と厚さ</li> <li>・脱塩工法適用箇所のCl<sup>-</sup>量の除去程度</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼材の電位抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気防食工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・陽極材の品質</li> <li>・分極量</li> </ul>
凍害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・劣化したコンクリートの除去</li> <li>・補修後の水分の侵入抑制</li> <li>・コンクリートの凍結融解抵抗性の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水処理(止水, 排水処理)</li> <li>・断面修復工法</li> <li>・ひび割れ注入工法</li> <li>・表面処理工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復材の凍結融解抵抗性</li> <li>・鋼材の防錆処理</li> <li>・ひび割れ注入材の材質と施工法</li> <li>・表面処理材の材質と厚さ</li> </ul>
化学的侵食	<ul style="list-style-type: none"> <li>・劣化したコンクリートの除去</li> <li>・有害化学物質の侵入抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復工法</li> <li>・表面処理工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復材の材質</li> <li>・断面処理材の材質と厚さ</li> <li>・劣化コンクリートの除去程度</li> </ul>
アルカリシリカ反応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水分の供給抑制</li> <li>・内部水分の散逸促進</li> <li>・アルカリ供給抑制</li> <li>・膨張抑制</li> <li>・部材剛性の回復</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水処理(止水, 排水処理)</li> <li>・ひび割れ注入工法</li> <li>・表面処理工法</li> <li>・断面修復工法</li> <li>・巻立て工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ注入材の材質と施工法</li> <li>・表面処理材の材質と厚さ</li> <li>・断面修復材の材質</li> </ul>
疲労 (道路橋鉄筋 コンクリート床板 の場合)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひび割れ進展の抑制</li> <li>・部材剛性の回復</li> <li>・押抜きせん断強度の回復</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水処理(排水処理)</li> <li>・床版防水工法</li> <li>・接着工法</li> <li>・増厚工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設コンクリート部材との一体性</li> </ul>
すりへり	<ul style="list-style-type: none"> <li>・減少した断面の復旧</li> <li>・粗度係数の回復・改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復工法</li> <li>・表面処理工法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断面修復材の材質</li> <li>・付着性</li> <li>・すりへり抵抗性</li> <li>・粗度係数</li> </ul>

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P79

表 4-11 安全性や使用性の力学的な性能の回復あるいは向上を  
目的とした工法の例と適用部材

コンクリート標準示方書  
(維持管理編)  
(H25.10) P80

工法の概要	主な工法の例*1	適用部材					
		全般	はり	柱	スラブ	壁*2	支承
接着	接着工法		◎	○	◎	○	
巻立て	巻立て工法			◎		○	
プレストレスの導入	外ケーブル工法		◎	○	○		
断面の増厚	増厚工法		○		◎		
部材の交換	打換え工法		○	○	◎	◎	◎
はり(桁)の増設	増設工法		◎		◎		
壁の増設	増設工法					◎	
支持点の増設	増設工法		◎		◎		○
免震化	免震工法	◎					◎

◎：実績が比較的多いもの，○：適用が可能と考えられるもの

\*1：接 着 工 法：鋼板接着工法，連続繊維接着工法(連続繊維シート接着工法，連続繊維板接着工法)

巻 立 て 工 法：鋼板巻立て工法，連続繊維接巻立て法(連続繊維シート巻立て工法，連続繊維巻板立て工)，RC巻立て工法，モルタル吹付け工法，プレキャストパネル巻立て工法

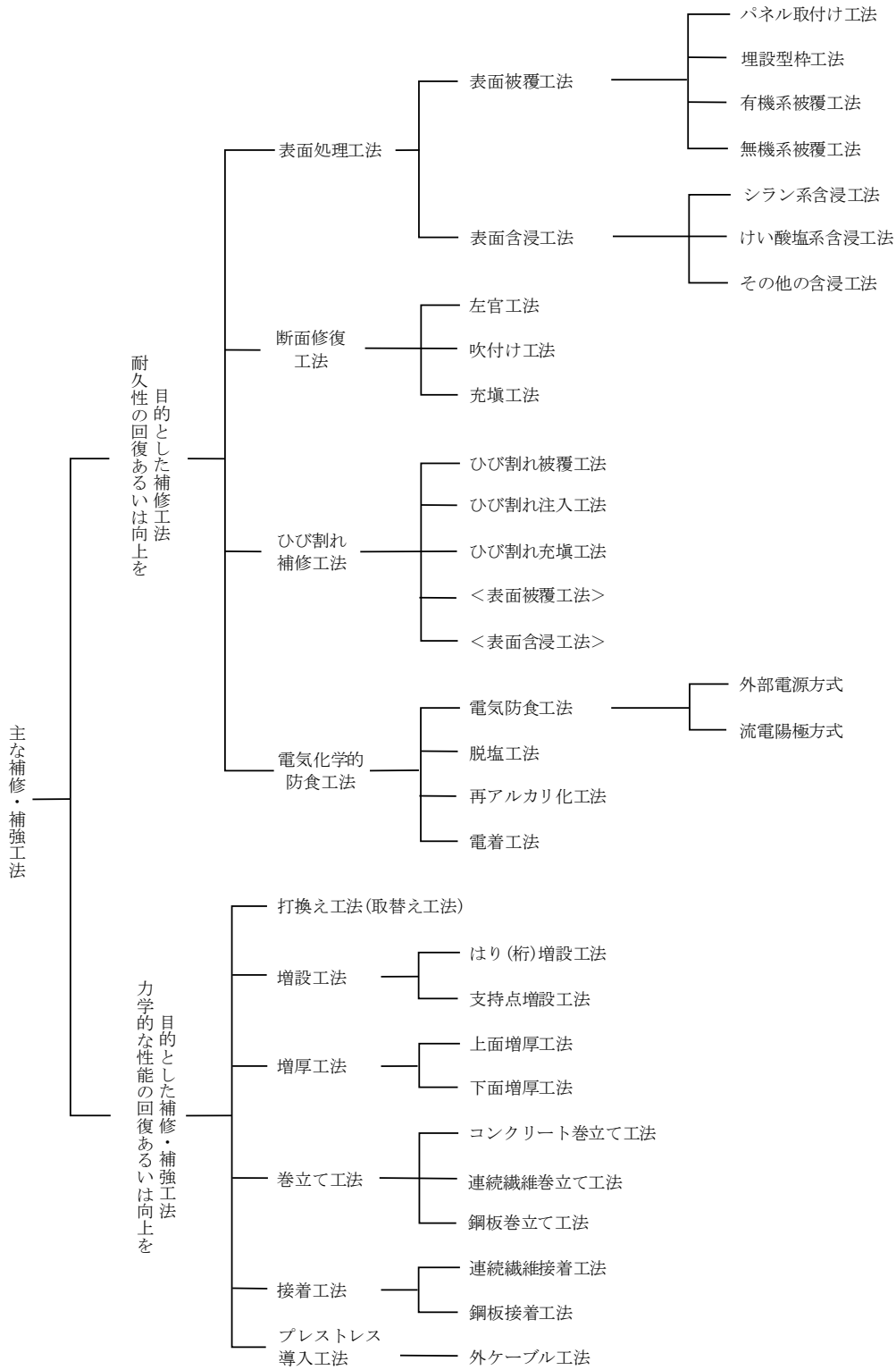
プレストレス導入：外ケーブル工法，内ケーブル工法

増 厚 工 法：上面増厚工法，下面増厚工法，下面吹付け工法

増 設 工 法：はり(桁)増設工法，耐震壁増設工法，支持点増設工法

\*2：壁式橋脚を含む

補修や補強については，現在も様々な研究がなされており，適用事例が蓄積されている段階にある。工法や材料の選定にあたっては，それらの諸性質を詳細に把握するとともに，実験による効果の確認や適用実績の調査も重要である。現在実施されている主な補修，補強工法を分類すると図4-1のとおりとなる。



※表面被覆工法, 表面含浸工法は表面処理工法に分類されるが, ひび割れ補修としても用いられる場合がある。

図4-1 コンクリート構造物に適用されている主な補修, 補強工法

### 4-4-3 耐久性の回復あるいは向上を目的とした補修工法

#### (1) 表面処理工法

##### ① 表面被覆工

###### ア 工法の目的

コンクリート表面に形成した被覆材により、コンクリートの劣化や鋼材の腐食の原因となる劣化因子（塩化物イオン、二酸化炭素、水分、酸素など）の侵入を抑制する。

###### イ 使用材料

コンクリート表面を樹脂系（有機系）やポリマーセメント系（無機系）の材料を塗布する。

また、繊維シート系のはく落防止機能を兼ね備えた表面保護工は、第三者被害を防止する際に適用される。

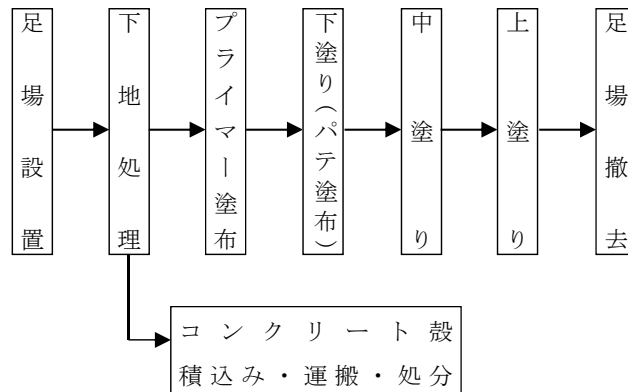
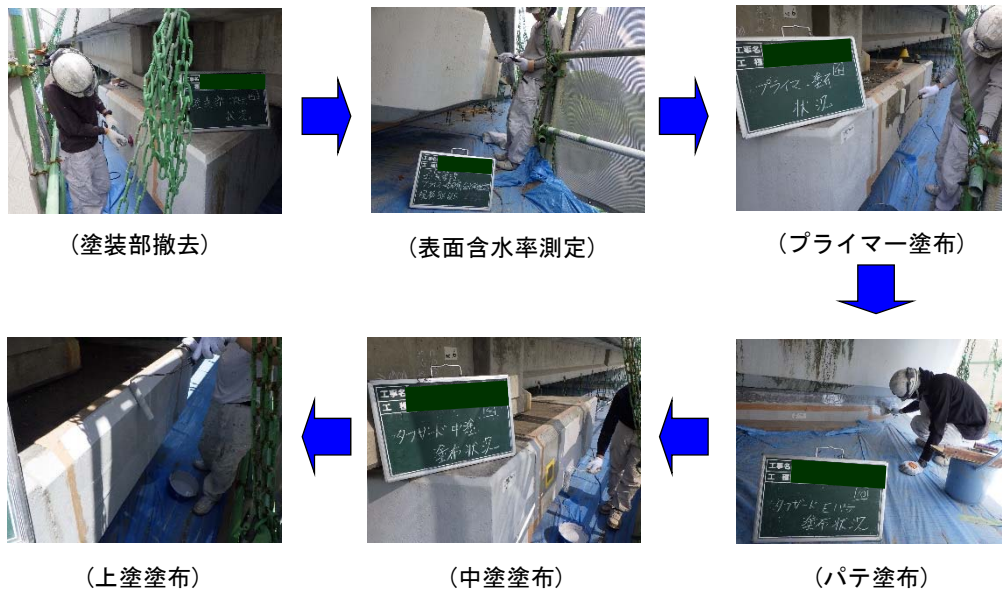


図4-2 施工フロー（参考）



## ② 表面含浸工

### ア 工法の目的

コンクリートの劣化原因となる水、酸素、二酸化炭素、塩化物イオン等のコンクリート構造物への侵入を遮断する。

### イ 使用材料

#### (ア) シラン系含浸材

撥水性や防水性に優れているため、アルカリ骨材反応抑制対策および塩化物イオンの侵入対策として用いられる。

#### (イ) 固化材けい酸塩系含浸材

材料自体の乾燥により固化が進行し、その固化物によってコンクリート中の空隙を充填する。また、コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応により C-S-H ゲルを生成し、コンクリート中の空隙を充填する。

#### (ウ) 反応型けい酸塩系含浸材

コンクリート中の水酸化カルシウムとの反応により C-S-H ゲルを生成し、コンクリート中の空隙を充填する。また、未反応のまま残存している主成分が乾燥により析出しても、水分が供給されると溶解し、水酸化カルシウムとの反応性を呈する。

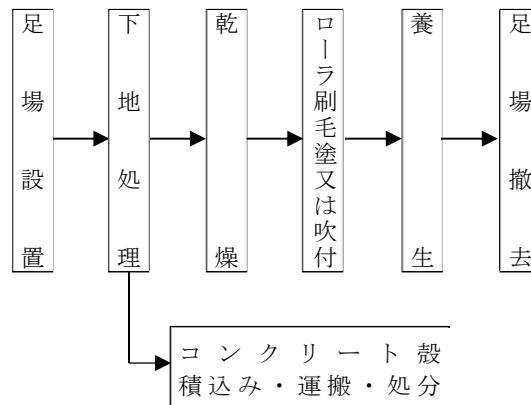
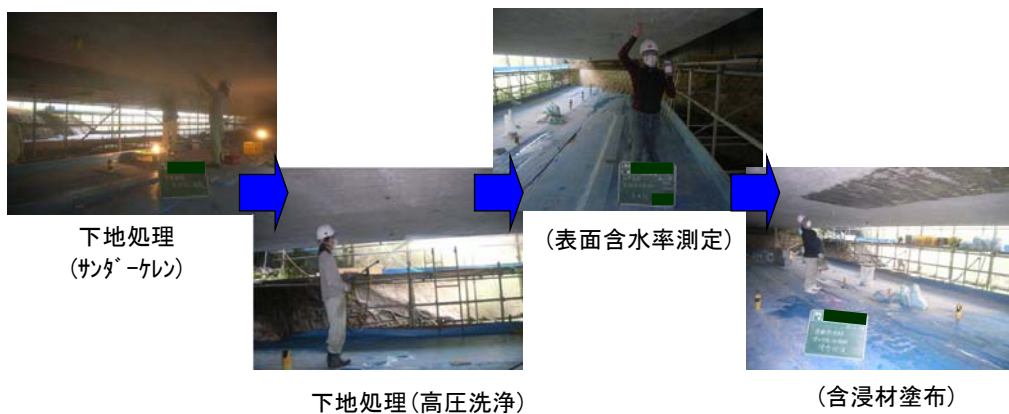


図4-3 施工フロー（参考）



橋梁コンクリート部材の点検・補修設計・施工の手引き（案）  
(H24.3) P108

コンクリート診断技術  
基礎編 5.5.5 P289



(2) 断面修復工法

断面修復工法および断面修復材を選定する際の参考として、施工規模や修復対象の部位に応じた断面修復工法の適用範囲の概念図を図4-4に、断面修復工法に期待される性能と断面修復材の適用効果との関係を表4-12に示す。

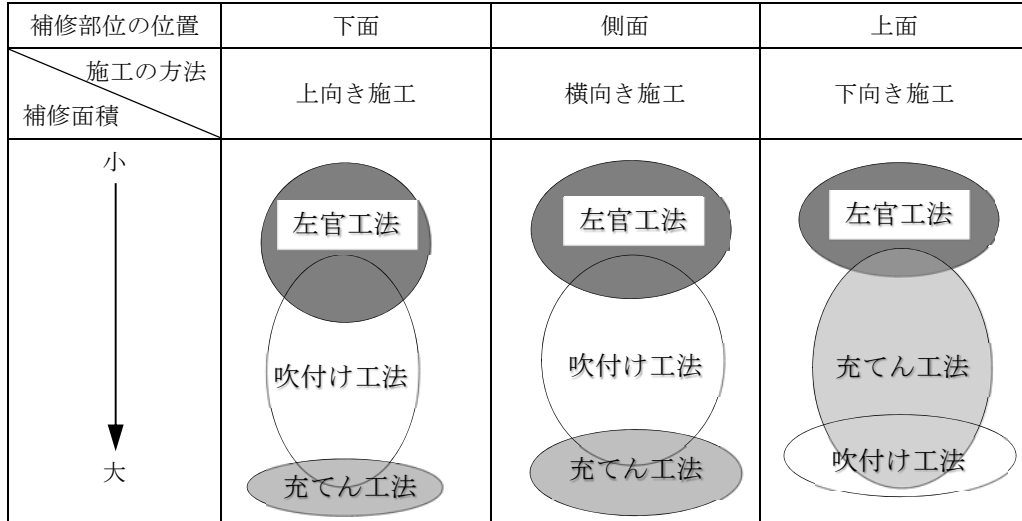


図4-4 断面修復工法の適用範囲の概念図

表4-12 断面修復工法に期待される性能と適用効果

期待される効果	断面修復材の種類		
	セメント モルタル	ポリマーセメント モルタル	ポリマー モルタル
力学的特性	○	○	○
ひび割れ抵抗性	△	○	△
中性化抑制	○	○	○
塩化物イオンの侵入抑制	△	△	○
凍結融解抵抗性	○	○	○
化学的侵食抑制	△	△	○
アルカリ骨材反応抑制 <sup>1)</sup>	△	△	○
美観・景観に関する性能	△	△	○
はく落抵抗性 <sup>2)</sup>	○	○	○

注) 表中の○は適用効果あり，△は適用効果を期待する場合検討が必要（他の工法との併用など），を示す。

- 1) アルカリ骨材反応抑制は，標準的な遮水性による判定。
- 2) 付着性状による判定。

① 断面修復工（左官工法）

コンクリートの劣化部をはつり，ポリマーセメントモルタルなどを用いて，左官により当初の形状に戻す。小規模な補修に適しており，人力作業が主となることから，作業員の熟練度が要求される。

ア 工法の目的

コンクリートの劣化，鋼材の腐食等によって欠損したコンクリート断面を当初の形状に戻す。また，許容限度以上の劣化因子を含むコンクリートを除去し，その断面を当初の形状に戻す。

イ 使用材料

エポキシ樹脂モルタルやポリマーセメントモルタルを左官小コテで充填する。

薄塗の場合は、軽量モルタルを使用することが多い。

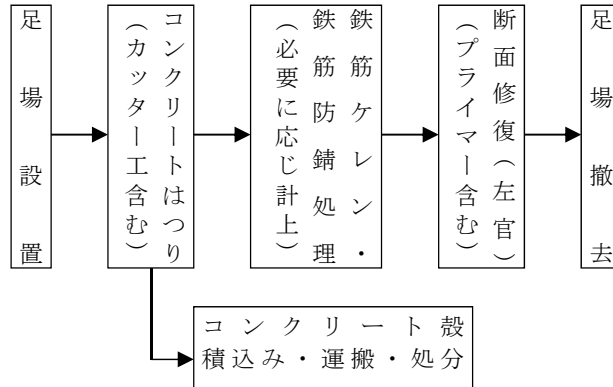


図4-5 施工フロー (参考)



② 断面修復工 (吹付工法)

圧縮空気によってセメントモルタルを既設コンクリート面に吹付けて断面修復を行う工法で、吹付方式は湿式と乾式に大別される。基本的には型枠を必要とせず、広い範囲に薄く、また、複雑な形状にも対応できる。吹付途中で材料の構成を変更でき、部分的な高強度化や着色の操作が可能である。

一層あたりの吹付量は一般に湿式が20～30mm、乾式が20～100mmである。

ア 工法の目的

断面欠損部及びはつり部の断面修復，断面増厚

イ 使用材料

あらかじめ練り混ぜた断面修復材を吹付ける湿式工法と、紛体と水または混和液を別々に圧送して吹付ける乾式工法があり、それぞれ専用の吹付け機を使用する。材料の流動性は低く、湿式は粘調性があり、湿式は超速硬性を呈す。

コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-(H24.3) P132

土木工事標準歩掛 (道路編) IV-3-㊸-25

橋梁補修の解説と積算 (H26.7) P169

コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-(H24.3) P133

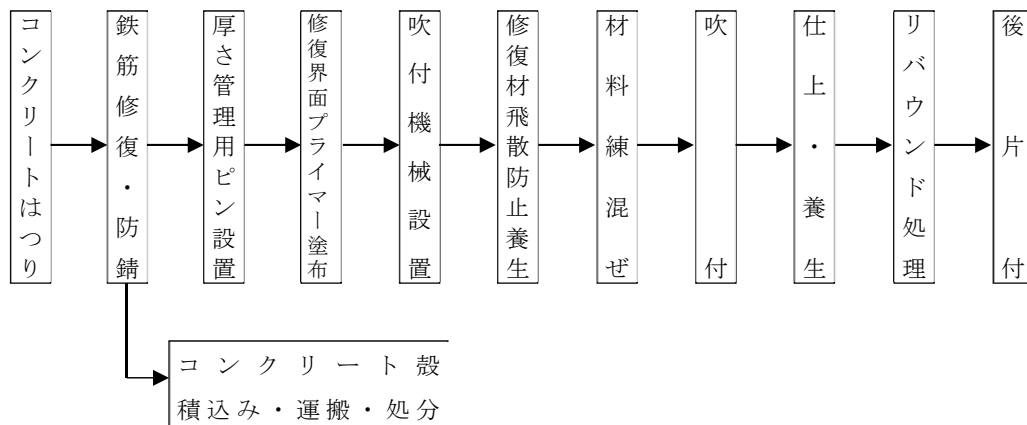
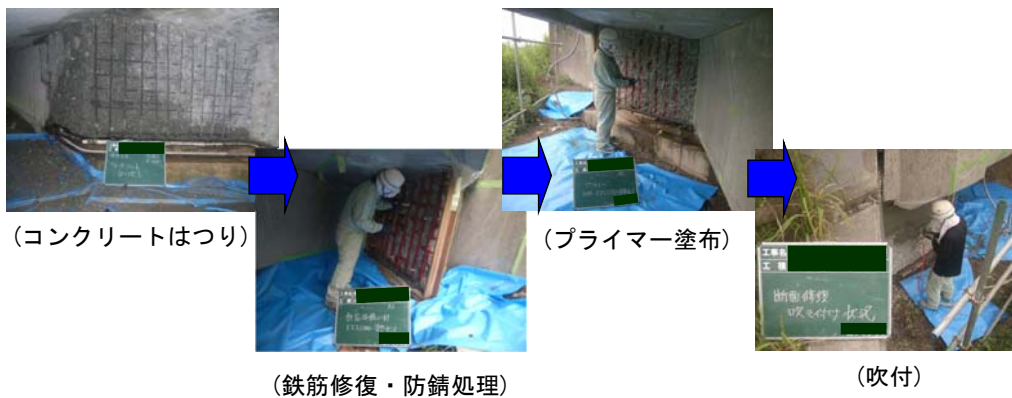


図4-6 施工フロー（参考）



③ 断面修復工（充填工法）

対象となる修復断面に型枠を設置し、材料分離抵抗性に優れ、流動性の高い断面修復材を型枠の中にポンプ等を用いて注入、または自己充填性を有する断面修復材を自然流下によって打ち込む工法である。

一般に断面欠損部の容積が数 $10\text{m}^3$ と比較的大きな規模や型枠の設置が容易な施工部位に適している。

表面保護工法設計施工指針（案）【工種別マニュアル編】  
(H17.4) P18～19

(3) ひび割れ補修工法

① ひび割れ被覆工法

ア 工法概要

微細なひび割れ（一般に幅 $0.2\text{mm}$ 以下）の上の塗膜を構成させ、防水性、耐久性を向上させることを目的とした工法。劣化因子の遮断性に優れ、耐用年数も長いですが、水分逸散効果は劣る。

イ 使用材料

補修目的、部材の置かれる環境により異なるが、一般的には以下の材料が使用される

コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針-2013-  
(H24.3) P126

- (ア) 塗膜弾性防水材
- (イ) ポリマーセメントペースト

ウ 留意点等

- (ア) 被覆工法は、ひび割れ内部の処理ができない。
- (イ) ひび割れ幅の変動が大きい場合、進行性のひび割れの場合には、動きに追随し難い。

② ひび割れ注入工法

ア 工法概要

コンクリートのひび割れに樹脂系あるいはセメント系の材料を注入し、コンクリートの耐久性及び防水性の向上を図る。

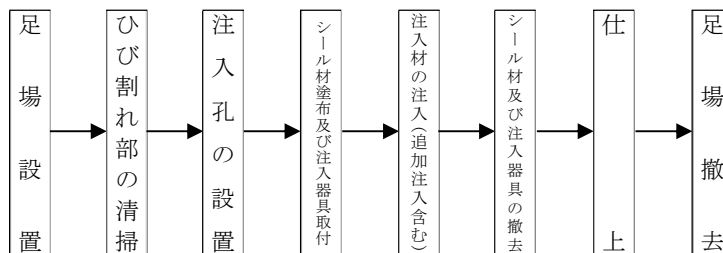
イ 使用材料

エポキシ樹脂やアクリル樹脂等の有機系やセメント系、ポリマーセメント系等がある。

ウ 留意点等

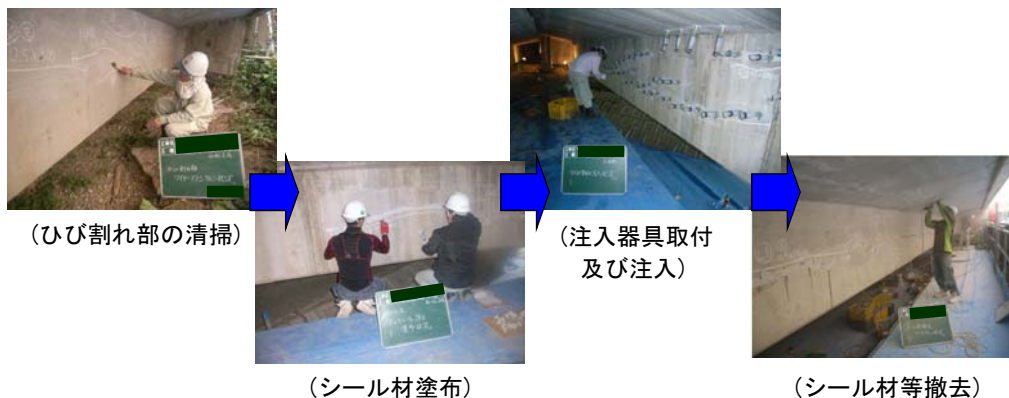
- (ア) 現在は、注入圧力 0.4MPa 以下の低圧低速注入工法が主流である。
- (イ) ひび割れが乾燥している場合、コンクリートに水分が吸収され注入材がドライアウトして閉塞することがあるため、注入に先立ち水で湿潤させることが重要である。

コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-  
(H24.3) P127



土木工事標準歩掛  
(道路編) IV-3-⑫-3

図 4-7 施工フロー (参考)



### ③ ひび割れ充填工法

#### ア 工法概要

コンクリートのひび割れ幅 0.5mm～1.0mm 程度の比較的大きなひび割れの補修に用いる工法で、ひび割れに沿ってコンクリートをカットし、その部分に補充材を充填する。

コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-  
(H24.3) P129

#### イ 使用材料

[ひび割れに動きがある場合]

ウレタン樹脂，シリコン樹脂などのシーリング材（目地材）や可とう性エポキシ樹脂などの変形追従性の大きな材料を充填する。

[ひび割れに動きがない場合]

ポリマーセメントモルタルを充填する人が多い。

#### ウ 留意点等

(ア) 材料によっては，低温下や高湿度下において硬化しない場合があるので注意が必要

(イ) 水圧や気圧等により高圧力下となっている場合，活荷重等によりひび割れが開閉している状況下において，補修材料が既設の部材と十分に一体化しない可能性がある。

(ウ) ひび割れに動きがある場合，変形追従性の大きな材料を充填する必要がある。

(エ) 土木構造物は表面をポリマーセメントモルタルで充填しない方法が一般的である。

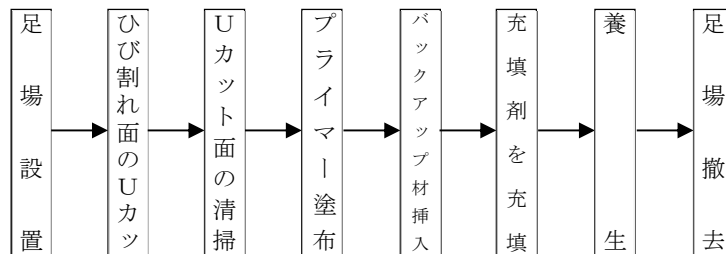
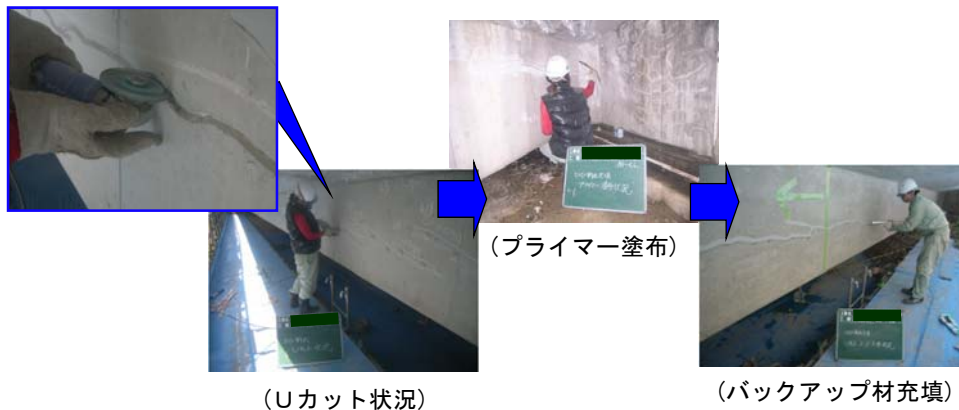


図4-8 施工フロー（参考）

土木工事標準歩掛  
(道路編) IV-3-⑫-17



#### 4-4-4 力学的な性能の回復あるいは向上を目的とした補修・補強工法

##### (1) 打換え工法

鉄筋腐食などに起因したひび割れを伴う劣化が著しく進行し、耐力の低下している部材に適用され、既存の部材を撤去した後、必要な耐力を有する新たな部材を構築するものである。

コンクリート診断技術  
基礎編 5.5.9 P302

##### (2) 上面増厚工法

上面増厚工法は、床版コンクリート上面を切削、研掃後、鋼繊維補強コンクリートを打設し床版を増厚することで必要な性能の向上を図る床版上面増厚工法と、これに補強鉄筋を配置し必要な性能の向上を図る鉄筋補強上面増厚工法がある。

コンクリート診断技術  
基礎編 5.5.9  
P302～303

##### ① 床版上面増厚工法

主にRC床版の押抜きせん断に対する耐荷性能の向上を目的としたものであり、中立軸の上昇に伴う曲げ耐力の向上も期待できる。

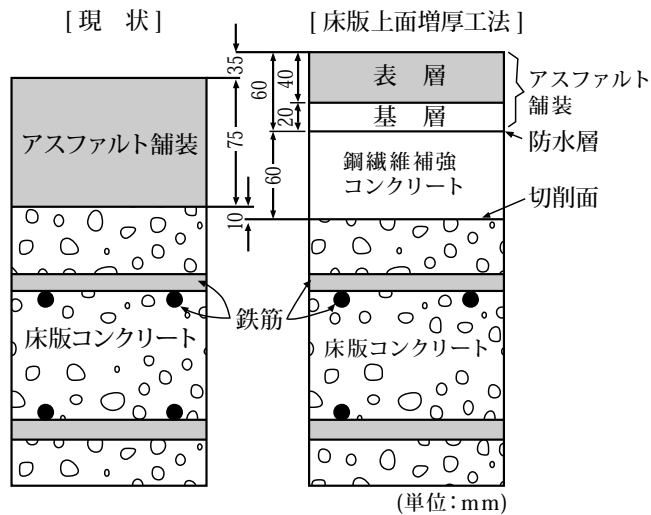


図4-9 床版上面増厚工法の施工断面例

##### ② 鉄筋補強上面増厚工法

断面内に補強鉄筋を配置することで、連続橋の中間支点部の主桁、主版や張出し床版部等の負の曲げモーメントに対する耐荷性向上を目的としている。

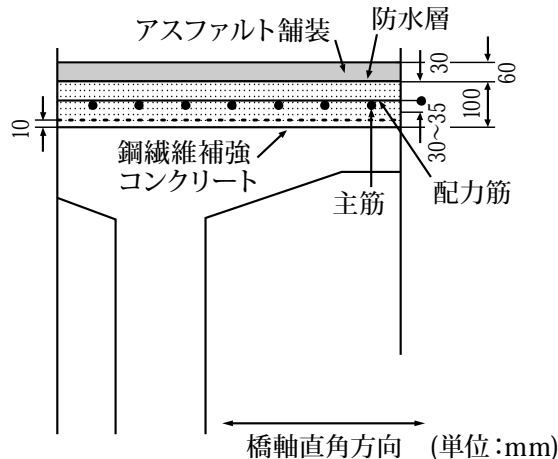


図4-10 鉄筋補強上面増厚工法の断面例

(3) 下面増厚工法

主に床版下面に鉄筋などの補強材を配置し、主として増厚材料に付着性の高いモルタルを用い左官仕上げ、もしくは吹付け施工することにより増厚し、一体化することにより必要な性能の向上を図る工法である。

ポリマーセメントモルタルを用いた下面増厚工法は、従来、左官仕上げによる人力施工であったが、吹付け施工が可能となり、施工性・経済性共に改善されている。

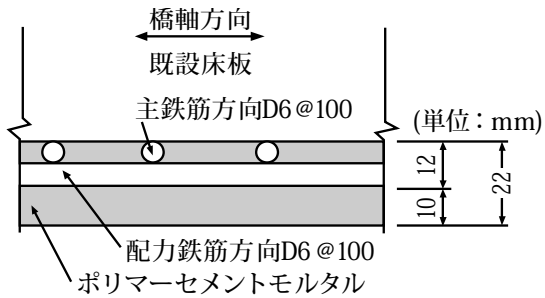


図 4-11 下面増厚工法の断面例

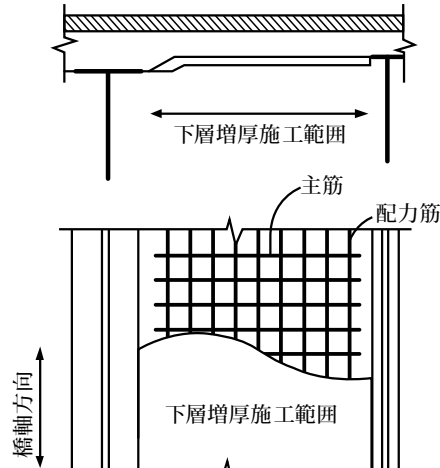


図 4-12 下面増厚工法の施工範囲の例

(4) 巻立て工法

既設コンクリート部材の周囲に補強材を配置し、既設部材との一体化により、必要な性能の向上を図る工法である。

巻立て工法は、補強材の種類などにより、鋼板巻立て工法、連続繊維シート巻立て工法、RC巻立て工法、モルタル吹付け工法、プレキャストパネル巻立て工法等に種分けされ、使用される部材・部位、必要な性能、施工条件等により、適正な工法を選定する必要がある。

なお、一般的に巻立て工法は、耐震補強対策として用いられることが多い。

(5) 鋼板接着工法

コンクリート部材の主として引張応力作用面に鋼板を取付け、鋼板とコンクリートの空隙に注入用接着剤を圧入し、コンクリートと接着させて既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

本工法は、鋼板に引張り材としての効果を期待するもので、曲げ及びせん断補強に適用できる。また、コンクリート面と鋼板との隙間に注入用接着剤を圧入することで、ひび割れ中にも注入材が浸入し、ひび割れの開閉を拘束する効果も期待される。なお、一般に注入材として、エポキシ樹脂接着剤が用いられている。

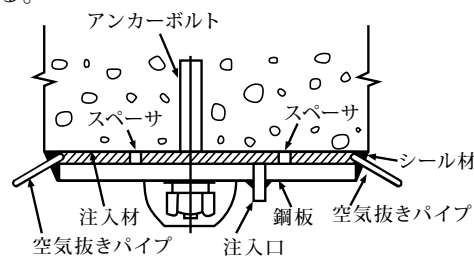


図 4-13 鋼板接着工法

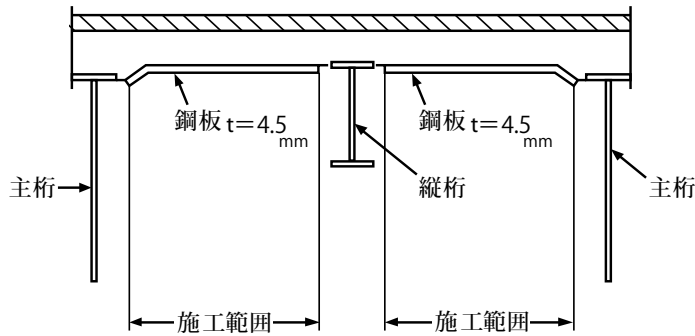


図 4-14 鋼板接着範囲の例

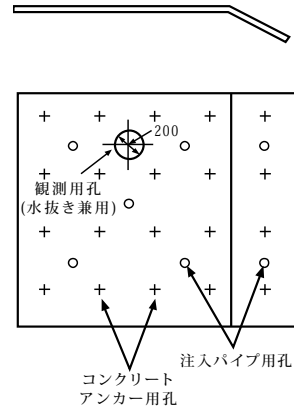


図 4-15 鋼板の配置例

(6) 連続繊維シート接着工法

コンクリート部材の主として引張応力や斜め引張応力作用面に、連続繊維を1方向あるいは2方向に配置してシート状にした補強材、あるいは現場で含浸接着剤を含浸・硬化させたFRPの連続繊維シートを接着して、既設部材と一体化させることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

連続繊維シート接着工法には、下記の特徴がある。

- ① 軽量であり、現場成形が容易であるため、作業空間が限定される場所での作業が容易である。
- ② 耐久性に優れるため、海洋環境などのコンクリート構造物の補強にも適用できる。
- ③ 補強効果として、ひび割れ拘束効果、耐荷性の向上効果が期待でき、積層数の調整により適正補正量を選定することができる。
- ④ 一定間隔をもって格子状に貼り付けることによって、ひび割れの伸展観察が可能となり、部材内の滞水も免れる。
- ⑤ 断面剛性の増加が小さいため、剛性の向上対策には向いていない。
- ⑥ 変状が著しい場合の補強効果については、別途検討が必要である。

連続繊維シート接着工法に用いる繊維シートには、炭素繊維、アラミド繊維などがあるが、現状では実績が多く品質が安定している高強度、高弾性の炭素繊維の仕様が望ましい。

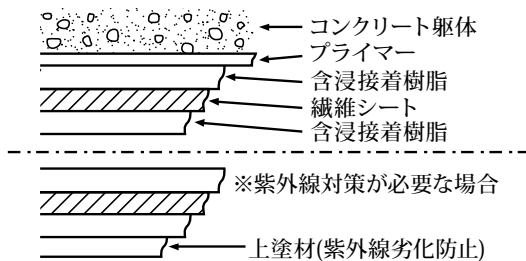


図 4-16 連続繊維シート接着工法の断面例

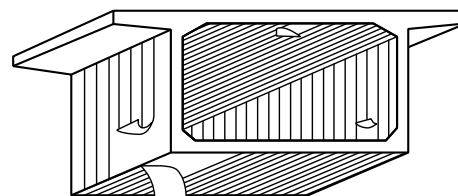


図 4-17 PC箱桁への適用の例



(7) 外ケーブル工法

外ケーブル工法とは、緊張材をコンクリートの外部に配置し、定着部あるいは偏向部を介して部材に緊張力を与えることにより、必要な性能の向上を図る工法である。

外ケーブル工法は、プレストレスを導入することにより、コンクリート橋の曲げ及びせん断補強を目的とする補強方法で、構造物の局所的な補強よりは、むしろ構造系の変更、断面力の改善を目的として採用されることが多く、以下に示すような特徴がある。

- ① 補強効果が力学的に明確である。
- ② 偏向部をせん断補強部に設置し、外ケーブルの鉛直分力を考慮することにより、設計せん断力を軽減できる。
- ③ 補強後の維持・管理が比較的容易。
- ④ 基本的に交通規制を必要としない。
- ⑤ コンクリートの強度不足や劣化に対しては効果を期待できない。
- ⑥ 外ケーブルによりプレストレスを導入しても、剛性は向上しない。

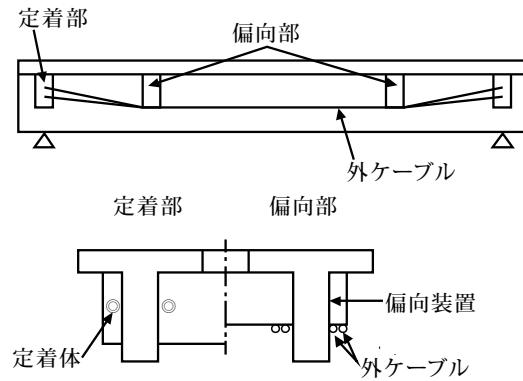


図 4-18 外ケーブル工法の概念図

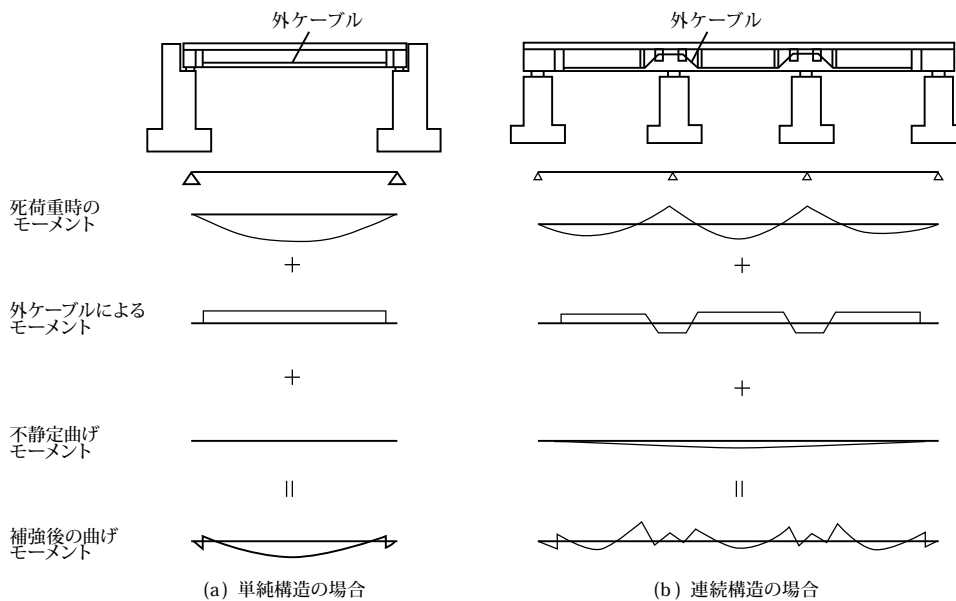


図 4-19 補強概要図

## 4-5 鋼橋の補修および補強

### 4-5-1 鋼橋の補修設計の基本

鋼構造物の補修工法を選定する場合、鋼構造物の損傷原因を十分に把握して、補修効果や施工性、経済性等を検討する必要がある。

損傷原因に適した補修工法を選定しないと、補修した部分が短期間で再度損傷する事例があるため、損傷原因の把握は重要である。

主要部材での亀裂や破断は、進行過程を十分に把握しないと最悪落橋となることも想定されるので注意が必要である。

### 4-5-2 鋼橋の主な補修工法

鋼構造物の補修工法には、以下の工法がある。

- (1) 塗装塗替え工
- (2) 当板補強工
- (3) 部材取替え工
- (4) 防水工・止水工
- (5) ストップホール工
- (6) ボルト取替え工

鋼構造物の損傷状況や程度等に応じて、適切な工法選定を行うこと。

#### (1) 塗装塗り替え工

塗装面に繰返し作用する水や空気、日射などの影響により、塗膜は表面から消耗していく。したがって、定期的に塗替えを行う必要がある。

塗装塗替えにおいては、以下の点に留意し実施すること。

- ① 旧塗膜と新しく塗り重ねる塗膜との付着が重要であることから、付着力を確保するため塗替え前に素地調整を行い、防錆効果を失いもろくなっている死膜や錆を除去し、防錆効果を失っていない活膜のみ残すようにする。
- ② 錆発生部分は、鋼材面が露出するまで研掃するなど確実な素地調整が重要となる。
- ③ 塗替え塗装は、旧塗装の塗膜系、塗替え時の劣化程度、および塗替え後の塗膜に期待する耐用年数によって塗膜仕様を選択する必要がある。
- ④ 鋼橋塗装の LCC、環境対策、景観上の配慮の観点からより耐久性の優れた塗装系にするほうが有利かつ合理的と考えられるため、塗替え塗装仕様は従来よりも耐久性に優れた重防食塗装(Rc-I 種)を基本とするとよい。
- ⑤ 狭あい部の施工等、工事の制約によっては、素地調整程度 1 種による塗装(Rc-I)ができない場合には、素地調整程度 3 種による塗装(Rc-III)を行っても良い。ただしこの場合は、Rc-I 塗装系の塗替えに比べて塗膜の耐久性は大幅に劣るので注意が必要である。

表 4-13 R<sub>c</sub>-I 塗装系 (スプレー※1)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	塗装間隔
素地調整	1種※3		4時間以内
防食下地	有機ジンクリッチペイント	600	1日～10日※2
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	1日～10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	1日～10日

鋼道路橋防食便覧  
(H26.3)PⅡ-118

※1：原則はスプレー塗装とするが、発注者との協議のうえで、はけ、ローラーにも変更できる

※2：現場の施工条件に応じて塗装間隔を別途取り決める場合もある。

※3：プラスト処理による除せい度はISO Sa2 1/2とする。

表 4-14 R<sub>c</sub>-Ⅲ 塗装系 (はけ, ローラー)

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	塗装間隔
素地調整	3種		4時間以内
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗 (鋼材露出部のみ)	(200)	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日～10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	200	1日～10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	140	1日～10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	120	

(2) 当板補強工

腐食箇所やき裂発生箇所等に当板等を設置することで、変状に伴う断面欠損を補うものである。

当板を取付ける方法としては、品質確保の容易性から、高力ボルトを用いるのが一般的である。溶接を用いることは、溶接部が新たに疲労強度上の弱点となりやすいなどの理由から、特別な場合を除いて避けるべきである。

道路橋補修・補強  
事例集(2012)  
(H24.3) P71

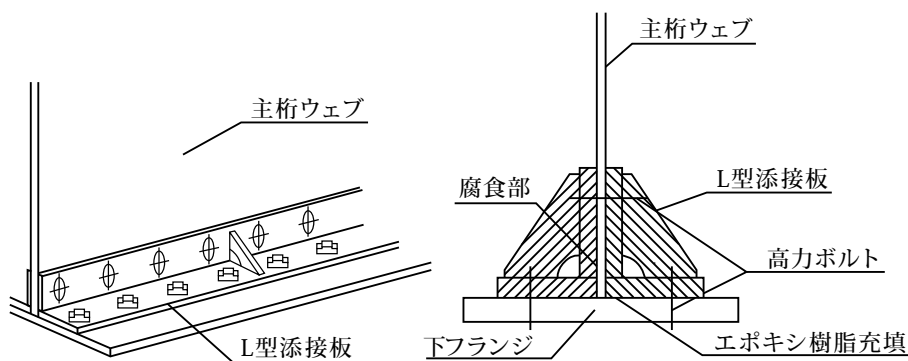


図 4-20 当板対策工

### (3) 部材取替え工

機能低下の生じた部材を新設部材と取り替えることにより新設時のレベルまで機能を回復させる補修工。

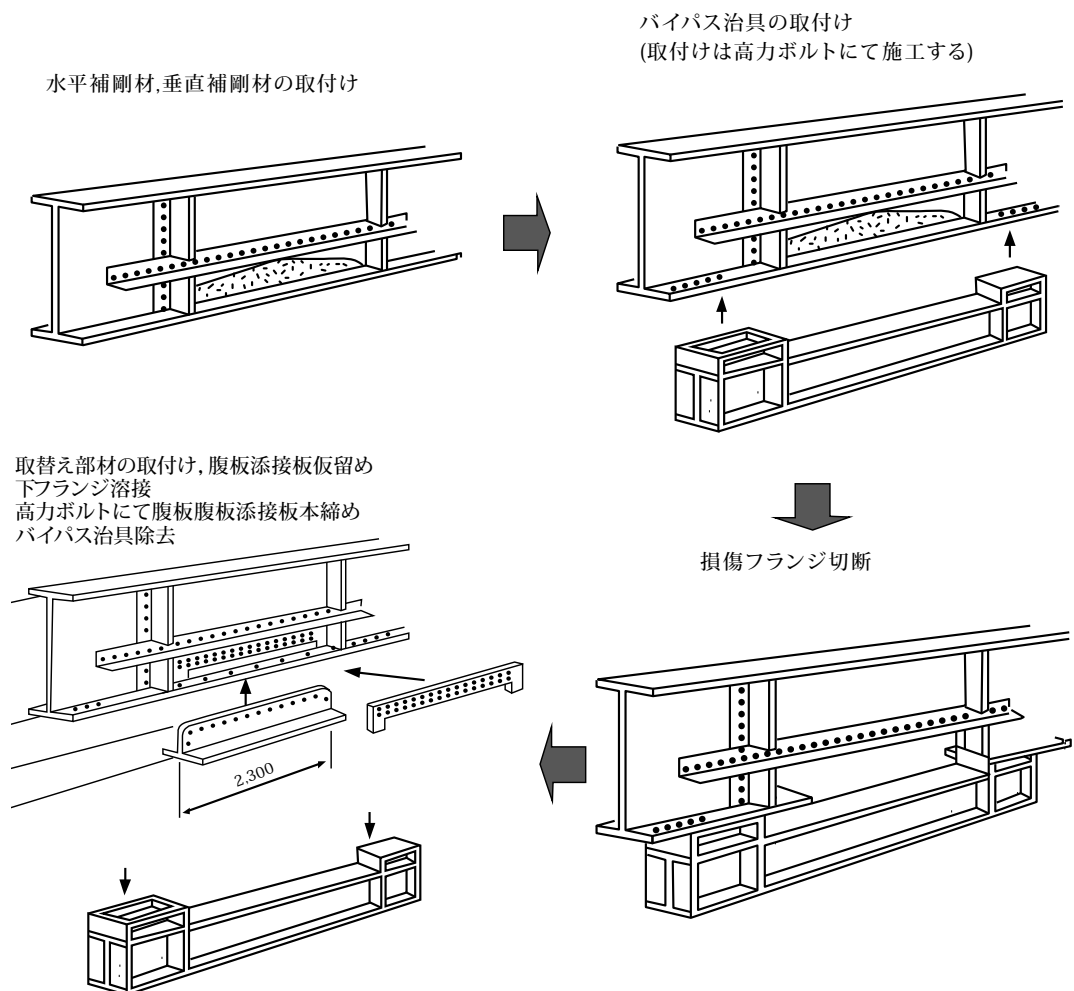


図 4-21 部分取替え対策工

### (4) 防水工・止水工

床版のひび割れからの漏水には、床版上面へ防水層などを設置する。床版ひび割れ部へ下面からエポキシ樹脂等を注入しても、別の部位に漏水箇所が移る結果となりやすいため、上面から防水や止水を行うことが基本である。

床版端部からの漏水は、伸縮装置の劣化が原因ある場合が多く、伸縮装置の非排水構造の採用が対策の一つである。

### (5) ストップホール工

ストップホールとは、亀裂の先端部分を取り除くために設ける円孔のことである。円孔を設けることで、鋭角な亀裂先端部の場合に比べて応力集中が緩和されるため、亀裂の伸展を遅くしたり、亀裂の急速な進展による脆性破壊への移行を止める効果がある。

補修・補強効果を高める目的で他工法と併用するか、応急的な対策として用いられるのが一般的である。

道路橋補修・補強  
事例集 (2012)  
(H24.3) P70

道路橋補修・補強  
事例集 (2012)  
(H24.3) P70

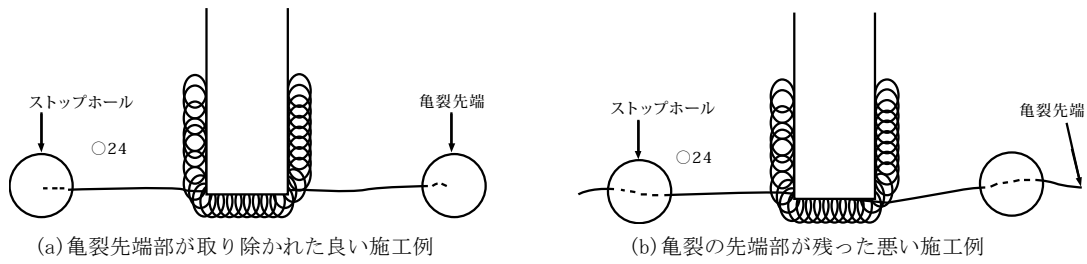


図4-22 ストップホールの留意点

(6) ボルト取替え工

高力ボルト等の取替えは、既設の高力ボルト継手に与える影響に配慮して、原則として1本ずつ抜き取り、1本ずつ補充し締め付けるものとする。ただし、継手の応力照査を行い安全が確認された場合は、1列の中から数本を単位として一括して取り替える。また、ボルトを取り替える際は、以下の点に留意すること。

① 主として軸方向力を受ける継手（桁、梁、脚のフランジ）

- ア 添接板の片側の中央ボルト列を取り替える
- イ 中央の列から両方の列へ交互に取り替える。

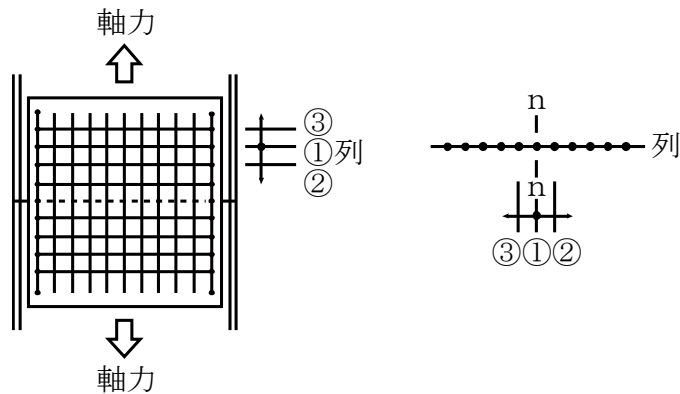


図4-23 軸方向力を受ける継手のボルト取替えの順序

② 主として曲げを受ける継手（桁、梁、脚の腹板）

- ア 腹板の中央のボルト列を取り替える
- イ 中央の列から上・下の列へ交互に取り替える。

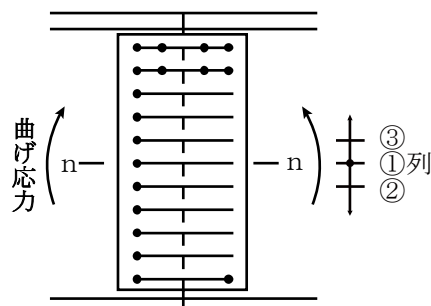


図4-24 曲げを受ける継手のボルト取替えの順序

### 4-5-3 鋼橋の主な補強工法

鋼橋の主な補強工法を表4-15に示す。

道路橋補修・補強事例集(2012)  
(H24.3) P73

表4-15 補強工法一覧

劣化・損傷	構造部位	主な劣化・損傷要因	主な対策
疲労亀裂	けた端切欠き部	・溶接部応力集中 ・設計上考慮されていない二次応力	・切欠き部への添接板の設置と細部構造の改良
	横げた及び対傾構 取付部	・溶接部応力集中 ・設計上考慮されていない二次応力	・腹板ギャップ細部構造の改良 ・溶接継手の疲労強度改善
	鋼製橋脚隅角部	・溶接部応力集中 ・設計上不適切な細部構造	・隅角部への添接板の設置と細部構造の改良
	鋼床版構造	・溶接部応力集中 ・大型車両等の影響	・補強部材設置等による剛性向上
	アーチ吊材	・風による渦励振	・部材端部への添接板の設置と細部構造の改良
たわみ	主げた, 鋼床版	・部材剛性の不足 ・大型車両等の影響	・補強部材設置等による剛性向上 ・支持点の変更, 追加

#### (1) 疲労強度改善

溶接継手の疲労強度の改善とは、防グラインダーやTIG処理によって、溶接止端部を滑らかにすることで、止端部に生じている局所的な応力集中を低減して、継手部の疲労強度を改善することである。

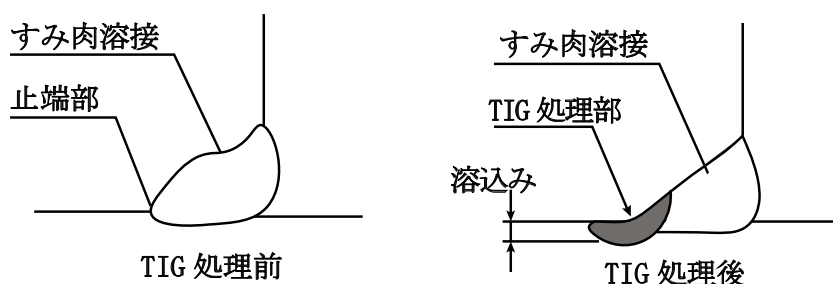


図4-25 疲労強度の改善例

#### (2) 細部構造の改良

細部構造の改良とは、設計モデルの仮定と実橋の挙動との差異等が原因で、部材接合部や細部構造に設計上考慮されていない二次応力等が生じて損傷が発生している場合に、接合部の細部構造を改良し、二次応力等の低減を行う工法である。

本工法は、添接板設置工法と併用されることも多い。

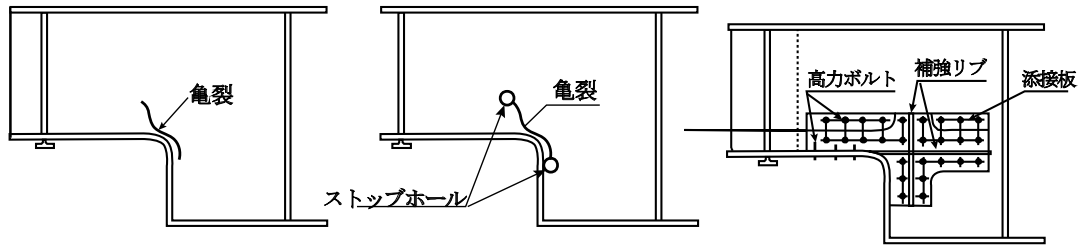


図4-26 疲労強度の改善例

(3) 剛性向上

剛性の向上とは、新設部材追加等の手段により構造物全体の剛性向上、荷重の分配性向上、部材の荷重負担軽減などを行って、対象部位に発生していた応力、変形を低減させる工法である。

計画時の留意点としては、部材追加等により既設部材と新設部材の接合部の応力や変形性状がどのように変化するかを十分把握し、既設構造物に悪影響を与えないようにすることが重要である。

## 5 トンネルの維持補修

### 5-1 トンネルの点検・調査

本県で管理するトンネルの定期点検は、「道路トンネル定期点検要領(国土交通省道路局：H26.6)」(以下「点検要領」)に基づき実施すること。

#### (1) 定期点検の概要

定期点検の概要を表5-1に示す。

表5-1 定期点検一覧

項目	目的	頻度及び時期	調査法*	対象箇所
定期点検	トンネル全体の健全性の確認	5年に1回実施	近接目視	トンネル本体及び 付属物

※必要に応じて触診や打音等の非破壊検査を併用して行う。

#### (2) 定期点検の体制

道路トンネルの定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う。

当面は、以下のいずれかの要件に該当することとする。

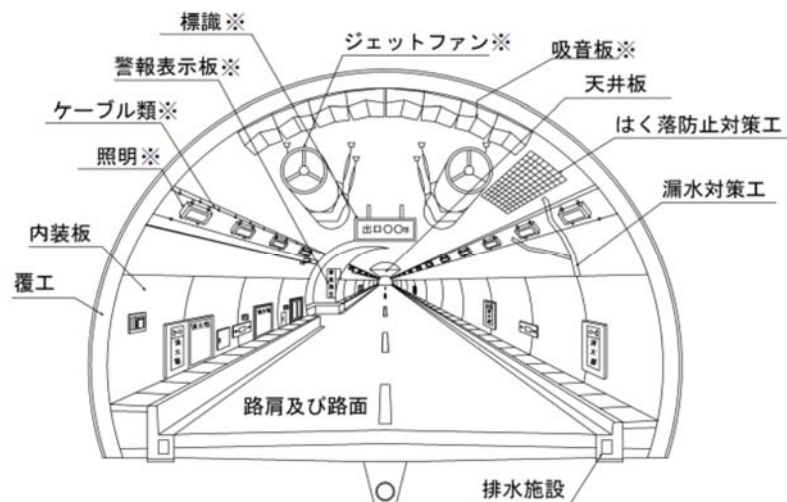
- ① 道路トンネルに関する相応の資格または相当の実務経験を有すること
- ② 道路トンネルの設計、施工、管理に関する相当の専門知識を有すること
- ③ 道路トンネルの点検に関する相当の技術と実務経験を有すること

なお、本県で管理するトンネルの定期点検は「橋梁・トンネルの定期点検業務委託に係る配置予定技術者の資格について(通知)(H28.2.26 道路維持課長)」に基づき、適正な技術者配置の下実施すること。

#### (3) 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】



※トンネル内付属物は取付状態の確認を行う。

図5-1 点検対象箇所（トンネル内）





図 5-2 点検対象箇所（トンネル坑口部）

## 5-2 トンネルの変状と健全性の診断、措置、記録

### (1) 変状等の健全性の診断

変状等の健全性の診断は、表 5-2 の区分により行う。

表 5-2 変状等の健全性の診断による判定区分

区分		状態
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。
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。
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。

#### ① トンネル本体工

変状区分を「材質劣化」、「漏水」、「外力」に分類し、I～IVの区分により健全性を診断する。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。

判定区分の I～IVに分類する場合の措置の基本的な考え方は表 5-3 のとおりとする。

表 5-3 判定区分 I～IVと措置との関係

区分	状態
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	早晩、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

#### ② 付属物

付属物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ある。また、付属物の取付状態の異常は、利用者被害につながる可能性があるため、異常個所に対しては個別に再固定、交換、撤去や、設備全体を更新するなどの方法による対策を早期に実施する必要がある。以上を踏まえ、判定区分は、表 5-4 の 2 区分に大別する。

表 5-4 附属物の取付け状態に対する異常判定区分

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

道路トンネル定期点検  
要領 (H26) P5

(2) トンネル毎の健全性の診断

覆工スパン毎及びトンネル毎の健全性の診断は、表 5-5の判定区分により行う。

道路トンネル定期点検  
要領 (H26) P6~7

表 5-5 判定区分

区分	状態
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。
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。
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。

(3) トンネル毎の健全性の診断は、トンネル毎で総合的な評価を行うものであり、道路トンネルの管理者が保有するトンネル全体の状況を把握するなどの目的で行うものである。

変状等の健全性がトンネル全体の健全性に及ぼす影響は、環境条件や当該トンネルの重要度等によって異なるため、上記「(1) 変状等の健全性の診断」の結果を踏まえて、トンネル毎で総合的に判断することが必要である。なお、一般には、利用者構造物の機能に影響を及ぼす変状等に注目して、最も厳しい健全性の診断結果で代表させることができる。ただし、覆工スパン毎及びトンネル毎の健全性の診断は、トンネル本体工に関する健全性の診断の結果に基づいて行うものとする。

① 判定区分

変状等の健全性の診断をもとに、覆工スパン毎の健全性を診断し、その結果を総合してトンネル毎の健全性の診断を行う。

判定区分は、変状等の健全性の診断と同じ「I」から「IV」までの4区分とする。

② トンネル毎の健全性

ア 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使用し、その覆工パターン毎の健全性とする。

イ トンネル毎の健全性

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。

「トンネル毎の健全性の診断」の単位とは以下によるが、不明な点は、道路施設現況調査要領（国土交通省道路局企画課）に準ずることとする。

- ① トンネルが1か所において上下線等，分離して設けられている場合は，分離されているトンネル毎に計上し，複数トンネルとして取り扱う。
- ② トンネルが都道府県界または市町村界に設けられている場合は，当該トンネルの管理者側でとりまとめること。なお，管理者が決まっていない場合は，関係機関で協議し，調査する機関を定めること。
- ③ 2自治体等以上に渡って管理区域を有するトンネルで管理者が複数に渡る場合は，管理する延長が最も長い管理者が代表で計上する。

(4) 措置

健全性の診断に基づき，道路の効率的な維持及び修繕が図れるよう，必要な措置を講ずる。

道路トンネル定期点検要領（H26）P8

(5) 記録

定期点検及び診断の結果並びに措置の内容等を記録し，当該道路トンネルが利用されている期間中は，これを保存する。

道路トンネル定期点検要領（H26）P9

トンネルの補修・補強を実施した際は，（公財）鹿児島県建設技術センターへ橋梁台帳一式を提出すること。

なお，トンネル台帳の様式については「第6編 参考資料 第1章 参考資料」を参照すること。

5-3 トンネルの補修・補強（一般）

5-3-1 トンネルの変状の原因及び特徴

本土工の変状原因は，表5-6に示すように，外力の作用等との外因と使用材料等の内因に大別できる。

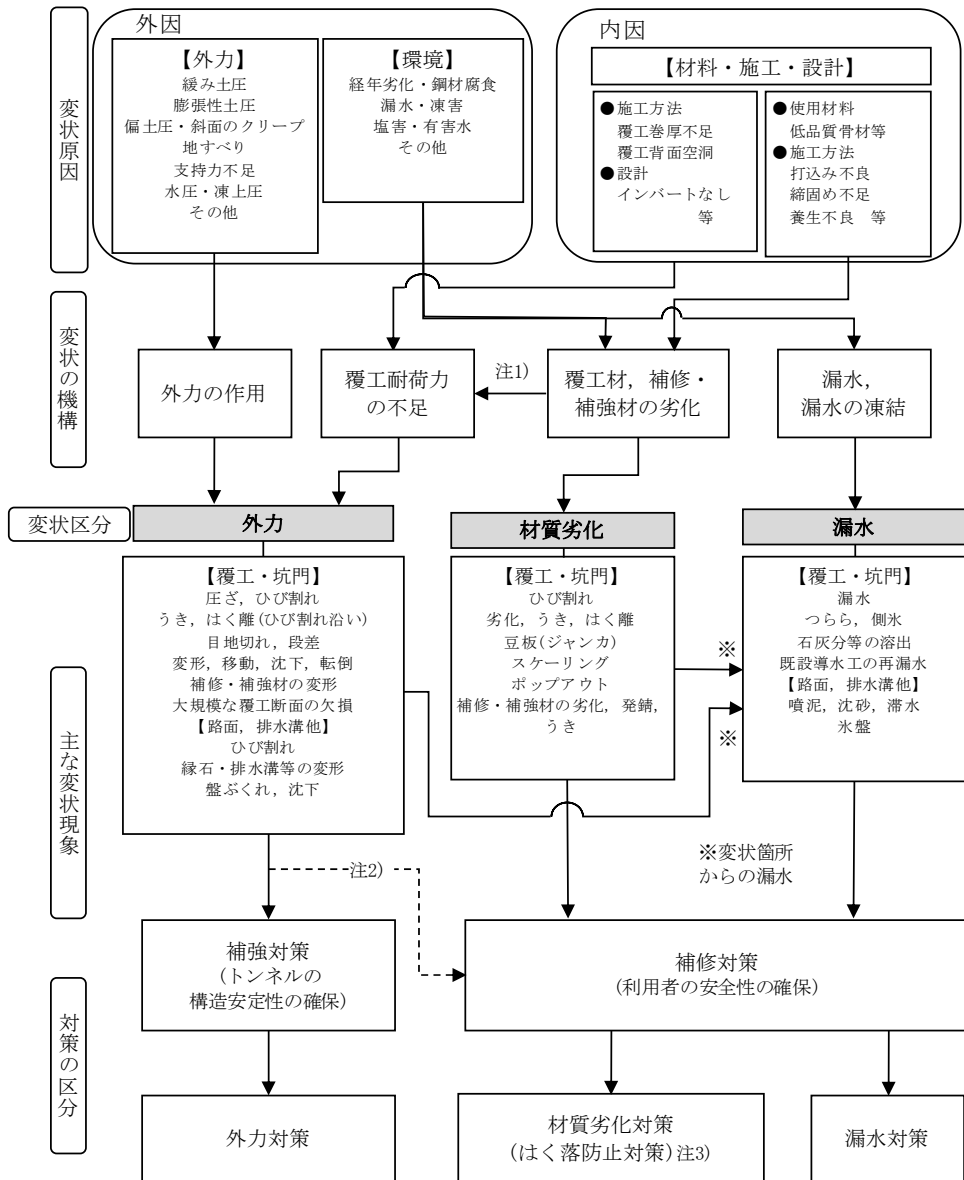
道路トンネル維持管理便覧（本土工編）（H27.6）P35

表5-6 変状原因の区分

			変状原因
外因	外力	地形・地質	緩み土圧，膨張性土圧，偏土圧・斜面のクリープ，地すべり，支持力不足
		地下水	水圧，凍上圧
		その他	近接施工，地震，地殻変動等
	環境	経年	経年劣化(中性化)，鋼材腐食
		地下水	漏水，凍害
		劣化促進	塩害，有害水
		その他	火災等
内因	材料	骨材，セメント	セメントの異常凝結，水和熱(温度応力)，低品質骨材，反応性骨材等
		コンクリート	ブリーディング，乾燥収縮等
	施工	コンクリートの施工	打込み不良，締固め不足，養生不良，巻厚不足，背面空洞残存等
		鉄筋組み立て	配筋の乱れ，かぶり不足等
		型枠	型枠変形，早期脱型，支保工の沈下等
	設計		インバートなし，地すべり対策，支持力対策等への配慮不足

一般には，表5-6に示す外因，内因それぞれの変状原因が複合的に作用して，変状が発生し顕在化する場合が多い。

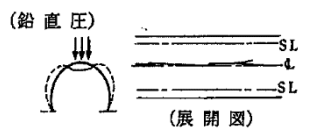
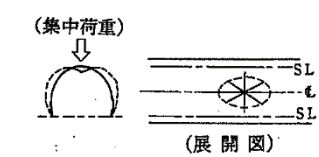
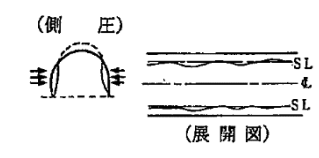

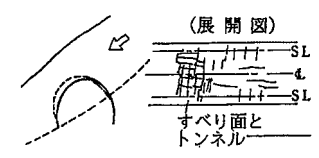
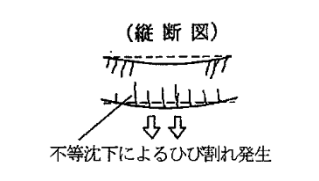

図5-3は個々の変状原因と、それが複合して関与する変状の機構、発生する変状区分と主な変状現象、及び対策の区分との関係を整理したものである。さまざまな変状原因が関与していても、変状現象を評価し対策を適用する上で、変状は「外力」「材質劣化」「漏水」の3つに区分して取り扱うことができる。



注1) 覆工材の劣化が広範囲に進むと、覆工の有効巻厚が減少して覆工耐荷力の不足を生じる場合がある  
 注2) 変状の状態によっては、補修対策(材質劣化対策・漏水対策)を併用する場合がある  
 注3) 道路トンネル(無筋コンクリートの覆工が主体の山岳工法によるトンネル)では、覆工材等の落下を防ぐことを主目的として「はく落防止対策」が適用されるケースが多い

図5-3 変状原因と変状区分および対策の区分との関係

表 5-7 変状原因と特徴一覧表 (1)

変状原因	概 要	
緩み土圧	<p>緩み土圧は、地山が緩み、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、アーチの天端にトンネル縦断方向の引張りひ割れを生じるものが多い。ただし集中荷重として土圧が作用すると、放射状もしくはクモの巣状にひび割れが発生する場合がある。</p>	
	<p>また、トンネルの上部に比較的大きい空洞があり、空洞の上部の岩塊が何らかの理由で地山と分離し落下し、衝撃的に覆工に衝突する場合がある。覆工の強度・巻圧が十分でなければ覆工を破壊し、岩塊もろともトンネル内へ岩塊が落下した事例があるが、このような現象は「突発性の崩壊」と称する。</p>	
膨張性土圧	<p>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ぎ目がある場合には段差が生じることがある。また盤ぶくれが発生する場合がある。</p>	
偏土圧・斜面のクリープ	<p>斜面下や、傾斜した片理方向に緩みが生じて偏土圧が作用し、トンネルが変状するものである。山側アーチ肩部に引張りひび割れ、段差が生じることが多い。</p>	
地すべり	<p>地すべりによってトンネルが変状するものをいう。地すべりによる変状は、トンネルとすべり面の位置関係により変状の発生形態が異なる。</p>	
支持力不足	<p>支持力不足が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等沈下である。前者の場合、トンネル横断方向のひび割れが生じやすい。また、後者の場合はトンネル軸の回転をともない、斜め方向のひび割れが生じる。</p>	
水圧・凍上圧	<p>水圧・凍上圧は、漏水と深くかかわっており、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圧ひび割れが生じることが多い。</p>	
その他	<p>近接施工や地震等によってトンネル周辺地山が変形するのにもない、覆工や坑門が変形し、せん断ひび割れ等が発生する場合がある。</p>	

外因(外力)

道路トンネル維持管理  
便覧(本土工編)  
(H27.6) P38

表5-8 変状原因と特徴一覧表（2）

変状原因		概 要	
外因（環境）	経年劣化	コンクリートの経年劣化の代表的な原因は中性化である。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。	
	鋼材腐食	坑門等の鉄筋コンクリート構造物では、中性化の進行等で鋼材の腐食・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。	
	漏水	漏水は、外力による変状（水圧等）の原因にもなるが、それ以外にも漏水自体が材質劣化を促進する原因となる場合がある。	
	凍害	寒冷地のトンネルでは、凍害は覆工の劣化要因の中でもっと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とまなう体積膨張にある。	
	塩害	コンクリート中への塩分浸透は、鋼材腐食を促進させる可能性があり、鋼材腐食による体積膨張でコンクリートにひび割れ等が生じる。	
	有害水	背面地山中の地下水には、火山地帯にみられる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。	
	その他	<p>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。</p> <p>また通行車両の排気ガスや煤煙に含まれる窒素酸化物等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。これまでのところ同現象による直接的変状の例は少ない。</p>	
内因（材料・施工・設計）	使用材料	使用材料に起因する変状は、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、セメントの異常凝結や低品質骨材による膨張等がある。またアルカリ骨材反応等の事例も報告されている。	
	施工方法	コンクリートの打込み不良や締固め不足によりコールドジョイントや豆板等が形成される場合がある。またセメントの水和熱による温度変化とそれにとまな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ある。	
		覆工背面の空洞	覆工背面の空洞は、地山を緩め、土圧を増加させる原因となるばかりでなく、受働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。
		覆工巻厚不足	設計巻厚が不足していることにより、設計時に想定した値以下の土圧が作用しても変状が発生する場合がある。
	設 計	坑口部等で支持力対策や、偏土圧・地すべり対策等が設計時に十分に見込まれていない場合に、覆工や坑門が変形・移動することがある。	
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トンネルにおいて、施工後に何らかの要因によりトンネル下方の地山の強度が低下し、膨張性土圧が増大することで、インバートを設置していないことにより、盤ぶくれ等の変状が発生することがある。	

主な変状現象に対して考えられる変状原因は以下の通り整理できる。

(1) 覆工のひび割れ

覆工に発生するひび割れの形態と、これに対応すると考えられる変状原因を整理すると表5-9に示す内容となる。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P85

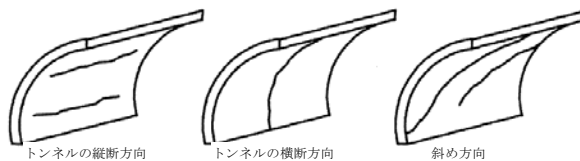
表5-9 ひび割れの原因と特徴

分類	ひび割れの 主な変状原因 <sup>注1)</sup>	特 徴										備 考		
		ひび割れ形態												
		主な発生位置				主な方向 <sup>注2)</sup>				特 徴				
アーチ天端部	アーチ肩部	側壁部	位置は問わない	その他	トンネル縦断方向	トンネル横断方向	斜め方向	その他						
外力による変状	緩み土圧	○	△			○						主に引張ひび割れが発生		
	突発性の崩壊	△							△			集中荷重の場合は放射状ひび割れが発生	図-1.3.2(b)参照 覆工にひび割れが発生しない場合もある	
	偏土圧・斜面のクリープ		○			○		△				主に引張、せん断ひび割れが発生	覆工の変形、横断目地の段差、水平打継ぎ目のひび割れ等が発生する場合がある	
	地すべり				○				○			すべり面位置とトンネルとの関係で形態が異なる		
	膨張性土圧	△	○	△		○		△				主に引張ひび割れが発生	盤ぶくれが発生する場合もある。泥岩、断層等膨張性地山に多い	
	支持力不足		○ <sup>注3)</sup>						△				水平打継ぎ目をまたいで発生	路面に横断方向ひび割れが発生する場合がある
	水圧・凍上圧	△	○	△			○		△				主に引張ひび割れが発生	漏水(跡)が発生している場合もある
材質劣化による変状	凍害				○				○			亀甲状のひび割れが発生	スケーリングが発達する場合もある。漏水(跡)がみられる	
	塩害、鉄筋腐食				○				○			鉄筋コンクリート覆工で、方形状ひび割れが発生	錆び汁が発生している場合がある	
	アルカリ骨材反応				○				○			不規則な引張ひび割れが発生	漏水が多い箇所で行進している場合がある	
	使用材料				○				○			不規則で微細なひび割れが発生		
	施工方法	急激な打込み、型枠早期脱型				○	○						ひび割れが横断目地で消失	若材齢時のコンクリートの強度が不足する場合も含む
		型枠の過度な押し上げ	○	△						○			横断目地近くで三日月形のひび割れが発生	
		打込み不足	○	△						○			横断目地近くで巻厚が不足してひび割れが発生	巻厚不足による打音異常がある
		コールドジョイント				○	△		○				打込み跡と一致する不連続面	不連続面で豆板が発生する場合もある
温度・乾燥収縮(外気と地山の温度差)		○ <sup>注4)</sup>				△	○					覆工スパンの中央付近にひび割れが発生(水平打継ぎ目で消失)	硬化中にコンクリートの体積収縮が大きい場合に地山に拘束されて発生する	

○：主に発生する，△：場合によって発生する

注1) 変状原因の区分は「5-3-1 トンネルの変状の原因および特徴」を参照。

注2) ひび割れの方向は下図に模式図として示す。



注3) 横断または斜め方向のひび割れが側壁からアーチ天端にかけて連続して発生する。路面にもひび割れが発生している場合がある。

注4) 横断方向のひび割れがアーチ部または側壁部で発生するが、矢板工法の場合は水平打継ぎ目を境に消失する。施工時期が異なる路面や側溝等にひび割れは連続しない。山岳トンネル工法では、インバートによる拘束によって側壁下端からS.L.にかけて発生する場合もある。

(2) 覆工コンクリートのうき，はく離

ひび割れに起因せず，材質劣化にともなって発生した覆工コンクリートのうき，はく離について，考えられる主な変状原因とそれに対応した特徴を表5-10に示す。

表5-10 うき，はく離の主な原因と特徴

主な原因		特徴	備考
材質劣化	凍害	ポップアウト， スケーリング	寒冷地のトンネルで漏水箇所によくみられる。
	塩害	鋼材の腐食 コンクリートの多孔質化	海岸に近いトンネル等
	有害水	湧水箇所でのコンクリート劣化，遊離石灰の溶出等	温泉・鉱床地帯中のトンネルで強酸性水が流出している場合等
	使用材料 (低品質骨材，有害 鉱物の含有，アルカリ骨材反応)	ポップアウト	
	施工方法	不均一なコンクリートの打込み	豆板
型枠の設置不良		横断目地をまたいで舌状に隣接覆工コンクリートのセメント分が流入している状態等	

(3) 打継ぎ目の目地切れ，段差

覆工の水平打継ぎ目や横断目地に発生する目地切れ（目地両側のコンクリートの相対移動）または段差に関する変状現象に関し，原因別の特徴を表5-11に示す。

表5-11 打継ぎ目の目地切れ，段差の原因と特徴

原因	特徴	
外力	トンネルの覆工や舗装の施工が完了した後で，トンネルが外力の作用によって変形した場合に生じる目地切れや段差は，その延長上で，近傍のコンクリートの打込み時期が異なる部位（例えば，アーチ部から側壁部，側壁部から舗装）に連続して，ひび割れや段差等が発生している場合がある。	
材質劣化	施工方法	覆工施工時の型枠設置のずれ等に起因して，横断目地に段差等が形成された場合は，外力起因とは異なり，コンクリートの打込み時期で異なる部位（例えば，アーチ部と側壁部，側壁部と舗装）の境界で段差等が消滅している。



(4) 既設の補修・補強材の変状

覆工に適用された既設の補修・補強材に発生する変状の特徴を表5-12に示す。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P87

表5-12 既設の補修・補強材の変状の特徴

既設の補修・補強材の変状の特徴					
原因区分	はく落防止対策，外力対策			漏水対策	
	鋼材系	FRP系	セメント系	導水材	止水材
	金網工，当て板工（鋼板，形鋼） 鋼板内巻工，鋼材内巻工	ネット工，当て板工，内面補強工（FRPパネル，繊維シート）	断面修復工，塗布工，吹付け工，場所打ち工，プレキャスト工	導水樋工，溝切り工，防水パネル工，防水塗布工	止水充填工（Vカット充填）
外力	近傍の覆工に外力に起因すると考えられるひび割れ，覆工変形，横断目地の段差・目地幅拡大，水平打継ぎ目のひび割れ等が発生				
	金網・ネット工の網目の伸張 鋼材，FRPパネルの変形，浮き上がり，固定ボルト破断 繊維シート系材料のひび割れ沿いのうき，破断	補修・補強材自体に，外力に起因すると考えられるひび割れが発生	材料自体の変形，浮き上がり，破断，外力に起因するひび割れが発生	充填材料の欠落箇所に，外力に起因すると考えられるひび割れが発生	
材質劣化	鋼材の発錆による固定不良，欠損	当て板工，内面補強工からの局所的な漏水と漏水箇所での補修・補強材のはく離等	材質劣化に起因すると考えられるひび割れ，うき，はく離，はく落が発生	材料自体あるいは固定材が材質劣化している状態	充填材料が欠損しているが，他に異常が認められない場合

(5) 覆工コンクリートのブロック化

覆工コンクリートが，ひび割れや目地，コールドジョイント等で三次元的に囲まれた状態（ブロック化）になると，コンクリートが塊状に落下する危険性が生じる。覆工コンクリートがブロック化する原因については，さまざまな要因が複合して発生するため，一概に原因を特定できない場合が多い。

ただし，ブロック化した覆工コンクリート塊の落下は，トンネル利用者に対し重大な影響を及ぼすおそれもあるため，トンネル維持管理上，早期に発見し対応すべき変状現象である。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P88

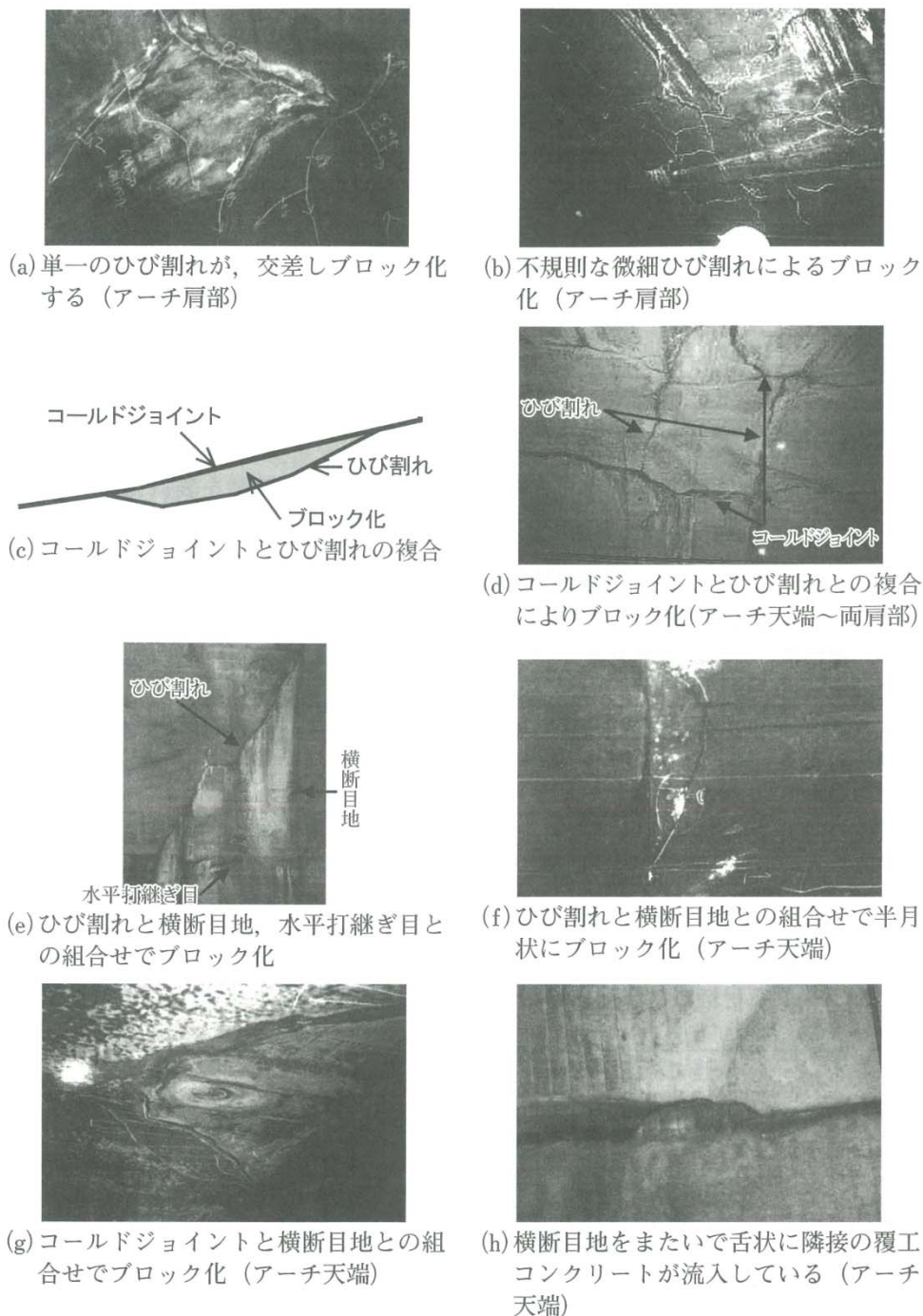


図5-4 覆工コンクリートのブロック化の事例

### 5-3-2 トンネルの異常の原因及び特徴

附属物の取付状態の異常は、外力に起因するものが少ないと考えられ、その多くは材質劣化により発生すると考えられる。材質劣化による異常は、本体工の材質劣化による変状と同様に、その原因が環境・使用条件にある場合及び使用材料等による場合に大別され、それぞれの原因に応じて、異常の発生時期及び異常の進行が異なったものとなる。

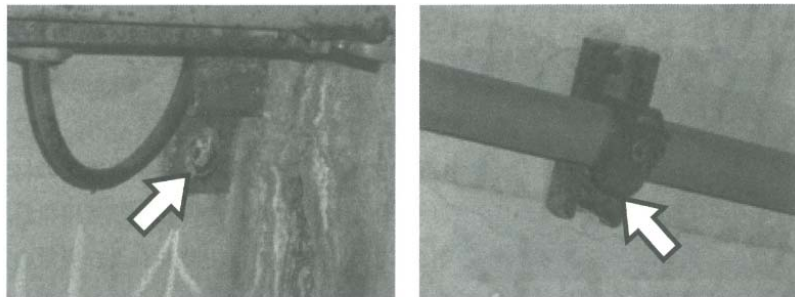
附属物の取付状態の異常は、利用者被害につながる可能性があるため、異常箇

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。

(1) 破断

取付金具やボルト・ナット，アンカー類において，腐食や亀裂，欠損等が進行し，破断に至る場合がある。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P90～91



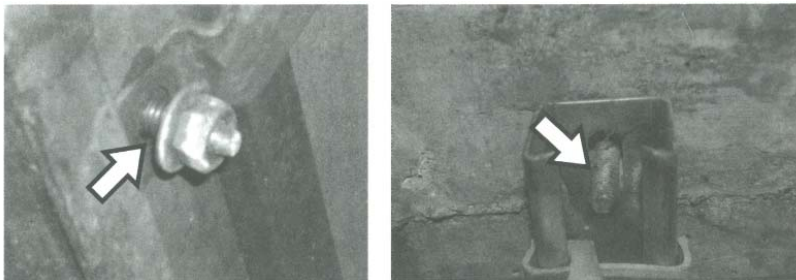
(a) ボルトの破断

(b) 取付金具の破断

図 5-5 破断の事例

(2) 緩み・脱落

附属物の取付けは，ボルトやナットを締め付けることにより行う場合が多いが，時間の経過や，坑内風，温度変化，交通振動等の影響により，徐々に緩むことがあり，これを放置すると脱落に至る場合がある。



(a) ナットの緩み

(b) ナットの脱落

図 5-6 緩み・脱落の事例

(3) 亀裂

附属物本体や取付金具，ボルト・ナット，アンカー類において，経年劣化等により亀裂が発生する場合がある。また，覆工コンクリートにおいて，アンカー類を施工している箇所周辺にひび割れが発生している場合がある。



(a) ナットの亀裂

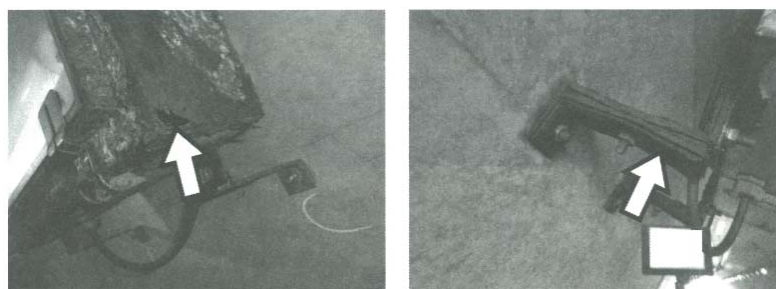
(b) アンカー周辺の覆工コンクリートのひび割れ

図 5-7 亀裂の事例

#### (4) 腐食

附属物本体や取付金具，ボルト・ナット，アンカー類において，金属材料が用いられている場合，経年劣化により腐食が発生する場合があります。トンネル内に漏水があるような場合は，腐食の進行は早くなると考えられる。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P91



(a) 照明枠の腐食

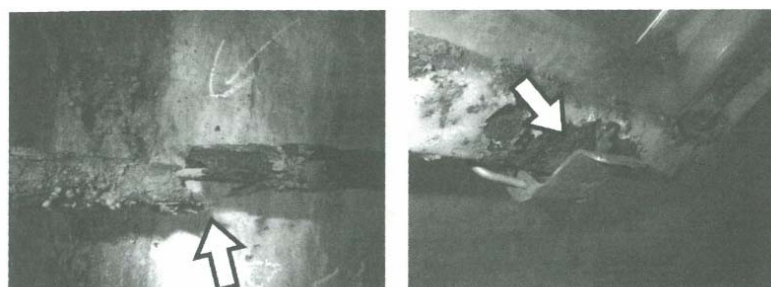
(b) 取付金具の腐食

図5-8 腐食の事例

#### (5) 変形，欠損

附属物本体や取付金具において，経年劣化の進行や車両の接触等により，著しい変形や欠損が発生する場合があります。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P92



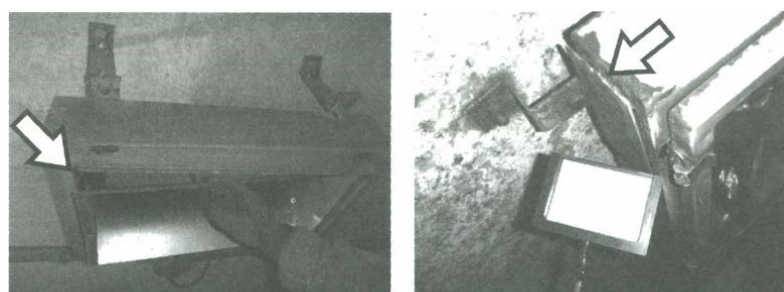
(a) 電線管の腐食にともなう変形

(b) 取付金具の欠損

図5-9 変形，欠損の事例

#### (6) がたつき

上述の異常の発生や車両の接触等に伴い，取付状態に不具合が生じ，附属物本体や取付金具においてがたつきが発生する場合があります。



(a) 照明反射板のがたつき

(b) 照明外箱のがたつき

図5-10 がたつきの事例

## 5-4 トンネルの補修・補強

### 5-4-1 対策工の適用

対策工を行うにあたっては、適用する対策の効果と持続性、即応性、点検後に行われる調査の容易性等から、本対策工と応急対策工に区分して取り扱う。

#### (1) 応急対策工

応急対策とは、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ものであり、点検後速やかに実施することが重要である。そのため、応急対策工は、即応性があるとともに、のちの調査、監視をできるだけ妨げない工種を選定する必要がある。

#### (2) 本対策工

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ものである。

各種のトンネルの本対策工は、期待する対策効果の観点から「外力対策工」「はく落防止対策工」「漏水対策工」の3つに分類される。

対策工の適用には表5-13に示す対策の区分に対応する工法についての検討を行い、工法の単独または組合せについても十分検討する必要がある。なお、外力対策はトンネルの構造安定性確保の観点から覆工の耐荷性の向上（あるいは外力の作用の軽減）を図るものであり、はく落対策は利用者の安全性の確保の観点からコンクリート片の落下を防ぐことが期待される効果である。

このことから、変状区分が材質劣化（例えば有効巻厚の減少）の場合でも外力対策が、変状区分が外力の場合でもはく落対策が必要となる場合がある。

表5-13 対策の区分と本対策工の種類

対策の区分 <sup>注1</sup>			対策の区分	対策工の区分	
外力	はく落 防 止	漏水			
	○		はく離部の事前撤去対策	はつり落とし工	
	○		はく落除去後の処理対策	断面修復工	
	○		覆工の一体性の回復対策	ひび割れ注入工	
	○		支保材による保持対策	金網・ ネット工	金網工(クリンプ金網, エキスバンドメタル) ネット工 (FRP <sup>注2</sup> メッシュ, 樹脂ネット)
				当て板工	形鋼系(平鋼, 山形鋼, 溝型鋼)当て板工
					パネル系(鋼板, 成型板)当て板工 <sup>注3</sup>
					繊維シート <sup>注4</sup> 系当て板工
			補強セントル工	鋼アーチ支保工	
○	△		覆工内面の補強対策	内面補強工	繊維シート補強工
					格子筋補強工
					鋼板接着工
				内巻き補強工	吹付け工
					場所打ち工
					プレキャスト工
					埋設型枠・モルタル充填工
					鋼材補強工 <sup>注5</sup>
	○		漏水対策	線状の漏水 対策工	導水樋工
					溝切り工
					止水注入工(ひび割れ注入) 止水充填工(Vカット充填)
				面状の 漏水対策工	防水パネル工
					防水シート工
					防水塗布工
○ <sup>注6</sup>			地下水位低下工	水抜きボーリング, 水抜き孔 排水溝	
△ <sup>注7</sup>		○ (凍結防止)	凍結対策	断熱工	断熱材を適用した線状・面状の漏水対策工 表面断熱処理工
○			覆工背面の空洞充填対策	裏込め注入工	
○	△		地山への支持対策	ロックボルト工	ロックボルト工, アンカー工
○			地山改良対策	地山注入工	薬液注入工
○	△	△	覆工改築対策	覆工改築工	部分改築工, 全面改築工
				インパート工	インパート新設または改築

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P246

凡例：○対策の主目的として効果を期待するもの、△対策を行うことで同時に効果が期待できるもの

注1 トンネル内部より施工する工法の分類であり、トンネル外部より実施する外力対策(アンカー, 抑止杭等)は除外している。

注2 FRP: Fiber Reinforced Plastic

注3 鋼板の場合は、重量が重く樹脂等で接着する場合は、将来的な劣化による落下への留意が必要である。

注4 現在トンネル覆工の内面補強工として使用されている繊維材料は、炭素繊維とアラミド繊維、ビニロン繊維、ナイロン繊維、ガラス繊維等がある。

注5 補強トンネル工に対し内巻き補強工(鋼材補強工)はライナープレート等(鋼アーチ支保と組み合わせる方法もある)を覆工内空側に配置し、鋼材と覆工面の間にエアモルタル等を充填し、両者の一体化を図る工法であり、工法分類では両者を区別している。なお補強セントル工に吹付けまたは場所打ち工を組み合わせ内巻き補強を行う場合もある。

注6 水圧が外力として作用する場合。

注7 凍上圧が作用する場合

## 5-4-2 対策工の選定

### (1) 外力対策工

外力対策工に関しては、表5-14に示すように、変状原因に応じた各種の対策工が適用される事例が多い。ただし、変状原因や施工条件等がトンネル毎に異なるため、諸条件を考慮した上で個別に検討して対策工を選定する必要がある。

なお、外力による変状については覆工スパン毎に対策区分の判定を行うことから、外力対策も覆工スパン単位で適用することを基本とする。とくに、突発性崩壊に対する裏込め注入工の適用に際しては、同じ覆工スパンの中で対策区分の判定が異なる複数の空洞が存在していたとしても、トンネルの構造安定性を確保する観点から、裏込め注入工は覆工スパン全体（ただし空洞が残存する範囲に限る）に適用することとする。

表5-14 変状原因に対する外力対策工の一般的な適用区分の目安

変状の機構		外力の作用									覆工耐荷力の不足		備考
		変状原因	緩み土圧	膨張性土圧	偏土圧・斜面のクリープ 注1)	地すべり 注1)	支持力不足	水圧	凍上圧	近接施工	覆工背面空洞	巻厚不足	
対策の分類と種類													
支保材による 保持対策	補強センター工	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽		
覆工内面の 補強対策	内面補強工	○	○	○	○		△		○		○		
	内巻 補強工	吹付工	△	△	△	△		△	△	△	△	○	
		場所打ち 工	○	○	○	○		○	○	○	○	◎	
泥水対策	地下水位低下工				△ *		○	△					※排水ボーリングとして坑内 から施工する場合がある
凍結対策	断熱工							◎					
覆工背面の 空洞充填対策	裏込め注入工	◎	◎	◎	○		○	○	○	◎			
地山への 支持対策	ロックボルト工	△	◎	◎	○	○		△	○			△	
	アンカー工	△	◎	◎	○	○		△	○			△	
地山改良対策	地山注入工					△ *	△						※地山の細粒分の吸出し防止 により沈下対策として有効 な場合がある
覆工改築対策	覆工改築工	○	○	○	○	○	△	△	○	○	◎		部分改築または全面改築
	インバート工		◎	○	○	◎	△	△	△			◎	インバート新設または改築

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P248

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P249

## (2) はく落防止対策工

### ① 応急対策工

変状形態による応急対策工（はく落防止対策）選定の目安を図7-11に示す。ただし、下記の場合は同図の適用外とし、有効と考えられる対策工を個別に選定する必要がある。

- ア 図中で規定されていない変状形態の場合
- イ 覆工の巻厚不足，材質劣化によって補修材料の固定が確実にできない場合
- ウ 広範囲または深部にわたって覆工コンクリートの材質劣化が著しく，トンネルの構造安定性が確保できない状態にある場合

なお，はく落防止対策箇所において，漏水対策が必要となる場合は，原則として，はく落防止対策を優先して選定し，これが適用された状態で実施可能な漏水対策を計画することが望ましい。

### ② 本対策工

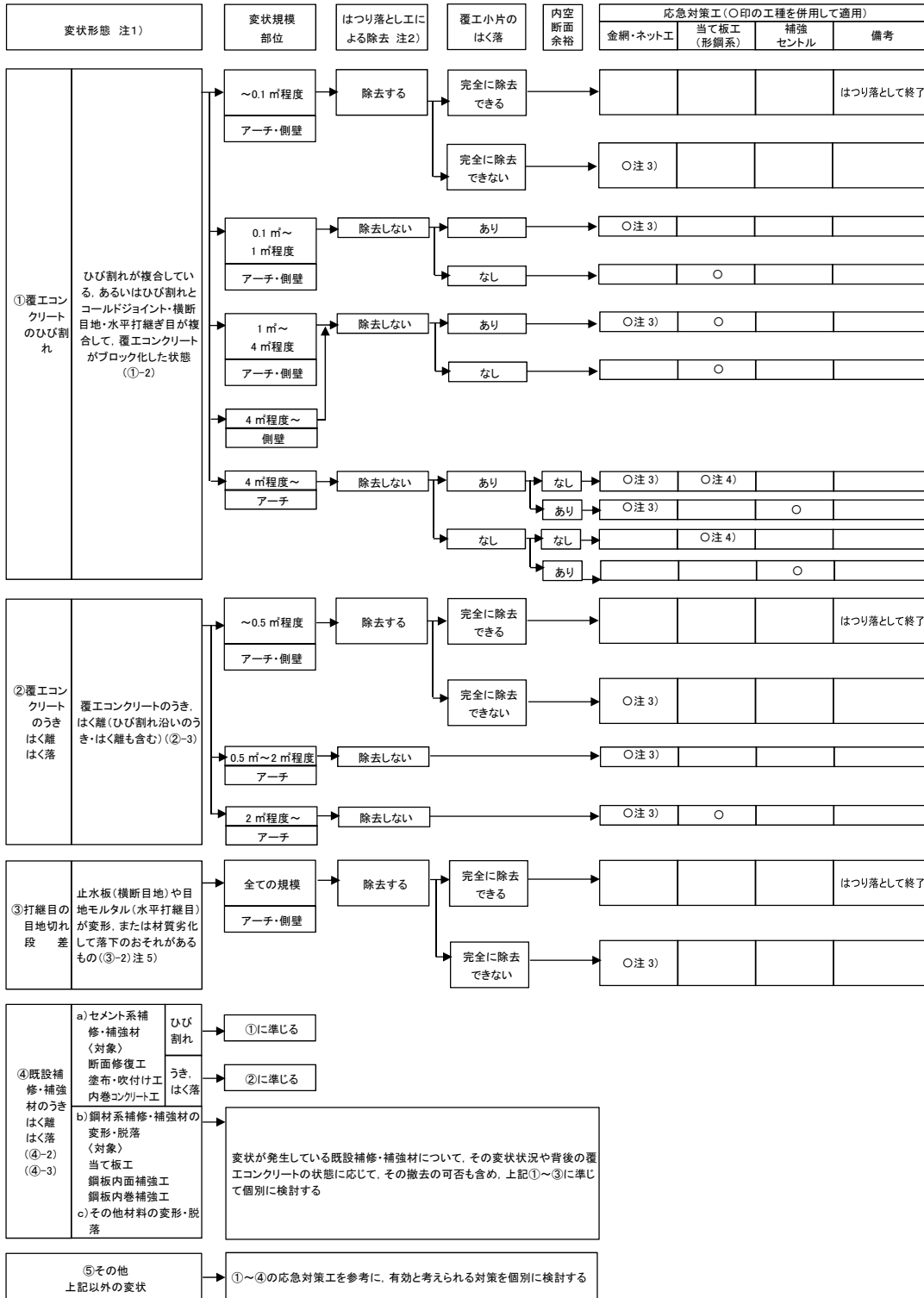
変状形態による本対策工（はく落防止対策）選定の目安を図7-12に示す。ただし，下記の場合は同図の適用外とし，有効と考えられる対策工を個別に選定する必要がある。

- ア 対象となる変状が外力に起因する場合
- イ 図中で規定されていない変状形態の場合
- ウ 覆工の巻厚不足，材質劣化によって補修材料の固定が確実にできない場合
- エ 広範囲または深部にわたって覆工コンクリートの材質劣化が著しく，トンネルの構造安定性が確保できない状態にある場合

また，漏水が発生している変状箇所では，適切な漏水処理をあらかじめ行った上で，はく落防止対策工を適用することを基本として考える。



〈応急対策工〉



注1) ( )内番号は「道路トンネル維持管理便覧(本体工編)表-2.3.7」に対応する。  
 注2) はつり落としを行っても良い深さは、覆工表面より5cm程度以下(山岳トンネル工法)または、10cm程度以下(矢板工法)とする。  
 注3) 覆工コンクリートの細片が落下しないよう適切な編み目を選定する。これが不可能な場合は金網・ネット工に代えて当て板工(パネル系、ただし樹脂接着は用いない)で対応する。  
 注4) はく落荷重が大きくなるため形鋼の配置、形鋼支持方法(ロックボルトの採用)等を個別に検討する必要がある。なお内空断面余裕が無い場合でも、大規模な外力の作用下(地すべり等)のトンネルでは、やむを得ず交通規制(片側交互通行等)を行って、応急的「外力対策」を主目的とした補強セントル工を適用する場合がある。  
 注5) 横断目地、水平打継ぎ目に連続して発生し、規模(面積)を規定できないうき、はく離も含む。  
 注6) 変状箇所でも漏水がある場合は、金網・ネット工に代えて漏水応急対策工(樋工)で「はく落防止対策」も対応することができる(ただし内空断面余裕がある場合に限る)。

図5-11 変状形態による応急対策工(はく落防止対策)選定の目安

〈本対策工〉



- 注1) ( )内番号は「道路トンネル維持管理便覧(本体工編)表-2.3.7」に対応する。なお鉄筋コンクリート覆工に関しては必要に応じて別途、鉄筋の防錆対策を考慮する。
- 注2) 断面修復工を併用するため、はつり落としてもよい深さについては、とくに制約を設けない。
- 注3) 変状規模が小規模なものや、横断目地付近の帯状のブロック化部分について、対策工の設計を行うものが「はつり落とし工」のみで「本対策」を完了できると判断した場合は、「断面修復工」と「当て板工」を省略できる。この場合、下地処理の「ひび割れ注入工」も省略する。また、はつり落とした部分の表面に、劣化防止コーティング剤を塗布することが望ましい。
- 注4) 鉄筋コンクリート覆工の鉄筋防錆対策または当て板工(パネル系、繊維シート系)の下地処理のみに適用し、単独で用いない。
- 注5) 当て板工にパネル系(鋼板)を適用する場合は、繊維シート系に比べ剛性が高いため、対策工の設計を行う者の判断で形鋼の併用を省略できる。また鋼板や形鋼が中～長期的に落下しないよう十分な配慮が必要である。
- 注6) 当て板工(パネル系または繊維シート系)単独で対策効果が得られると対策工の設計者が判断した場合は、形鋼の併用を省略できる。
- 注7) 横断目地、水平打継ぎ目に連続して発生し、規模(面積)を規定できないうきは、はく離も含む。
- 注8) 注3)と同様であるが、目地モルタル(水平打継ぎ目部)には覆工上部の荷重を円滑に側壁に伝達する役割があり、こうした「はつり落とし工」のみで対応する場合は、除去する目地モルタルの範囲を覆工1スパン当たり、最大でもそのスパン長の1/3程度以下とし、それ以上となる場合は「はつり落とし工」の単独適用は避ける。
- 注9) 横断目地、水平打継ぎ目に漏水が発生している場合、導水樋工、溝切り工の適用によって、はく落箇所の防護もしくは除去ができる場合があるので「漏水対策」を含めて対策を検討する。
- 注10) パネル系または繊維シート系当て板工の代替工としての金網・ネット工の適用に関しては「道路トンネル維持管理便覧(本体工編)6-3-2(3) 金網・ネット工の本対策工への適用について」を参照。

図5-12 変状形態による本対策工(はく落防止対策)選定の目安

(3) 漏水対策工

① 応急対策工

表5-15に漏水形態による応急対策工選定の目安を示す。内空断面余裕の確保ができないトンネルにおいては、交通規制等の応急措置の適用も含め総合的に判断することが望ましい。

また、はく落防止対策工と併用する場合は、はく落防止対策工と併用する場合は、はく落防止対策工の施工を優先させた上で適用できる漏水の応急対策工を選定する必要がある。

表5-15 漏水形態による応急対策工選定の目安

漏水箇所	漏水形態		応急対策工（該当工法を併用して適用）		
			線状の対策	面状の対策	地下水低下 <sup>注1)</sup>
			導水樋工	防水シート	水抜きボーリング 水抜き孔
アーチ 覆工 側壁	面状の 漏 水	複数ひび割れからの漏水		○	△
		豆板等からの漏水			
横断目地	線状の 漏 水	単一ひび割れからの漏水			
水平打 継ぎ目		横断目地からの漏水	○		△
路面・ 側溝	噴泥、沈砂、滞水、自噴等		滞水の切り回し等、個別に検討する		

凡例：○適用可能、△場合により適用する

注1) 山岳トンネル工法で施工されたトンネルでは、削孔によって防水シートが破れ防水性能が低下するおそれがある。防水シートと覆工コンクリートとの隙間に浸水して水圧が発生する現象を防ぐため、削孔位置はなるべく低い位置に設けるなどの配慮が必要である。

## ② 本対策工

漏水に対する本対策工の選定に際しては、表5-16を参考に、漏水箇所、漏水形態、漏水量、内空断面余裕、気象条件その他の適用条件等を考慮して選定を行う必要がある。

なお、外力対策やはく落対策防止の本対策工と併用する場合は、これらの対策工の下地処理として適用可能な漏水対策工を選定する必要がある。また、表5-16に示す漏水対策工の組合せは標準的な漏水対策を想定しており、下記条件では個別に検討する必要がある。

- ア 防水型トンネルや、排水による水位・水圧低下が期待できないトンネル、積極的な水位低下によって利水に影響が生じるおそれがあるトンネル
- イ 覆工コンクリートの巻厚が極めて薄く、あるいは材質劣化が進行していて、漏水対策材料の固定不良や、溝切り工等による断面欠損によって極端な覆工耐荷力の低下が予想される場合
- ウ はく落防止対策ならびに外力対策の本対策を併用する場合
- エ 山岳トンネル工法で施工されたトンネルで、ひび割れ等から漏水している場合。このような場合は、必ずしも漏水箇所防水シートが破損しているわけではないので、止水注入工等の止水対策を適用すると、覆工と防水シートとの隙間に地下水が滞水し、覆工に水圧が作用する可能性があることに留意する必要がある。
- オ 寒冷地で断熱型導水材を用いても漏水が凍結する場合、あるいは凍上圧対策が必要な場合

また、表5-17に既設の漏水対策工での再漏水が発生した場合の対応について、補修履歴を考慮した対策工法の考え方を示す。

表5-16 漏水形態による本対策工選定の目安

漏水箇所	漏水形態	漏水量 注2)	内空 断面 余裕	本対策工(該当工法を併用して適用)注1)						備 45 考			
				線状の対策			面状の対策		地下水位低下				
				導水 樋工 注3)	溝切り 工 注3)	止水注 入工	防水パ ネル工 注3)	防水 塗布工	水抜き ボーリ ング・ 水抜き 孔 注4)		排水溝		
アーチ 覆工 側壁	面状の 漏水	複数ひ び割れ からの 漏水	多量	あり				○		△			
			なし						△注5)	△			
													注6)
		少量	あり					○					
			なし		○	○							
													注6)
	豆板等 の材質 劣化部 からの 漏水	多量	あり					○			△		
		なし								△注5)	△		
		少量	あり					○					
			なし									個別検討注7)	
	単一ひ び割れ からの 漏水	多量	あり	○			△注8)				△		
			なし		○		△注8)				△		
少量		あり	○				△注8)						
		なし		○			△注8)						
横断 目地	線状の 漏水	目地か らの 漏水	多量	あり	○						△		
			なし		○						△		
			少量	あり	○								
		打継ぎ 目からの 漏水	多量	あり		○						△	
			なし			○						△	
			少量	あり		○							
	なし			○							注9)		
路面	帯水, 自噴		—							△	○		
		既設漏水対策工の 劣化・破損		—	表5-17 参照								

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P256

○: 適用可能, △: 一定条件の下で適用可能

注1) 表5-13に示した「本対策」適用工法のうち、止水充填工(複数または単一ひび割れからの漏水に適用される対策工法)は将来、充填材が欠落するおそれがあり、当て板等の下地処理に適用を限定するため、本表から除外している。

注2) 漏水量少量: 滴水, にじみ程度, 多量: 噴出, 流下。ただし漏水量に係らず漏水が凍結(つらら, 側氷)する場合は利用者被害を生じるおそれがある場合は「本対策」を適用する。

注3) 導水樋工, 溝切り工, 防水パネル工には断熱材製品があり, 寒冷地で断熱工として適用できる。なお溝切り工で, 充填材にセメント系材料を用いると, それが劣化して落下するおそれがあるため, 材料選定の際には留意する必要がある。

注4) 漏水量が非常に多い場合は, 水抜きボーリング, 水抜き孔を併用することで漏水量の低減を図る。

注5) 内空断面余裕が30mm程度あれば, 防水塗布工を適用できる。ただし直塗り(吹付け含む)タイプは長期的に材料が落下するおそれがあるため適用できない。また低温下の気象条件(防水シート背面で漏水が凍結膨張し, ひび割れが発生するおそれがある)では原則として同工法の適用を避ける。

注6) 内空断面余裕がほとんどない場合の方法。溝切り工と止水注入工を適宜組み合わせる。

注7) 標準的に適用できる対策工法がないため, 部位や状況を考慮したうえでの個別検討が必要である。

注8) ひび割れが複雑に屈曲している場合で, 直線的な樋工, 溝切り工の適用が困難な場合に併用する。

注9) 通常は溝切り工を用いるが, 内装機能も持たせる場合は防水パネル工を適用する場合がある。

表5-17 既設の漏水対策工からの再漏水箇所への対応

既設の漏水対策工		再漏水箇所への対応方法	
		補修材料の劣化に起因する場合	車両破損に起因する場合
線状の対策	導水樋工	再施工 (屈曲の改善 <sup>注1)</sup> , 通水断面の増加 <sup>注2)</sup> )	工法変更 (溝切り工+止水注入工の組合せ)
	溝切り工	再施工 (屈曲の改善, 通水断面の増加)	—
	止水充填工 (Vカット充填)	工法変更 (劣化部を除去) (溝切り工+止水注入工の組合せ他)	—
	止水注入工 (ひび割れ注入)	再施工と工法追加 (溝切り工等の併用: 再漏水した水の排水経路を確保する)	—
面状の対策	防水パネル工	再施工 (劣化部を除去)	工法変更 (破損箇所) (溝切り工+止水注入工の組合せ)
	防水シート工	本工法は緊急を要する場合に適用するものであり, 他の漏水対策へ変更する	
	防水塗布工	工法変更 (劣化部を除去) 小規模: 溝切り工+止水注入工の組合せ 大規模: 防水パネル工	工法変更 (塗布材の除去) (溝切り工+止水注入工の組合せ他)

注1) 屈曲部を設けるとそこで滞水して再漏水の原因となりやすいため, なるべく直線状に設置する。

注2) 樋工・溝切り工の幅を大きくし, 通水断面を広げて目詰まりを防止する。

道路トンネル維持管理  
便覧 (本体工編)  
(H27.6) P257

### 5-4-3 対策工の概要

#### (1) 外力対策工

##### ① 内面補強工

内面補強工は, 覆工コンクリート表面に引張強度が高い連続繊維シートやFRP等の格子筋, 成型版あるいは鋼板を覆工の表面の部分的または全面に貼り付けて覆工コンクリートと一体化させ, 覆工コンクリート表面に生じる引張応力を主に受け持たせて補強する工法である。

##### ア 繊維シート補強工

高強度の連続繊維シートをエポキシ樹脂等の樹脂接着剤を用いて覆工コンクリート表面に含浸接着させ積層するものである。本工法は, 以下の特徴がある。

(ア) 補強厚さは1~2mm程度であり, 他の工法と比較して, もっともトンネル内空断面の減少を抑えることができる。

(イ) 繊維シートは軽量かつ, しなやかで可搬性に優れ, 覆工コンクリートの形状に柔軟に対応でき, 足場用の作業台車等を除けば重機が不要である。

(ウ) 施工スペースの制約を受けにくく, 現場でシートの切断や加工が容易にでき, 施工性が良い。

(エ) 外力対策工に用いられる高強度な繊維の種類としては炭素繊維, アラミド繊維があるが, 道路トンネルの内面補強対策としては炭素繊維が多く用いられている。

(オ) 樹脂接着剤には, アクリル系やエポキシ系の樹脂があるが, エポキシ系樹脂が用いられることが多い。

道路トンネル維持管理  
便覧 (本体工編)  
(H27.6) P255~259

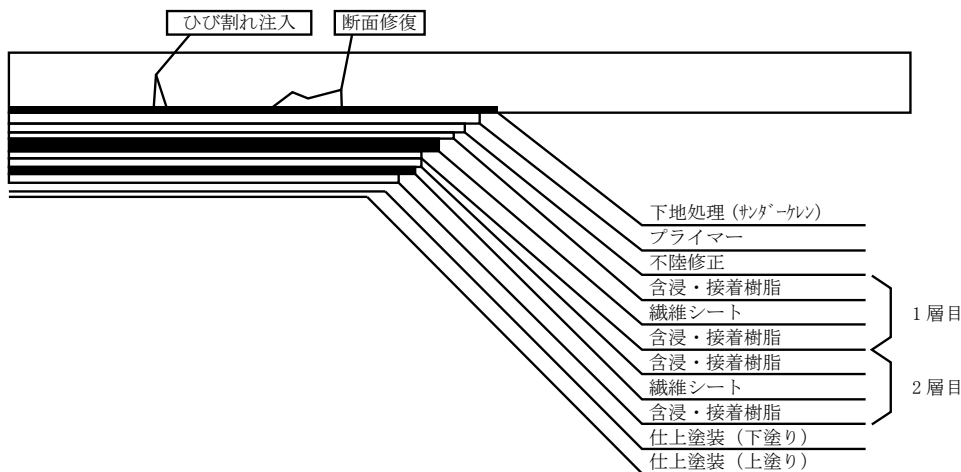


図 5-13 繊維シート補強工の断面図の例

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P259

#### イ 格子補強工

劣化した覆工コンクリート表面に、引張補強材として溶接金網や FRP 格子筋、繊維ネット等をアンカーで固定し、その上にポリマーセメントモルタル等の塗布材料を薄く吹付けまたはコテ塗りし、既設覆工コンクリートと一体化するものである。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P262～263

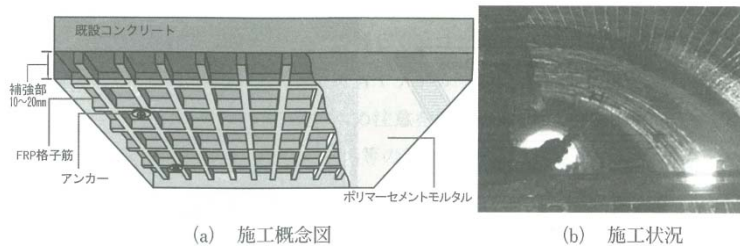


図 5-14 FRP 格子補強工の施工例

#### ウ 成型版接着工

引張及び圧縮強度に優れた成型版をアンカーボルトで覆工コンクリート表面に固定し、エポキシ樹脂等の接着樹脂剤やグラウト材を注入して、覆工コンクリートを表面に貼り付ける工法である。本工法は、以下の特徴がある。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P263～264

- (ア) 軽量でパネル化した材料を使用することにより作業性がよく、覆工コンクリート面に合わせてパネルをフレキシブルに曲げて接着でき、現場での切断、孔開け加工が容易である。
- (イ) 補強に必要な複数層の繊維シートをあらかじめパネルに内蔵させることができるため、施工時間の短縮が図れ、工期の短縮や短い交通規制時間で作業できる。
- (ウ) 成型版は工場製品であるため、仕上がりの美観に優れ、安定した品質が期待できる。
- (エ) 耐候性や耐食性にも優れ、ひび割れ抑制効果、はく落防止効果、防水効果を合わせ持っているものも多い。

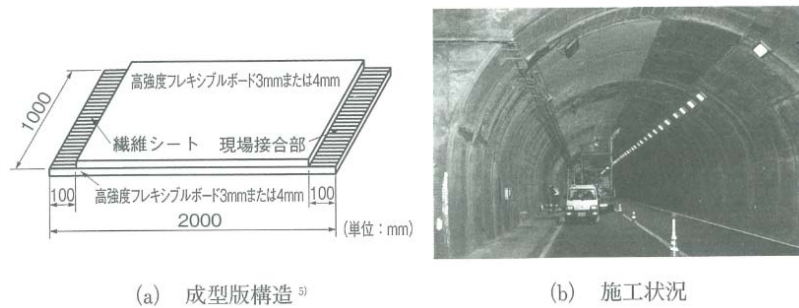


図 5-15 成型版接着工の施工例

エ 鋼板接着工

鋼板をアンカーボルトで覆工コンクリートの表面に、全面あるいは部分的に固定し、エポキシ樹脂等の樹脂接着剤を注入して、覆工コンクリート表面に貼り付ける工法である。覆工コンクリートの内面に鋼板を接着することにより、内面に生じる引張応力を受け持たせ、曲げひび割れの開口を抑制する効果がある。

道路トンネル維持管理  
便覧（本體工編）  
（H27.6）P265

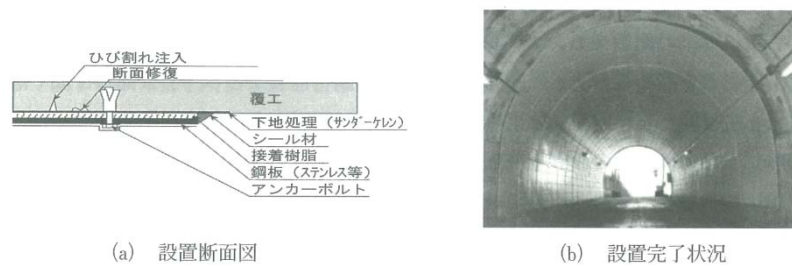


図 5-16 鋼板接着工の施工例

② 内巻補強工

内巻補強工は、覆工の有効断面を増加させることにより、覆工コンクリート表面の劣化と覆工片のはく落を防止するとともに、引張だけでなく曲げ、圧縮、せん断耐力を高めることで構造物としての機能を回復させ、覆工コンクリートを全面的に補強するものである。

道路トンネル維持管理  
便覧（本體工編）  
（H27.6）P265～267

ア 吹付け工

吹付け工は、覆工面にモルタルやポリマーセメントモルタル、コンクリートを厚さ 50～150mm 程度吹付ける工法である。本工法は、以下の特徴がある。

- (ア) 型枠を必要とせず、簡易な機械設備で施工でき、かつ他の内巻補助工法と比べて短い期間で施工を開始できるため、緊急的な対策工として用いられる。
- (イ) 吹付け材料には、通常のコンクリートやモルタルのほかに、ひび割れ等に起因するはく落を防止することを目的として鋼繊維、ビロン繊維等の各種繊維を混入したセメント材料や、付着性が高く粉じん低減、リバウンド低減効果の高い高分子材料等の各種添加材を添加したポリマーセメント系材料等が用いられる。

- (ウ) (イ)を工場で事前に添加，配合した高強度・高品質なプレミックスタイプのモルタルやポリマーセメントを使用することにより吹付け厚さを通常より薄くすることが可能となる。
- (エ) 一般に付着性を確保し，吹付けコンクリートの曲げじん性を向上させるため，金網やエキスパンドメタル，FRP メッシュ，繊維ネットやアンカーピンの併用を検討することが望ましい。

#### イ 場所打ち工

セントル型枠を用いて，既設の覆工コンクリートにコンクリートやモルタルを内巻きする工法である。

#### ウ プレキャスト工

プレキャストのコンクリート版を用いてトンネル内側から新しい覆工を構築する工法である。本工法は，以下の特徴がある。

- (ア) 既設の覆工コンクリートの内側に5 cm 程度のすき間をあけてプレキャストのコンクリート版を設置し，その間にエアモルタル等の裏込め材を充填して一体化を図り補強する。
- (イ) 場所打ち工に比較して急速施工が可能であり，交通規制の期間が大幅に短縮できる。プロテクター形式の運搬台車を用いた場合は，交通解放下での施工が可能となる。
- (ウ) 部材長としては6～12m程度，部材幅は1～2 mが標準，部材厚は8～15cm程度が一般的である。

#### エ 埋設型枠・モルタル充填工

既設の覆工の内側に埋設型枠をセットし，埋設型枠と覆工コンクリートとの間に高強度モルタル等を充填して一体化を図り補強する工法である。本工法は，以下の特徴がある。

- (ア) 埋設型枠としては成型版が使用され，曲げ耐力やじん性を更に向上させる場合には，既設の覆工コンクリートと埋設型枠の間に繊維マット，FRP 格子筋，補強鉄筋等を設置することもある。
- (イ) 軽量でパネル化した成型版を使用するため，人力作業で設置可能である。
- (ウ) 覆工面に合わせてパネルをフレキシブルに曲げることが可能なものが多く，現場での切断や孔空け加工が容易であるためプレキャスト工法と比較して作業性が良く，交互に車線規制の切替を行うことなく，片側車線規制下で連続して作業できるメリットがある。

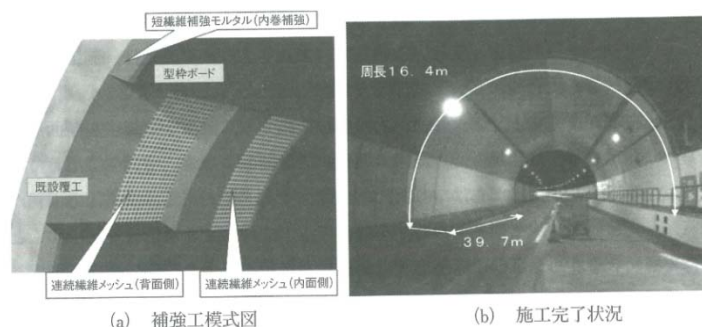


図5-17 埋設型枠によるモルタル充填工の施工例



オ 鋼材補強工

劣化範囲が広く、想定されるはく落の規模も大きい場合に適用される工法であり、既設の覆工コンクリートにほとんど耐荷力が期待できない場合でも、鋼アーチ支保工や鋼板の耐荷力によって既設覆工と同等程度の耐荷力に回復させることができる。本工法は、以下の特徴がある。

(ア) 一般に鋼アーチ支保工を補強セントルとして使用し、ライナープレートや鋼板を鋼アーチ支保工内面に設置し、鋼材と覆工コンクリートの間にモルタル等を充填して両者の一体化を図る。

(イ) 8mm～24mm 程度の厚肉の鋼板をセグメントのように覆工コンクリートの内側に設置し補強する工法であるため、内巻補強材の厚さが 24mm 以下となり、他の内巻補強工に比較して内空断面の縮小を抑えることが可能となる。

③ 裏込め注入工

ア 概要

トンネル内から覆工背面に注入材を注入して固結させ、覆工背面の空洞を充填する工法である。裏込め注入工は地山と覆工背面との空洞に注入材を充填し、覆工に均等に外力を作用させることにより、アーチ効果を発揮させることを主目的としている。

本対策工は、外力による変状対策としては最も基本となるものであり、かつ最も効果的であるため、原則として空洞の存在するトンネルにおいてはまず、裏込め注入工を計画する必要がある。

イ 注入材料

表 5-18 に裏込め注入材の材料特性一覧を、表 7-19 に適用性による選定の目安を示す。

表 5-18 裏込め注入材の材料特性一覧

材料	セメント系				非セメント系
	非可塑性注入材		可塑性注入材		
	エア系	非エア系	エア系	非エア系	
	エアモルタル、エアミルク	モルタル、セメントベントナイト	エアモルタル+添加剤	ポリマーセメント等	裏込め注入用発泡ウレタン
材料の特徴	モルタルやセメントルクに、空気を混入し流動性をよくしたもの	モルタルや、モルタルにベントナイトを混合して流動性をよくしたもの	エアモルタルに可塑性剤を添加したもの	セメントベントナイト等にポリマー材料を混入し流動性を高めたもの等	発泡ウレタンを用いた注入材
単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	11～14：エアモルタル6程度 エアミルク	20 程度	11～12	13～15	0.2～1.0 (発泡倍率 40～12)
ゲルタイム (硬化時間)	数時間から1日程度 (硬化時間)	数時間から1日程度 (硬化時間)	混合直後から可塑性	混合直後から可塑性	1～3 分程度 (硬化時間)
フロー値 (mm)	200±20mm (シリンダ法)	15～20sec (Pポート法)	80～150mm (シリンダ法)	80～120mm (シリンダ法)	—注1)

注 1) 発泡ウレタンの場合、発泡しながら硬化するため、特にフロー値はない。

表 5-19 裏込め注入材の適用性による選定の目安

選定項目		セメント系				非セメント系
		非可塑性注入材		可塑性注入材		
		非エア系	エア系	エア系	非エア系	裏込め注入用発泡ウレタン
		モルタル, セメントベントナイト	エアモルタル, エアミルク	エアモルタル+添加剤	ポリマーセメント	
覆工への影響	荷重増加	大	中		小	
巻厚不足箇所への適用		内巻補強工, 内面補強工等の検討を要する				可(ただし, 注入圧や発泡圧の検討が必要)
湧水箇所への適用性		適	不適(材料分離しやすい)	適		
空洞細部への充填性		充填しにくい	細部まで充填できる	加圧により充填できる		注入孔を設けることで充填できる
片側通行規制下での施工機材配置		内空断面が小さい場合には要注意 <sup>注1)</sup>				施工機材が小規模でとくに注意を要しない
坑外の仮設ヤード		坑内で直接生コンを荷受けできない場合必要				不要
施行後の坑内排水 pH		変動する可能性あり				変化しない <sup>注2)</sup>
冬施工		可				10℃以下の場合には注意を要する <sup>注3)</sup>
備考		機械化による大量施工に不向き	—	近年, 新材料の開発, 適用例が増えている。		—

注 1) これまでの実績では, 材料に関係なく道路幅 6.5m以上のトンネルで片側通行規制の実績がある。

注 2) 注入材固化後(ポリマー状態)では水質への影響はほとんどないが, 未固化状態(モノマー状態)の注入材が坑内水へ溶出した場合は, 環境上問題となる場合があるため, 水質が重要視される場合は適用に十分注意を要する。

注 3) 発泡ウレタンは 10℃以下になると, 粘性が増し注入機械への過剰負担と固化不足が懸念されるため, 注意する必要がある。

#### ウ 設計基準強度と配合

セメント系注入材の圧縮強度の目標値を表 5-20 に示す。

表 5-20 裏込め注入材の適用性による選定の目安

材料	圧縮強度の目標値 $\sigma_{28}$ (N/mm <sup>2</sup> )
セメント系注入材	1.0~1.5

非セメント系注入材(発泡ウレタン)の場合には, 材料の単価が高く, 配合(発泡倍率)による単価のばらつきも大きいため, 緩み土圧等の外力対策を目的とした注入なのか, 空洞があっても長期間安定した地山での, 将来の突発性崩壊の防止を目的とした注入なのか等の対策の目的を明確にし, 個別に設計基準強度を設定し, 薬液の配合比率を定める必要がある。

既存の材料には, 数倍から 40 倍発泡までの材料があるが, 外力対策が必要な場合には, 12 倍から 30 倍程度の材料が用いられる。

#### エ 注入孔配置

セメント系注入材の注入配置は, 覆工アーチ部の背面空洞を確実に充填するために, アーチ肩部に注入孔を設置し, そこから注入した材料が流出して充填状況を確認できる確認稿をアーチ天端付近に配置する計画とする。

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P278

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P280~281

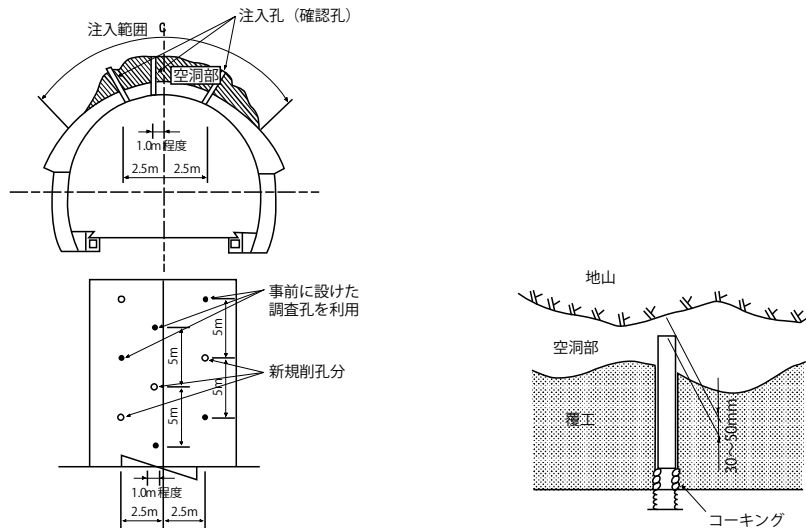


図5-18 セメント系注入材の注入工配置の施工例

非セメント系注入材（発泡ウレタン）の流動範囲は、一般的な条件下においては直径2m程度であるため、この流動範囲を考慮して注入孔配置を割り付ける。

なお、注入孔間隔がセメント系注入材に比べて狭くなるため、確認孔は隣接する注入孔で代用できる。ただし、覆工コンクリートの巻厚がきわめて薄く、注入圧やウレタンの発泡圧で覆工コンクリートに負荷が加わるおそれのある場合には、別途確認孔を配置するか、注入孔間隔を密にする等の配慮が必要である。

#### ④ ロックボルト工

ロックボルト工は、膨張性土圧や偏土圧等によってトンネルが返上した場合に、ロックボルトを覆工コンクリート表面から地山に設置し、覆工を周辺地山と一体化させることで、トンネルの変状の進行を抑制する工法である。

#### ⑤ 覆工改築工

トンネルのアーチや側壁部の比較的広範囲にわたって変状や材質劣化が著しく、覆工としての機能を維持できず、他の補強工法では対処できない場合に、アーチや側壁部の既設の覆工コンクリートを部分的あるいは全面的に取壊し、恒久的な対策として改築を行う工法である。

施工方法は、プロテクターを使用し活線状態もしくは交通規制を行いながら施工するのが一般的である。

#### ⑥ インバート工

路面の沈下、盤ぶくれ、側壁の押出し等の変状に対する補強対策として、新たにインバートを設置し、トンネルを構造体として閉合する工法である。また、すでにインバートが設置されているにもかかわらず、同様な変状が生じている場合に、インバートの一部を改良したり、インバートの厚さを厚くしたりする場合も含む。

インバート工は、膨張性土圧や偏土圧、盤ぶくれ等に対し、ロックボルト工等の他の補強対策では変状の進行を抑制できない場合の対策工として適用される。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P281

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P283

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P285

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P287

## (2) はく落防止対策工

### ① はつり落とし工

覆工片がはく落するおそれのある場合や、表面が局部的に劣化してはく離している場合、または各種補修・補強対策の前処理として行われ、ハンマー、たがね、電動ピック等の工具・機械を用いて、覆工コンクリート表面の劣化部および劣化した既設の補修・補強材を除去する工法である。

### ② 断面修復工

覆工コンクリートのはく離箇所や劣化箇所をはつり落とした部分、または既に覆工コンクリートに生じている断面欠損箇所をもとの断面形状に復元する工法である。施工方法として代表的なものは、モルタル工法（手練り工法、左官工法）と型枠工法（場所打ち工法）、プレパケットコンクリート工法がある。

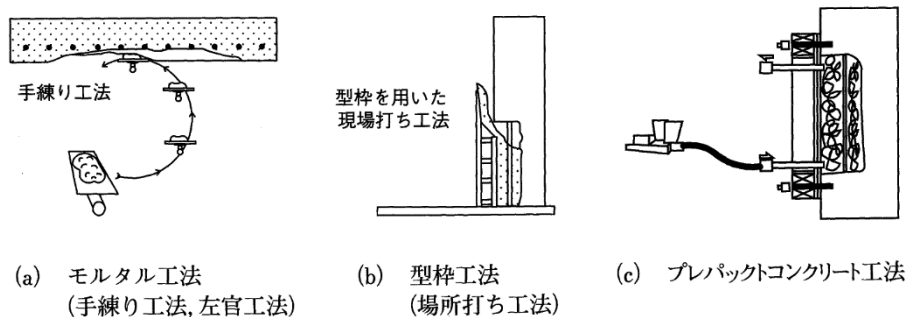


図5-19 断面修復工の各種施工方法概要図

### ③ ひび割れ注入工

ひび割れ注入工は、ブロック化してはく落するおそれのあるひび割れ箇所やトンネルの構造体としての安定性に支障が生じるおそれのあるひび割れ箇所に、接着・充填材料を注入する工法であり、覆工コンクリートの一体性を確保することを目的とするものである。

#### ア 有機系材料（樹脂系材料）

ひび割れ注入に使用されるのは、主にエポキシ樹脂が用いられることが多いが、場合によっては、アクリル樹脂、ウレタン樹脂系が用いられる場合もある。

#### イ ポリマーセメント系材料

ポリマーセメント系材料は、普通セメントの練混ぜ水の一部をエマルジョンで置換えることにより、接着性等を改善したものである。

#### ウ 無機系材料（セメント材料）

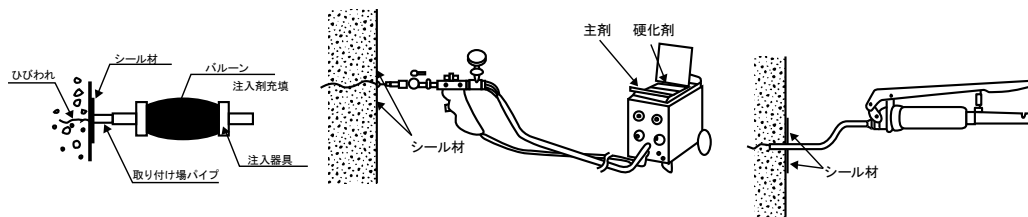
普通セメントや超微粒子セメントをベースにした材料に、現場で水を添加して使用するものである。

注入方式には、自動低圧注入式、機械式、手動式があるが、自動低圧注入式を基本とする。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P289～290

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P291～292

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
(H27.6) P294～295



(a) 自動低圧注入式 (b) 機械式 (c) 手動式

図5-20 ひび割れ注入における注入方式の例

④ 金属・ネット工

金網・ネット工は、ひび割れや目地切れ、部分的な材質劣化やコールドジョイント等により、比較的狭い範囲で覆工片が落下するおそれのある場所において、覆工表面に、アンカーボルト等を使用して金網やネットを固定し、覆工片の落下を防止する工法である。

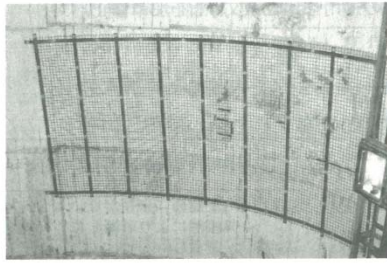
金網・ネット工に使用する材料は、材料特性や材料入手の容易さ等を考慮して、金網工としてはクランプ金網、エキスパンドメタル、ネット工としてはFRP格子筋や樹脂ネット及びFRPメッシュが用いられており、即応性があり、対策後においても変状箇所の追跡調査が行えるという利点と覆工片のはく落防止効果があるが、覆工材の劣化を防止する効果はない。各材料の適用性を表5-21に示す。

道路トンネル維持管理  
便覧（本工編）  
(H27.6) P296～298

表5-21 金網・ネット工の各材料の適用性比較

項目		金網・ネット工				備考
		金網工		ネット工		
		クランプ金網	エキスパンドメタル	FRPメッシュ	樹脂ネット	
防止するはく落片の規模(径)		10mm程度以上		数mm程度以上	20mm程度以上	各材料の網目サイズで変更可
部位	アーチ	△	○	△	△	内空断面に余裕がない場合、車両接触により破断しにくい材料が望ましい
		○	○	○	○	
	側壁	○	○	○	○	
	横断目地	○	○	○	○	
保持効果	水平打継ぎ目	○	○	○	○	
	たわみ	少	少	やや大	大	
	覆工面への密着性	良好		良好でない		
耐久性	材料の耐荷重量	中	中	大	きわめて小	
	塩害	△	△	○	○	
施工性	アーチ部(曲面)の施工	○	○	○	○	曲げ加工不要
施工性	アーチ天端部付近の施工	○	○	○	○	片側通行規制で左右交互に施工する場合
	凹凸部の施工	○	○	○	○	
	冬期間施工	○	○	○	○	
	下地処理	不要				
	漏水処理	不要				
変状の継続監視		1工程(設置)				
変状の継続監視		可能				
選定上の留意点		①複数の変状箇所を対策する場合は同一材料を用いることを基本とする。 ②ネット工は海岸付近で発錆が著しい場合に適用を考慮する ③車両の接触による落下に注意する必要がある				

○適用可, △場合によっては適用可



(a) 金網工 (クリンプ金網)<sup>1)</sup>



(b) ネット工 (FRP メッシュ)

図5-21 金網・ネット工の施工例

⑤ 当て板工

はつり落とした後も不安定な状態が残る豆板，部分的なコールドジョイント，材質劣化やひび割れ等により，比較的狭い範囲で覆工片が落下するおそれがある場合に，はく落を防止する工法で，以下のような種類がある。

ア 繊維シート系当て板工

一般には2方向クロスの炭素繊維シートが多く用いられている。また，近年では，アラミド繊維や接着後もひび割れの可視化が可能なシートとして，ガラス繊維や特殊ビニロンや特殊ナイロン等を用いたシートも用いられるようになってきている。

イ 形鋼系当て板工

形鋼は，剛性，施工性等を考慮し，等辺山形鋼を用いることを基本とする。施工範囲は，横断目地，水平打継ぎ目をまたいでもかまわない。

等辺山形鋼は変状箇所を包括した上で，健全部分に 50cm 程度以上の固定余裕長を見込んで配置し，固定余裕長の範囲で必ず2箇所以上をアンカーボルトで固定する。等辺山形鋼の設置間隔およびアンカーボルトの設置間隔は 50cm 以下を標準とする。

ウ パネル系当て板工

覆工コンクリート表面に鋼板やFRP板等の成型版をアンカーボルトや樹脂接着剤で固定・接着することにより，はく落を防止する工法である。

鋼板やFRP板の設置範囲は，形鋼と同様に，変状部分を包括した上で，周囲の健全部分に 50cm 程度以上の固定余裕長を見込んで配置する。

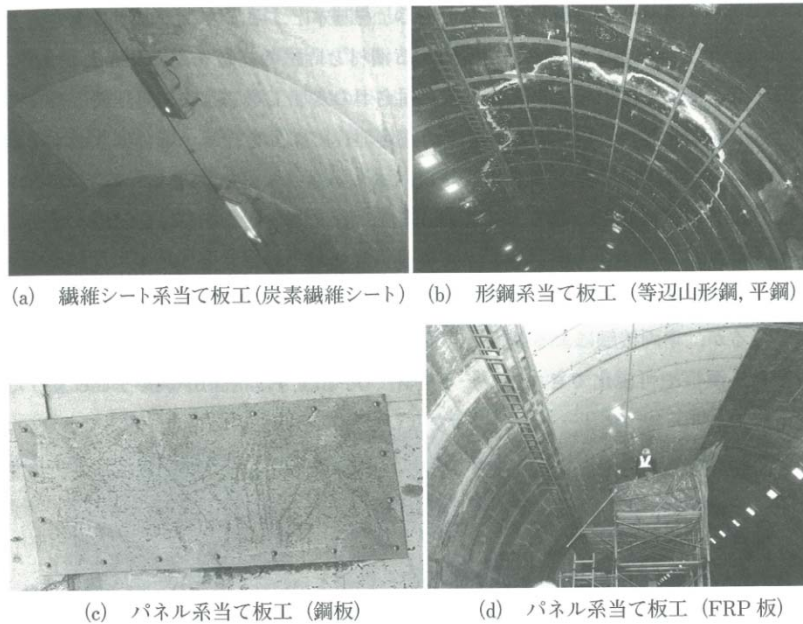


図5-22 当て板工の施工例

⑥ 補強セントル工

H形鋼等の鋼材を曲げ加工した鋼アーチ支保工を、覆工内面に沿って適当な間隔で建て込み、矢板やキャンバー等をブロッキング材として覆工を保持する工法である。

補強セントル工は、土圧対策、大規模にブロック化したはく離、はく落の危険性の高い覆工コンクリート塊の崩壊防止、劣化して巻厚が薄くなった覆工コンクリートの補強等を目的として用いられる。

(3) 漏水対策工

① 線状の漏水対策工

トンネルの漏水は通常、横断目地、水平打継ぎ目やひび割れに沿った戦場の漏水の場合が多い。線状の漏水対策工としては導水樋工、溝切り工による導水や、止水注水工、止水充填工による止水が適用される。

ア 導水樋工

覆工コンクリート表面に発生した漏水を樋により排水溝に導く工法である。導水樋工は樋材を覆工コンクリート表面にアンカーボルトで固定するだけの簡易な工法なので大量出水時の即応性が高く、設置後の脱着も容易である。また、樋を併列させることで面状に導水させる場合もある。

導水樋工の概要図を図5-23に示す。

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P302

道路トンネル維持管理  
便覧(本体工編)  
(H27.6) P304~305

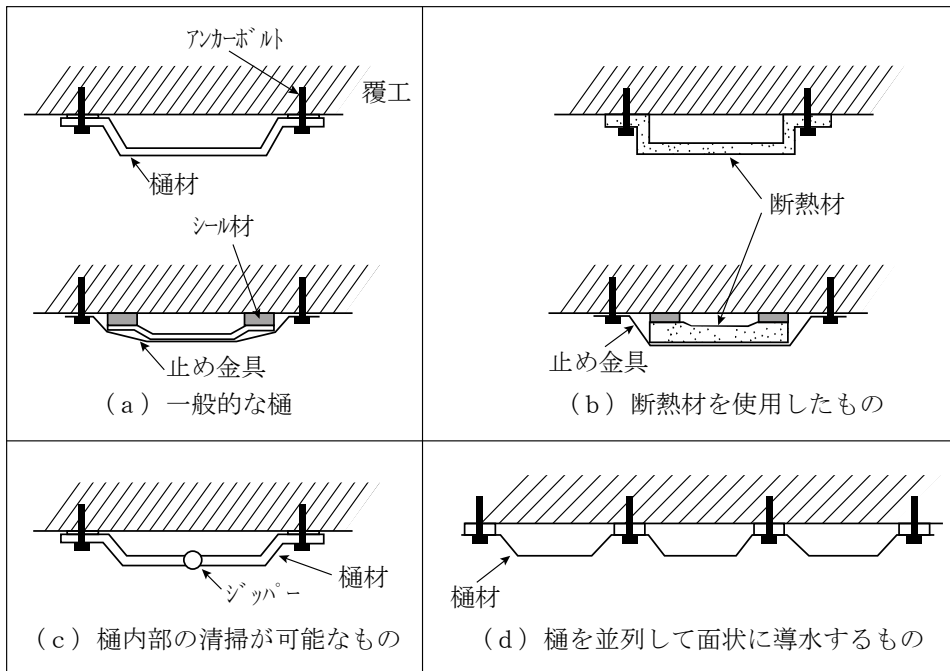


図5-23 導水樋工概要図

イ 溝切り工

漏水の発生原因となっているひび割れ部を、V型断面やU型断面に形成し、その中にパイプやゴムで導水溝を設け、表面をセメント系充填剤やゴム系シール材によって覆い、シールする工法である。一般的には耐久性に優れ、通水断面が比較的大きいU型の溝切り工が広く利用されている。

V型、U型の溝切り工概要図を図5-24に示す。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P306～307

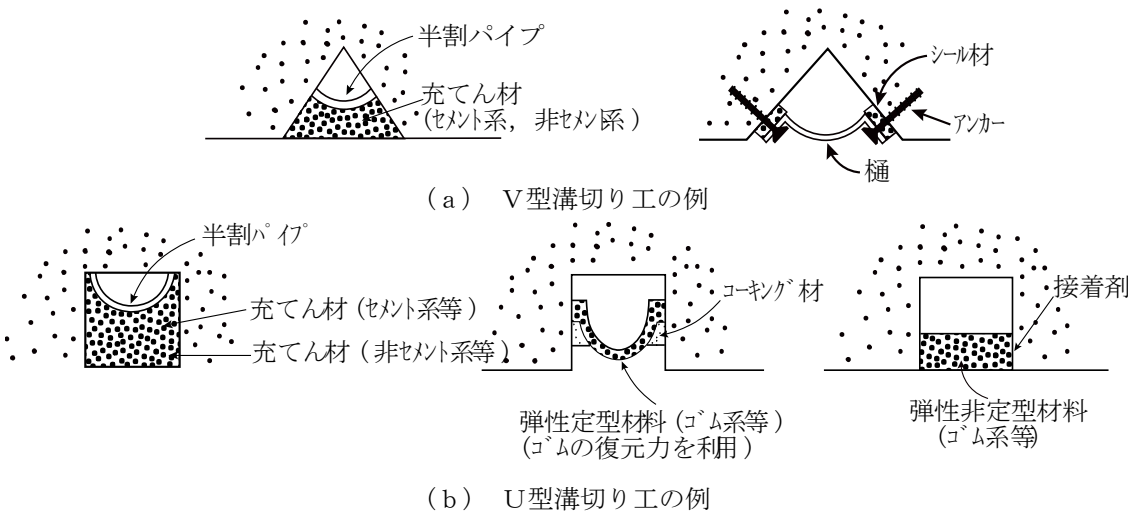


図5-24 溝切り工概要図



ウ 止水注入工

漏水の発生しているひび割れ内部に有機系または無機系の注入材を注入・充填する工法である。

止水注入工の一例を図5-25に材料の区分を表5-22に示す。

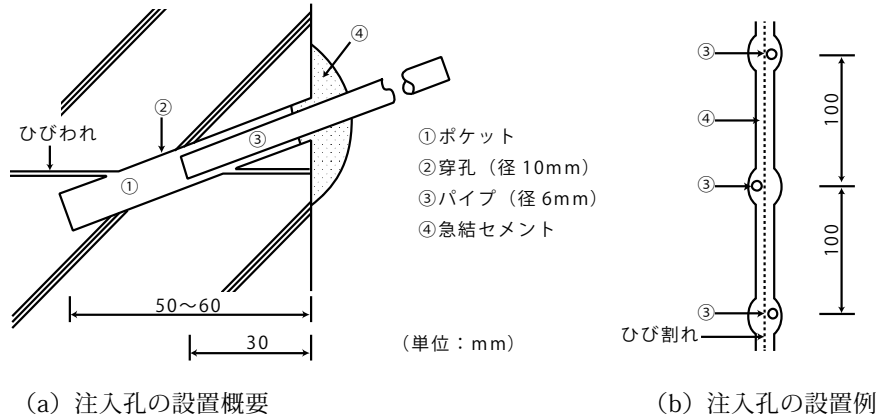


図5-25 止水注入工概要図（高圧止水注入の例）

区分	一般名称	主要組成	特徴
無機系	急結性止水材	超速効性無機系化合物，セメント	短時間硬化，緻密な硬化体，接着性大
有機系	耐久性止水材	アクリル系ポリマー水溶液	二液反応硬化型
	樹脂注入止水材	親水性一液型ポリウレタン樹脂水性エマルジョン系樹脂	取扱いが容易

エ 止水充填工

止水充填工は、ひび割れに沿って溝切りを行い、その部分にモルタル等を充填して止水を行う工法である。止水充填工は、トンネルの止水対策として多数の実績があったが、止水注入工に比べて止水効果が持続しない。また、施工後数年で充填剤が劣化し、はく落する例もあるため、鋼板等の当て板工の下地処理として、滴水程度の漏水対策が必要な場合に限定して適用するものとする。

止水注入工の一例を図7-25に材料の区分を表7-22に示す。

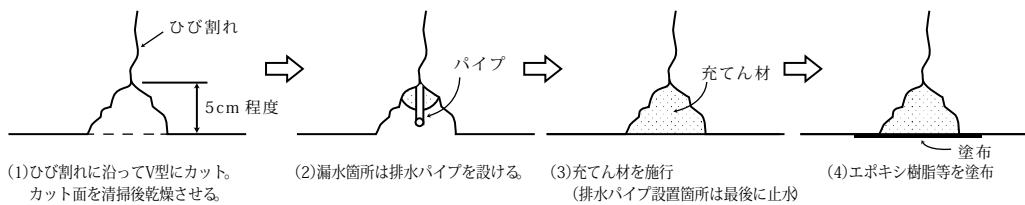


図5-26 止水充填工の施工手順の例

## ② 面状の漏水対策工

漏水箇所が面状に広範囲にわたる場合、漏水対策工としては防水パネル工、防水シート工、防水塗布工が用いられる。この場合も、線状の漏水対策工の場合と同様に導水を基本に考えることが多い。

### ア 防水パネル工

工場製作された防水パネルを覆工表面に取り付け、防水パネルと覆工コンクリートとの間に空間を設けて導水する工法である。

防水パネルは耐久性が高く防水効果も確実であるが、防水パネルの設置により、背面の覆工コンクリートの状況が確認できなくなり、定期点検にも支障を及ぼすため、将来的にひび割れ等の変状が進行する可能性のある場合は、本工法を適用しないほうがよい。

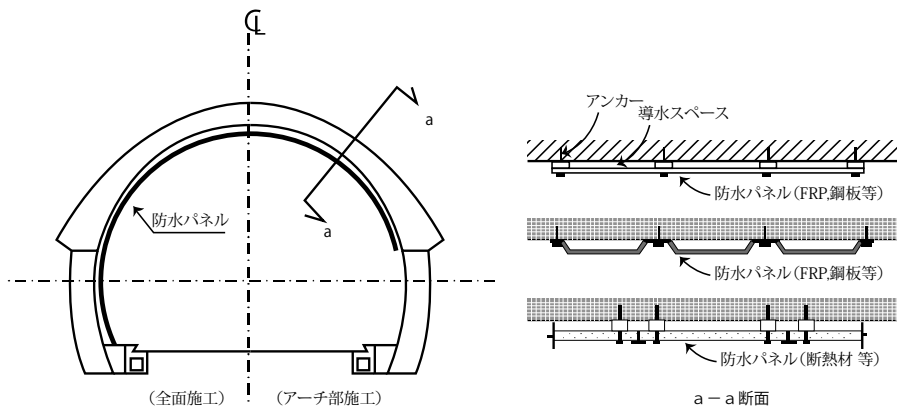


図 5-27 防水パネル工概要図

### イ 防水シート工

覆工コンクリート表面に防水シートをアンカーボルトで固定して貼り付け、車線等に漏水が滴下することを防ぐ工法である。

多量の漏水に対して即応性が高く、設置後の脱着も容易であるため、応急対策のみに用いることを基本とする。

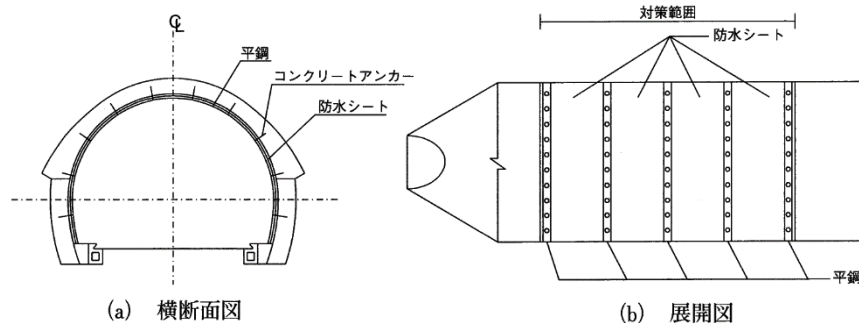


図 5-28 防水シート工概要図

### ウ 防水塗布工

防水塗布工は、覆工に発生している面状の漏水に対し、裏面排水層として防水シートを有するモルタル層を覆工内面に構築して導水する工法である。

防水塗布工は、防水パネル工より厚さが薄く、内空断面に余裕がない場合に有利であるが、通水断面が小さいことから、少量の漏水のみに適用することを基本とする。

なお従来、止水を目的として、覆工コンクリートにモルタル等を直接塗布する工法が用いられていたが、ひび割れや漏水が再び発生しやすく、塗布材がはく落するおそれが高いため、止水を目的として直接塗布するような防水塗布工を適用してはならない。

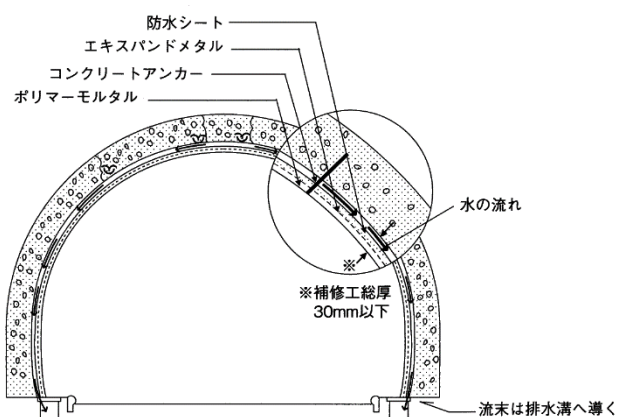


図5-29 防水塗布工概要図

### ③ 地下水位低下工

地下水位低下工には、積極的に地山の地下水を排水する水抜きボーリングと、覆工の背面に滞留する水を排水する水抜き孔と、地山から地下水位を路面下に保つ排水溝がある。

このうち、水抜きボーリングと水抜き孔は大量出水時の即応性が高いが、排水溝は、路面下の地下水位状態等を調査して設計する必要がある。

#### ア 水抜きボーリング

ボーリング孔をトンネル内部から削孔し、周辺地山内に保有する水をボーリング孔で集水し、トンネル内部に導くことによりトンネル周辺の地下水の排水、もしくは水位を低下させる方法である。

水抜きボーリングの長さは、トンネル周辺の緩み領域に地下水が浸透してくるものとして、通常覆工コンクリート背面から1～3m程度の緩み領域を想定しボーリング長を設定している場合が多い。

トンネル延長方向の間隔については、通常の地すべり防止工（横ボーリング、ボーリング先端間隔を5～10m離す）に準ずることを基本とする。ただし、横断目地の線導水工を水抜きボーリングの流末として利用することが合理的であることから、水抜きボーリングの施工間隔は横断目地位置を基本に設定し、漏水状況に応じてその間隔を調整する。

削孔位置は、なるべく側壁の下方に設け、仰角約5°程度で削孔する。削孔径はφ60～90mmを標準とし、ストレーナー管等の保孔管の設置を行い、導水樋工または溝切り工を併用した流末処理を確実に行う必要がある。

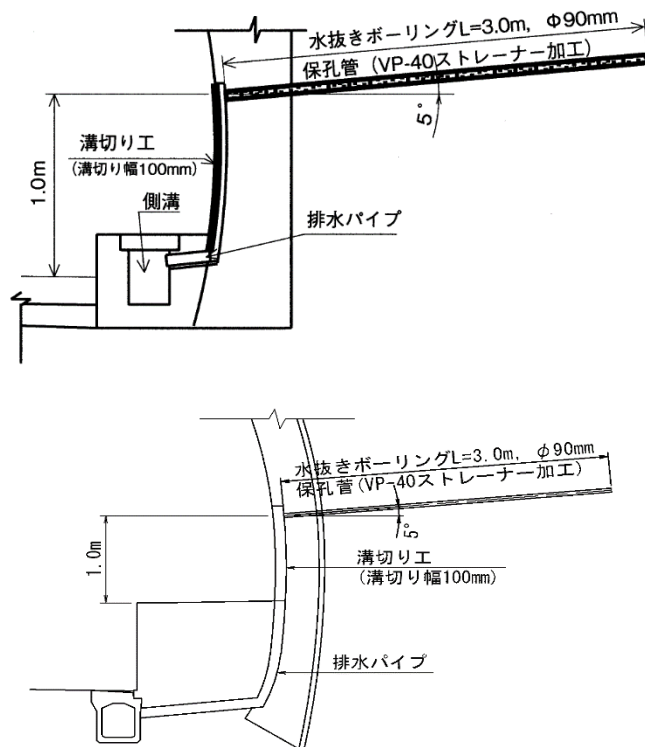


図5-30 水抜きボーリング概要図（掘削長3mの例）

イ 水抜き孔

トンネル近傍に滞留する地下水を、水抜きボーリングよりも小口径かつ短尺の孔でトンネル内の排水溝に集め、トンネル外部へ排水する工法である。

水抜き孔は、坑内の漏水箇所の下方で、できるだけ低い位置に設けることを基本とする。アーチ部のひび割れ箇所等からの漏水にはアーチ脚部付近に、水平打継目からの漏水には側壁部に、それぞれ水抜き孔を配置する。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P317

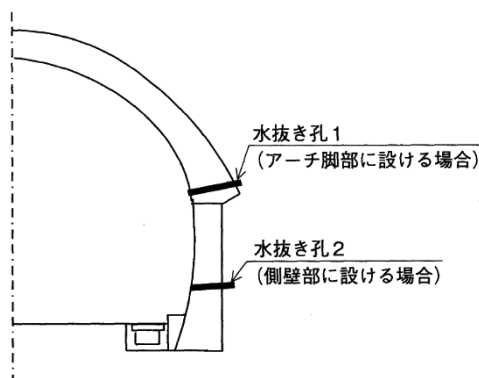


図5-31 水抜き孔概要図

#### ウ 排水溝

排水溝は、路面や路盤、インバートコンクリートと地山との境界面よりも地下水位が高い場合や、車両通行による繰返し荷重等により土砂が排出される場合等で、地下水位を低下させる目的で、既設の排水溝の底盤を下げる、あるいは新たに排水溝を設置して、漏水をトンネル坑外、または中央排水管等に導く工法である。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P318

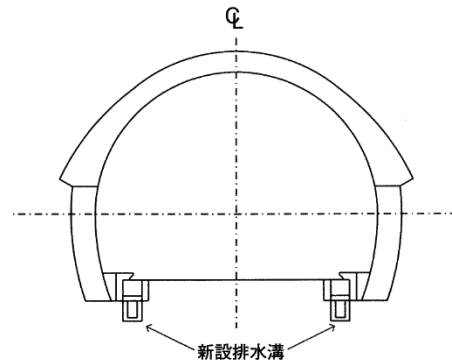


図5-32 排水溝概要図

#### ④ 断熱工

断熱工は、寒冷地での漏水対策工の一部として用いられる工法であり、線状や面状の漏水対策工の漏水の凍結を防止する工法である。

断熱工には、線状、面状の漏水対策工に断熱材を適用したUカット断熱材挿入工法や、表面断熱処理工法等がある。

道路トンネル維持管理  
便覧（本体工編）  
（H27.6）P319

## 6 横断歩道橋の点検

### 6-1 横断歩道橋の点検・調査

本県で管理する横断歩道橋の定期点検は、「横断歩道橋定期点検要領(国土交通省道路局：H26.6)」に基づき実施すること。

#### (1) 定期点検の概要

定期点検の概要を表6-1に示す。

表6-1 定期点検一覧

項目	目的	頻度及び時期	調査法*	対象部材
定期点検	横断歩道橋全体の健全性の確認	5年に1回実施	近接目視	全部材

※必要に応じて触診や打音等の非破壊検査を併用して行う。また、近接目視が物理的に困難な場合は、技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行える方法によらなければならない。

#### (2) 定期点検の体制

横断歩道橋の定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う。

当面は、以下のいずれかの要件に該当することとする。

- ① 横断歩道橋又は道路橋に関する相応の資格または相当の実務経験を有すること
- ② 横断歩道橋又は道路橋の設計、施工、管理に関する相当の専門知識を有すること
- ③ 横断歩道橋又は道路橋の点検に関する相当の技術と実務経験を有すること

### 6-2 横断歩道橋の健全性の診断

#### (1) 部材単位の健全性の診断

- ① 部材単位の健全性の診断は、表6-2の区分により行う。

表6-2 判定区分

区分	状態
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。
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。
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。

判定区分のI～IVに分類する場合の措置の基本的な考え方は以下のとおりとする。

- I：監視や対策を行う必要のない状態をいう
- II：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう
- III：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう
- IV：緊急に対策を行う必要がある状態をいう。

横断歩道橋定期点検  
要領  
(H26) P1～2

横断歩道橋定期点検  
要領  
(H26) P3

② 部材単位の健全性の診断は、少なくとも表6-3に示す評価単位毎に区分して行う。

表6-3 判定の評価単位の標準

上部構造			下部構造	階段部	その他
主桁	横桁	床版			

③ 部材単位の健全性の診断は、少なくとも表6-4に示す変状の種類毎に行う。

表6-4 変状の種類標準

材料の種類	変状の種類
鋼部材	腐食、亀裂、破断、変形・欠損・摩耗、ゆるみ・脱落、その他
コンクリート部材	ひびわれ、床版ひびわれ、その他
その他	支承の機能障害、その他

(2) 横断歩道橋毎の健全性の診断

横断歩道橋毎の健全性の診断は、表6-5の区分により行う。

表6-5 判定区分

区分		状態
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。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じている可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
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。

部材単位の健全性の診断結果を踏まえて、横断歩道橋毎の施設で総合的に判断することが必要である。一般には、横断歩道橋の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目して、最も厳しい健全性の診断結果で代表させることができる。

(3) 措置

部材単位の健全性の診断結果に基づき、道路の効果的な維持及び修繕が図れるよう、必要な措置を講ずる。

(4) 記録

定期点検及び健全性の診断の結果並びに措置の内容等を記録し、当該横断歩道橋が利用されている期間中は、これを保存する。

横断歩道橋の補修・補強を実施した際は、(公財) 鹿児島県建設技術センターへ橋梁台帳一式を提出すること。

なお、橋梁台帳の様式については「第6編 参考資料 第1章 参考資料」を参照すること。

## 7 門型標識等の点検

### 7-1 門型標識等の点検・調査

本県で管理する道路の付属物のうち、門型支柱（オーバーヘッド式）を有する大型の道路標識及び道路情報提供装置（収集装置含む）（以下、門型標識等という。）の定期点検は、「門型標識等定期点検要領（国土交通省道路局：H26.6）」に基づき実施すること。

#### (1) 定期点検の概要

定期点検の概要を表7-1に示す。

表7-1 定期点検一覧

項目	目的	頻度及び時期	調査法*	対象部材
定期点検	門型標識等の健全性の確認	5年に1回実施	近接目視	全部材

※必要に応じて触診や打音検査を含む非破壊検査技術などを適用することを検討しなければならない。

なお、土中部等の部材については、周辺の状態などを確認し、変状が疑われる場合には、必要に応じて試掘や非破壊検査を行わなければならない。

また、近接目視が物理的に困難な場合は、技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行える方法によらなければならない。

#### (2) 定期点検の体制

門型標識等の定期点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者がこれを行う。

当面は、以下のいずれかの要件に該当することとする。

- ① 門型標識等又は道路橋に関する相応の資格または相当の実務経験を有すること
- ② 門型標識等又は道路橋の設計、施工、管理に関する相当の専門知識を有すること
- ③ 門型標識等又は道路橋の点検に関する相当の技術と実務経験を有すること

### 7-2 門型標識等の健全性の診断

#### (1) 部材単位の健全性の診断

- ① 部材単位の健全性の診断は、表7-2の区分により行う。

表7-2 判定区分

区分		状態
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。
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。
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。

判定区分のI～IVに分類する場合の措置の基本的な考え方は以下のとおりとする。

門型標識等定期点検  
要領  
(H26) P1～2

門型標識等定期点検  
要領  
(H26) P3



- I：監視や対策を行う必要のない状態をいう
- II：状況に応じて、監視や対策を行うことが望ましい状態をいう
- III：早期に監視や対策を行う必要がある状態をいう
- IV：緊急に対策を行う必要がある状態をいう。

② 部材単位の健全性の診断は、少なくとも表7-3に示す評価単位毎に区分して行う。

表7-3 判定の評価単位の標準

支柱	横梁	標識又は道路情報板	基礎	その他
----	----	-----------	----	-----

③ 部材単位の健全性の診断は、少なくとも表7-4に示す変状の種類毎に行う。

表7-4 変状の種類標準

材料の種類	変状の種類
鋼部材	亀裂、破断、変形・欠損・摩耗、腐食、ゆるみ・脱落、その他
コンクリート部材	ひびわれ、その他

(2) 門型標識等毎の健全性の診断

門型標識等毎の健全性の診断は、表7-5の区分により行う。

表7-5 判定区分

区分		状態
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。
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じている可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
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。

部材単位の健全性の診断結果を踏まえて、総合的に判断することが必要である。一般には、門型標識等の性能に影響を及ぼす主要な部材に着目して、最も厳しい健全性の診断結果で代表させることができる。

(3) 措置

部材単位の健全性の診断結果に基づき、道路の効果的な維持及び修繕が図れるよう、必要な措置を講ずる。

(4) 記録

定期点検及び健全性の診断の結果並びに措置の内容等を記録し、門型標識等が利用されている期間中は、これを保存する。

門型標識等の補修・補強を実施した際は、(公財)鹿児島県建設技術センターへ標識台帳又は情報提供装置台帳一式を提出すること。

なお、標識台帳又は情報底巨装置台帳の様式については「第6編 参考資料 第1章 参考資料」を参照すること。

門型標識等定期点検  
要領  
(H26) P4

門型標識等定期点検  
要領  
(H26) P5

門型標識等定期点検  
要領  
(H26) P6

## 8 防災

### 8-1 調査

危険箇所の調査は、下記を目安に実施するものとする。

なお、詳細については「平成8年度 道路防災総点検要領（豪雨・豪雪等）」を参考にすること。

#### [共通事項]

- ① 災害に至る可能性がある要因が明らかに認められる箇所を優先的に実施する。
- ② 過去の災害履歴のある箇所に注意する。特に直近の対策工実施後に災害の履歴があれば優先的に実施する。

#### (1) 落石・崩壊

- ① 高さ15m以上ののり面・自然斜面、または勾配45°以上の自然斜面
- ② 表層に浮石、転石が存在する箇所
- ③ 崩壊性の土質、岩質、構造の箇所
- ④ 既設対策工が老朽化している、または、対策工の効果を点検する必要がある箇所

#### (2) 岩石崩壊

岩石が露出した高さ15m以上ののり面、斜面が存在する箇所。

#### (3) 地すべり

- ① 下記のいずれかに該当する箇所
  - ア 地すべり危険箇所
  - イ 地すべり防止区域
- ② 現地で地すべり現象が認められる箇所  
(道路構造物の変状、路上から見える周辺地形を含めた範囲の地すべり現象が認められる箇所)

#### (4) 土石流

道路を横断して流下する溪流（小河川を含む）で、下記の①～④の条件をすべて満たす箇所。

- ① 当該道路が橋、ボックスカルバート、洗越（あらいごし）等で溪流を横切っている場合。ただし、(a)トンネルで溪流を横断している箇所、(b)桁下高さ10m以上で、かつ、流路幅20m以上の橋梁箇所は除く。
- ② 流域面積1ha（0.01km<sup>2</sup>）以上
- ③ 上流の最急溪床勾配10°以上
- ④ 横断地点の河床勾配2°以上

#### (5) 盛土

高さ5m以上の盛土で、下記の①、②の条件に一つでも該当するもの。

- ① 立地条件が下記のa)～j)の一つでも該当する箇所
  - a) 地すべり地形、b) 集水地形、c) 崖錐地形、d) 急斜面上、e) 前面に河川がある、f) 谷底低地、g) 埋め立て地、h) 干拓地などの人工造成地盤、i) 軟弱地盤（沖積低地で以下の微地形に該当する箇所）現・旧河道、砂丘（又は砂州）間低地、後背湿地、せき止め沼沢地、潟湖跡、j) 橋梁取付部

② 排水施設に問題が認められる箇所

(6) 擁壁

下記の①, ②の条件に一つでも該当する箇所。

- ① 変状が周囲に影響を及ぼす擁壁（石積，ブロック積，混合擁壁，重力式擁壁，もたれ式擁壁については高さ3 m以上，それ以外の形式については高さ5 m以上）
- ② 立地条件が下記の a) ~j) に一つでも該当する箇所
  - a) 地すべり地形，b) 集水地形，c) 崖錐地形，d) 急斜面上，e) 前面に河川がある，f) 谷底低地，g) 埋め立て地，h) 干拓地などの人工造成地盤，i) 軟弱地盤（沖積低地で以下の微地形に該当する箇所）現・旧河道，砂丘（または砂州）間低地，後背湿地，せき止め沼沢地，潟湖跡，j) 橋梁取付部

(7) 橋脚基礎の洗掘



河川区域内に設けられた橋梁のうち，下記を除く橋梁。

- ① 停滞した水域等で明らかに洗掘のおそれのないもの
- ② 橋脚がなく橋台のみの橋梁で，上下流が河川改修済みであり護岸が堅固なもの
- ③ 適切な洗掘防止工が十分な範囲にわたって施されており，洗掘防止工に変状がないもの
- ④ 杭，ケーソン，鋼管矢板基礎で，現在の最深河床または計面河床の低い方を基準として根入れ（河床から支持層までの深さ）が十分（15m以上，かつ河川直角方向の橋梁幅の8倍以上）なもの
- ⑤ 平成2年度防災点検で洗掘がなく，基礎が安定していることが確認されているもので，その後洪水がなく，河川改修等による水流の変化等がないもの
- ⑥ 橋長が15m未満のもの。ただし，橋長が15m未満であっても，過去の災害履歴，河川の状況，橋梁の構造などから被災の可能性が高いと思われるものはこの限りではない。



(2) 防災カルテ様式B

防災カルテ様式B (落石・崩壊)

シート複製		シート削除	
施設管理番号	D308A100	落石・崩壊	参照
点検対象項目	①	路名	郷戸市東線
変状 No.	<詳細スケッチ欄>	<写真添付欄>	参照
			
作成年月日		2000年 3月 11日	
天候		(晴)	
<p>着目すべき点</p> <p>○新たな落石崩壊の状況</p>			
<p>チェック項目</p> <p>○新たな落石崩壊がないか目視点検</p>			

(3) 防災カルテ様式C

防災カルテ様式C (落石・崩壊)

シート概要	シート削除		要状追加		要状削除		神戸市東灘区																											
	施設管理番号	D308A100	点検対象項目	落石・崩壊	路線名	距離(目)	2000年	3月	10日	2001年	6月	6日	2002年	1月	23日	2002年	7月	24日	2003年	1月	21日	2003年	7月	10日	2004年	1月	20日							
①	崩壊状況	写真及び目録確認	写真及び目録確認	無	切回	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
前回との差異	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
被災履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
補修履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
前回との差異	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
被災履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
補修履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
前回との差異	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
被災履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
補修履歴	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無							
点検者の特記事項 (点検時の対応)	特になし	天候: (晴)	天候: (晴)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (晴)	天候: (晴)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (曇)	天候: (曇)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (曇)	天候: (曇)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (曇)	天候: (曇)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (晴)	天候: (晴)	モルタル吹付け 改修済み	モルタル吹付け 改修済み	天候: (晴)	天候: (晴)	モルタル吹付け 改修済み						
点検者名																																		
点検者の対応 (専門技術者の対応)																																		
専門技術者による点検年月日	2000年	3月	10日	0000	00	00	2001年	6月	6日	00	00	2002年	1月	23日	0000	00	2002年	7月	24日	0000	00	2003年	1月	21日	0000	00	2003年	7月	10日	0000	00	2004年	1月	20日
専門技術者名																																		
次回点検実施時期																																		

8-3 対策工

対策工の選定、設計にあたっては下記図書等を参考とするものとする。

- (1) 道路土工一切土工・斜面安定工指針 (日本道路協会 H21.6)
- (2) 落石対策便覧 (日本道路協会 H12.8)
- (3) 新・斜面崩壊防止工事の設計と実施 (急傾斜地崩壊防止工事技術指針)

(国土交通省河川局砂防部監修 S62.7)