

土木設計マニュアル

〔道 路 編〕

平成 28 年 4 月

平成 29 年 4 月一部改正

(平成 29 年 9 月 8 日一部訂正)

(平成 29 年 12 月 1 日一部訂正)

令和 4 年 4 月一部改正

2-8 想定する作用と要求性能	第2編	4-12
2-9 プレキャストボックスカルバート	第2編	4-14
2-10 設計およびプレキャスト製品適用範囲外のボックスカルバートの設計	第2編	4-19
2-11 細部構造の設計	第2編	4-19

第5章 擁壁工

1. 擁壁工	第2編	5- 1
1-1 概説	第2編	5- 1
1-2 適用基準類	第2編	5- 1
1-3 擁壁工の種類と特徴	第2編	5- 2
1-4 擁壁工の設計手順(フロー)	第2編	5- 7
1-5 設計計画、調査	第2編	5- 9
1-6 設計上の基本事項の決定	第2編	5-10
1-7 設計の基本	第2編	5-10
1-8 想定する作用と要求性能	第2編	5-10
1-9 構造形式の選定	第2編	5-12
1-10 標準設計の利用	第2編	5-15
1-11 設計一般	第2編	5-16
1-12 プレキャスト擁壁	第2編	5-16
2. 各種擁壁の設計および構造細目	第2編	5-18
2-1 各種擁壁の設計	第2編	5-18
2-2 構造細目	第2編	5-22

第6章 舗装工

1. 舗装工	第2編	6- 1
1-1 概説	第2編	6- 1
1-2 適用基準類	第2編	6- 1
1-3 性能規定化	第2編	6- 4
1-4 ライフサイクルコスト	第2編	6- 6
1-5 信頼性	第2編	6- 7
1-6 環境の保全と改善	第2編	6- 8
1-7 設計の考え方	第2編	6-10
1-7-1 各層の役割	第2編	6-10
1-7-2 設計の流れ	第2編	6-11
1-8 設計条件の設定	第2編	6-13
1-8-1 舗装の設計期間	第2編	6-13
1-8-2 舗装計画交通量	第2編	6-14
1-8-3 舗装の性能指標	第2編	6-15
1-8-4 舗装の性能指標の値	第2編	6-16

1-9 舗装の種類	第2編	6-18
1-9-1 アスファルト舗装を採用する場合	第2編	6-18
1-9-2 コンクリート舗装を採用する場合	第2編	6-18
2. アスファルト舗装	第2編	6-21
2-1 アスファルト舗装の構造設計	第2編	6-21
2-1-1 アスファルト舗装の設計	第2編	6-21
2-1-2 アスファルト舗装の設計期間	第2編	6-22
2-1-3 構造設計の手順	第2編	6-22
2-1-4 アスファルト舗装の材料	第2編	6-24
2-1-5 等値換算係数	第2編	6-27
2-1-6 設計C B R	第2編	6-28
2-1-7 舗装構成	第2編	6-30
2-1-8 目標とする T_A	第2編	6-31
2-1-9 凍結深さ	第2編	6-32
2-1-10 標準舗装構成(例)	第2編	6-36
2-1-11 軟弱路床対策	第2編	6-39
2-1-12 排水性舗装	第2編	6-41
2-1-13 道路拡幅工事における舗装構成の取り扱いについて	第2編	6-44
3. コンクリート舗装	第2編	6-45
3-1 舗装の構成	第2編	6-45
3-2 舗装厚の基準	第2編	6-46
4. 歩行者系道路舗装	第2編	6-47
4-1 歩行者系道路舗装の分類	第2編	6-47
4-2 一般部の歩行者系道路舗装	第2編	6-48
5. 特別な対策を施す場合の舗装について	第2編	6-52
5-1 概要	第2編	6-52
6. その他(福島県の標準的な考え方)	第2編	6-53
6-1 加熱アスファルト混合物の使用区分	第2編	6-53
6-2 路肩部の断面構成	第2編	6-56
6-3 岩盤部の舗装	第2編	6-59
6-4 耐水処理舗装	第2編	6-60
6-5 橋面舗装	第2編	6-60
6-6 トンネル内舗装	第2編	6-60
6-7 駐車帯、駐車場、バス停の舗装	第2編	6-60
6-8 グルーピング(安全溝)舗装	第2編	6-61
6-9 その他特殊な舗装	第2編	6-62
参考資料	第2編	6-65

第7章 植栽工

1. 道路緑化の基本方針	第2編	7-1
2. 道路緑化の機能	第2編	7-1
3. 緑化計画	第2編	7-2
4. 緑化目標	第2編	7-2
4-1 植栽地の基本配置	第2編	7-3
4-2 配植の基本構造	第2編	7-3
4-3 配植の樹種の基本構成	第2編	7-4
5. 植栽計画	第2編	7-4
5-1 植栽地の詳細	第2編	7-5
5-2 樹種等の詳細	第2編	7-5
5-3 配植の詳細	第2編	7-6
6. 管理計画	第2編	7-6
7. 植栽基盤の整備	第2編	7-9
7-1 植栽基盤の基本条件	第2編	7-9
7-2 土壌の改良	第2編	7-10
8. 道路植栽の特徴と生育目標	第2編	7-11
8-1 道路植栽の特徴	第2編	7-11
8-2 生育目標	第2編	7-12
9. 使用樹種の選定	第2編	7-14
9-1 選定順序	第2編	7-14
9-2 気候区分	第2編	7-15
9-3 福島県道路植栽用樹木一覧表	第2編	7-15
10. 支柱工	第2編	7-27
参考資料	第2編	7-34

第8章 道路付属施設

1. 防護柵	第2編	8-1
1-1 総則	第2編	8-1
1-2 防護柵の区分	第2編	8-2
1-3 車両用防護柵	第2編	8-2
1-4 歩行者自転車用柵	第2編	8-10
1-5 耐雪型防護柵	第2編	8-11
1-6 景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン	第2編	8-12
2. 区画線および道路標示	第2編	8-14
2-1 総則	第2編	8-14
2-2 適用の範囲	第2編	8-14
2-3 区画線の設置体系	第2編	8-14
2-4 区画線の設置工法	第2編	8-16

2-5 区画線の種類および設置場所	第2編	8-16
2-6 区画線の設置様式	第2編	8-17
2-7 車道外側線の設置取扱い	第2編	8-18
2-8 取付道路交差部の区画線(外側線)の施工について	第2編	8-21
3. 道路照明	第2編	8-22
3-1 総則	第2編	8-22
3-2 適用の範囲	第2編	8-22
3-3 道路照明の目的	第2編	8-22
3-4 設置計画	第2編	8-22
3-5 連続照明	第2編	8-23
3-6 局部照明	第2編	8-27
3-7 保守率	第2編	8-28
3-8 トンネル照明	第2編	8-28
4. 道路標識	第2編	8-30
4-1 総則	第2編	8-30
4-2 適用の範囲	第2編	8-30
4-3 道路標識の設置体系	第2編	8-30
4-4 道路の分類	第2編	8-32
4-5 設置の方法	第2編	8-35
4-6 案内標識	第2編	8-39
4-7 警戒標識	第2編	8-103
4-8 規制標識	第2編	8-103
4-9 指示標識	第2編	8-103
4-10 補助標識	第2編	8-103
4-11 20t 超車に対する案	第2編	8-103
5. 視線誘導標	第2編	8-104
5-1 総則	第2編	8-104
5-2 デリニエーター	第2編	8-104
5-3 スノーポール	第2編	8-106
6. 道路反射鏡	第2編	8-108
6-1 総則	第2編	8-108
6-2 設置場所	第2編	8-108
6-3 形式等の選定と設置方法	第2編	8-109
6-4 構造諸元	第2編	8-111
7. ベンチまたはその上屋	第2編	8-112
7-1 総則	第2編	8-112
7-2 ベンチの設置および構造	第2編	8-112
7-3 上屋の設置および構造	第2編	8-112
8. 道路休憩施設	第2編	8-114

8-1 総則	第2編	8-114
8-2 休憩施設の定義	第2編	8-114
8-3 休憩施設整備の考え方	第2編	8-115

第9章 維持・修繕

1. 総説	第2編	9-1
2. 舗装の維持・修繕	第2編	9-2
2-1 概説	第2編	9-2
2-2 維持修繕工法の設計手順	第2編	9-8
2-2-1 破損程度の把握および破損原因	第2編	9-9
2-2-2 維持修繕の要否判断	第2編	9-13
2-3 維持工法	第2編	9-14
2-4 修繕工法	第2編	9-20
2-4-1 修繕工法の選定	第2編	9-23
2-4-2 修繕工法の構造設計	第2編	9-25
2-4-3 修繕における路上路盤再生工法の適用	第2編	9-27
2-4-4 路上路盤再生工法(CAE)	第2編	9-27
2-4-5 表層用混合物種の選定	第2編	9-30
2-5 特殊工法	第2編	9-35
2-5-1 その他、特別な機能を有する舗装の維持修繕について	第2編	9-35
参考資料	第2編	9-40
3. トンネルの保守および修繕	第2編	9-66
3-1 トンネル本体工	第2編	9-66
3-1-1 維持管理の基本的な考え方	第2編	9-66
3-1-2 変状の実態	第2編	9-67
3-1-3 変状の原因と特徴	第2編	9-72
3-2 点検	第2編	9-78
3-3 調査	第2編	9-78
3-3-1 調査の目的	第2編	9-78
3-3-2 調査対象と調査項目の種類	第2編	9-78
3-3-3 調査項目の選定	第2編	9-80
3-3-4 調査要領	第2編	9-80
3-4 対策区分の判定	第2編	9-82
3-4-1 本体工	第2編	9-83
3-5 健全性の診断	第2編	9-93
3-5-1 健全性の診断の方法	第2編	9-93
3-6 措置	第2編	9-95
3-6-1 対策工の適用	第2編	9-95
3-6-2 対策工の選定	第2編	9-97

3-7 記録	第2編	9-101
3-7-1 点検記録様式	第2編	9-101
3-8 清掃	第2編	9-102
3-9 トンネル附属施設	第2編	9-104
3-9-1 換気設備	第2編	9-104
3-9-2 照明設備	第2編	9-105
3-9-3 非常用設備	第2編	9-106
4. 道路植栽の管理	第2編	9-107
4-1 管理の基本	第2編	9-107
4-2 維持のための計画	第2編	9-107
4-3 剪定、整枝	第2編	9-107
4-3-1 剪定の時期	第2編	9-108
4-3-2 除草・清掃	第2編	9-110
4-3-3 灌水	第2編	9-111
4-3-4 気象被害対策	第2編	9-111
4-3-5 支柱補修等	第2編	9-113
4-3-6 土壌保全	第2編	9-113
4-3-7 枯損樹木の処置	第2編	9-113
4-3-8 災害時の応急処置	第2編	9-113
4-3-9 工事に伴う樹木の保護	第2編	9-113
4-3-10 その他の管理	第2編	9-113
4-4 芝生の管理	第2編	9-113
4-5 地被植物の管理	第2編	9-114
4-6 草花の管理	第2編	9-114
4-7 植生のり面の管理	第2編	9-114

第3編 関連施設計画編

第1章 トンネル計画

1. 概説	第3編	1- 1
1-1 目的	第3編	1- 1
1-2 適用範囲	第3編	1- 1
1-3 用語の定義	第3編	1- 1
2. 路線の計画	第3編	1- 2
2-1 調査設計の流れ	第3編	1- 2
2-2 トンネル計画の線形基準	第3編	1- 3
2-3 トンネル計画上の主な留意点	第3編	1- 5
3. 調査	第3編	1-15

3-1	調査の種類	第3編	1-15
3-2	地質調査	第3編	1-17
3-3	環境調査	第3編	1-18
3-4	地山分類	第3編	1-19
4.	断面の設計	第3編	1-25
4-1	断面設計の基本	第3編	1-25
4-2	内空断面	第3編	1-25
4-3	非常駐車帯	第3編	1-33
4-4	掘削断面	第3編	1-33
4-5	トンネルに接続する道路の線形等	第3編	1-33
5.	坑門工	第3編	1-34
5-1	坑口位置	第3編	1-34
5-2	坑門型式	第3編	1-36
5-3	構造設計	第3編	1-38
5-4	坑口部覆工の設計	第3編	1-38
6.	防水工・排水工	第3編	1-40
6-1	防水工・排水工一般	第3編	1-40
6-2	防水工	第3編	1-40
6-3	排水工	第3編	1-44
7.	支保構造の設計	第3編	1-45
7-1	標準的な支保構造の組み合わせ	第3編	1-45
7-2	設計の基本	第3編	1-48
7-3	支保工の設計	第3編	1-53
7-4	吹付けコンクリート	第3編	1-55
7-5	ロックボルト	第3編	1-56
7-6	鋼アーチ支保工	第3編	1-58
7-7	覆工	第3編	1-59
8.	補助工法	第3編	1-62
8-1	補助工法一般	第3編	1-62
8-2	補助工法の位置付け	第3編	1-62
8-3	補助工法の適用	第3編	1-62
8-4	補助工法の選定	第3編	1-64
8-5	切羽安定対策のための補助工法	第3編	1-65
8-6	湧水対策のための補助工法	第3編	1-69
8-7	地表面沈下対策のための補助工法	第3編	1-70
8-8	近接構造物対策のための補助工法	第3編	1-72
9.	計測	第3編	1-74
9-1	計測の目的	第3編	1-74
9-2	計測の分類	第3編	1-74

9-3 施工中の調査項目と内容	第3編	1-74
9-4 観察・計測結果の設計、施工への反映	第3編	1-75
10. 工事用設備	第3編	1-79
10-1 給水、排水設備	第3編	1-79
10-2 騒音防止設備	第3編	1-79
10-3 工事用電力設備	第3編	1-79
10-4 方向転換設備	第3編	1-79
10-5 スtockヤード	第3編	1-80
10-6 工事換気	第3編	1-80
参考資料	第3編	1-81

第2章 落石対策工

1. 適用範囲	第3編	2- 1
2. 落石対策工の計画	第3編	2- 1
2-1 落石対策計画の基本	第3編	2- 1

第3章 防雪施設工

1. 設計の適用範囲	第3編	3- 1
2. スノーシェッド	第3編	3- 1
2-1 設計一般	第3編	3- 1
2-2 景観を考慮した設計	第3編	3- 1
2-3 構造規格	第3編	3- 5
2-4 雪び防止柵	第3編	3- 8
2-5 下部工	第3編	3-11
2-6 照明施設	第3編	3-18
2-7 交差点部に位置するスノーシェッド	第3編	3-18
2-8 路面凍結対策	第3編	3-19
2-9 背面盛土	第3編	3-20
2-10 名称板	第3編	3-21
2-11 歴板	第3編	3-21

第4章 電線共同溝

4-1 目的	第3編	4- 1
4-2 適用範囲	第3編	4- 1
4-3 用語の定義	第3編	4- 1
4-4 無電柱化整備計画	第3編	4- 2

4-5 電線管理者との協議	第3編	4- 5
4-6 計画・調査・設計・施工および維持管理	第3編	4- 6
4-7 費用負担	第3編	4- 6
4-8 管理規定	第3編	4- 7

第6章 舗装工

1. 舗装工

1-1 概説

本章は、一般的なアスファルトおよびコンクリートによる道路舗装について記載したものである。舗装工の設計、施工にあたっては、道路の性格、地域条件、施工性、維持管理性等の諸条件について、十分検討しなければならない。

また、橋梁・トンネルにおける舗装については、本項のほか、土木設計マニュアル【橋梁編】第2編第6章地覆・歩道・橋面舗装の項目および土木設計マニュアル【道路編】第3編第1章トンネル計画の項目を参照のこと。

なお、本章に記載していない事項については、該当する基準等によるものとする。

1-2 適用基準類

(1) 技術基準の体系

舗装工の設計、施工に関する技術基準の体系は図1-2-1のとおりである。

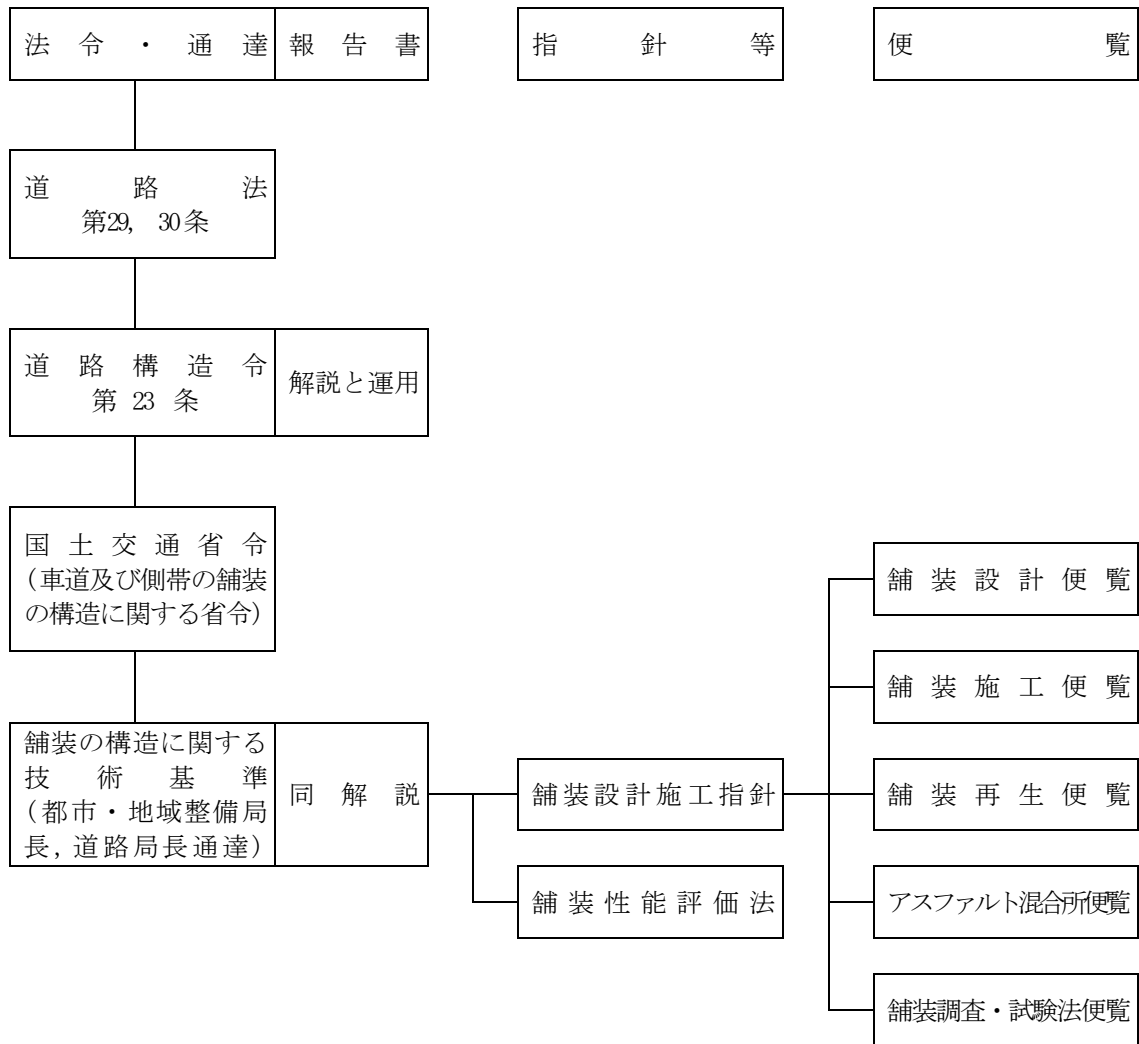


図1-2-1 技術基準等の体系

(2) 道路の区分

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-1>

道路は、高速自動車国道および自動車専用道とその他の道路の別、道路の存する地域、地形の状況や計画交通量などによって、第1種第1級から第4級、第2種第1級および第2級、第3種第1級から第5級、第4種第1級から第4級までの種別、級別に区分される。さらに、これらは通行できる車両の違いにより普通道路と小型道路に区分される。

小型道路とは、平成15年7月の「道路構造令の一部改正」により導入された、小型自動車等(乗用車と小型貨物車等一定規模以下の車両)のみの通行に供する道路であり、それ以外の道路を普通道路という。表1-2-2の摘要欄に「小型道路を除く」と示された道路以外はすべて小型道路を適用できる。小型道路を適用するには、①普通道路での整備が困難であること、②自動車が沿道へアクセスする機能をもつ必要がない道路であること、③当該道路の近くに大型の自動車が迂回することができる道路があること、という条件を満たすことが求められる。なお、採用にあたっては、主務課と協議のこと。

舗装の設計にあたっては、交通の安全性、円滑性、快適性、環境の保全と改善などを検討するうえで、これらの道路の区分を十分把握しておく必要がある。

表 1-2-1 道路の種級区分の体系 1

	地域	種別	級別	設計速度 (km/h)		出入制限	計画交通量 (台/日)				摘要
							30,000 以上	30,000 ~ 20,000	20,000 ~ 10,000	10,000 未満	
高速自動車国道及び自動車専用道路	地方部	第1種	第1級	120	100	F	高速・平地				
			第2級	100	80	F・P	高速・山地	高速・平地			
							専用・平地				
			第3級	80	60	F・P		高速・山地		高速・平地	
	専用・山地						専用・平地				
	第4級	60	50	F・P				高速・山地	高速の設計速度は60のみ		
					専用・山地						
	都市部	第2種	第1級	80	60	F	高速・専用・都心以外				
第2級			60	50 40	F	専用・都心					

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-2 表-2.4.1>

表 1-2-2 道路の種級区分の体系 2

	地域	種別	級別	設計速度 (km/h)		出入制限	計画交通量 (台/日)						摘要	
							20,000以上	20,000 10,000	10,000 4,000	4,000 1,500	1,500 500	500 未満		
その他の道路	地方	第3部	第1級	80	60	P・N	国道・平地							
			第2級	60	50 40	P・N	国道・山地	国道・山地						
							県道, 市道・平地							
			第3級	60 50 40	30	N		国道・山地	国道, 県道・平地					
							県道, 市道・山地		市道・平地					
	第4級	50 40 30	20	N			国道, 県道・山地							
							市道・山地	市道・平地 山地						
	第5級	40 30 20	-	N						市道・平地 山地	小型道路を除く			
	都市	第4部	第1級	60	50 40	P・N	国道							
							県道, 市道							
第2級			60 50 40	30	N			国道						
								県道・市道						
第3級		50 40 30	20	N			県道							
						市道								
第4級	40 30 20	-	N						市道	小型道路を除く				

(注1) 表中の用語の意味は次のとおりである。

高速：高速自動車国道 専用：高速自動車国道以外の自動車専用道路
 国道：一般国道 県道：都道府県道 市道：市町村道
 平地：平地部 山地：山地部 都心：大都市の都心部
 F：完全出入制限 P：部分出入制限 N：出入制限なし

(注2) 設計速度の右欄の値は地形その他の状況によりやむ得ない場合に適用する。

(注3) 表中の出入り制限は普通道路を示したものであり、小型道路は完全出入制限を原則とする。

(注4) 計画交通量とは、計画、設計を行う路線の将来通行するであろう自動車の日交通量のことであり、舗装計画交通量とは異なる。

(注5) 地形その他の状況によりやむ得ない場合には、級別は1級下の級を適用することができる。

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-2表-2.4.1>

(3) 適用基準類

舗装工の設計施工に関する基準類は、舗装工種により表 1-2-3 に示すようなものがある。

表 1-2-3 適用基準類

指 針 ・ 要 綱 等	発 行 年	発 行 者
道 路 構 造 令 の 解 説 と 運 用	R3.3	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 の 構 造 に 関 す る 技 術 基 準 ・ 同 解 説	H13.9	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 設 計 施 工 指 針	H18.2	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 設 計 便 覧	H18.2	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 施 工 便 覧	H18.2	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 再 生 便 覧	H22.11	(社) 日 本 道 路 協 会
アスファルト舗装工事共通仕様解説 (改訂版)	H4.12	(社) 日 本 道 路 協 会
アスファルト混合所便覧	H8.10	(社) 日 本 道 路 協 会
排水性舗装技術指針 (案)	H8.11	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 調 査 ・ 試 験 法 便 覧	H31.3	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 性 能 評 価 法 (平 成 2 5 年 版)	H25.4	(社) 日 本 道 路 協 会
舗 装 性 能 評 価 法 ・ 別 冊	H20.3	(社) 日 本 道 路 協 会
道路の移動等円滑化整備ガイドライン	H23.8	(財)国土技術研究センター

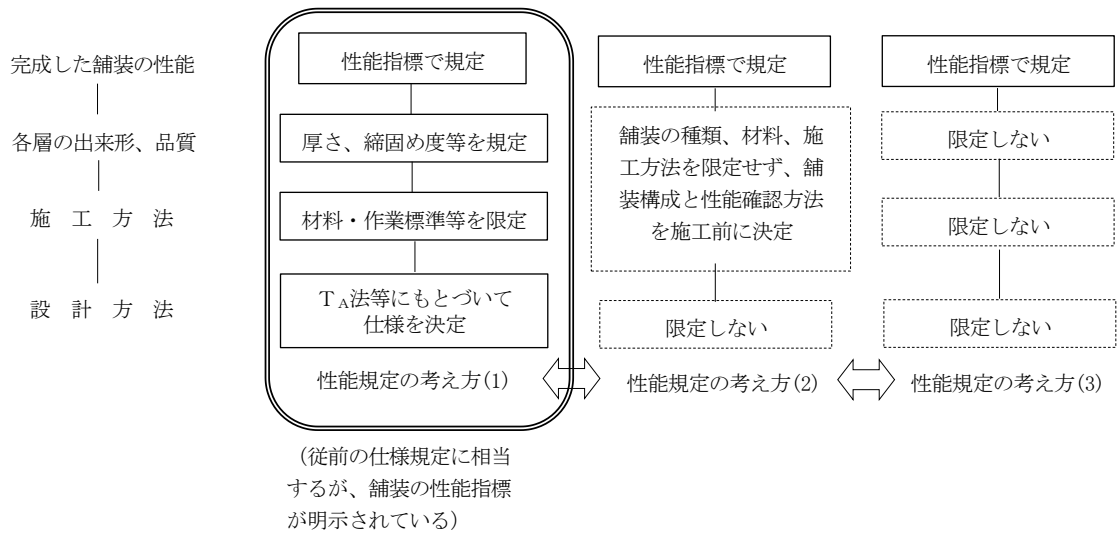
※使用にあたっては最新版を使用するものとする

1-3 性能規定化

舗装整備事業の効率を向上させるために、舗装の設計方法、施工方法を限定せず、所要の性能指標を満たす技術に関し幅広く検討を行い採用できる性能規定発注の普及が進められている。

舗装の性能指標とは、道路利用者や沿道住民によって舗装に要求される様々な機能に応えるために性能ごとに設定する指標のことをいい、この性能指標を定めることにより、設計の目標が明らかとなる。

本マニュアルは、 T_A 法等に基づいて仕様を決定する仕様規定および性能規定の考え方の設計に関する部分を中心に規定するものであり、設計方法を限定しない性能規定の考え方およびその設計については適用外とする。



性能規定の考え方(1) :

従前の使用規定の舗装を、その有する性能で規定する。これにより、舗装(工事)のアカウントビリティが向上する。発注方式は使用規定発注となる。

性能規定の考え方(2) :

完成した舗装の性能は規定するが、設計方法や施工方法は限定しない(現地材料、建設産業および他産業からの発生材・再生資材等の材料の指定、あるいは低騒音型・低振動型施工機械等の指定は可能)。

これにより、新材料および振興法の導入を促進する。導入に当たり、各層の出来形・品質に対する検査方法を明確にする必要がある。

性能規定の考え方(3) :

完成した舗装の性能のみ規定するが、各層の出来形・品質も規定しない。これにより、設計方法も含めた新技術の導入を促進する。舗装の性能指標の施工直後の値だけでは性能の確認が不十分である場合においては、必要に応じ、供用後一定期間を経た時点の値を定め、性能確認の回数を増やすこともあり得る。

図 1-3-1 性能規定の概念

<舗装設計施工指針(H18.2) 1-3-1 図-1.3.1>

1-4 ライフサイクルコスト

舗装が存在し、その舗装の性能を一定レベル以上に保持する必要がある限り舗装は建設(新設あるいは再建設)、供用され、交通荷重などにより性能が低下した場合には補修し、または再建設(舗装の打換え)される。この一連の流れを舗装のライフサイクルといい、これに係わる費用をライフサイクルコストという。

図1-4-1に舗装のライフサイクルとライフサイクルコストの概念と図1-4-2に管理上の目標値の設定の概念を示す。予防保全により、ライフサイクルコスト最小化を図りつつ、ある一定レベルの舗装性能を維持できることを示している。

ライフサイクルコストの算定方法に確立されたものはないが、舗装のライフサイクルコストの算定に用いる一般的な費用項目は以下の3つに大別される。

- 道路管理者費用：建設費用＋維持管理費＋補修・再建設費用＋その他の費用(調査計画費用、工事関連行政費用、その他社会損失等)
- 道路利用者費用：車両走行費用＋時間損失費用＋その他費用(沿道や地域社会に及ぼす費用)
- 沿道および地域社会の費用：環境費用＋その他の費用

必ずしもこれらすべての項目に考慮する必要はないが、目的や求められる精度、工事条件、交通条件、沿道および地域条件等により算定項目を適切に選択し、算定を行うものとする。

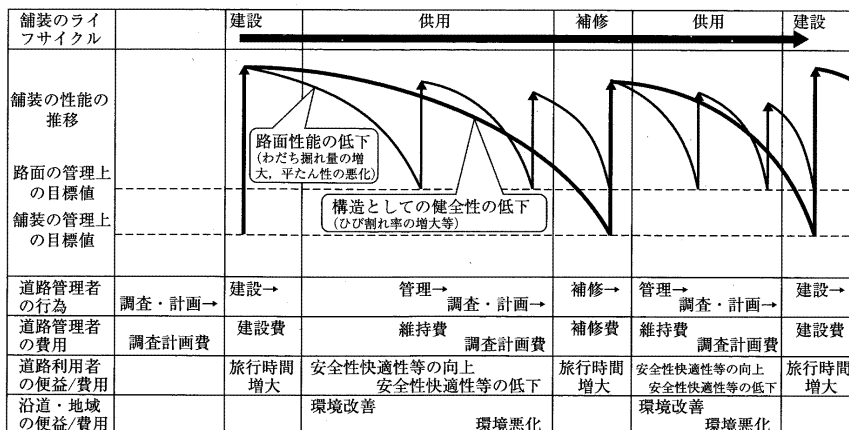


図1-4-1 舗装のライフサイクルとライフサイクルコストの概念

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-2-3 図-2.2.1>
<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-2 図-2.4.1>

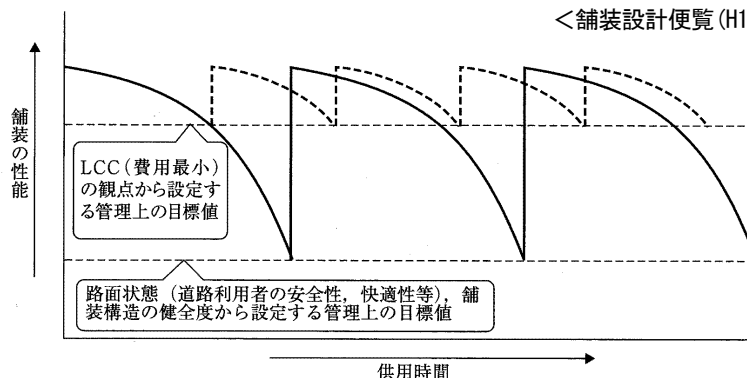


図1-4-2 管理上の目標値の設定の概念

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-2-3 図-2.2.2>
<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-2 図-2.4.2>

1-5 信頼性

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-3>

舗装が設定された設計期間を通して破壊しない確からしさを設計された舗装の信頼性といい、その場合の破壊しない確率を信頼度という。ここでいう破壊とは、舗装の性能指標の値が設計で設定された値を下回ることを指しており、信頼性の考え方は路面設計や構造設計に適用できる。

たとえば、実際の交通量が予想された交通量を上回る場合、地象や気象の条件が想定したものより厳しい場合あるいは材料や施工の変動が大きい場合等には、この破壊しない確率が下がることがある。設計に用いる値や将来予測に伴うリスクを勘案しながら設計する方法として信頼性設計がある。信頼性を設計に適用する考え方を図 1-5-1 に示す。

舗装の設計に信頼性の考え方を導入するよう計画の段階から検討しておくといよい。

また、舗装の評価においても信頼性の考え方をを用いて評価することが重要となる。

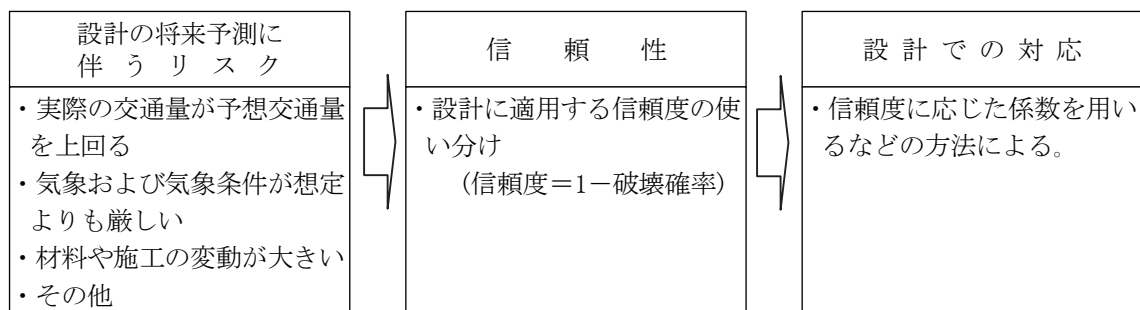


図 1-5-1 信頼性適用の考え方

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-3 図-2.4.3>

信頼度に応じた係数を用いる信頼性設計における信頼度の概念を図 1-5-2 に示す。この図は、舗装の構造的なひび割れの場合である。ここでの信頼度 90%とは、実際の交通量が疲労破壊輪数に達した時点で、設計で設定されたひび割れ率を超える舗装の割合が 10%ということである。ただし、ここでいう割合には二つの意味がある。一つは同じように設計した舗装が 100 区間あった場合、そのうち 10 区間が破壊に至るという意味であり、もうひとつは一つの区間のうち 10%の舗装面積が破壊に至るという意味である。疲労破壊輪数に達した時点における舗装の破壊が 10%よりも多くてもよいと判断すれば、信頼度を 90%より低く設定し、必要な T_A を小さくし舗装厚を薄くすることができる。

このように、信頼度に応じた係数を用いることによって、信頼性を考慮した柔軟な設計が可能となる。たとえば、設定された疲労破壊輪数が同じ路線でも、修繕時に代替路線がなく重要な役割を果たす道路であれば設計における信頼度を大きく設定することで、設計期間中はできるだけ修繕しないといった方針での設計ができる。また、代替となる路線が複数存在し、容易に維持、修繕、再建設ができるような場合には、設計における信頼度を小さく設定することで、(設計期間中の適切な維持管理を前提として)初期建設コストを抑えた設計とすることもできる。

いずれにしても、舗装設計の信頼度の設定は、道路区分や交通量に応じて一律に定まるものではなく、ライフサイクルコストだけで定まるものではない。道路管理者は、維持修繕の難易さ、路線の重要度を勘

案したうえで信頼度に応じた舗装のライフサイクルコストを検討し、それぞれの舗装に適した信頼度を設定する必要がある。

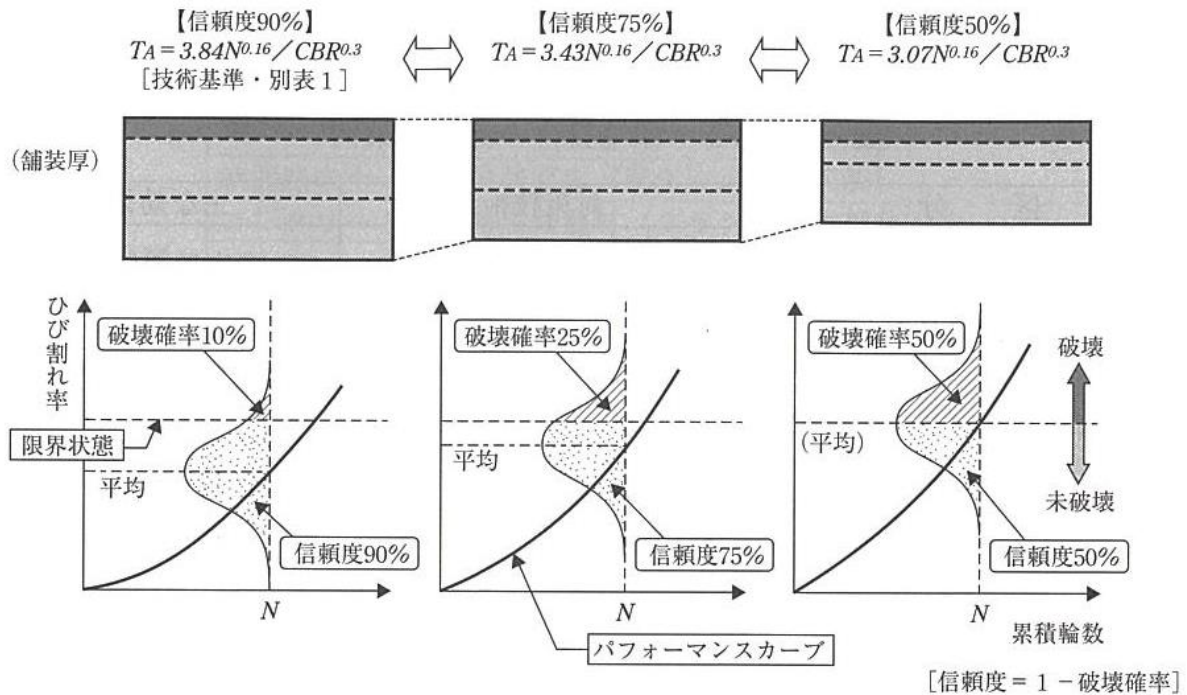


図 1-5-2 信頼性の概念

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-3 図-2.4.4>

1-6 環境の保全と改善

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-4>

舗装の計画・設計段階から、環境への負荷の軽減、省資源工法の活用、発生材の抑制、再生利用の促進など環境の保全と改善について検討する必要がある。

(1) 環境負荷の軽減

環境の負荷の軽減は、地球・社会環境、都市環境、沿道・道路空間環境の三つに分けて検討するとよい。対策には、表 1-6-1 に例を示すとおり種々のものが考えられるが、一つの対策が複数の効果を生むものもある。逆に、特定の効果のみを有する対策や、適用の限定される対策もある。いずれにしても、適材適所の考え方で最適な対策を選定し、路面設計や構造設計に反映させることが大切である。

(2) 再生利用の促進

循環型社会資本の形成を目指す観点から、舗装発生材の再生利用と適正処分は重要な課題である。したがって、路面設計や構造設計において使用材料を選定する際などには、使用材料が再生利用可能であるかどうかを確認するとともに、再生材の利用促進に努めることが大切である。

表 1-6-1 環境負荷の軽減対策例

区分		対策技術	主な効果
地球・社会環境	地球温暖化の抑制	中温化技術, 常温型舗装, セミホット型舗装	CO ₂ 排出量低減
	資源の長期利用 (舗装の長寿命化)	コンポジット舗装	舗装構造の強化
		改質アスファルト	混合物の耐久性向上
	省資源技術の活用	路床・路盤の安定処理	低品質材料の活用
都市環境	工事渋滞の削減	長寿命化舗装	路上工事の削減
		工期短縮型舗装	工事期間の短縮
	地下水の涵養	透水性舗装	雨水の地下への浸透, 雨水流出の抑制
	路面温度の上昇抑制	保水性舗装, 緑化舗装, 土系舗装	気化熱による路面温度の上 昇抑制
遮熱性舗装		赤外線反射による路面温度 上昇の抑制	
沿道・道路 空間環境	道路の振動抑制	平坦性の維持, 段差の解消	交通衝撃振動の緩和
		路床・路盤の強化	振動伝播の抑制
		振動低減型舗装	振動抑制, 振動伝播の抑制
	路面騒音の低減	低騒音舗装, 排水性舗装	タイヤ/路面騒音の発生抑制
	水はねの防止	排水性舗装, 透水性舗装	雨水の路面下への浸透

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-4 表-2.4.3>

また、他の建設産業や他産業の発生材・再生資源などの利用も望まれている。これらの再生利用にあたっては、舗装材料としての品質や環境に対する安全性などを事前に確認しておくとともに、これらを利用した舗装材料が再生利用できるかどうかを確認しておく必要がある。各種発生材の再生利用の方法には種々のものがあるが、主な発生材と代表的な再生利用方法を表 1-6-2 に示す。

表 1-6-2 主な発生材と代表的な再生利用方法

発生分野	発生材の種類	代表的な再生利用方法
舗装	アスファルト・ コンクリート塊	再生加熱アスファルト混合物(プラント再生舗装工法)
		同上(路上表層再生工法)
	同上+路盤材	再生路盤材(プラント再生舗装工法)
		再生路盤材(路上路盤再生工法)
	軟弱路床土	構築路床(路床安定処理工法)
建設分野 (舗装以外)	コンクリート塊	再生路盤材(プラント再生舗装工法)
	建設発生土	構築路床(盛土材)
		路盤材(低品質の場合は安定処理を行う)
建設汚泥	構築路床(盛土材)(通常, 安定処理を行う)	
他産業	各種スラグ	路盤材, 骨材(アスファルト混合物用, 各種ブロック用)
	タイヤ, ガラス, 陶磁器など	特殊骨材(アスファルト混合物用)
		骨材(各種ブロック用)
	木片, 樹皮など	歩道および自転車道等の舗装用混入材

(注) 研究開発中のものを含む(平成 17 年 12 月現在)

<舗装設計便覧(H18.2) 2-4-4 表-2.4.4>

1-7 設計の考え方

舗装の設計とは、舗装が有すべき性能、すなわち設定された舗装の性能指標の値を設計期間にわたって満足するように、経済性や施工性を考慮して、その層の構成、材料、その他の詳細構造を決定することである。

舗装の種類および使用する材料や工法には、アスファルト系およびコンクリート系などの他にも多種多様なものがあるので、構造および材料の決定にあたっては、それぞれの舗装に要求される性能に応じた設計を行う必要がある。

なお、設計条件を満足する舗装断面案から最終的な舗装断面を選定する場合は、ライフサイクルコストの検討も含める。また、舗装に密接に関係する排水施設などの周辺施設は、舗装の設計と並行して設計する。

1-7-1 各層の役割

<舗装設計便覧(H18.2) 2-2-2>

(1) 表層

表層の役割は、舗装の最上部にあつて、交通の安全性、快適性など、路面の機能を確保することにある。なお、表層に関する留意点を以下に示す。

- ① 表層は、路面の機能に関する塑性変形輪数、平坦性および浸透水量など舗装の性能指標の値を一定の水準に確保して、路面の具体的なニーズに応える必要がある。
- ② コンクリート舗装の場合は、コンクリート版の表面が路面となり、表層の役割を果たす。
- ③ 予防的維持を目的として、表層の上に摩耗層などの表面処理層を設ける場合がある。

(2) 基層

基層の役割は、路盤の不陸を修正し、表層に加わる交通荷重を路盤に均等に分散させることである。なお、基層に関する留意点を以下に示す。

- ① 基層には、設計期間にわたって表層を支える十分な安定性、路盤のたわみに追従できる十分なたわみ性などが求められる。
- ② 舗装への要求によっては、基層にも表層と同様な浸透水量などの性能指標の値を確保することが必要となる。
- ③ 舗装厚が薄い場合は、基層を設けないこともある。
- ④ 基層には、コンクリート版等を用いることがある。
- ⑤ 橋面舗装において、コンクリート床版上の基層には不陸を修正する役割が、また鋼床版上の基層には防水機能が求められることもある。

(3) コンクリート版

コンクリート版の役割は、交通荷重を支持し、路盤以下に荷重を分散させることである。なお、コンクリート版に関する留意事項を以下に示す。

- ① コンクリート版には、疲労破壊抵抗性が求められる。また、別途表層を設けないコンクリート版には平坦性などの路面としての性能も求められる。

- ② コンクリート版は、連続鉄筋コンクリート版を除いて、温度変化や乾燥収縮による応力を低減するために適当な間隔に目地を設ける。

(4) 路盤

路盤の役割は、表層および基層に均一な支持基盤を与えるとともに、上層から伝えられた交通荷重を分散して路床に伝達することである。なお、路盤に関する留意点を以下に示す。

- ① 路盤には、支持基盤としての荷重分散効果だけでなく、舗装の設計期間にわたって路床の軟弱化や凍上の抑制など、構造的な耐久性が求められる。
- ② 路盤は、力学的だけでなく経済的にも釣り合いのとれた構成とするために、通常、上層路盤と下層路盤に分ける。これは、支持力の低い路床の上に良質で強度の大きい材料を直接設けたのでは、所定の機能を発揮できないため、下層路盤によってある程度の支持力を確保し、その上に上層路盤を施工することで所定の支持力を発揮させることを意図している。
- ③ 路盤は、路床土のポンピングを防止する役割をもつ。
- ④ コンクリート舗装の路盤の最上部に用いるアスファルト中間層は、耐久性や耐水性の向上などの役割をもつ。
- ⑤ 透水性舗装における路盤には、雨水等の一時貯留層としての役割をもつこともある。

(5) 構築路床

構築路床の役割は、路床(原地盤)、路体(原地盤)に交通荷重を均一に分散することである。構築路床は、寒冷地における路床の凍結融解の影響緩和、道路占有埋設物への交通荷重の影響緩和および舗装の設計、施工の効率性向上などを目的に、路床(原地盤)と一体になって均一な支持力を有するように、路床を改良したものである。

1-7-2 設計の流れ

<舗装設計便覧(H18.2) 2-3>

舗装の設計は、通常、次の三つの段階に大別される。

- ① 設計条件の設定
- ② 路面設計
- ③ 構造設計

①は、舗装の設計に必要な条件を把握する作業である。設計条件としては、舗装の目標として設定される設計期間、舗装計画交通量、性能指標が最も基本的なものであるが、このほかにも基盤条件や環境条件等がある。

②は、路面の平坦性、塑性変形抵抗性および透水性などの路面に求められる性能を確保するための検討を行う作業である。

③は、主に疲労破壊抵抗性を確保するための検討を行う作業である。

設計の流れを図 1-7-1 に示す。

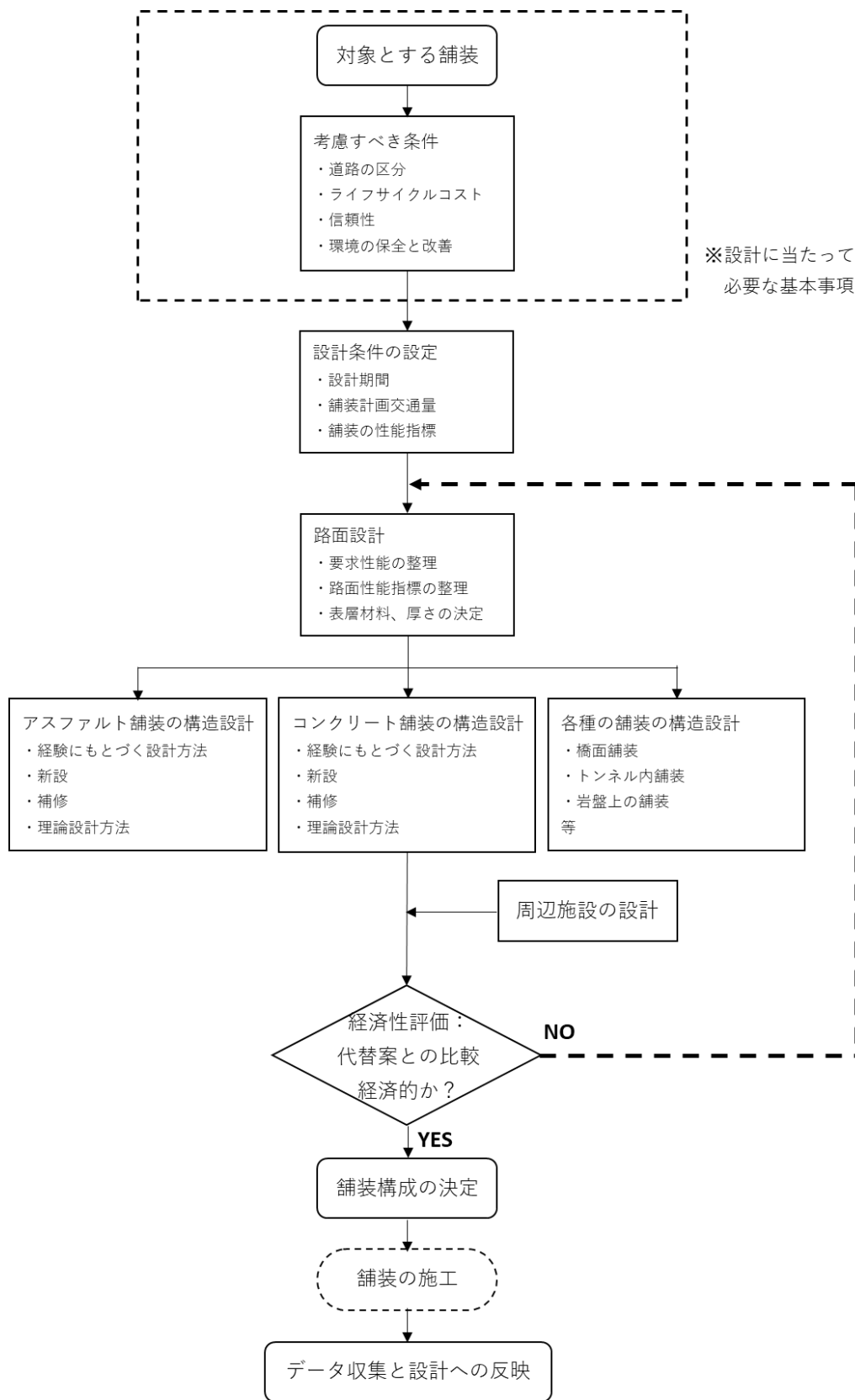


図 1-7-1 舗装の設計の流れ

<舗装設計便覧(H18.2) 2-3-2 図-2.3.1>

舗装の設計は、一般的に路面設計と構造設計に分けて行う。

路面設計は、塑性変形輪数、平たん性、浸透水量のように路面(表層)の性能に係わる表層の材料や厚さを決定するものである。使用する材料が路面の性能に大きく影響するので、設定した性能指標の値が設計期間にわたって得られるように材料選定を行う必要がある。

構造設計は、疲労破壊輪数のような舗装構造に対して設定された性能指標の値が得られるような各層の構成、すなわち各層の材料と厚さを決定するものである。設定された性能指標の値を満足するものであれば、使用材料および設計方法の選定は自由である。

舗装の設計区分、舗装の性能および設計のアウトプットの関係を表 1-7-1 に示す。

表 1-7-1 舗装の性能と設計のアウトプット

設計の区分	舗装の性能の例		設計のアウトプット ^(注)
路面設計	路面(表層)の性能	塑性変形抵抗性 平たん性 透水性、排水性 騒音低減 すべり抵抗性 など	①表層の使用材料 ②表層の厚さ (③基層の使用材料) (④基層の厚さ) (⑤施工方法)
構造設計	舗装構造の性能	疲労破壊抵抗性 透水性 その他	舗装構成 ①舗装を構成する層の数 ②各層の材料 ③各層の厚さ (④コンクリート版の強度)

(注) 「設計のアウトプット」欄の () 内の事項は、必要に応じて設計に組み入れる項目。

<舗装設計施工指針(H18.2) 3-3-1 表-3.3.1>

1-8 設計条件の設定

舗装の設計の基本的な目標として設計期間、舗装計画交通量、舗装の性能指標および性能指標の値を設定する。

1-8-1 舗装の設計期間

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-1>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-1>

舗装の計画を適切に行うため、路面の設計期間と舗装の設計期間を設定する。

(1) 路面の設計期間

- ① 路面の設計期間は、交通に供する路面が塑性変形抵抗性、平たん性などの性能を管理上の目標値以上に保持するための期間であり、路面設計に対する設計期間である。
- ② 路面の設計期間は、道路交通や沿道環境に及ぼす舗装工事の影響、道路の交通量およびその重要度、当該舗装のライフサイクルコスト、利用できる舗装技術等を総合的に勘案して道路管理者が適宜設定する。
- ③ 路面の設計期間は、一般に舗装の設計期間と同じかまたは短くする。

(2) 舗装の設計期間

- ① 舗装の設計期間は、交通による繰返し荷重に対する舗装構造全体の耐荷力を設定するための期間であり、疲労破壊によりひび割れが生じるまでの期間として設定される。
- ② 設計期間は、道路交通や沿道環境に及ぼす舗装工事の影響、道路の重要度および舗装計画交通量、当該舗装のライフサイクルコスト等を総合的に勘案して道路管理者が適宜設定するものとするが、当面、以下を標準とする。
 - ・一般国道、主要地方道および県道の新設、改築及び大規模な修繕(延長 200m以上の全層打ち換え)は、アスファルト舗装は 10 年または 20 年、コンクリート舗装は 20 年を目安とする。
 - ・現道拡幅等の場合、既設の舗装構成を勘案して設計期間を設定するものとする。上記によりがたい場合は、主務課と協議のこと。

1-8-2 舗装計画交通量

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-2>

設計対象となる普通道路および小型道路の舗装計画交通量を設定する。

(1) 舗装計画交通量

1) 普通道路

普通道路における舗装計画交通量とは、舗装の設計期間内の大型自動車の平均的な交通量のことであり、道路の計画期間内の最終年度の自動車交通量として規定される計画交通量とは異なる。

この舗装計画交通量は、一方向 2 車線以下の道路においては、大型自動車の一方向当たりの日交通量のすべてが 1 車線を通過するものとして算定する。一方向 3 車線以上の道路においては、各車線の大型自動車の交通の分布状況を勘案して、大型自動車の方向別の日交通量の 70~100%が 1 車線を通過するものとして算定する。

2) 小型道路

小型道路における舗装計画交通量とは、舗装の設計期間内の小型貨物自動車の平均的な交通量のことである。

この舗装計画交通量は、小型貨物自動車の一方向当たりの日交通量のすべてが 1 車線を通過するものとして算出する。

(2) 設定上の留意点

普通道路および小型道路の舗装計画交通量の設定は、次のような点に留意して行う。

- ① 舗装計画交通量は、道路の計画交通量、自動車の重量、舗装の設計期間等を考慮して道路管理者が定める。
- ② 道路の新設、改築の場合のように将来交通量の予測値がある場合、舗装計画交通量は当該道路の計画交通量や交通量の伸び率から算出して設定する。
- ③ 現道拡幅や修繕の場合のように将来交通量の予測値がない場合、舗装計画交通量は現在の交通量と将来の伸び率から算定する。

1-8-3 舗装の性能指標

舗装の性能指標とは、道路利用者や沿道住民によって舗装に要求される様々な機能に応えるために性能毎に設定する指標のことをいい、この性能指標を定めることにより、設計の目標が明らかとなる。舗装の性能指標及びその値は、道路の存する地域の地質及び気象の状況、交通の状況、沿道の土地利用状況等を勘案して、舗装の現在の状況毎に、道路管理者が任意に設定する。疲労破壊輪数、塑性変形輪数および平坦性は必須の舗装の性能指標である。また、排水性・透水性の場合、浸透水量も必須の性能指標である。

車道および側帯の性能指標の例は図 1-8-1 に示すとおりである。

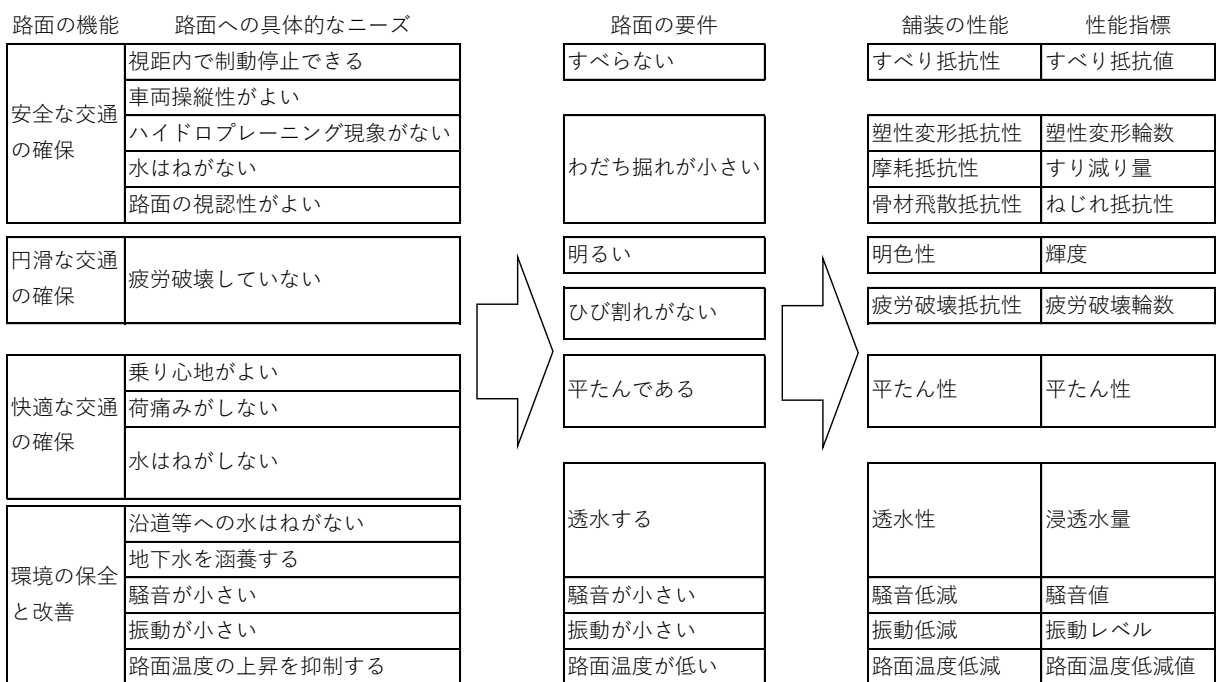


図 1-8-1 車道及び側帯の舗装における性能指標の例

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-3 図-2.3.2>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-3 図-3.2.1>

設定上の留意点

舗装の性能指標およびその値の設定は、次のような点に留意して行う。

- ① 舗装の性能指標は、原則として車道および側帯の舗装の新設、改築および大規模な修繕(延長200m以上の全層打ち換え)の場合に設定する。
- ② 舗装の性能指標およびその値は、道路の存する地域の地質および気象の状況、交通の状況、沿道の土地利用状況等を勘案して、舗装がおかれている状況ごとに道路管理者が任意に設定する。
- ③ 舗装の性能指標の値は施工直後の値とするが、施工直後の値だけでは性能の確認が不十分である場合には、必要に応じ、供用後一定期間を経た時点での値を設定する。
- ④ 疲労破壊輪数、塑性変形輪数および平坦性は必須の舗装の性能指標であるので、路肩全体やバス停などを除き必ず設定する。

- ⑤ 雨水を道路の路面下に円滑に浸透させることができる構造とする場合には、舗装の性能指標として浸透水量を設定する。
- ⑥ 騒音値、すべり抵抗値などの舗装の性能指標は、それぞれ必要に応じて設定する。

1-8-4 舗装の性能指標の値

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-3>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-3>

(1) 疲労破壊輪数

① 普通道路

普通道路の疲労破壊輪数は、舗装路面に49kNの輪荷重を繰り返し加えた場合に、舗装に疲労破壊によるひび割れが生じるまでに要する回数で、舗装を構成する各層の厚さおよび材質が同一である区間毎に定める。

車道および側帯の舗装の施工直後の疲労破壊輪数(標準荷重49kN)は、舗装計画交通量に応じて表1-8-1に示す値以上で設定する。舗装の設計期間が10年以外の場合は、当該設計期間の10年に対する割合を乗じた値以上とする。なお、表中の20年設計の疲労破壊輪数は、10年の疲労破壊輪数の基準値を2倍にして定めたものである。

アスファルト舗装の設計期間を20年(20年設計)とする場合の疲労破壊輪数は、原則として $N_5 \sim N_7$ 交通に適用する。

なお、橋、高架の道路、トンネルその他これらに類する構造の道路における舗装等舗装以外の構造と一体となって耐荷力を有する場合においては表1-8-1によらず設定することができる。

これにより難しい場合は、主務課と協議のこと。

表 1-8-1 疲労破壊輪数の基準値(普通道路、標準荷重49kN)

交通量区分	舗装計画交通量 (単位：台/日・方向)	疲労破壊輪数 (単位：回/10年)	疲労破壊輪数 (単位：回/20年)
N ₁	15未満	1,500	-
N ₂	15以上40未満	7,000	-
N ₃	40以上100未満	30,000	-
N ₄	100以上250未満	150,000	-
N ₅	250以上1,000未満	1,000,000	2,000,000
N ₆	1,000以上3,000未満	7,000,000	14,000,000
N ₇	3,000以上	35,000,000	70,000,000

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-3 表-2.3.2>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-3 表-3.2.2>

② 小型道路

小型道路の疲労破壊輪数については、舗装設計施工指針および舗装設計便覧を参照のこと。

(2) 塑性変形輪数

① 普通道路

普通道路の塑性変形輪数は、表層温度が60℃の舗装路面に49kNの輪荷重を繰り返し加えた場合に、当該舗装路面が下方に1mm変位するまでに要する回数で、舗装の表層の厚さ及び材質が同一である区間ごとに定める。

車道及び側帯の舗装の施工直後の塑性変形輪数は、道路の区分と舗装計画交通量に応じて表1-8-2に示す値以上で設定する。なお、設計期間が20年の場合でも表中の基準値を採用してよい。これは、20年設計の舗装構造は10年設計に比べ厚くなり、表層・路盤等の塑性変形が小さくなることを考慮し、表層の塑性変形輪数の基準値として10年のものが適用できると判断したためである。

ただし、積雪寒冷地域に存する道路、近い将来に路上工事が予定されている道路、その他特別な理由によりやむを得ない場合においては、この基準値によらずに設定することができる。

表 1-8-2 塑性変形輪数の基準値(普通道路, 標準荷重 49kN)

区 分	舗装計画交通量 (単位：台/日・方向)	塑性変形輪数 (単位：回/mm)
第1種、第2種、第3種 第1級および 第2級、第4種第1級	3,000 以上	3,000
	3,000 未満	1,500
そ の 他		500

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-3表-2.3.4>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-3表-3.2.4>

② 小型道路

小型道路の塑性変形輪数は、普通道路と同様に定める。

車道および側帯の舗装の施工直後の塑性変形輪数は、道路の区分や舗装計画交通量に係わらず500回/mm以上で設定する。

ただし、この場合の性能評価法の試験条件は普通道路と同じとする。

(3) 平たん性

平たん性は舗装の表層の厚さ及び材質が同一である区間毎に定める。

普通道路の車道及び側帯の舗装の施工直後の平たん性は、2.4mm以下で設定するが、沿道の環境保全(振動・騒音)への要求などを考慮して適切な値を設定する。

(4) 浸透水量

浸透水量は舗装の表層の厚さおよび材質が同一である区間毎に定める。

排水性舗装、透水性舗装など雨水を路面下に浸透させることができる舗装構造とする場合の普通道路の施工直後の浸透水量は、道路の区分に応じ表1-8-3に示す値以上で設定する。ただし、積雪寒冷地域に存する道路、近い将来に路上工事が予定されている道路、その他特別な理由によりやむを得ない場合においては、この基準値によらずに設定することができる。

表 1-8-3 浸透水量の基準値(普通道路, 標準荷重 49kN)

区 分	浸透水量 (単位 : ml/15s)
第 1 種、第 2 種、第 3 種第 1 級 および第 2 級、第 4 種第 1 級	1,000
そ の 他	300

<舗装設計施工指針(H18.2) 2-3-3 表-2.3.5>

<舗装設計便覧(H18.2) 3-2-3 表-3.2.5>

(5) その他

騒音値、すべり抵抗性などの舗装の性能指標およびその値は、舗装の目的、用途などを勘案したうえで実測例などを参考に設定する。

1-9 舗装の種類

舗装の設計は、道路の状況、沿道の状況を調査し、環境の保全と改善などを勘案したうえで、適切な舗装の性能を設定し、その性能を設計期間にわたって確保できるように行う。舗装の種類、使用材料を検討するにあたって考慮すべき事項を以下に示す。

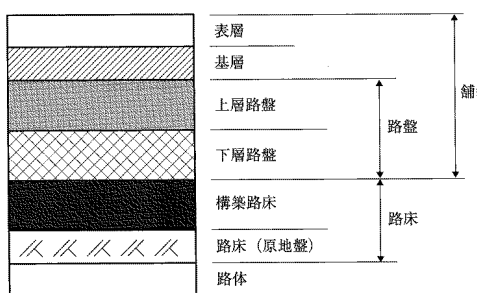
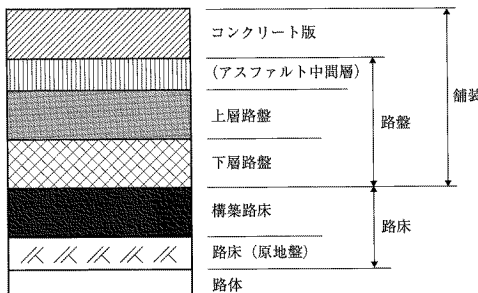
1-9-1 アスファルト舗装を採用する場合

- (1) 現道工事で舗装工事によって自動車等の交通に支障を及ぼす度合いが大きい場合
- (2) 高盛土区間等で地盤の沈下、路床、路体の沈下が予想される場合

1-9-2 コンクリート舗装を採用する場合

- (1) 舗装設計施工指針により設計した場合にアスファルト舗装の工費と比較して安価となる場合
(ただし、施工規模や作業効率、維持管理のしやすさなどを勘案し総合的に判断する。)
- (2) 地下水の影響などによりアスファルト舗装にはく離現象の助長が予想される場合
- (3) 現道工事であっても、舗装工事によって自動車等の交通に支障を及ぼす度合いが比較的軽い場合
- (4) トンネル内における舗装

表 1-9-1 アスファルト舗装とコンクリート舗装の特徴

項目	アスファルト舗装	コンクリート舗装
設計年数	設計の目標は10年または20年とする。ただし、道路環境条件等に応じて適宜設定できる。	設計の目標は一般的に20年とする。ただし、道路環境条件等に応じて適宜設定できる。
耐変形性・耐摩耗性	変形してわだち掘れを生じやすい。チェーン等による摩耗に対して抵抗が小さい。	わだち掘れのような変形を生じにくく、耐摩耗性も一般に大きい。
騒音・振動	コンクリート舗装に比べて騒音、振動ともに小さい。	目地による振動、粗面による騒音が問題となることがある。
明色性	路面反射が弱く、トンネル内等での走行性に劣る。	夜間、トンネル内等で明るい。
平坦性	コンクリート舗装より優れている。	-
施工性	一般にコンクリート舗装に比べ、施工上の制約を受ける事項が少なく、その施工速度は大きい。	施工機械が長大編成となり、路床仕上げ状態の良好さの引き渡し等制約条件を受け、アスファルト舗装に比べその施工速度は小さい。
維持修繕の容易さ	簡易な工法で維持修繕が可能である。	比較的規模の大きい工法を採用しなければならないので、軟弱地盤への適用は問題がある。
建設費と維持費	建設費は、コンクリート舗装に比べて安い。	建設費はアスファルト舗装に比べ高い。打換える場合は、アスファルト舗装より高い。
舗装構成と各層の名称	 <p> <舗装設計施工指針(H18.2) 3-2-1 図-3.2.2> <舗装設計便覧(H18.2) 2-2-1 図-2.2.2> 【図-3.2.2 アスファルト舗装各層の名称】 </p>	 <p> <舗装設計施工指針(H18.2) 3-2-1 図-3.2.3> <舗装設計便覧(H18.2) 2-2-1 図-2.2.3> 【図-3.2.3 コンクリート舗装各層の名称】 </p>

新設・修繕工事いずれの場合においても図 1-9-1 を参考に舗装工種の選定を行う。

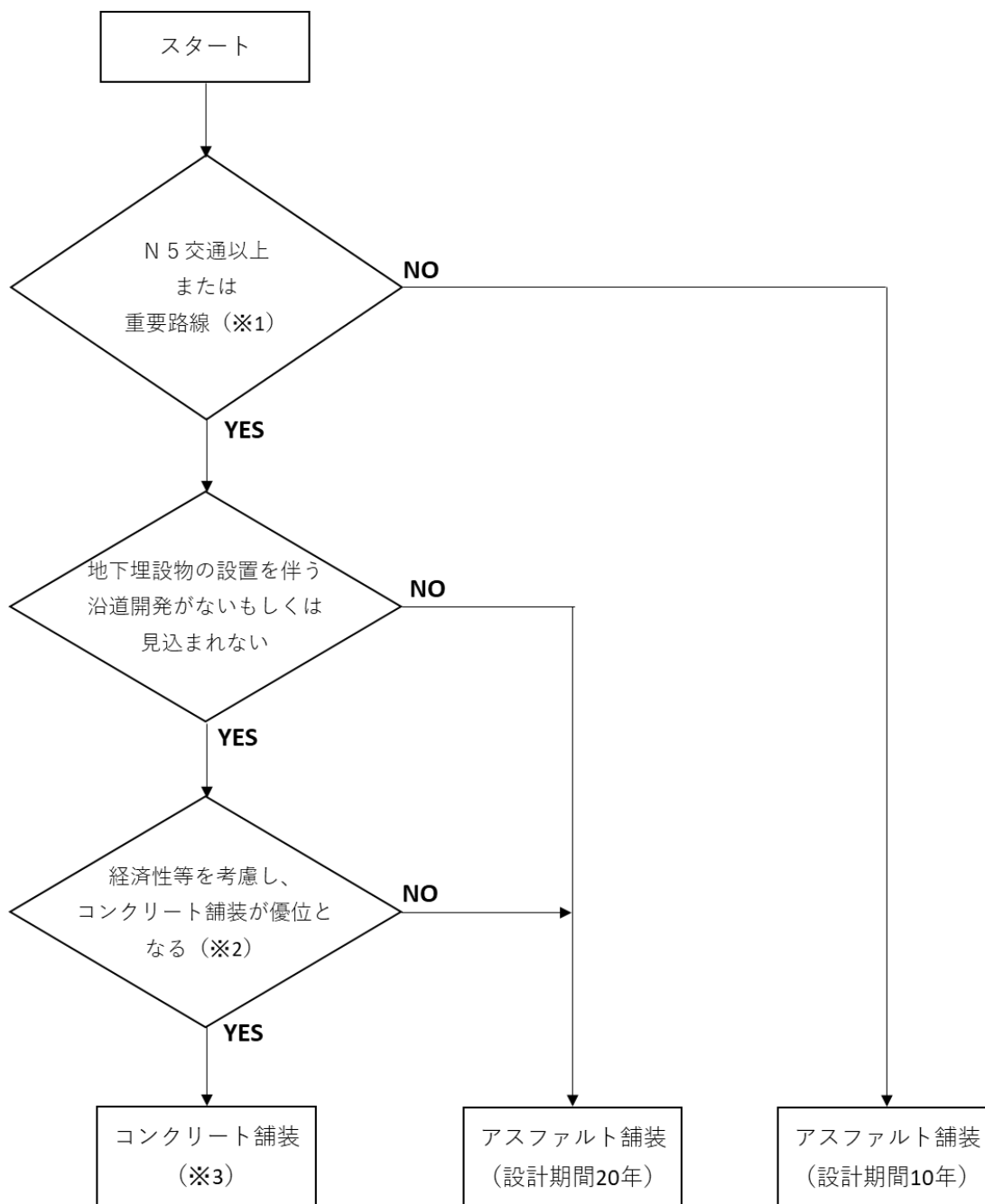


図 1-9-1 舗装工種の選定フロー

留意事項

- 重要路線とは、道路土工構造物技術基準・同解説（H29年3月公益社団法人日本道路協会）に規定の「重要度1」に該当する路線とし、復興まちづくり・交流ネットワーク基盤強化プロジェクト路線を含む。（※1）
- 経済性等は、平成31年3月20日「舗装工種選定方法の試行について（通知）」を参考とする。（※2）
- 無散水消雪など現場の実情に配慮する必要がある場合は、上記フローによらず選択できる。
- コンクリート舗装とアスファルト舗装（設計20年）は、今後の補修実績などを踏まえて、適宜見直しを行う。
- 供用数年後にデータ収集を行うことから、コンクリート舗装を選定する場合は、道路整備課へ選定方法等を報告すること。（※3）

2. アスファルト舗装

2-1 アスファルト舗装の構造設計

アスファルト舗装を設計する場合は T_A 法による設計を行うものとし、舗装設計施工指針(H18.2)第3章、付録—4 および舗装設計便覧(H18.2)第5章によって設計するものとする。

2-1-1 アスファルト舗装の設計

- (1) アスファルト舗装の設計は、信頼性を考慮した T_A 法による設計を行うものとする。また、その信頼度は一般国道、主要地方道および県道、重要幹線道路・災害時緊急輸送道路の場合原則 90%とする。ただし交通区分 $N_1 \sim N_3$ の道路、迂回路および工事用道路等については、現場条件・経済性等を勘案し 50~75%とすることもできる。
- (2) 路床の構築は、現状路床の設計CBRが3未満の場合、または3以上であっても路床改良等を行った方が有利な場合は、現状路床の改良を積極的に行うこととする。なお、改良等を行った路床の設計CBRは3以上とし、その目的と妥当性を検証する。
- (3) 特殊な工法や材料を採用する場合(排水性舗装、透水性舗装、フルデプスアスファルト舗装、コンポジット舗装、ブロック系舗装、土系舗装等)は、所内管理担当課と協議の後に主務課と協議することとする。
- (4) 舗装材料については、原則再生材を使用する。再生材の使用については、平成11年3月10日付け土検第75号「公共工事における建設副産物の再生利用促進に関する当面の運用について」の一部改正について(通知)に従うこと。
- (5) 舗装構成の決定にあたっては、施工上その他やむを得ない場合を除き、工事費の比較を行って安価なものを採用することを原則とする。また、下層より上層の方が厚くならないよう、舗装厚のバランスを考慮して舗装構成を決定することとする。
- (6) 上層路盤に瀝青安定処理(加熱混合)を採用するにあたっては、舗装厚に制限がある場合等を除き経済比較を行い決定するものとする。
- (7) 寒冷地域の舗装では、理論最大凍結深さから求めた必要な凍結深さ(置換え深さ)と舗装の厚さとを比較し、もし凍結深さが大きい場合は、路盤の下にその厚さの差だけ、凍上の生じにくい材料の層を設ける。この部分を凍上抑制層と呼び、路床の一部と考えるとともに T_A の計算に含めない。
置換えの深さは設計期間 n 年に一度生じる理論最大凍結深さの 70%の値あるいは経験値とする。しかし、舗装の一部に断熱性の高い材料を使用する場合は、別途検討する必要がある。

(8) 直線区間における横断勾配は1.5%~2.0%を標準とする。

2-1-2 アスファルト舗装の設計期間

アスファルト舗装の20年設計を導入する際は、工事の影響による経済便益や沿道環境を考慮して導入箇所を検討する。

以下に20年設計が有効な箇所と有効と思われない箇所を示す。

(1) 20年設計が有効な箇所

- ・すべての国道
- ・交通量区分 N_5 以上の県道(直近の交通量センサス)
- ・重要幹線道路
- ・災害時緊急輸送道路
- ・路上路盤再生工または打換え工を実施する箇所(修繕工事の場合)
- ・その他沿道環境等により、交通量区分にかかわらず20年設計の導入が有効である箇所

(2) 20年設計が有効と思われない箇所

- ・20年設計時の凍結深さが既設舗装構成(10年設計)よりも大きくなる箇所
- ・軟弱地盤等により路床以下の支持力が不足と想定される箇所
- ・埋設管等が存在し、20年設計導入により施工性や経済性が著しく低下する箇所

2-1-3 構造設計の手順

T_A 法によるアスファルト舗装の構造設計の手順を図2-1-1に示す。

なお、設計にあたっては路床の支持力等構造設計の検討に必要な情報を精査した上で行う。軟弱路床や局所的な湧水の発覚により現状の設計では重大な損傷に繋がるおそれがある場合には適宜設計の見直しを検討すること。

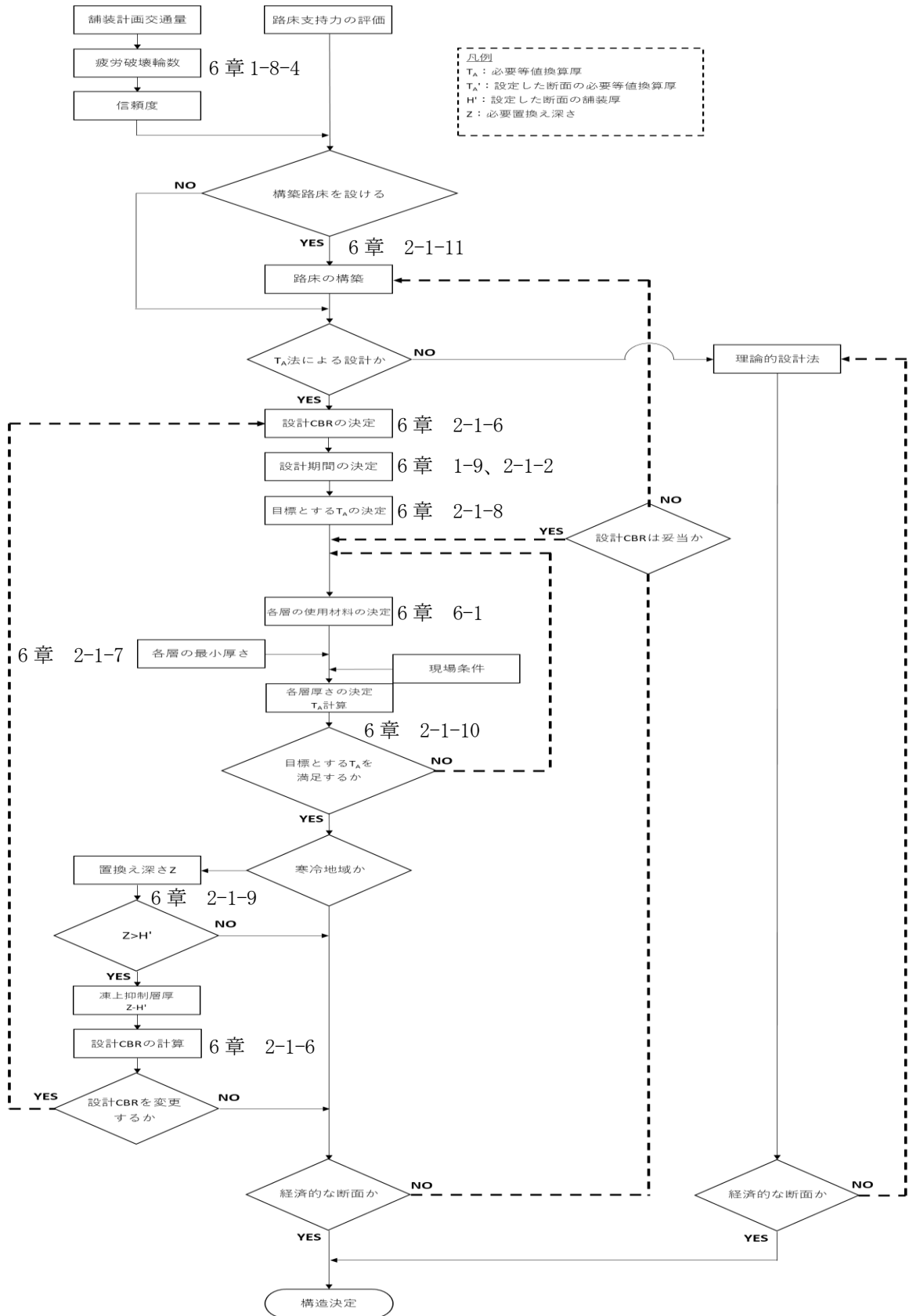


図 2-1-1 T_A 法による構造設計の具体的な手順

準用：＜舗装設計施工指針(H18.2) 3-6-1 図-3.6.1＞

＜舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 図-5.2.1＞

2-1-4 アスファルト舗装の材料

<舗装施工便覧(H18.2) 5-2-1、6-2-2>

(1) アスファルト混合物の種類

アスファルト混合物の種類は表 2-1-1 に示すものがある。

表 2-1-1 アスファルト混合物の種類

使用層	一般地域	積雪寒冷地域
基層	①粗粒度アスファルト混合物(20)	
表層	②密粒度アスファルト混合物(20, 13) ③細粒度アスファルト混合物(13) ④密粒度ギャップアスファルト混合物(13) ⑨開粒度アスファルト混合物(13)	⑤密粒度アスファルト混合物(20F, 13F) ⑥細粒度ギャップアスファルト混合物(13F) ⑦細粒度アスファルト混合物(13F) ⑧密粒度ギャップアスファルト混合物(13F)
	⑩ポーラスアスファルト混合物(20, 13)	

(注1) ()内の数字は最大粒径を表す。

(注2) Fはフィラーを多く使用することを示す。

(注3) 粒度が不連続なものをギャップアスファルト混合物という。

(注4) 開粒度アスファルト舗装(13)は、すべり止め舗装として車道舗装、また歩道の透水性舗装などに用いられる。

<舗装施工便覧(H18.2) 6-2-2 表-6.2.1>

また、各種混合物の標準粒度を表 2-1-2 に示す。

表 2-1-2 各種混合物の標準粒度

混合物の種類	①粗粒度アスファルト混合物	②密粒度アスファルト混合物		③細粒度アスファルト混合物	④密粒度ギャップアスファルト混合物	⑤密粒度アスファルト混合物		⑥細粒度ギャップアスファルト混合物	⑦細粒度アスファルト混合物	⑧密粒度ギャップアスファルト混合物	⑨開粒度アスファルト混合物	⑩ポーラスアスファルト混合物	
	(20)	(20)	(13)	(13)	(13)	(20F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13)	(20)	(13)
仕上り厚cm	4~6	4~6	3~5	3~5	3~5	4~6	3~5	3~5	3~4	3~5	3~4	4~5	4~5
最大粒径mm	20	20	13	13	13	20	13	13	13	13	13	20	13
通過百分率%	26.5mm	100	100	-	-	-	100	-	-	-	-	100	-
	19mm	95~100	95~100	100	100	100	95~100	100	100	100	100	95~100	100
	13.2mm	70~90	75~90	95~100	95~100	95~100	75~95	95~100	95~100	95~100	95~100	64~84	90~100
	4.75mm	35~55	45~65	55~70	65~80	35~55	52~72	60~80	75~90	45~65	23~45	10~31	11~35
	2.36mm	20~35	35~50		50~65	30~45	40~60	45~65	65~80	30~45	15~30	10~20	
	600μm	11~23	18~30		25~40	20~40	25~45	40~60	40~65	25~40	8~20	-	-
	300μm	5~16	10~21		12~27	15~30	16~33	20~45	20~45	20~40	4~15	-	-
150μm	4~12	6~16		8~20	5~15	8~21	10~25	15~30	10~25	4~10	-	-	
75μm	2~7	4~8		4~10	4~10	6~11	8~13	8~15	8~12	2~7	3~7		
アスファルト量%	4.5~6	5~7		6~8	4.5~6.5	6~8	6~8	7.5~9.5	5.5~7.5	3.5~5.5	4~6		

<舗装設計施工指針(H18.2) 付録-8 付表-8.1.7>

そして、各種混合物のマーシャル基準値を表 2-1-3 に示す。

表 2-1-3 マーシャル試験基準値

混合物の種類	①	②		③	④	⑤		⑥	⑦	⑧	⑨	
	粗粒度 アスファルト 混合物	密粒度 アスファルト 混合物		細粒度 アスファルト 混合物	密粒度 ギャップ アスファルト 混合物	密粒度 アスファルト 混合物		細粒度 ギャップ アスファルト 混合物	細粒度 アスファルト 混合物	密粒度 ギャップ アスファルト 混合物	開粒度 アスファルト 混合物	
	(20)	(20)	(13)	(13)	(13)	(20F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13F)	(13)	
突固め回数	1,000≦T	75					50					75
回数	T<1,000	50					50					50
空隙率	%	3~7	3~6		3~7	3~5		2~5	3~5	-		
飽和度	%	65~85	70~85		65~85	75~85		75~90	75~85	-		
安定度	kN	4.90以上	4.90(7.35)以上	4.90以上				3.43以上	4.90以上	3.43以上		
フロー値	1/100cm	20~40							20~80	20~40		

(注 1) T: 舗装計画交通量(台/日・方向)

(注 2) 積雪寒冷地域の場合や、1,000≦T≦3,000(N₆交通)であっても流動によるわだち掘れのおそれが少ないところでは突固め回数を 50 回とする。

(注 3) () 内は 1,000≦T(N₆交通以上)で突固め回数を 75 回とする場合の基準値を示す。

(注 4) 水の影響を受けやすいと思われる混合物またはそのような箇所に舗設される混合物は、次式で求めた残留安定度が 75%以上であることが望ましい。

$$\text{残留安定度 (\%)} = (60^\circ\text{C、48 時間水浸後の安定度 (kN)} / \text{安定度 (kN)}) \times 100$$

(注 5) 開粒度アスファルト混合物を歩道部の透水性舗装の表層として用いる場合、一般に突固め回数を 50 回とする。

<舗装設計施工指針(H18.2) 付録-8 付表-8.1.8>

(2) アスファルト混合物の選定上の留意点

- ① 基層には、通常、粗粒度アスファルト混合物を用いる。
- ② 積雪寒冷地の表層には、通常、耐摩耗性に優れる F 付きの混合物を用いる。ただし、F 付きの混合物は細粒分が多いため耐流動性に劣る傾向がある。
- ③ 大型車交通量が多い箇所の表層には、一般に耐流動性およびひび割れ抵抗性に優れた混合物を選定する。また、修繕工において既設舗装の破損が激しく舗装厚が増厚できない場合、切削オーバーレイおよび再生路盤工を用いる時の混合物には同様に耐流動性およびひび割れ抵抗性に優れた混合物を適用すると良い。
交通量の少ない箇所の表層には、たわみ性や耐水性に富み、ひび割れの起こりにくい混合物を選定する。
- ④ 骨材の最大粒径が 20 mm のものと 13 mm のものとを比較すると、一般に、前者は耐流動性、耐摩耗性、すべり抵抗性などの品質に優れ、後者は耐水性やひび割れに対する抵抗性に優れている。
- ⑤ 表層用混合物の種類と特性および主な使用箇所は、表 2-1-4 のとおりである。

表 2-1-4 表層用混合物の種類と特性および主な使用箇所

アスファルト混合物	特 性					主な使用箇所		
	耐 流 動 性	耐 摩 耗 性	す べ り 抵 抗 性	耐 水 性・ 耐 ひ び 割 れ	透 水 性	一 般 地 域	積 雪 寒 冷 地 域	急 勾 配 坂 路
②密粒度アスファルト混合物(20, 13)						※		※
③細粒度アスファルト混合物(13)	△			○		※		
④密粒度ギャップアスファルト混合物(13)			○			※		※
⑤密粒度アスファルト混合物(20F, 13F)	△	○					※	
⑥細粒度ギャップアスファルト混合物(13F)	△	○		○			※	
⑦細粒度アスファルト混合物(13F)	△	○		○			※	
⑧密粒度ギャップアスファルト混合物(13F)	△	○	○				※	※
⑨開粒度アスファルト混合物(13)		△	○		○	※		
⑩ポーラスアスファルト混合物(20, 13)	○	△	○		○	※	※	

(注1) 特性欄の○印は、②密粒度アスファルト混合物を標準とした場合、これより優れていることを、無印は同等であることを、△印は劣ることを示す。

(注2) △印の場合、その特性を改善するために改質アスファルトを使用することもある。

(注3) 主な使用箇所欄の※印は、使用実績の多い地域、場所を示す。

(注4) ⑦細粒度アスファルト混合物(13F)は歩行者系道路舗装の表層として用いられることもある。

(注5) ⑩ポーラスアスファルト混合物(20, 13)は、排水性舗装や低騒音舗装、車道の透水性舗装の表層あるいは表・基層に用いられる。

<舗装施工便覧(H18.2) 6-2-2表-6.2.2>

(3) 福島県において使用するアスファルト混合物の標準的な考え方

福島県において使用するアスファルト混合物は、後述する本章第6項の「6-1 加熱アスファルト混合物の使用区分」を標準とする。

また、現下の状況を鑑みると、材料開発の進展により疲労破壊抵抗性や塑性変形抵抗性に優れた特殊改質アスファルトを用いたアスファルト混合物が普及しており、福島県でも疲労破壊抵抗性に卓越したアスファルト混合物を使用した事例が散見される。このように、標準的な混合物は上記に記載されているものとするが、早期劣化が確認されている道路または予測される道路、重要度が高い道路等において、長寿命化やLCCの観点から有効とされる場合には特殊改質アスファルト混合物のような新技術を積極的に採用するものとする。

2-1-5 等値換算係数

アスファルト舗装に使用する材料の等値換算係数は、表 2-1-5 に示すものとする。ただし、舗装の構造設計に用いる再生材の等値換算係数は「舗装再生便覧」巻末資料に示すものを用いるものとする。

表 2-1-5 舗装各層に用いる材料・工法の等値換算係数

使用する層	材 料 ・ 工 法	品 質 規 格	等値換算係数 a
表 層 基 層	加熱アスファルト混合物	ストレートアスファルトまたは改質アスファルトを使用。混合物の性状は舗装設計施工指針(H18.2)P195 による。	1.00
上層路盤	瀝青安定処理	加熱混合：安定度 3.43kN 以上	0.80
		常温混合：安定度 2.45kN 以上	0.55
	セメント・瀝青安定処理	一軸圧縮強さ 1.5~2.9MPa 一次変位量 5~30(1/100 cm) 残留強度率 65%以上	0.65
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ [7 日] 2.9MPa	0.55
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ [10 日] 0.98MPa	0.45
	粒度調整砕石・粒度調整鉄鋼スラグ	修正 C B R 80 以上	0.35
下層路盤	クラッシュラン、鉄鋼スラグ、砂など	修正 C B R 30 以上	0.25
		修正 C B R 20 以上 30 未満	0.20
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ [7 日] 0.98MPa	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ [10 日] 0.7MPa	0.25

注：

- 表層、基層の加熱アスファルト混合物に改質アスファルトを使用する場合には、その強度や材料特性に応じて適切に等値換算係数 a を設定することが重要である。
なお、特殊改質アスファルトを用いた混合物の等値換算係数の算出方法については、参考資料-2 を参考にしてもよい。
- 安定度とは、マーシャル安定度試験により得られる安定度 (kN) をいう。この試験は、直径 101.6 mm のモールドを用いて作製した高さ 63.5±1.3 mm の円柱形の供試体を 60±1℃ の下で、円形の載荷ヘッドにより載荷速度 50±5 mm/分 で載荷する。
- 一軸圧縮強さとは、安定処理混合物の安定剤の添加量を決定することを目的として実施される一軸圧縮試験により得られる強度 (MPa) をいう。
- 一次変位量とは、セメント・瀝青安定処理路盤材料の配合設計を目的として実施される一軸圧縮試験により得られる一軸圧縮強さ発現時における供試体の変位量 (1/100 cm) をいう。この試験は、直径 101.6 mm のモールドを用いて作製した高さ 68.0±1.3 mm の円柱形の供試体を載荷速度 1 mm/分 で載荷する。
- 残留強度率とは、一軸圧縮強さ発現時からさらに供試体を圧縮し、一次変位量と同じ変位量を示した時点の強度の一軸圧縮強さに対する割合をいう。
- 修正 C B R とは、修正 C B R 試験により得られる標準荷重強さに対する相対的な荷重強さ (%) をいう。

<舗装設計施工指針(H18.2) 付録-4 付表-4.1>

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.11>

2-1-6 設計CBR

(1) 区間のCBR

路床工の予備調査およびCBR試験の結果より、区間のCBRを以下の手順により定める。

- ① 路床が深さ方向に異なるいくつかの層をなしている場合には、その地点のCBRは路床面から路床下面までの各層のCBRを用いて、下式によって求まる値(CBR_m)とする。なお、路床厚さは一般に100cmを用いるので、その場合はh=100となる。

路床の土質が同一の区間で、極端な値が得られた地点では試験法などに誤りがなかったかどうか確認するとともに、その値を棄却するかどうか判定が必要となる。棄却判定の方法については、舗装設計便覧(H18.2)P72を参照とする。

$$CBR_m = \left[\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{h} \right]^3 \quad \dots \text{式 2-1}$$

ここに CBR_m : m地点のCBR

CBR₁、CBR₂、CBR_n : m地点の各層のCBR

h₁、h₂、h_n : m地点の各層の厚さ (cm)

h : 各層の厚さの合計

- ② 同一の舗装厚で施工する区間を決定し、この区間の中にあるCBR_mのうち、極端な値を除いて、下式より区間のCBRを求める。

$$\text{区間のCBR} = \text{各地点のCBR}_m \text{の平均値} - \text{各地点のCBR}_m \text{の標準偏差} \quad \dots \text{式 2-2}$$

CBR試験の詳細について表2-1-6に示す。

表 2-1-6 路床土の CBR 試験

項目	区分	内 容
CBR 試験	試料採取場所	盛土路床 土取り場の露出面より 50 cm 以上深い箇所から乱した状態で、路床土となる土を採取して CBR 試験を行う。
		切土路床 ・路床面下 50 cm 以上深い箇所から乱した状態で土を採取する。 ・路床面下 1m 位の間で土質が変化している場合には、各層の土を採取して CBR 試験を行う。 ・補修工事などで既設舗装の路床土を採取する場合は、設定した路床厚さの中央部よりも深い位置から採取する。
	試料採取箇所数	CBR 試験用の試料の採取は、調査区間が比較的短い場合や、路床土がほぼ同一と見なされる場合であっても、道路延長上に 3 箇所以上とすることが望ましい。
	試料採取時期	試料の採取は雨期や凍結融解時期を避ける。寒冷地域では融解期が終了したと思われる時期(通常 5~6 月)に行う。
	乱さない試料を用いる場合	・切土路床などで、乱すことで極端に CBR 値が小さくなることが経験的にわかっており、しかも路床土をほとんど乱すことなく施工できる場合は、乱さない試料の CBR を用いてもよい。 ・乱さない試料は路床面より 50 cm 以上深い箇所から採取し、含水比を変化させないようにして試験室に送る。
その他	・路床に多量のレキなどが含まれていて、これらを除いて試験することが現場を代表しない場合などには、平板載荷試験による K 値や経験などを参考にして CBR 値を推定する。 ・砂利道上に舗装する場合の CBR 試験は、切土路床に準じて行えばよい。	

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.2>

(2) 設計 CBR

設計 CBR は、区間の CBR から表 2-1-7 により求める。

表 2-1-7 区間の CBR と設計 CBR の関係

区間の CBR	設計 CBR
(2 以上 3 未満)	(2)
3 以上 4 未満	3
4 以上 6 未満	4
6 以上 8 未満	6
8 以上 12 未満	8
12 以上 20 未満	12
20 以上	20

(注) () は、打換え工事などで既存の路床の設計 CBR が 2 であるものの、構築路床を設けることが困難な場合に適用する。

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.3>

2-1-7 舗装構成

(1) 表層と基層を加えた最小厚さ

表層と基層を加えた最小厚さは表 2-1-8 のとおりである。

表 2-1-8 表層と基層を加えた最小厚さ

交通量区分	舗装計画交通量 (単位：台/日・方向)	表層と基層を加えた 最小厚さ (cm)
N_1	15 未満	4 (3)
N_2	15 以上 40 未満	4 (3)
N_3	40 以上 100 未満	5
N_4	100 以上 250 未満	5
N_5	250 以上 1,000 未満	10 (5)
N_6	1,000 以上 3,000 未満	15 (10)
N_7	3,000 以上	20 (15)

(注 1) ()内は上層路盤に瀝青安定処理工法およびセメント・瀝青安定処理工法を用いる場合の最小厚さを示す。

(注 2) 交通量区分 N_1 、 N_2 にあつて、大型車交通量をあまり考慮する必要がない場合には、瀝青安定処理工法およびセメント・瀝青安定処理工法の有無によらず、最小厚さは 3 cm とすることができる。

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.8>

(2) 路盤各層の最小厚さ

表 2-1-9 路盤各層の最小厚さ(舗装設計交通量 40 台/日・方向以上)

工 法 ・ 材 料	1 層の最小厚さ
瀝青安定処理(加熱混合式)	最大粒径の 2 倍かつ 5cm
その他の路盤材	最大粒径の 3 倍かつ 10cm

(注) その他の路盤材は最大粒径 40 mm を標準とすることから実質最小厚さは 15 cm とする。

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.9>

表 2-1-10 路盤各層の最小厚さ(舗装設計交通量 40 台/日・方向未満)

工 法 ・ 材 料	1 層の最小厚さ
粒度調整碎石,クラッシュラン	7 cm
瀝青安定処理(常温混合式)	7 cm
瀝青安定処理(加熱混合式)	5 cm
セメント・瀝青安定処理	7 cm
セメント安定処理	12 cm
石灰安定処理	10 cm

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.10>

2-1-8 目標とする T_A

舗装厚さの設計にあたっては、設定された信頼度に対する T_A の計算式(下式)を用いて、路床の設計 CBR と疲労破壊輪数から求められる必要等値換算厚を下回らないように舗装の各層の厚さを決定する。

$$\text{信頼度 90\% の場合 : } T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}} \cdots \text{式 2-3}$$

$$\text{信頼度 75\% の場合 : } T_A = \frac{3.43N^{0.16}}{CBR^{0.3}} \cdots \text{式 2-4}$$

$$\text{信頼度 50\% の場合 : } T_A = \frac{3.07N^{0.16}}{CBR^{0.3}} \cdots \text{式 2-5}$$

アスファルト舗装の設計期間を 10 年とした場合の目標とするを表 2-1-11、20 年とした場合の目標とするを表 2-1-12 に示す。

(1) 10 年設計

表 2-1-11 アスファルト舗装の必要等値換算厚 (信頼度 90%、設計期間が 10 年の例)

設計 CBR	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7
(2)	-	-	(17)	(21)	(29)	(39)	(51)
3	9	12	15	19	26	35	45
4	9	11	14	18	24	32	41
6	8	10	12	16	21	28	37
8	7	9	11	14	19	26	34
12	7	8	10	13	17	23	30
20 以上	7	7	9	11	15	20	26

(注1) T_A が 11 未満となる場合、表 2-1-10 の路盤各層の最小厚さを満足しない場合があるので、使用材料および工法の選定に注意する必要がある。

(注2) () は、修繕工事などで既存の路床の設計 CBR が 2 であるものの、路床を改良することが困難な場合に適応する。

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.14>

(2) 20年設計

表 2-1-12 アスファルト舗装の必要等値換算厚（信頼度 90%、設計期間が 20 年の例）

設計 C B R	N_5	N_6	N_7
3	29	39	50
4	26	36	46
6	23	32	41
8	21	29	38
12	19	26	33
20 以上	16	22	29

2-1-9 凍結深さ

(1) 概説

寒冷地域における舗装は、路床土の凍結融解の影響により破損することがあるので、その対策が必要である。すなわち、凍結融解の影響が大きければ、冬期は凍上により路面のひび割れや平坦性の悪化を招く一方、春先には融解により路床土の支持力が低下し、舗装の破損を招くことになる。したがって、寒冷地域の舗装では、このような破損を防ぐため、理論最大凍結深さから求めた必要な凍結深さ（置換え深さ）まで路床を凍上の生じにくい材料、たとえば砂利や砂のような均一な粒状材料で置き換える必要がある。

凍結深さ（置換え深さ）と舗装の厚さを比較し、もし凍結深さが大きい場合は、路盤の下にその厚さの差だけ、凍上の生じにくい材料の層を設ける。この部分を凍上抑制層と呼び、路床の一部と考え T_A の計算には含めない。

凍上抑制層に関する留意点を表 2-1-13 に示す。

表 2-1-13 凍上抑制層に関する留意点

項目	留意点
凍結深さ	凍結深さは、設計期間 n 年に一度生じると推定した理論最大凍結深さの 70%あるいは経験値から求める。また、舗装の一部に断熱性の高い材料を使用する場合は、別途検討する必要がある。
理論最大凍結深さの推定	気象観測データから、凍結指数の年変動を統計処理して理論最大凍結深さを推定するには、まず n 年確率凍結指数を求めたのち、図 2-1-2 に示す凍結指数と凍結深さ（理論最大凍結深さ）の関係を用いればよい。
設計 C B R の再計算	凍上抑制層を設けるために 20cm 以上の置換えを行った場合、設計 C B R の再計算を行う。

<舗装設計便覧(H18.2) 5-2-1 表-5.2.7>

(2) n年確率凍結指数

凍結指数は、各地の寒さレベルを表す気象パラメータであるが、寒さは年によって変動するため凍結指数を単一の定数として扱うことはできない。したがって、舗装の凍上対策を考える際には、年変動を考慮したn年確率凍結指数の決定が必要となる。n年確率とは、「n年に一度起こりうる」と考える確率論にもとづいた数値決定の手法であり、このn年とは舗装の設計期間に対応している。

福島県各地点のn年確率凍結指数を以下に示す。算出においては、H.17～R.1の15年間の気象データを対象とした。

表 2-1-14 福島県各地点のn年確率凍結指数

箇所番号	観測所名	所在地	標高(m)	n年確率凍結指数	
				10年	20年
1	茂庭	福島市飯坂町茂庭字滑滝道10	200	90.3	133.5
2	梁川	伊達郡梁川町北本町21	46	26.5	37.8
3	福島	福島市松木町1-9	67	16.2	22.3
4	鷺倉	福島市土湯温泉町鷺倉山国有林31林班1小班	1,220	697.5	756.6
5	二本松	二本松市榎戸1-92	240	39.1	53.6
6	船引	田村郡船引町船引字新沼71	460	133.5	181.0
7	郡山	郡山市富田町字若宮前17	230	37.9	53.8
8	湯本	岩瀬郡天栄村田良尾字居平12	640	323	410.5
9	小野新町	田村郡小野町大字小野新町字館廻92	433	128.1	169.2
10	石川	石川郡石川町双里字本宮178	290	66.7	99.9
11	白河	白河市寺小路28	355	57.1	86.0
12	東白川	東白川郡塙町台宿字北原45	217	56.3	82.7
13	桧原	耶麻郡北塩原村檜原字稲沢527	839	496.5	564.3
14	喜多方	喜多方市新屋敷道上5586-1	212	187.9	251.8
15	猪苗代	耶麻郡猪苗代町坂下4542	521	267.2	337.3
16	西会津	耶麻郡西会津町尾野本字樋の口原乙1536	110	132.9	194.7
17	若松	会津若松市材木町1-9-49	212	136.9	201.0
18	金山	大沼郡金山町川口字谷地400	324	170.9	227.1
19	只見	南会津郡只見町只見字原573-6	377	171.8	220.6
20	南郷	南会津郡南郷村界大字界字梨木平203-1	494	280.8	347.7
21	田島	南会津郡田島町田島字後原甲3610-1	570	331.1	416.4
22	檜枝岐	南会津郡檜枝岐村下ノ原846	930	437.5	498.2
23	相馬	相馬市成田字五郎右エ門橋100	9	13.6	19.2
24	飯館	相馬郡飯館村深谷字大森24	446	201.5	268.9
25	浪江	双葉郡浪江町川添字北上の原76	47	13.3	16.7
26	川内	双葉郡川内村上川内字早渡11-24	410	127.6	173.7
27	広野	双葉郡広野町下北迫大谷地原63-1の内	43	6.3	7.8
28	小名浜	いわき市小名浜船引場19	3	3.5	4.3

なお、各地点のn年確率凍結指数は、50℃・日ピッチ毎に変換する。

(3) 理論最大凍結深さと凍結深さの求め方

1) 理論最大凍結深さ

n年確率凍結指数(50°C・日ピッチ毎)から、図2-1-2より理論最大凍結深さ(凍上を起こしにくい粗骨材で置き換えた場合に凍結し得る最大の深さ)を求める。

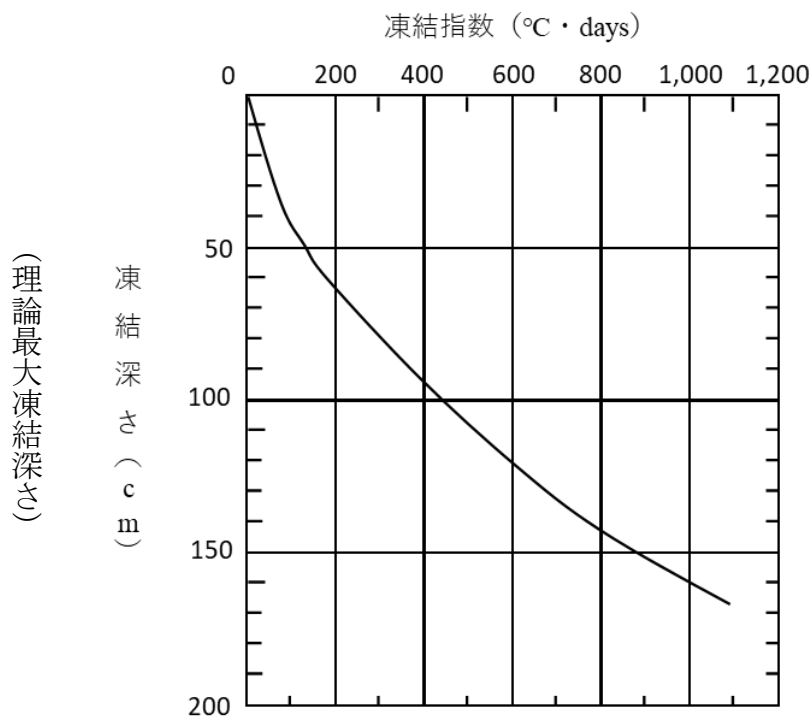


図 2-1-2 凍結指数と理論最大凍結深さの関係

2) 凍結深さ(置換え深さ)

舗装の構造設計に採用する凍結深さ(置換え深さ)は、理論最大凍結深さに対して70%あるいは経験値から求める方法がある。

福島県における理論最大凍結深さと凍結深さ(置換え深さ)の関係は、次のとおりであり、交通量区分および設計期間に応じて設定している。

10年設計における理論最大凍結深さと凍結深さ(置換え深さ)

- ・舗装新設(交通量区分 $N_3 \sim N_7$)の置換え深さ=10年設計における理論最大凍結深さ×70%
- ・舗装新設(交通量区分 $N_1 \sim N_2$)の置換え深さ=10年設計における理論最大凍結深さ×65% (*)

20年設計における理論最大凍結深さと凍結深さ(置換え深さ)

- ・舗装新設(交通量区分 $N_5 \sim N_6$)の置換え深さ=20年設計における理論最大凍結深さ×70%

(*)10年設計・交通量区分 $N_1 \sim N_2$ については、簡易舗装要綱をもとに65%まで低減する。

(4) 構造設計に用いる凍結深さ(置換え深さ)

構造設計に用いる凍結深さ(置換え深さ)は、以下の表 2-1-15 をもとに決定する。

表 2-1-15 凍結指数および理論最大凍結深さ、凍結深さの関係 [福島県]

凍結指数 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{日}$) の範囲	理論最大凍結深さ (cm)	凍結深さ(設計に用いる凍結深さ・置換え深さ)(cm)	
		交通量区分 $N_3 \sim N_7$ (10年設計) または $N_5 \sim N_7$ (20年設計) (理論最大凍結深さの70%)	交通量区分 $N_1 \sim N_2$ (理論最大凍結深さの65%)
0～50	27	19	18
50～100	42	29	27
100～150	54	38	35
150～200	63	44	41
200～250	72	50	47
250～300	81	57	53
300～350	88	62	57
350～400	95	67	62
400～450	102	71	66
450～500	108	76	70
500～550	116	81	75
550～600	121	85	79
600～650	126	88	82
650～700	132	92	86
700～750	138	97	90
750～800	141	99	92

2-1-10 標準舗装構成(例)

(1) 標準舗装構成(設計期間が10年の場合)

設計期間を10年、信頼度を90%とした標準的な舗装構成(例)を以下に示す。採用にあたっては、交通条件、材料入手の難易度、施工時の制約条件、経済性などを総合的に考慮して、地域毎に経済比較のうえ使用材料や各層の厚さを決定すること。

表 2-1-16 標準舗装構成(例)(一般部)(設計期間:10年、信頼度:90%)

交通量 区分	設計CBR	表層+基層		上層路盤		下層路盤	T_A	目標 T_A	合計厚
		密粒度 As20	粗粒度 As20	瀝青安定 処 理	粒度調整 砕 石	クラッシャー ラン			
N_3	3	5	-	-	15	20	15.25	15	40
	4	5	-	-	15	15	14.00	14	35
	6	5	-	-	15※	15※	14.00	12	35※
	8	5	-	-	15※	15※	14.00	11	35※
	12	5	-	-	15※	15※	14.00	10	35※
	20以上	5	-	-	15※	15※	14.00	9	35※
N_4	3	5	-	-	15	35	19.00	19	55
	4	5	-	-	15	35	19.00	18	55
	6	5	-	-	15	25	16.50	16	45
	8	5	-	-	15	15	14.00	14	35
	12	5	-	-	15※	15※	14.00	13	35※
	20以上	5	-	-	15※	15※	14.00	11	35※
N_5	3	5	5	-	25	30	26.25	26	65
	4	5	5	-	15	35	24.00	24	60
	6	5	5	-	15	25	21.50	21	50
	8	5	5	-	15	15	19.00	19	40
	12	5	5	-	15※	15※	19.00	17	40
	20以上	5	5	-	15※	15※	19.00	15	40
N_6	3	5	5	9	30	30	35.20	35	79
	4	5	5	10	15	35	32.00	32	70
	6	5	5	10	15	20	28.25	28	55
	8	5	5	9	15	15	26.20	26	49
	12	5	5	10	-	20	23.00	23	40
	20以上	5	5	8	-	15※	20.15	20	33
N_7	3	5	10	10	35	40	45.25	45	100
	4	5	10	11	25	35	41.30	41	86
	6	5	10	10	15	35	37.00	37	75
	8	5	10	10	15	25	34.50	34	65
	12	5	10	8	-	35	30.15	30	58
	20以上	5	10	8	-	20	26.40	26	43

(注1) ※印は路盤材の標準寸法40mmを考慮した各層の最小仕上げ厚さで決定される厚さである。これによりがたい場合は、流通性・経済性等を考慮し別途検討のこと。

(2) 標準舗装構成(設計期間が20年の場合)

設計期間を20年、信頼度を90%とした標準的な舗装構成を以下に示す。基本的には

表2-1-16の舗装構成に準拠し、表層、基層、上層路盤は同一の厚さ、 T_A の増加分は下層路盤の増し厚により確保している。採用にあたっては交通条件、材料入手の難易度、施工時の制約条件、経済性などを総合的に考慮して、地域毎に経済比較のうえ使用材料や各層の厚さを決定すること。

表 2-1-17 標準舗装構成(例)(一般部)(設計期間:20年、信頼度:90%)

設計 交通量 の区分	設計CBR	表層+基層		上層路盤		下層路盤	T_A'	目標 T_A	合計厚
		密粒度 As20	粗粒度 As20	瀝青安定 処 理	粒度調整 砕 石	クラッシャ ラン			
N_5	3	5	5	-	25	45	30.00	29	80
	4	5	5	-	15	45	26.50	26	70
	6	5	5	-	15	35	24.00	23	60
	8	5	5	-	15	25	21.50	21	50
	12	5	5	-	15※	15	19.00	19	40
	20以上	5	5	-	15※	15※	19.00	16	40
N_6	3	5	5	9	30	50	40.20	39	99
	4	5	5	10	15	55	37.00	36	90
	6	5	5	10	15	35	32.00	32	70
	8	5	5	9	15	30	29.95	29	64
	12	5	5	10	-	35	26.75	26	55
	20以上	5	5	8	-	25	22.65	22	43
N_7	3	5	10	10	35	60	50.25	50	120
	4	5	10	11	25	55	46.30	46	106
	6	5	10	10	15	55	42.00	41	95
	8	5	10	10	15	40	38.25	38	80
	12	5	10	8	-	50	33.90	33	73
	20以上	5	10	8	-	35	30.15	29	58

(注1) ※印は路盤材の標準寸法40mmを考慮した各層の最小仕上げ厚さで決定される厚さである。これによりがたい場合は、流通性・経済性等を考慮し別途検討のこと。

(3) 舗装構成の設計方法

舗装構成の決定は、表 2-1-16 または表 2-1-17 を参考として、下式で求めた T_A' (設定した舗装断面の等値換算厚) が目標とする T_A を満足するように行い、施工性・経済性にも優れた舗装構成を選定する。

$$T_A' = \sum_{i=1}^n a_i \cdot h_i \quad \dots \text{式 2-7}$$

ここに、 T_A' : 等値換算厚 (cm)

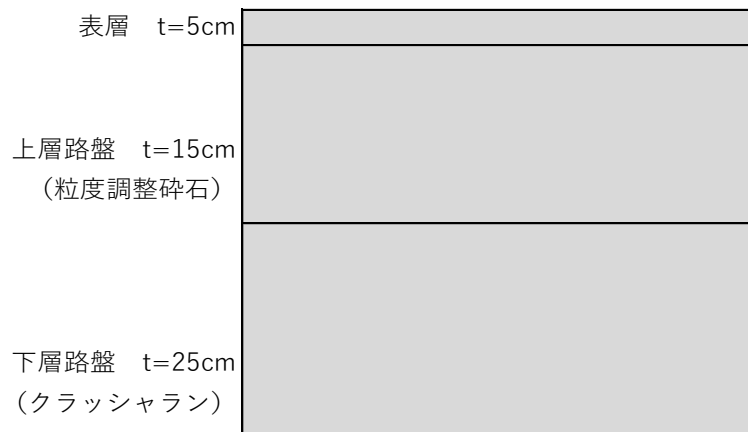
a_i : 舗装各層に用いる材料・工法の等値換算係数

h_i : 各層の厚さ (cm)

n : 層の数

なお、構造設計にあたっては、表 2-1-8~2-1-10 に示した各層の最小厚さの規定、表 2-1-16 に示した凍結深さを満足しなければならない。

標準舗装構成をもとにした設計例を以下に示す。



設計条件

設計 C B R	:	6 %
設計 期 間	:	10 年
目標 T_A	=	16 cm
交 通 量 区 分		N_4
凍 結 指 数	:	0~50 °C・日
置 換 え 深 さ	:	19 cm

T_A 計算	厚さ		係数		T_A
表層	5	×	1.00	=	5.00
上層路盤	15	×	0.35	=	5.25
下層路盤	25	×	0.25	=	6.25
合計	45				16.50
置換え深さ	満足			目標 T_A	満足

図 2-1-3 舗装構成の設計例

(交通量区分 N_4 、設計 C B R 6 設計期間 10 年 信頼度 90%)

2-1-11 軟弱路床対策

切土部分や沿道利用のある平坦部など舗装工のみで、区間CBRが3未満の軟弱路床土の場合には、以下の工法を比較検討する。軟弱路床対策工には、置換工法、安定処理工法、盛土工法等が考えられるが、これらの工法選定は、現場条件、経済条件その他道路交通等の確保など総合的に判断して決定する。(図2-1-1 T_A法による構造設計の具体的な手順参照)

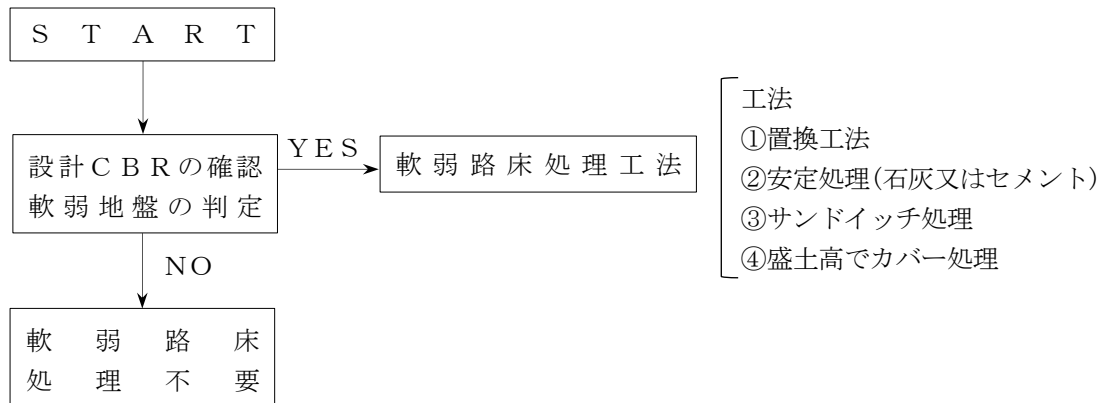


図2-1-4 軟弱路床対策設計手順

- ① 軟弱な路床土を良質な材料で置換える工法。
- ② 既存の軟弱路床土に、石灰またはセメント等を配合・締め固めることで路床強度を上げる工法。
- ③ 軟弱路床土に遮断層を設け、この上に粒状路盤材、貧配合コンクリートまたはセメント安定処理層を置き、その上に路盤及び表・基層を施工する工法。
- ④ 路面の高さを「舗装厚」+「路床厚(約1m)」まで見込んだものとする。路床置換え等を避けた処理。残土の有効活用が可能となる。

(注) 改良層厚は10 cm単位を基本とする。

表 2-1-18 路床の評価上の留意点

条 件	留 意 点
路床が深さ方向にいくつかの層をなしており、厚さ 20 cm 未満の層がある場合。	<ul style="list-style-type: none"> 厚さ 20 cm 未満の層は CBR の小さい方の層に含めて計算して CBR_m を求める。
CBR が 3 未満の現状路床を改良して構築路床を設ける場合	<ul style="list-style-type: none"> 改良厚さは、一般的な作業のできる路床の安定処理の場合は 30~100 cm の間で、十分な締め固め作業ができないような非常に軟弱な現状路床での安定処理や置換工法による場合は 50~100 cm の間で設定する。
CBR が 3 未満の現状路床を改良した場合の CBR の設定方法	<ul style="list-style-type: none"> 改良した層厚から 20 cm 減じたものを有効な構築路床の層として扱う。 改良した層の下から 20 cm の層は、安定処理の場合、安定処理した層の CBR と現状路床の CBR との平均値をその層の CBR とする。路床置換えの場合は、現状路床土と同じ CBR として計算を行う。 CBR が 3 以上の現状路床を改良して構築路床を設ける場合は、このような低減を行わなくてよい。
改良した層の CBR の上限	<ul style="list-style-type: none"> 改良した層の CBR の上限は 20 とする。 自然地盤の層については、CBR の上限は設けない。
置換材料の CBR	<ul style="list-style-type: none"> 置換材料の CBR は、本来、設計 CBR を求める際の CBR 試験によって評価を行う。 良質な盛土材料や砕石等の粒状材料を使用する場合、その材料の修正 CBR によって評価してよい。この場合、施工基盤となる現状路床部分の状態によって作業性が左右されることから、修正 CBR を求めるための所要の締固め度は、使用する箇所ですべて確保できるものでなければならない。 一般に、置換材料の修正 CBR を求める場合の所要の締固め度は 90% とする。なお、修正 CBR が 20 を越える場合は、20 として評価する。
CBR _m の計算	<ul style="list-style-type: none"> CBR_m の計算は、通常、路床が上部ほど高い CBR を示している場合に使用することができる。 路床の上部に下部と比べて極端に弱い層がある場合には、舗装構造はこの影響を受けることになるので、CBR_m を用いてはならない。 このような場合には全層が弱い層でできていると考えるか、またはその層を安定処理するか良質な材料で置き換えて計算を行う。
設計 CBR の設定	<ul style="list-style-type: none"> 舗装構造を短区間で変えることは、施工が繁雑となるので好ましくない。舗装構造は少なくとも 200m の区間は変えないように設計することが望ましい。
区間 CBR の計算	<p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ある区間で 7 地点の CBR_m を求めたら、4.8, 3.9, 4.6, 5.9, 4.8, 7.0, 3.3 であった。 これらの平均値は 4.9、標準偏差 (σ_{n-1}) は 1.2 であるから、この区間の CBR は、$4.9 - 1.2 = 3.7$ となる。
データの確認と判断	<ul style="list-style-type: none"> 路床の土質が同一の区間で、極端な値が得られた地点では試験法などに誤りがなかったかどうかを確認する。 極端な値として棄却する必要があるか、あるいは局所的に改良する必要があるか、またその付近の舗装厚を変える必要があるかなどを判断しなければならない。 極端な値を棄却してよいかどうかの判断には、舗装設計便覧 (H18.2) 表-5.2.5 を利用するとよい。

<舗装設計便覧 (H18.2) 5-2-1 表-5.2.4>

2-1-12 排水性舗装

(1) 概説

1) 目的と機能

排水性舗装は、雨水等を路面に滞らせることなく、路側あるいは路肩等に速やかに排水することを目的として、空隙率の大きい排水性舗装用アスファルト混合物(以下、「排水性混合物」という)を表層に用いた舗装であり、舗装帯としての耐久性の確保のため、路盤以下への水が浸透しない構造となっている。このような空隙率の大きいアスファルト混合物を用いる舗装としては都市域の歩道において多くの施工実績のある透水性舗装があるが、路盤に水が浸透すると舗装の耐久性に影響を及ぼすため、車道においては表層部のみに透水性をもたせる構造をとっている。

排水性舗装の構造としては以下のものが挙げられる。

① 車両の走行安全性の向上効果

- ・雨天時のすべり抵抗性の向上(ハイドロプレーニング現象の緩和)
- ・スモーキング現象の緩和
- ・水はねの防止
- ・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
- ・雨天時における路面標示の視認性の向上
- ・積雪寒冷地におけるブラックアイス現象の低減

② 車両走行による騒音の低減効果

- ・エンジン音等の機関音の吸音
- ・タイヤポンピング音の抑制

2) 適用箇所

① 対象とする路線は、排水性舗装の目的から市街地内の人家連担地区、商店街等を基本とし、通学路など、人と環境への優しさを配慮して選定するものとする。

② 積雪寒冷地において、凍結融解による破壊やチェーン等による摩耗など、舗装としての耐久性の問題は特に確認されていないため適用は可能であり、ブラックアイス現象の低減や凍結防止剤散布効果の持続といった効果も期待できる。

しかし、冬期の路面雪氷の融解が遅い傾向にあるといわれており、気象条件等の現場環境を考慮して適切な路線選定を行うとともに、冬期時の路面管理を十分に配慮する必要がある。

3) 適用に当たっての留意点

適用にあたっては、以下の事項に留意する。

- ① 排水性舗装は空隙率の大きな開粒度タイプのアスファルト混合物を用いるため、材料(骨材、バインダー)の選択、配合および施工については特に配慮する必要がある。
- ② 空隙率が大きいため、雨水、日光、空気等による劣化を受けやすい。したがって、配合設計においてはできるだけバインダーの膜厚を厚くすることが望ましく、このような目的に対しては、特殊な高粘度のポリマー改質アスファルトや植物繊維等の使用を考慮する。

【参考】

排水性舗装の表面部分の強化と空隙孔の維持を目的とした樹脂強化工法(トップコート)が開発され、試験施工にて良好な結果が得られている。摩耗に強く、目つぶれの抑制、排水機能の持続性に優れた特徴を持っていることから施工場所の環境によりその使用を考慮すると良い。

また、混合物自体の強度を高めるため高耐久性の高粘度ポリマー改質アスファルトの利用や、排水性舗装表面の空隙に透水性のある樹脂モルタルを充填するなどの対策も考えられる。

2) 基層

- ① 密粒度アスファルト混合物で施工する。
- ② 排水性舗装の排水機能を十分に発揮させるために、勾配や平坦性を確保する必要がある。
なお、オーバーレイや切削オーバーレイの場合にはレベリング層を施工する必要がある。
- ③ 切削オーバーレイや切削した基層面をできるだけ平坦に仕上げる。また切削面は縦断方向に切削溝ができやすいので、タックコートを十分に施す。
- ④ オーバーレイや切削オーバーレイ等により、既存のアスファルト舗装を修繕して排水性舗装を施工する場合には、不透水層としての役割を十分に果たせないためシールやシート工法などによる適切な処理を行ったうえで排水性舗装を舗設する。

また、基層に相当するアスファルト混合物のアスファルト量が多い場合には通過交通によって表層の骨材が基層にめりこみ、結果的にわだち掘れが発生しやすくなることから十分に注意が必要である。

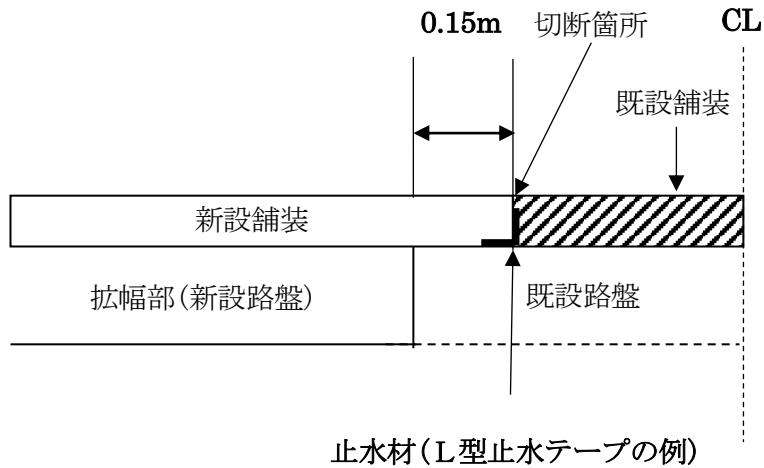
3) 排水構造

- ① 排水性舗装は、雨水を舗装表面から速やかに排水することが重要である。このため、この舗装から外部に雨水を速やかに排水するような排水構造を設計しなければならない。特に片側2車線以上の道路や交差点においては十分な排水対策を検討するものとする。
巻末の【参考資料-1 (6-66 ページ)】に排水構造の設計例を示すが、これだけにとらわれずに施工箇所に応じた排水構造を検討するものとする。
- ② 排水性舗装の排水機能を十分に発揮させるため不透水性層の上面の勾配、平坦性を確保し、さらに必要な場合は地下(埋設)排水溝を設けるなど、速やかに流末施設(路肩、側溝等)に排水できる構造とする。
- ③ 舗装端部は、舗装工の種類や条件(例えばオーバーレイ、切削オーバーレイ)により、舗装端部の構造に応じ、排水しやすいように適切な処理を施した構造とする。
- ④ 縦断勾配の大きな急坂路、長い坂路に適用する場合は、縦断方向の排水能力を十分に検討したうえで、坂路途中で横断方向への排水を強制的に行うなどの対策を別途検討するのが望ましい。

2-1-13 道路拡幅工事における舗装構成の取り扱いについて

- (1) 拡幅工事については、既存舗装等について必要な調査を行い、適切な舗装構成で設計すること。
- (2) 既設路盤の利用が可能である場合は、図 2-1-6 を参考としても良い。

① 新旧舗装断面が同一となる場合



② オーバーレイを伴う場合

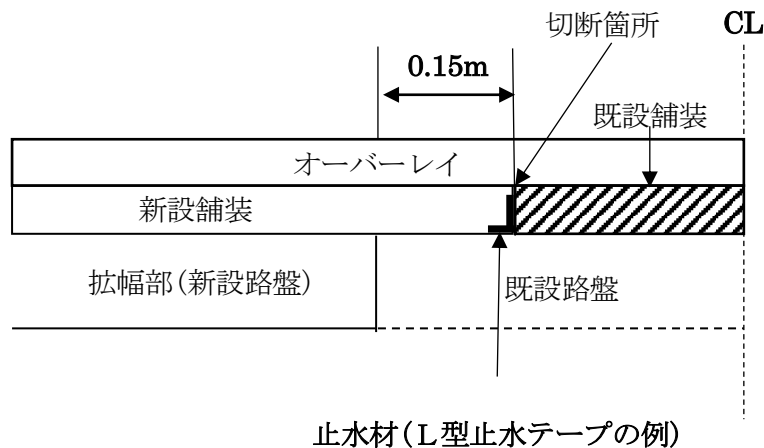


図 2-1-6 二次改築に伴う舗装切断(参考図)

新旧舗装の幅員方向の接合面は、供用後の段差や目地の開きによる雨水の浸透等により路盤の支持力が低下し、舗装構造全体が損傷する。それにより修繕となった場合には、より多くの費用等が必要となる。それを防ぐため、当該部分の合材の締固めを入念に行うとともに、加熱アスファルト混合物の接合面(横施工目地部を含む)にタックコートや止水材(アスファルト成型テープ)を施すことが重要である。

3. コンクリート舗装

コンクリート舗装は路盤とコンクリート版から構成され、その設計は大型車交通量の区分と路床の支持力をもとにして行う。

3-1 舗装の構成

コンクリート舗装道路の横断面は図 3-1-1 に示すようなものであって、図 3-1-2 に示すようにコンクリート版および路盤から構成される。

直線区間における横断勾配は 1.5%～2.0% を標準とする。

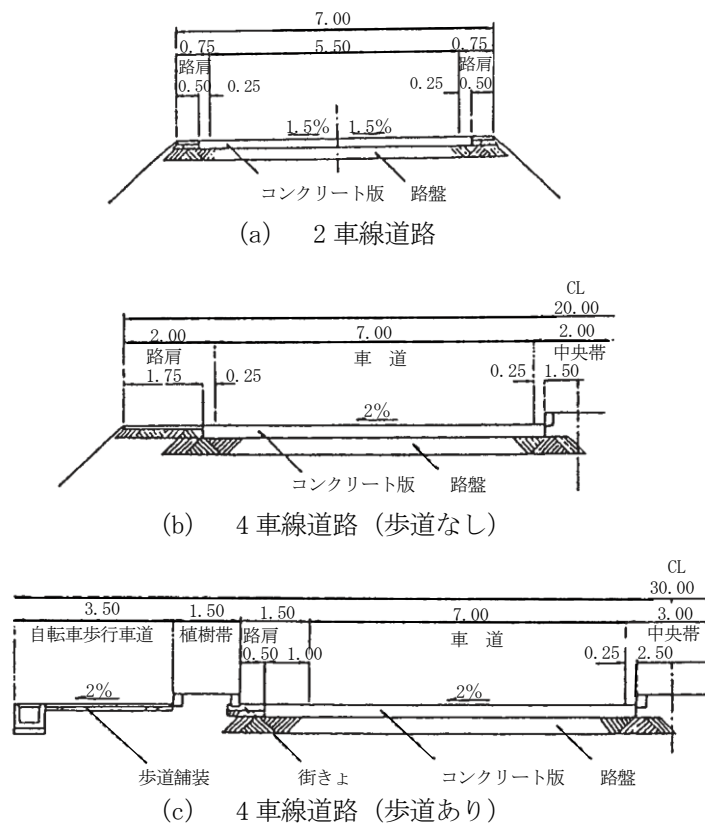


図 3-1-1 コンクリート舗装道路の横断面の例

<セメントコンクリート舗装要綱 (S59.2) 2.3.1 図-2.1>

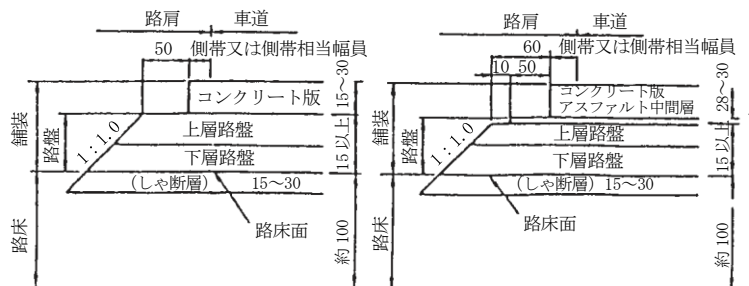


図 3-1-2 コンクリート舗装の構成(単位 : cm)

<セメントコンクリート舗装要綱 (S59.2) 2.3.1 図-2.2>

3-2 舗装厚の基準

コンクリート舗装の設計は、舗装設計施工指針(H18.2)(付録-5、-6)等により行うものとする。
 舗装厚については、表3-2-1を標準とすること。

表 3-2-1 設計断面図【設計期間 20 年】

交通量の区分 路盤 CBR値	N1, N2, N3, N4		N5		N6, N7	
	粒 状 材 料	セメント安定処理 (粒状材料)	粒 状 材 料	セメント安定処理 (粒状材料)	粒 状 材 料	セメント安定処理 (粒状材料)
(2)	15・20 コンクリート版 25 CBR>80 40 CBR>20 15・30 遮断層	15・20 コンクリート版 20 セメント安定処理 30 CBR>20 15・30 遮断層	25 コンクリート版 35 CBR>80 45 CBR>20 15・30 遮断層	25 コンクリート版 20 セメント安定処理 45 CBR>20 15・30 遮断層	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 25 CBR>20 45 CBR>20 15・30 遮断層 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 20 セメント安定処理 45 CBR>20 15・30 遮断層
3	15・20 コンクリート版 20 CBR>80 25 CBR>20	15・20 コンクリート版 15 セメント安定処理 20 CBR>20	25 コンクリート版 30 CBR>80 30 CBR>20	25 コンクリート版 20 セメント安定処理 25 CBR>20	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 20 CBR>80 30 CBR>20 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 20 セメント安定処理 25 CBR>20
4	15・20 コンクリート版 25 CBR>80	15・20 コンクリート版 15 セメント安定処理	25 コンクリート版 20 CBR>80 25 CBR>20	25 コンクリート版 20 セメント安定処理	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 10 CBR>80 25 CBR>20 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 20 セメント安定処理
6	15・20 コンクリート版 20 CBR>80	15・20 コンクリート版 15 セメント安定処理	25 コンクリート版 25 CBR>80	25 コンクリート版 15 セメント安定処理	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 15 CBR>80 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 15 セメント安定処理
8	15・20 コンクリート版 15 CBR>80	15・20 コンクリート版 15 セメント安定処理	25 コンクリート版 20 CBR>80	25 コンクリート版 15 セメント安定処理	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 15 CBR>80 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 15 セメント安定処理
12以上	15・20 コンクリート版 15 CBR>80	15・20 コンクリート版 15 セメント安定処理	25 コンクリート版 15 CBR>80	25 コンクリート版 15 セメント安定処理	28・30 コンクリート版 4 CBR>80 15 CBR>80 中間層アスファルト	28・30 コンクリート版 15 セメント安定処理

(単位 : cm)

<舗装設計施工指針(H18.2) 付録-5 付表-5.1、付表-5.2>

4. 歩行者系道路舗装

歩道自転車道の舗装は、「舗装設計施工指針第5章歩道及び自転車道等」によるものとし、「舗装設計便覧第7章各種の舗装の構造設計7-3-9歩道および自転車等の舗装」に示された工法のうちから適切なものを選択するものとする。

4-1 歩行者系道路舗装の分類

<舗装設計施工指針(H18.2) 5-3-3>

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-9>

歩行者系道路舗装の表層材料は、まずその歩行者系道路を含めて周辺環境との関係などを十分に考慮し、目的にあわせて選定し、舗装構造及び使用材料の違いを踏まえて、表4-1-1の歩行者系道路舗装の分類を参考に選定する。

表4-1-1 歩道および自転車道等の舗装の種類

舗装工法	表層の種類	表層の主な使用材料
アスファルト系混合物	加熱アスファルト舗装	アスファルト混合物(密粒・細粒)
	着色加熱アスファルト舗装	ストレートアスファルト, 顔料, 着色骨材
	半たわみ性舗装	顔料, 特殊セメントミルク
	透水性舗装	(着色)開粒度アスファルト混合物
	保水性舗装	保水材
	遮熱性舗装	遮熱性材料
樹脂系混合物	着色加熱アスファルト舗装	石油樹脂, 着色骨材, 顔料
	合成樹脂混合物舗装	エポキシ等の樹脂, 自然石, 球状セラミックス
コンクリート系	コンクリート舗装	コンクリート, 透水性コンクリート
ブロック系	コンクリート平板舗装	(着色)コンクリート平板
	インターロッキングブロック舗装	インターロッキングブロック
	アスファルトブロック舗装	アスファルトブロック
	レンガ舗装	レンガ, レンガブロック, ゴムレンガ
	天然石舗装	天然石ブロック
二層構造系	タイル舗装	石器質タイル, 磁器質タイル
	天然石舗装	小舗石, 鉄平石, 大谷石
その他	常温塗布式舗装	エポキシ塗材, アクリル塗材
	土系舗装	結合材料, クレー, ダスト, 山砂
	木質系舗装	木塊ブロック, ウッドチップ, エポキシ等樹脂
	型枠式カラー舗装	コンクリート, 顔料, アクリル樹脂, 天然骨材
	弾力性舗装	ゴム, 樹脂
	スラリーシール舗装	(着色)スラリーシール混合物

<舗装設計施工指針(H18.2) 5-3-3表-5.3.1>

4-2 一般部の歩行者系道路舗装

<舗装設計施工指針(H18.2) 5-3-2、5-3-3>

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-9>

(1) 舗装区分と舗装構成

歩行者系道路舗装の構造設計に用いる舗装区分は、利用する車両も考慮し次の2種類とする。なお、一般的な使用材料は表4-1-1に示す。

【区分1】：歩行者、自転車の交通に供する歩道、自転車歩行者道、一般的には表層3cm、路盤工10cmとする。

【区分2】：公園や商店街などの歩行者系道路で、歩行者や自転車以外に管理車両や限定された一般車両の進行を考慮して、39kN程度の車両を想定する。

一般的には、表層4cm、路盤工15cmとする。

(注1) 凍上抑制層

積雪寒冷地で凍上のおそれのある箇所では、路床の一部に厚さ15cm以上の凍上抑制層を設ける。

(注2) 車両の乗り入れ部の構造については、第1編第2章3-4歩道等の車両乗入部(第1編2-19頁)を参照のこと。

(注3) 歩道の路盤材には適切な粒径の路盤材を使用すること。

(2) 透水性舗装

① 概説

透水性舗装は、開粒度タイプのアスファルト混合物や透水性平板等を歩道・自転車歩行者道に使用することにより、雨水が舗装体本体を通過し、直接路床へ浸透して、地中に還元する機能を持つ舗装であり、下記の効果がある。

- イ) 雨水排除によるすべり抵抗の増大と歩行性の改善
- ロ) 植生等の地中生態の改善
- ハ) 下水道の負担軽減と都市河川の氾濫防止
- ニ) 公共水域の汚濁軽減
- ホ) 地下水涵養
- ヘ) 路面排水施設の軽減もしくは省略
- ト) 視認性の向上(夜間や雨天時の乱反射による眩惑の軽減)
- チ) ヒートアイランド現象の軽減

以上のことから、この舗装は道路利用者へのサービス向上及び、環境保全の面から普及が期待されている。

② 適用範囲

福島県が定めた“「人にやさしいまちづくり」における歩道等の設計・積算等についての運用基準(平成10年9月16日)”において、市街地部の歩道等の舗装は透水性舗装を標準とすることからその運用に適用する。

これ以外の工事に適用を図る場合は、主務課と協議し別途定めること。

③ 適用に当たっての留意事項

適用にあたっては、以下の事項に留意する。

イ) 透水性舗装は、空隙率の大きな表層材料を用いるため、材料の選択、配合および施工については特に配慮する必要がある。

ロ) 供用後にごみや土砂等が侵入して目詰まりをすると透水機能が低下するので、定期的に機能を回復させるための維持管理や、周辺の土砂が流入しないように処理を講じる必要がある。

ハ) 坂路部に透水性インターロッキングブロック、平板等の透水性ブロック舗装を適用する場合には、敷砂および目地砂の流出を生じさせないような処理を講じる必要がある。

ニ) 本書で対象とするのは、設計区分ⅠおよびⅡとし、その標準断面は図4-2-2～4-2-4とする。

設計区分Ⅰ：もっぱら歩行者、自転車の交通に供する自転車歩行者道

設計区分Ⅱ：商店街などにおける歩行者の道路で、歩行者や自転車以外の一般車両(最大積載量4t以下の車両の利用を想定)を考慮したもの。

なお、車両の乗り入れ部の構造については、第1編第2章3-3歩道等の車両乗入部を参照のこと。

ホ) 路面の横断勾配は0.5%を標準とする。

ヘ) 軟弱路床に路盤を施工する場合、施工性が悪く、また、路盤材の食込み等によるロス率が高いため設計CBRは3以上が望ましい。3未満の場合は、フィルター層を厚くするなどの対策を施す必要がある。

ト) 積雪寒冷地で凍上の恐れがある箇所では、路床の一部に厚さ15cm以上の凍上抑制層を設けるものとする。

チ) ここに規定されていない事項については、

- ・『共通仕様書「土木工事編Ⅰ」』(福島県土木部)
 - ・『舗装設計施工指針』(日本道路協会)
 - ・『透水性ガイドブック2007』(日本道路協会)
 - ・『インターロッキングブロック舗装設計施工要領改訂』(インターロッキングブロック協会)
- によるものとする。

④ 透水性舗装の種類

イ) 透水性舗装の分類

透水性舗装材料を表層材料別に分類した結果を図 4-2-1 に示す。

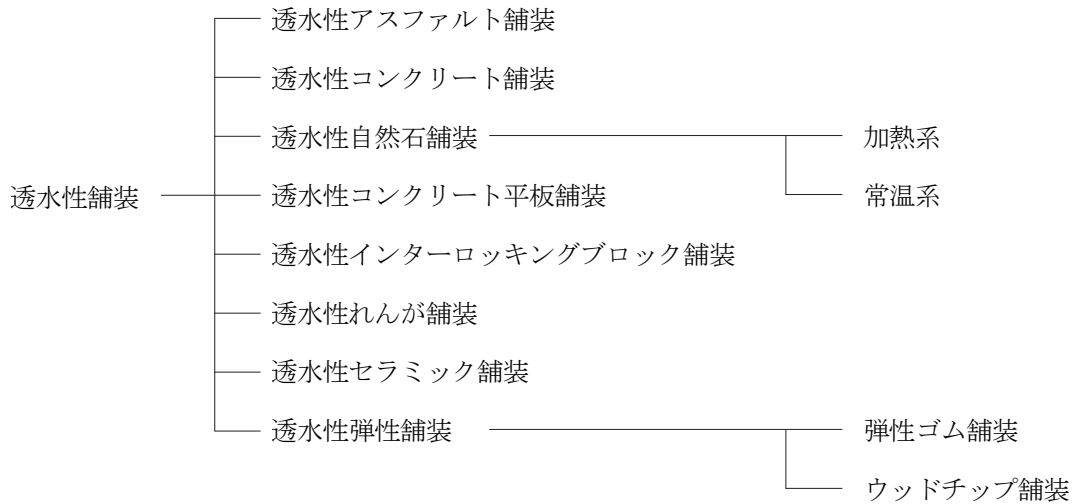
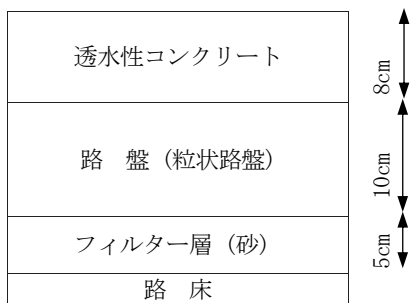


図 4-2-1 透水性舗装の分類

⑤ 透水性舗装標準断面例

- 透水性コンクリートを使用した透水性舗装の標準断面例を示す。

設計区分 I



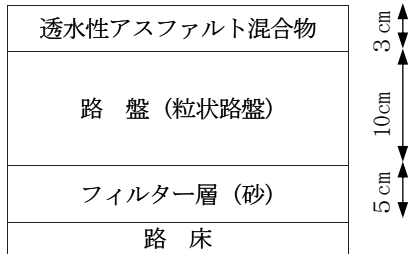
設計区分 II



図 4-2-2 透水性コンクリート舗装標準断面例

- ・透水性アスファルト混合物を使用した透水性舗装の標準断面例を示す。

設計区分 I



設計区分 II

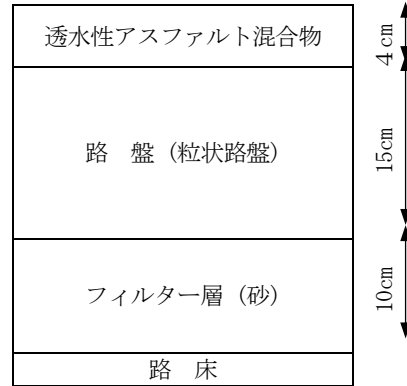
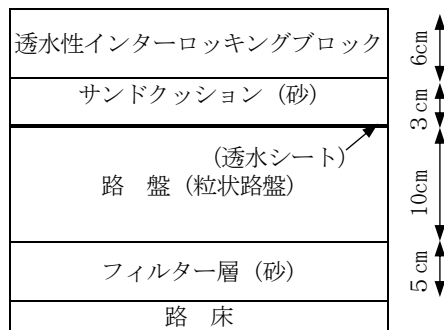


図 4-2-3 透水性アスファルト舗装標準断面例

- ・透水性インターロッキングブロックを使用した透水性舗装の標準断面例を示す。

設計区分 I



設計区分 II



図 4-2-4 透水性インターロッキングブロック舗装標準断面例

5. 特別な対策を施す場合の舗装について

5-1 概要

<舗装施工便覧(H18.2) 6-3-4、9-3-6>

道路の状況(交通・地域等)により耐流動・耐摩耗・すべり止め、はく離防止など特別な対策(アスファルト舗装が有している性能の一つを向上させる)を施す場合、次のような対策がある。

重要な対策	重交通道路における耐流動対策
	耐摩耗対策
	すべり止め対策
	はく離防止対策

(1) 重交通道路における耐流動対策

大型車交通量の多い道路では、路面にわだち掘れが生じやすいので、特に耐流動性を向上させた混合物を表層または表層・基層に使用する。

詳細な事項は、舗装施工便覧(H18.2)P104を参照すること。

(2) 耐摩耗対策

積雪寒冷地域や路面の凍結する箇所では、タイヤチェーン等による路面の摩耗が著しい。したがって、そのような地域では耐摩耗性の高い混合物を表層に使用する。

詳細な事項は、舗装施工便覧(H18.2)P107を参照すること。

(3) すべり止め対策

すべり止め舗装は、路面のすべり抵抗性を高めた舗装である。急坂路、曲線部、視距が不足する箇所、踏切などの近接区間や交通事故の多発箇所、坂路中の交差点で歩行者の多い横断歩道の直前、および積雪寒冷地など冬期間にすべり抵抗性が低下する箇所などで、とくにすべり抵抗性を高める必要がある場合には、すべり止め対策を講じる。

詳細な事項は、舗装施工便覧(H18.2)P198およびP199を参照すること。

(4) はく離防止対策

アスファルトと骨材がはく離すると、混合物が粒状化して破壊するため、一度発生すると修復は困難である。過去に著しいはく離が生じた材料(特に骨材)をやむを得ず使用する場合、既設舗装に著しいはく離が生じている箇所において打換え・オーバーレイなどの修繕を行う場合、地下水が高い箇所の場合、PIが規格値の上限に近い上層路盤材料を使用する場合、橋面で特に床版の排水が悪い場合などはく離防止対策を講じる必要がある。

詳細な事項は、舗装施工便覧(H18.2)P108を参照すること。

6. その他(福島県の標準的な考え方)

6-1 加熱アスファルト混合物の使用区分

加熱アスファルト混合物の粒度範囲および配合設計は、共通仕様書によること。

加熱混合物の使用区分は表 6-1-1 のとおりであり、地域区分は、一般地域、寒冷地域および積雪寒冷地域に区分する。

表 6-1-1 加熱混合物の使用区分

		地 域 区 分		
		一 般 地 域	寒 冷 地 域	積 雪 寒 冷 地 域
		浜 通 り	浜 通 り ・ 中 通 り	中 通 り ・ 会 津
舗装の種類	車道舗装・交通量区分(N_3 程度~ N_7)	密粒度 20	密粒度 20F	密粒度 20F
	車道舗装・交通量区分(N_1, N_2 程度)	密粒度 13	密粒度 13F	密粒度 13F
	歩行者系道路舗装(区分 1, 区分 2)	細粒度 13	細粒度 13	細粒度 13

※ N_3 交通については、設計した表層の厚さと骨材粒径を勘案し、適切な加熱混合物を選定すること。

※ ストレートアスファルトを使用する場合のアスファルトの針入度は 60~80 とする。

(参考 1)

一般地域で特に大きなわだち掘れが予想される場合の設計アスファルト量は共通範囲の中央値から下限値の範囲で設定する。この場合、骨材間隙率の最小点のアスファルト量より幅なく安定度/フロー量の最大値のそれよりも多い範囲でアスファルト量を選定する方法がある。しかし、中央値のアスファルト量より、0.5%以上少なくしないほうがよい。

(参考 2)

積雪寒冷地域で特にすり減り作用が著しい場合や、一般地域で交通量が少ない場合、多雪多湿な地域などにおける設計アスファルト量は、共通範囲の中央値から上限値の範囲で設定するとよい。この場合骨材間隙率の最小点、安定度の最大点のアスファルト量より多く、密度の最大点のアスファルト量よりあまり多くない範囲で選定する方法がある。

(参考 3) 坂路箇所や交差点等で使用する加熱混合物の種類

・坂路箇所：縦断勾配 6%以上で 100m以上連続する区間

一般地域 密粒度 G13 +ポリマー改質 As I型

寒冷・積雪地域 密粒度 G13F +ポリマー改質 As I型

・交差点等：付加車線を設置する主要な交差点等(図 6-1-2 参照)

一般地域 密粒度 20 +ポリマー改質 As II型

寒冷・積雪地域 密粒度 20F +ポリマー改質 As II型

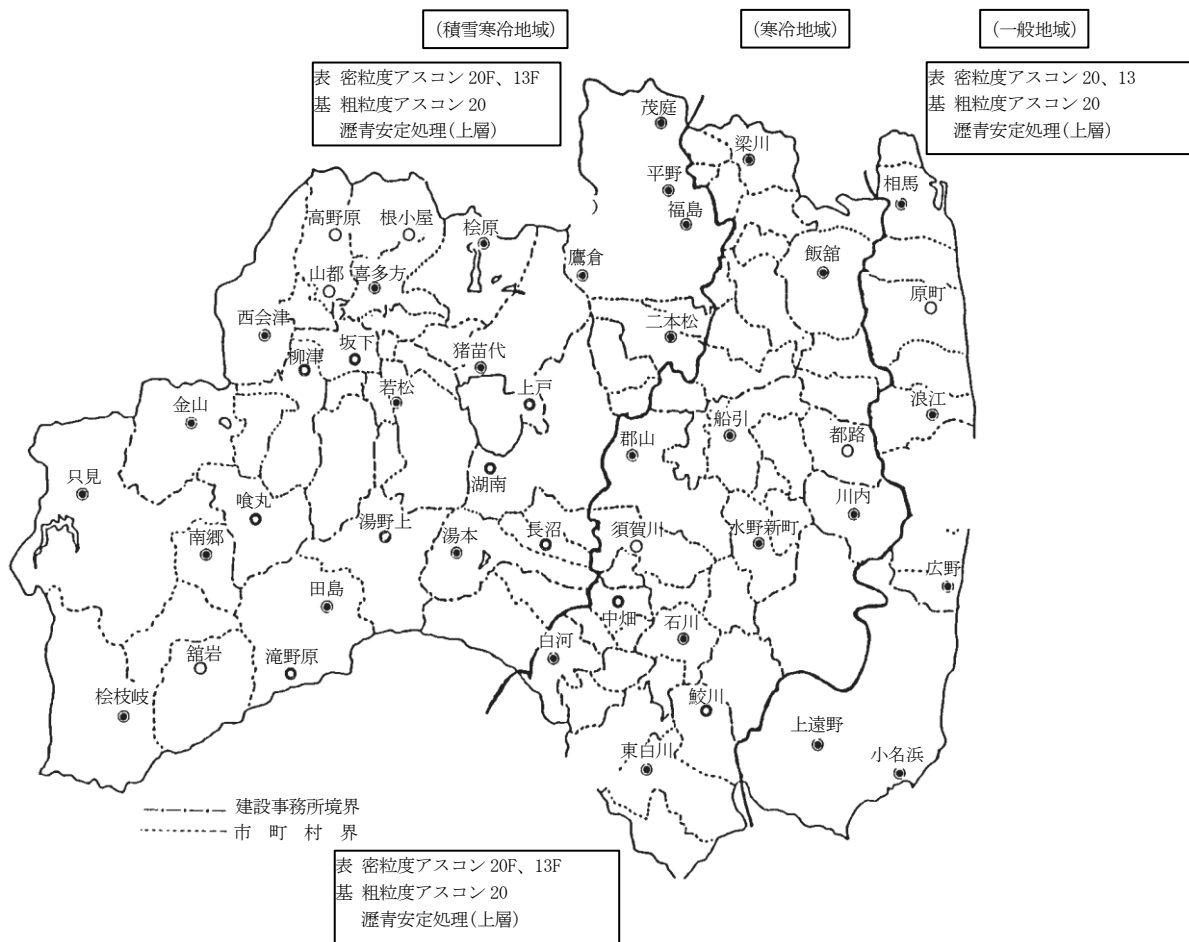


図 6-1-1 加熱混合物の使用区分地域図(車道舗装・標準部)

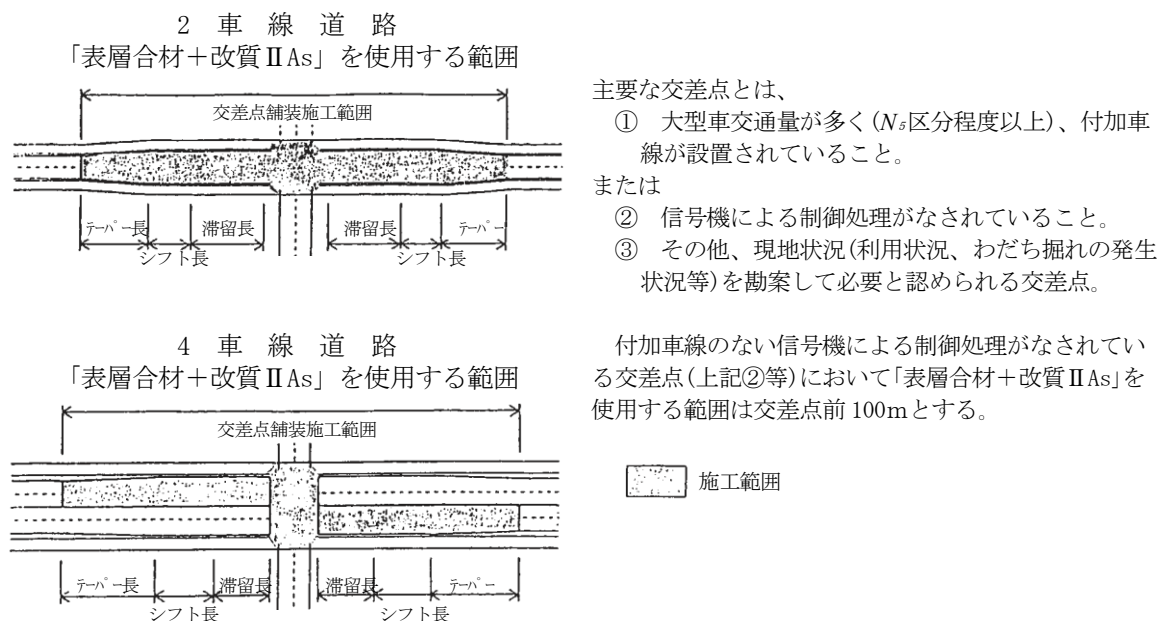


図 6-1-2 交差点部の舗装範囲

表 6-1-2 改質アスファルトの種類と使用目的の目安

	種類	ポリマー改質アスファルト							セミブローンアスファルト	硬質アスファルト
	付加記号	I型	II型	III型	III型-W	III型-WF	H型	H型-F		
混合物機能	適用混合物 主な適用箇所	密粒度、細粒度、粗粒度等の混合物に用いる。I型、II型、III型は、主にポリマーの添加量が異なる。					ポーラスアスファルト混合物に用いられる。ポリマーの添加量が多い改質アスファルト。		密粒度や粗粒度混合物に用いられる。塑性変形抵抗性を改良したアスファルト。	グースアスファルト混合物に使用される。
塑性変形抵抗性	一般的な箇所	◎								
	大型車交通量が多い箇所		◎				◎	◎	◎	
	大型車交通量が著しく多い箇所			◎	○	○	○	○		
摩耗抵抗性	積雪寒冷地	◎	◎	○	○	○				
骨材飛散抵抗性							○	◎		
耐水性	橋面 (コンクリート床版)		○	○	◎					
たわみ追従性	橋面 たわみ小		○	○		◎				
	(鋼床版)たわみ大					◎				
排水性(透水性)							◎	◎		

付加記号の略字 W：耐水性(Water-resistance)、F：加撓性(Flexibility)

凡 例 ◎：適用性が高い、○：適用は可能、無印：適用は考えられるが検討が必要

<舗装設計施工指針(H18.2) 付録-8付表-8.1.10>

(参考4) 排水性舗装における舗装合材

前後の舗装構成を勘案し坂路箇所・交差点等において排水性舗装を検討する場合は、舗装施工便覧第7章および第9章9-4-7を参考に舗装構成を設計し主務課と協議のこと。

既存の排水性舗装の交差点は、設計期間以前に破損する事例もみられることから、計画交通量と同等の交差点の設計事例も踏まえて舗装構成を検討すること。

6-2 路肩部の断面構成

(1) 本線舗装と路肩舗装の標準

- ① 本線舗装の構成は原則として舗装設計施工指針(H18.2)及び舗装設計便覧(H18.2)によるものとする。
- ② 路肩舗装の構成は表 6-2-1 を標準とする。路肩舗装の表層は本線部と同時施工を行う場合は車道部表層と同一とする。
- ③ 路側材は下図のとおりとする。

表 6-2-1 路肩の舗装構成

舗装計画交通量	信頼度	設計期間
15 未満(N_1)	車道舗装に準拠	車道舗装に準拠

盛土部

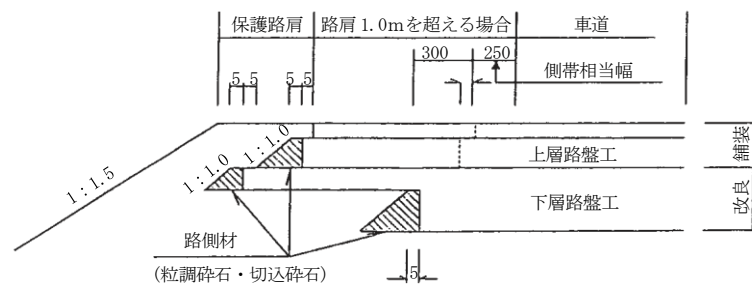


図 6-2-1

広い中央分離帯の場合

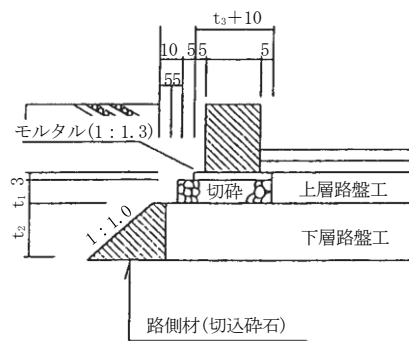


図 6-2-2

狭い中央分離帯の場合

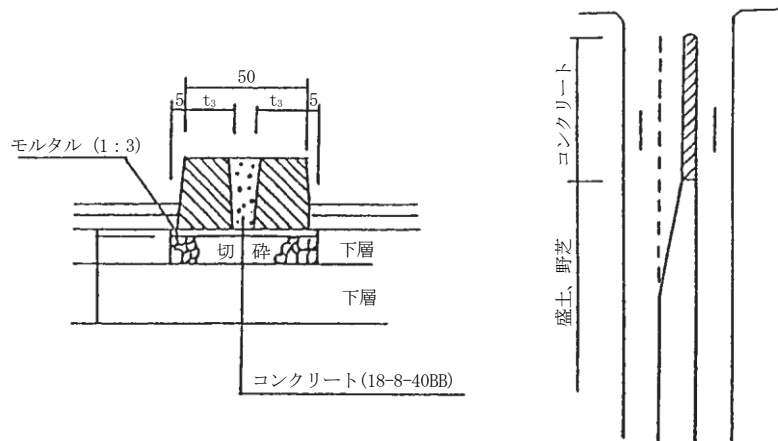


図 6-2-3

切土部

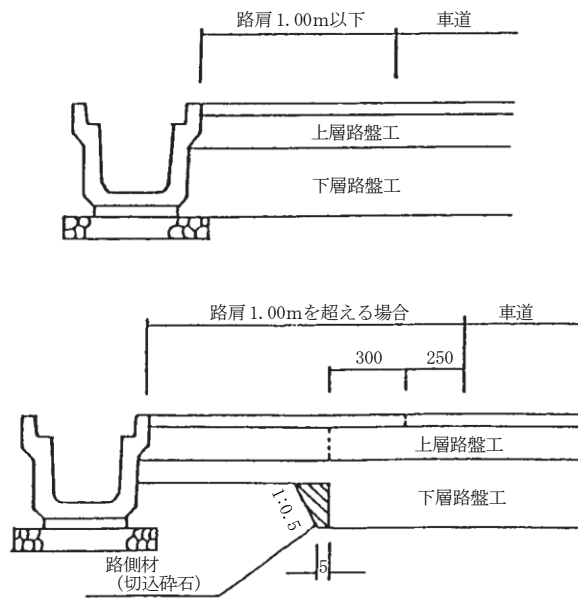


図 6-2-4

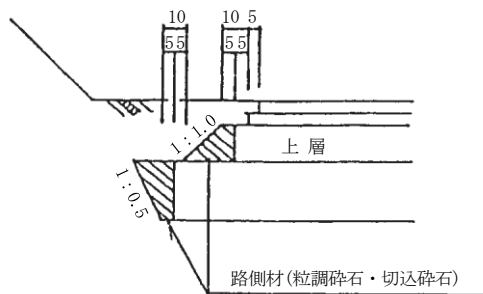


図 6-2-5

本線舗装と歩道舗装の標準

- ① 歩道舗装の構成は、原則として表層工 3 cm、路盤工 10 cmとする。
- ② 歩道舗装の使用材料

区 分	一 般 地 域	寒冷地域・積雪寒冷地域
表 層 工	細 粒 度 As(13)	
路 盤 工	切込碎石・切込砂利(0~40mm)	

マウンドアップ型

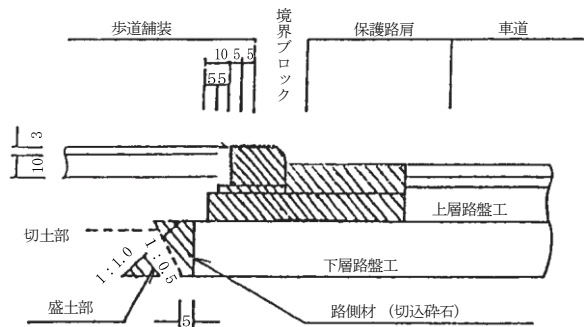


図 6-2-6

フラット型

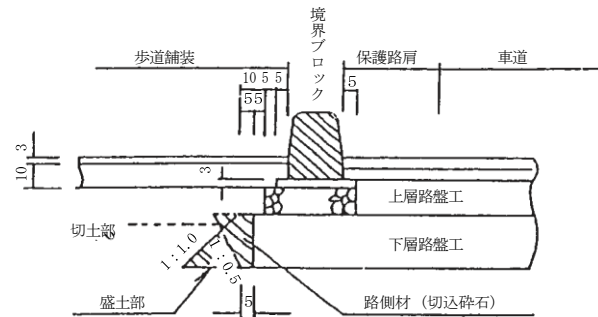


図 6-2-7

セミフラット型

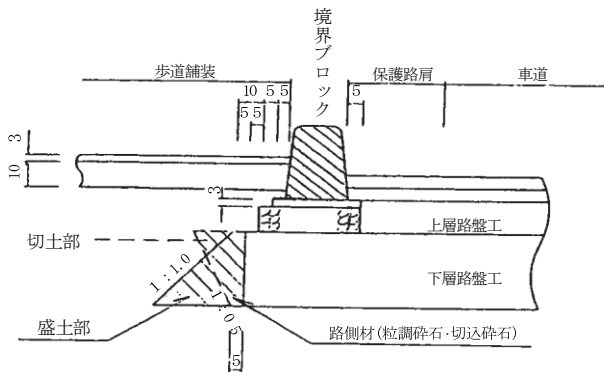
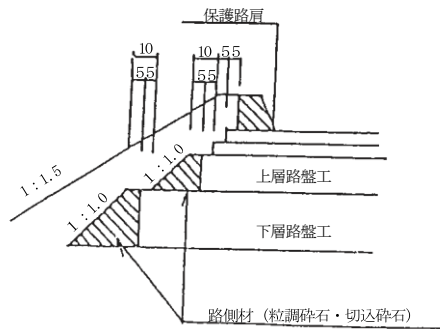


図 6-2-8

(2) アスカーブの設置基準



アスカーブの設置は盛土部で法面や路外に排水できない場合に設置する。

図 6-2-9

6-3 岩盤部の舗装

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-3>

路床面下約 1m 以内に岩盤がある場合については次の点に留意のこと。

- ① 良質な岩である場合は、その面を路床面としてよい。岩の掘削による不陸が残るため、そのくぼみに地下水や雨水が滞水しないように、厚さ 10 cm 以上の貧配合コンクリート等で不陸を修正したのち、路盤、表・基層などを設ける。

その場合、舗装にリフレクションクラック等の影響が生じないように、十分に舗装厚さを確保することが必要である。

岩盤には亀裂のあるものや泥岩など、掘削後、スレーキングにより軟弱化しやすいものがある。この場合は、舗装の性能に影響を及ぼさないように十分な対策を施すことが必要である。

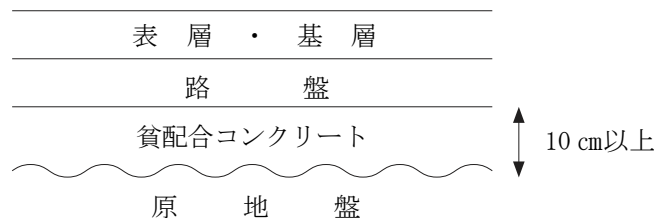


図 6-3-1 原地盤が良質な岩である場合の舗装構成例

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-3 図-7.3.9>

岩盤に風化が進んだ軟岩の層がある場合、20 cm 程度、岩を掘削して下層路盤材料と同程度以上の材料で充填し、路床面を仕上げた例などがある。

- ② 岩盤上の路床土が 50 cm 未満の場合は、路床土を調査し、置換え工法、安定処理工法等で CBR を 20 以上に改良することが望ましい。

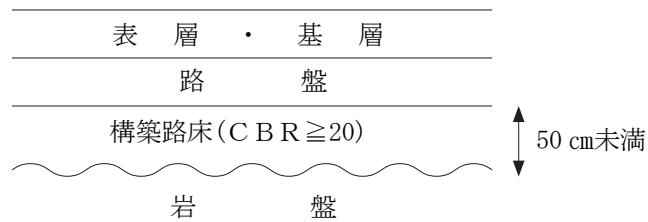


図 6-3-2 路床土を改良した場合の舗装構成例

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-3 図-7.3.10>

③ 岩盤が路床面下 1m 未満であっても、岩盤の位置が舗装構造にあまり影響しないと判断される場合や、舗装延長が短く、前後の舗装構造を採用しても舗装の性能に支障をきたさないと判断される場合は、その前後の舗装構造を採用してもよい。

6-4 耐水処理舗装

耐水処理の舗装構成は表層工 4 cm、路盤工 10 cm とする。表層材は一般車道部 ($N_1 \sim N_3$) の表層と同一とし、路盤工は切込砕石 (0~40 mm) を使用する。また、積雪地域等でチェーンの着脱所、非常駐車帯等にする場合は一般車道の N_4 交通の構造とする。ただし、大型車交通量が 200 台/日以上あるところに限る。

6-5 橋面舗装

<舗装設計施工指針(H18.2) 3-4-4>

橋面舗装は、交通荷重による衝撃作用、雨水の浸入や温度変化などの気象作用などから床版を保護するとともに、通行車両の快適な走行を確保する重要な役割を担っている。

本章に記載のない事項については、土木設計マニュアル【橋梁編】第 2 編第 6 章橋面舗装、舗装設計施工指針(H18.2)3-4-4 橋梁床版および橋面舗装、舗装設計便覧(H18.2)7-3-1 橋面舗装を参照のこと。

6-6 トンネル内舗装

<舗装設計便覧(H18.2) 7-3-2>

トンネル内舗装には、トンネルのほかに、アンダーパスおよび地下道等の舗装などがある。これらの舗装の構造設計は、構造物本体および路床構造等の諸条件を考慮し、地山からの湧水対策および排水対策を含めて行うことが重要である。

本章に記載のない事項については、第 3 編第 1 章内空断面、舗装設計施工指針(H18.2)付録-5、舗装設計便覧(H18.2)7-3-2 トンネル内舗装を参照のこと。

6-7 駐車帯、駐車場、バス停の舗装

福島県における駐車帯、駐車場、バス停の舗装については、下記に標準舗装構成(例)を示す。これにより難しい場合、または下記条件以外の場合は、隣接する舗装の状況や施設の利用状況等を勘案し、舗装構成および性能指標を決定すること。

表 6-7-1 駐車帯、バス停の標準舗装構成(例)

工種	設計CBR	4	6	8	12以上	舗装の性能指標及びその値 (設計条件)	
	表層(再生密粒度アスコン)		5	5	5	5	舗装計画交通量 (台/日・方向)
基層(再生粗粒度アスコン)		5	5	5	5	疲労破壊輪数N (回/10年)	150,000
再生クラッシュラン		35	30	20	15	平坦性	2.4mm以下
合計厚		45	40	30	25	塑性変形輪数	-
等値換算厚 $T_{A'}$ (cm)		18.75	17.50	15.00	13.75	設計の信頼度	90%
必要等値換算厚 T_A (cm)		18	16	14	13	設計期間	10年

(注)設計期間：駐車帯、バス停の設計期間は原則10年とする。

6-8 グルーピング(安全溝)舗装

グルーピング舗装は舗装面に縦断または横断方向に連続したグルーピング溝を設置するものである。これは、路面とタイヤとの摩擦力を増大させ、路面の排水性の向上により、ハイドロプレーニング現象を抑制することを目的とする。

以下に適用効果の高い箇所を示す。

- ① 縦断勾配の大きいカーブ
- ② 路面凍結による事故が多い箇所

表 6-8-1 グルーピング舗装の種類と特徴

設置方向	縦型安全溝	横型安全溝
特徴	①溝に食い込んだタイヤの持つ機械的作用により、コーナーリング時の操縦性を安定させる。 ②タイヤと路面の間の水膜を除去し、ハイドロプレーニングを防止する。 ③溝に食い込んだタイヤの持つ機械的作用で急ブレーキ時の直進性を向上させる。 ④凍結路面の氷膜を分断し、路面上の氷雪を速やかに排除する。 ⑤早く路面を乾かし、排水を促進させる。	①高い滑り抵抗性時速50kmでの濡れた路面での制動距離を30~40%短縮 ②早く路面を乾かし、排水を促進させる。 ③路面の油やとけたゴムを除去し、急ブレーキ時のタイヤの接地力を強める。 ④凍結した路面の氷膜を分析し路面上の氷雪を速やかに排除する。 ⑤いねむり防止対策
用途	カーブ、橋梁、斜面、横風を受ける直線道路、陸橋など	交差点、横断歩道の手前、料金徴収所、速度超過防止、いねむり防止など

ただし、グルーピング溝は中に砂、砂利等の異物が堆積しやすくグルーピング溝の排水能力が妨げられることがあり、このような状態では降雨時、凍結時にグルーピング工法の効果が十分に発揮できない可能性があるため、高圧放水による路面清掃が必要である。

6-9 その他特殊な舗装

その他の特殊な舗装を表 6-9-1 に示す。特殊な舗装の採用にあたっては、施工箇所、目的、施工条件等をよく検討のうえを採用する。

表 6-9-1 特殊な舗装

工 法 名	目 的	使用箇所	種 類 , 厚 さ	施 工 規 模	設 計 , 施 工 上 の 留 意 点
半たわみ性舗装	耐流動性 耐油性 明色性	交差点部 バス停 バスターミナル トンネル内舗装 登坂車線	全浸透型 半浸透型 耐流動耐久性の場合 は全浸透型 4~5cm	1000m ² 程度以上	①母体アスコンの空隙確保と温度管理 ②基層以下の支持力確保 ③セメントミルクの施工上の注意 イ. 舗装体表面温度 50℃以下 ロ. 余剰セメントミルクの除去とすべり止め対策 ハ. 交通開放迄の養生期間, 特に冬期施工はセメント硬化時間が多く必要 ニ. セメントミルクの充填率が耐久性に大きく影響するので充填率の管理を十分に行う。 ④母体の敷き均しは機械施工を標準とし, 人力施工の箇所は, 十分配慮する必要がある。
グースアスファルト舗装	高たわみ性	鋼床版橋面	3~4cm	1000m ² 程度以上	①防水性の確保 ②混合物の均一性の確保 イ. 混合物の温度管理, クッカー車排出時の湿度 ロ. 使用材料の変動 ハ. クッキング時間, 最低時間 (40分以上) ニ. クッカー車の配車 ③施工厚さ 4cm を超える場合の対応 イ. プレコート碎石の圧入 ロ. 2層施工, 施工厚さ 5cm を超える場合 ④鋼床版橋面の検掃, 水分の除去によりブリスタリングの発生防止
ロードアスファルト舗装	すべり抵抗値 耐ひびわれ性 水密性 耐摩耗性	積雪寒冷地域 山岳部		2000m ² 程度以上	①すべり抵抗性や耐摩耗性, 耐流動性を向上させるために舗装直後にプレコート碎石を散布し圧入する。 ②プレコート碎石は一般に 5 号碎石を 8~12kg/m ² 程度散布する。
明色舗装	明色性 耐流動性 視認性 明示性	トンネル内舗装 交差点部 道路分岐点 バスレーン	混合物方式散布圧入方式 4~5cm	2000m ² 程度以上	①混合物方式での明色骨材の使用量 30%以上 ②散布圧入方式 8kg/m ² 以上 ③アスファルトは, 一般にストレートアスファルトを使用するが, 明色効果をさらに高めるため, 石油樹脂 (脱色バインダー) を用いることもある。
着色舗装	景観 色彩による区分	通学路 歩行者系舗装 交差点 バスレーン	アスコンに顔料添加 着色骨材の使用/脱色バインダー (熱可塑性)/半たわみ性舗装用着色浸透用セメントミルク	1000m ² 程度以上	①着色効果の事前確認 ②耐候性, 耐久性の評価法 ③部分的な補修の困難度
すべり止め舗装	すべり抵抗性	急坂路 曲線路 交差点	混合物のすべり抵抗性を高める工法 ・ロードアスファルト工法(チップング方式) ・樹脂系材料を使用し, 硬質骨材を接着させる工法(ニート式) ・グルーピング等による粗面仕上げをする工法		①どの工法も効果時間が短い ②骨材がはく離した後の樹脂が滑りやすい

工法名	目的	使用箇所	種類, 厚さ	施工規模	設計, 施工上の注意点
大粒径アスコン	耐流動性	舗装の打換えの表・基層	T_A 法による舗装構造設計	5000 m ² 程度以上	①初期わだちがある ②配合上の特徴 最大粒径 30~40mm ギャップ粒度 アスファルトモルタルの D/A=1.75 食物繊維使用 ③敷均し時に材料分離に注意が必要
砕石マスチック	耐摩耗性 高たわみ性 水密性	寒冷地表層 鋼版版基層 (溶接接合床版) 床版基層 (通気層が必要)	舗装厚: 3~5cm (最大粒径 5 または 13mm)	5000 m ² 程度以上	①配合の特徴 粗骨材量が多い F/A が多い 4.75~2.36mm でギャップを形成 ②機械施工が原則 ③端部転圧密度に注意 ④端部の防水工を検討
フルデプスアスファルト舗装工法	通常の舗装構成が取れない場合, 施工期間を短縮する必要がある場合	市街地(埋設管で T_A が取れない場所, 比較的地下水が高い箇所)	T_A 法による舗装構造設計	5000 m ² 程度以上	①初期わだちの発生 ②施工基盤となる路床の支持力は設計 CBR で 6 以上とする
サンドイッチ舗装工法	軟弱路床(路床の区間 CBR が 3 未満)	軟弱路床に舗装を築造		1000 m ² 程度以上	①施工にあたっては, 作業基盤の状態が悪いため, 大型機械を入れにくく工程が長くなる傾向がある。 ②通常の舗装より荷重分散効果が大きいので層厚を薄くできる
中温化工法	CO ₂ の削減	アスファルト舗装	混合物添加剤等		①通常混合施工温度から 30°C 程度低減 ②寒冷期の施工性が良い ③夏期施工の初期わだちが少ない ④転圧機械の縮減 ⑤添加材だけの販売がない
コンポジット舗装工法	高耐久性 長寿命化舗装	市街地	セメントコンクリート舗装要綱 転圧コンクリート舗装技術指針 T_A 法	5000 m ² 程度以上	①下層がコンクリート系で表層がアスファルト系 ②下層に半たわみ性舗装もある ③多層弾性理論設計法
凍結抑制舗装	すべり止め 凍結抑制	急坂路 交差点 橋梁等	物理系(ゴム系添加剤) 化学系(塩化系添加剤) 粗面系(グルーピング)		①通行車両が少ないと効果が薄い(物理系) ②効果の持続性に限界がある(化学系) ③-5°C 程度までしか効果を発揮しない(化学系)
長寿命化型アスファルト混合物	長寿命化舗装	アスファルト舗装	わだち掘れ抵抗性を高めた改質Ⅲ型, 疲労破壊抵抗性の高い特殊改質アスファルトなど	1000 m ² 程度以上	使用材料の特性に基づく, 路面設計(目標動的安定度の算出)や構造設計(T_A 法による設計)

参 考 资 料

排水性舗装の【排水構造設計例】

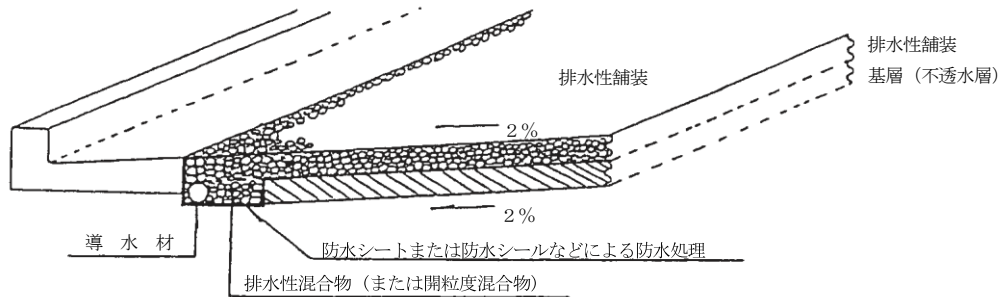
排水性舗装は雨水を速やかに舗装表面から排水することを目的としているため、排水性舗装の機能を十分に発揮させるには排水末端処理としての適切な排水構造設計が大切となる。

以下に、排水構造の設計例を示すが、これだけにとらわれず舗装場所の周辺環境条件等を考慮した適切な排水構造の検討が必要である。

なお、直線区間における横断勾配は、片側1車線および2車線の場合、表層・基層面ともに2%を標準とする。

また、概ね、柵間20m以下、舗装厚5cm、横断勾配2%、縦断勾配2%、空隙率20%程度の排水性舗装に導水材を用いる場合は以下のとおりとする。

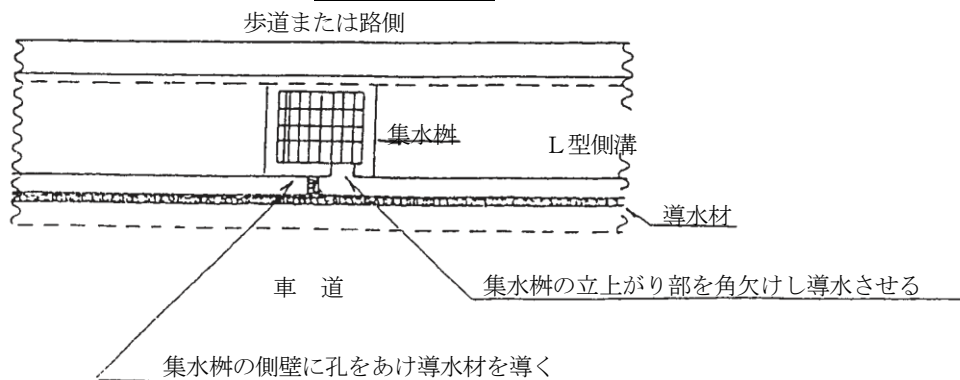
- ① パイプ径
内径20mmを標準とする。
- ② 材質
道路側部(主に縦断方向)に設置する導水材はプラスチック製または樹脂製のものを、車道通行部(主に横断方向)に設置する導水材は鋼製又はステンレス製のものをを使用することを標準とし、経済性を考慮のうえ決定する。ただし、施工時における合材の温度や使用状態の荷重に耐えうるものでなければならない。
- ③ 形状
排水方法や配管方法、設置場所等を考慮し、排水の流入しやすい適切なものを選定する。
- ④ その他
これによりがたい場合は適宜計算を行い決定する。



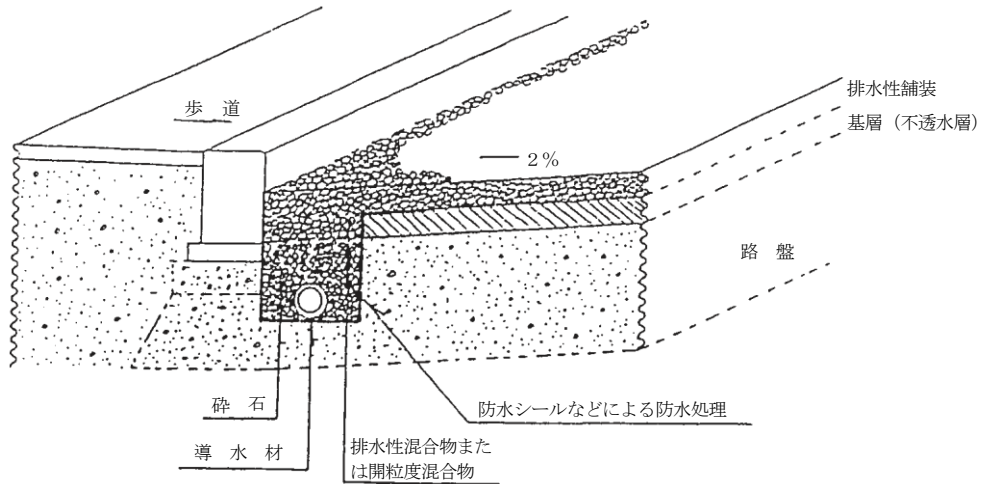
《設計例-1》

- ・表層を排水性舗装とする場合には、基層の路肩側を切下げその部分を排水性混合物(または開粒度混合物)などへ滞水および導水させ、さらに集水柵へ雨水を誘導させるものとする。
- ・雨水の誘導をさらに効果的に行うため、導水材(スプリングメッシュ、有孔塩ビ管、ポーラスコンクリート形成管など)を用いることを標準とする。
- ・切下げの幅や厚さは、施工場所の状況を勘案して決める。
- ・L型側溝にゴミ、土砂などが堆積しないように清掃管理が必要である。

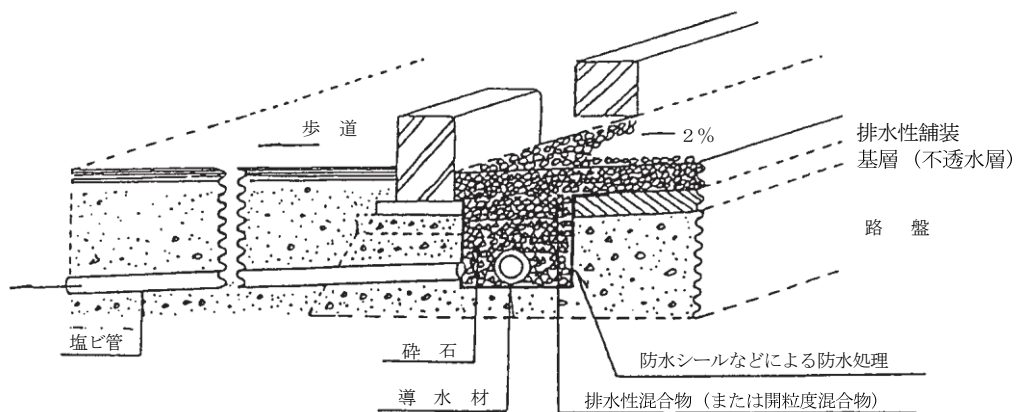
排水末端処理例



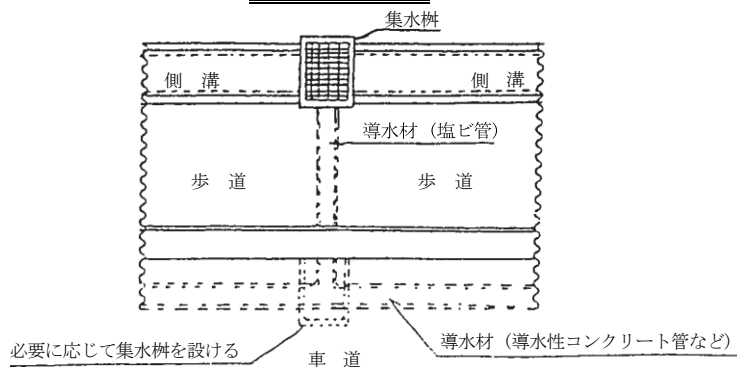
《設計例-2》



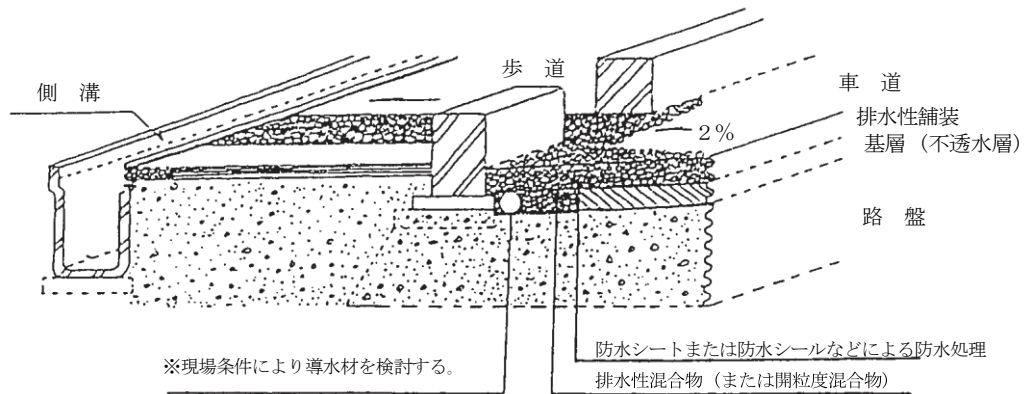
- 幅員が広く排水量が多くなると予想される場合には、より深い排水構造が必要となる。
- 図に示すような、導水材(透水性コンクリート管など)を設置し、多量の雨水を集水樹まで誘導する。
- 集水樹の設置間隔が長い場合や歩道がフラットの場合には(下図)必要に応じて集水樹を設け、歩道の下部に導水材(塩ビ管)を設置し排水する処理を講ずる。
- この設置間隔は、排水性舗装施工場所の条件を考慮し設定する。



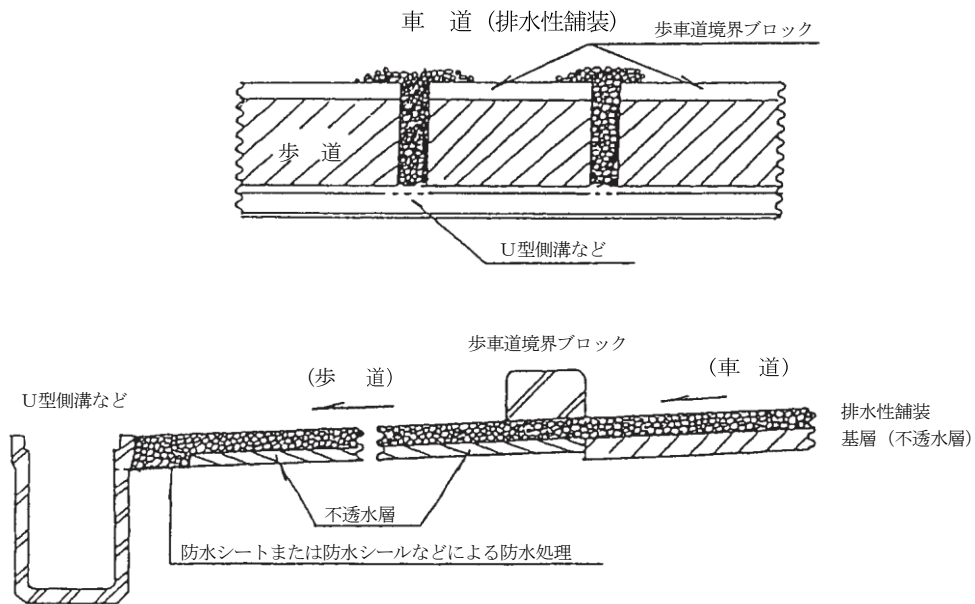
排水末端処理例



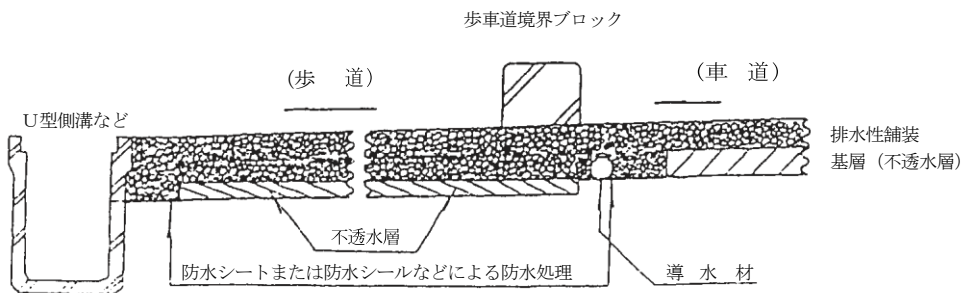
- ・維持工事等で、高さの関係から塩ビ管による側溝への排水が困難な場合には(下図)、歩車道境界ブロック開口部を排水性舗装構造として排水することも考えられる。



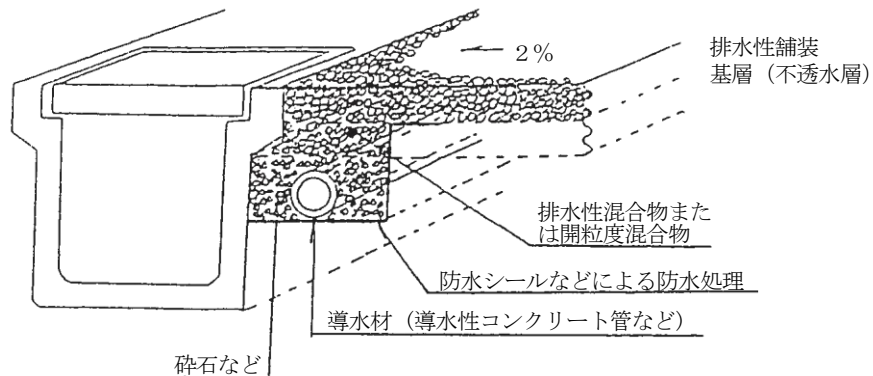
排水端末処理例



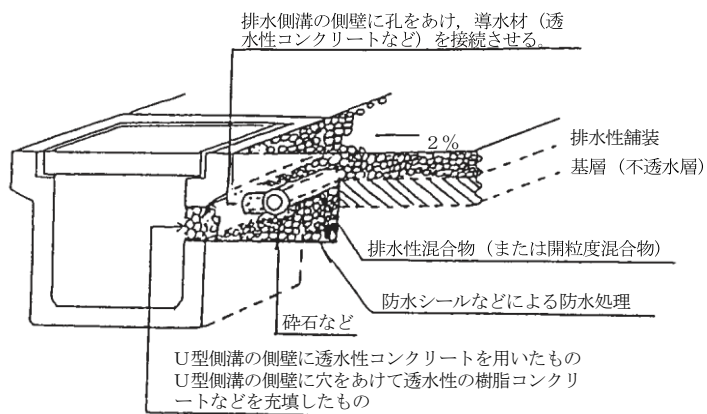
または、現場条件によっては下図のような例も考えられる。



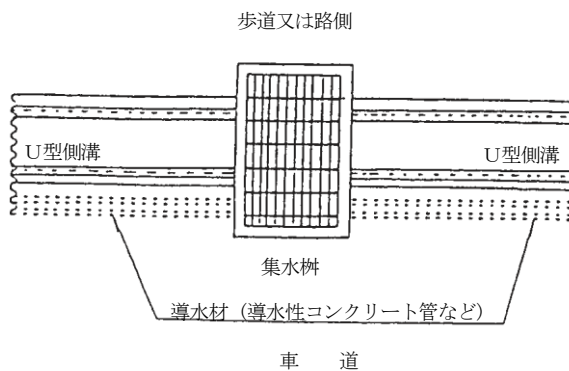
《設計例-3》



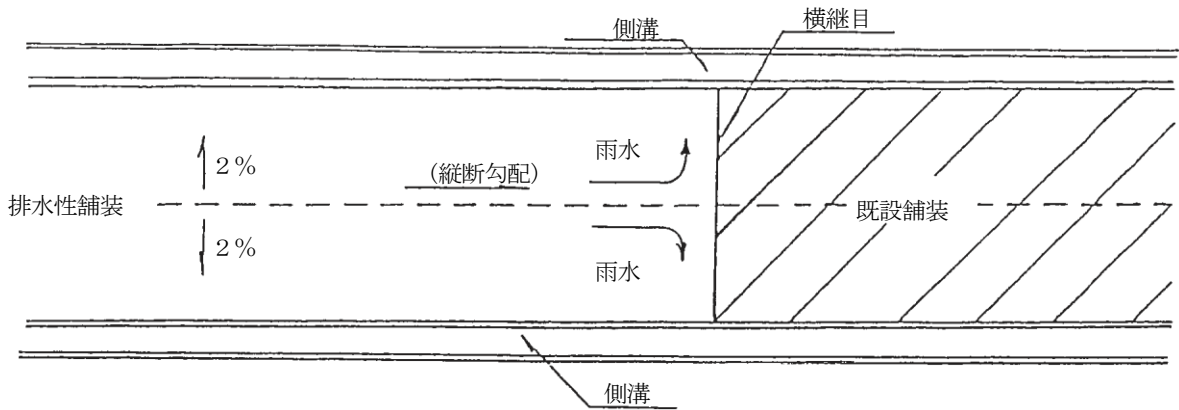
- ・ 導水材(透水性コンクリート管など)を設置し、雨水を集水桝まで誘導する。
- ・ 特に水が集中するような場合には、部分的に側溝の側壁から排水すると、より効果的である。
(下図)



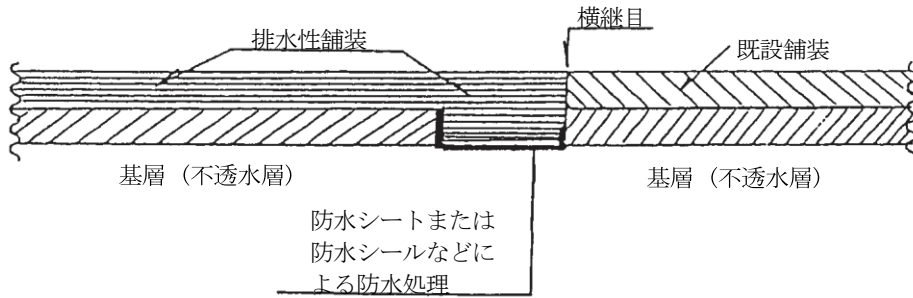
排水端末処理例



《設計例-4》

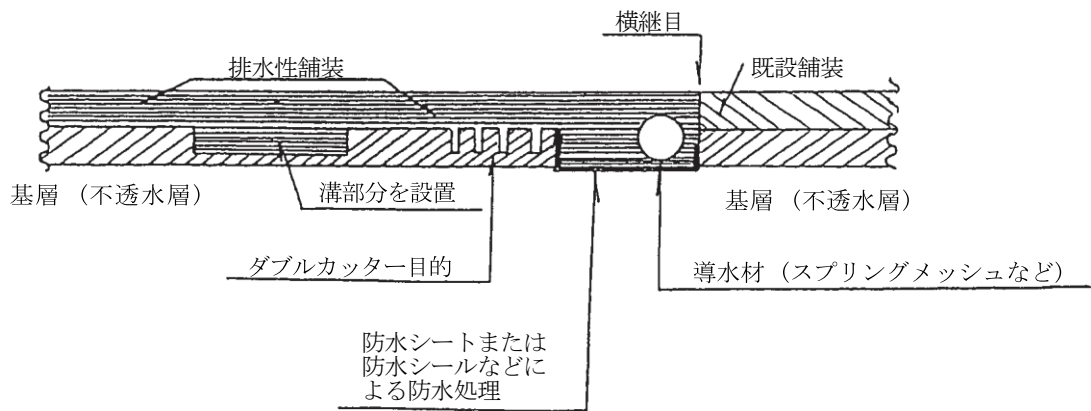


(断面図①)



※縦断勾配が大きい場合

(断面図 ②)



参考資料 - 2

加熱アスファルト混合物の強度や材料特性に応じた等値換算係数の設定方法の一例

加熱アスファルト混合物の等値換算係数は、ストレートアスファルトを用いて汎用的に使用されている混合物（以下、ストアス混合物）を 1.00 としている。

しかし、改質アスファルト混合物については材料強度や特性がそれぞれ異なるにもかかわらず、ストアス混合物と同様な値が設定されており、不経済となっているケースがある。このため、改質アスファルト混合物の等値換算係数の算出方法の一例をここに示す。これは、混合物の弾性係数と疲労破壊回数から相対的に対象混合物の等値換算係数を推定する方法である。

1) 混合物の曲げ疲労試験および弾性係数に関する試験

- ・ストアス混合物（等値換算係数 1.00）および対象とする混合物の曲げ疲労試験（ひずみレベル 3 レベル程度 試験温度 15°C）を行い、それぞれの混合物において図-1 のような疲労曲線を作成する。なお、疲労試験の詳細は、舗装調査・試験便覧，日本道路協会，B018T「アスファルト混合物の曲げ疲労試験方法」による。

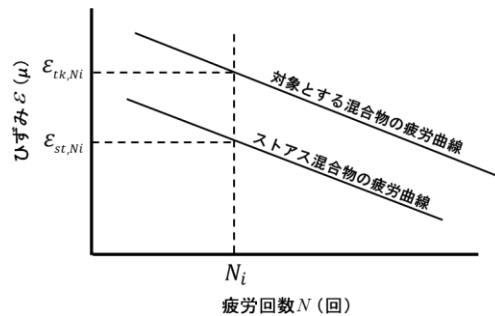


図-1 曲げ疲労試験結果（概要）

- ・等値換算係数の算出に用いる弾性係数は、レジリエントモデュラス試験またはダイナミックモデュラス試験から求めることを基本とする。それぞれの試験方法は、舗装調査・試験便覧，日本道路協会，B015T「アスファルト混合物のレジリエントモデュラス試験方法」、AMPT を用いたアスファルト混合物の新たな評価方法，アスファルト，233 号，2018 による。

2) 等値換算係数の算出方法

図-1 の疲労曲線から、各混合物の疲労回数が同等となるそれぞれのひずみ（ N_i に相当するひずみ） $\epsilon_{st, Ni}$ と $\epsilon_{tk, Ni}$ を求め、次式より等値換算係数 a を求める。ここで、ストアス混合物の弾性係数を E_{st} 、対象とする混合物の弾性係数を E_{tk} とする。

$$a = \frac{h_{st}}{h_{tk}} = \sqrt{\frac{\epsilon_{tk, Ni} \cdot E_{tk}}{\epsilon_{st, Ni} \cdot E_{st}}}$$

参考文献：令和 2 年度「土木学会」全国大会第 75 回年次学術講演会（ポリマー改質アスファルトの等値換算係数に関する一考察）

第9章 維持・修繕

1. 総説

道路の維持修繕とは、築造され、一般交通に供用された道路を、その本来の目的である、一般交通に供しうる機能を保持するための工事、作業等不断の手入れや修理、あるいは道路を使用する者の安全と便益をはかるための作業や施設の軽易な整備を含めて維持修繕といい、また、道路の災害復旧も被災した施設を原形に復旧することを目的とするもので、修繕の一形態と考えられる。

道路法第 42 条に「道路管理者は、道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない」と規定している。しかしながら、最近では交通量の増大と自動車の性能アップや、社会施設の機能を築造された当初まで、回復させることも含めて、若干の機能増と施設の整備等を含めて考えるようになってきている。例えば、交通の安全と円滑化を図るため案内標識、ガードレールの設置、法面、斜面の防災施設、法面保護工、あるいは騒音、振動対策としてのオーバーレイ、道路環境整備としての路肩舗装、側溝整備等の工事がそれである。

「維持」と「修繕」との区分は必ずしも明確ではなく、一般的には「維持」とは、日常計画的に反覆して行なわれる手入れであり、または軽度な修理を指す。「修繕」とは、日常の手入れでは及ばない程大きくなった損傷部分の修理、更新などであり、大規模な修理である。機能回復あるいは機能増を含むもので、老朽化、陳腐化したことによる更新も含めて修繕といわれている。本章では「舗装補修」「トンネル補修」「植栽の管理」について調査から対策工法及び管理までの手法についてとりまとめたものである。

2. 舗装の維持・修繕

2-1 概説

<舗装施工便覧(H18.2) 11-2-1~3、11-6-1>

(1) 維持修繕のあり方

社会資本は長期にわたり存在し、われわれだけでなくわれわれの次の世代、後々の子孫に暮らしの豊さをもたらす重要な資産である。したがって、将来世代の暮らしを予測し、いわば先進的観点から社会資本の維持と整備をすすめていく必要がある。

特に輸送機関としての自動車交通の役割はモータリゼーションの急速な進展とともに飛躍的にその重要度を増し、しかもその機動性、随時性など他の交通機関では代替出来ない機能を有していること、さらに交通の連続性を保つすべての交通機関の端末輸送を受け持つなど県民の欠くことの出来ない基本的な交通手段となっている。

このような自動車交通を円滑に機能させるためには、新たな道路整備が要求されることはいうまでもないが、それと同時に既存の舗装をユーザーが許容出来る供用レベル(ドライバーが満足出来る路面状態)に、かつ合理的に保持していく必要がある。

しかし、舗装は図 2-1-1 に示すように供用を経るに従い徐々に供用性は低下していき、維持修繕をおこたれば怠るほど修繕費用は多大となっていくが、図 2-1-2 で示すように舗装の損傷度合いが軽微な内に小規模の補修を繰り返すことによりトータルコストを抑えることが出来る。

すなわち、はやめ早めに維持修繕を施すことが肝心であり、そのためには、合理的な手法に基づく適切な時期と適切な維持修繕工法が選定されねばならない。それには図 2-1-3 に示すような舗装データのバンキングに基づく維持管理のシステム化が必要であり、長期計画の策定にあたってはネットワークレベル(マクロなアプローチ)のシステム化を、また維持修繕の優先順位の決定や維持修繕工法の選定に対してはプロジェクトレベル(ミクロなアプローチ)のシステム化を図る必要がある。

当維持修繕マニュアルは、このようなシステム化を図る上では図 2-1-3 の工法選定システム構築の基礎となるものである。

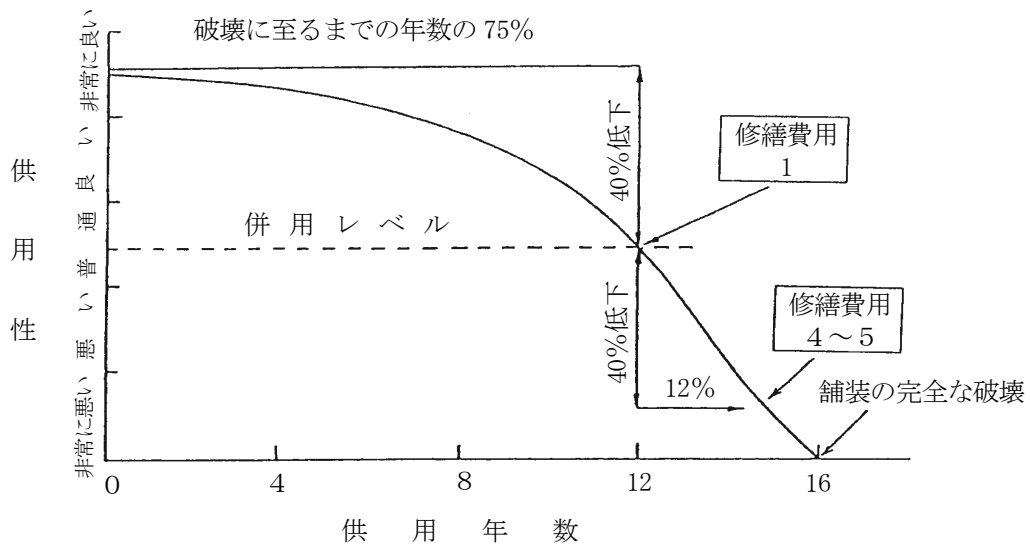
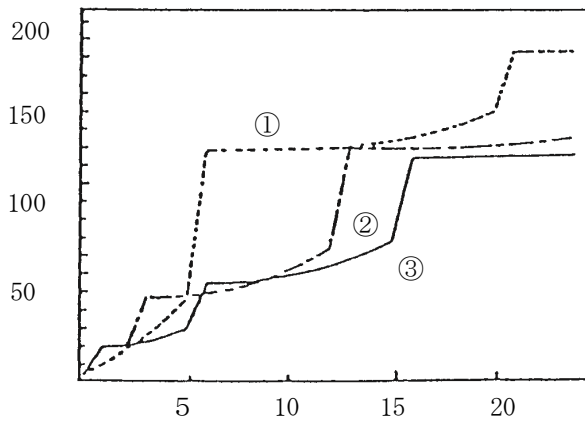


図 2-1-1 補修(維持修繕)時期と費用の関係

百万円



- ① 損傷がかなり進んだ段階では大規模な修繕を繰り返す。
(MC I=3 で打換えを繰り返す)
- ② 損傷がある程度進んだ段階で中規模の修繕を行う。
(MC I=4 でオーバーレイの後、MC I=3 で打換えを行ない、以後同じ順序で繰り返す)
- ③ 損傷が進む前に小規模の修繕を繰り返す。
(MC I=5 で表面処理、MC I=4 でオーバーレイ、そしてMC I=3 で打換えを行ない、以後同じ順序で繰り返す)

図 2-1-2 トータルコストの累計

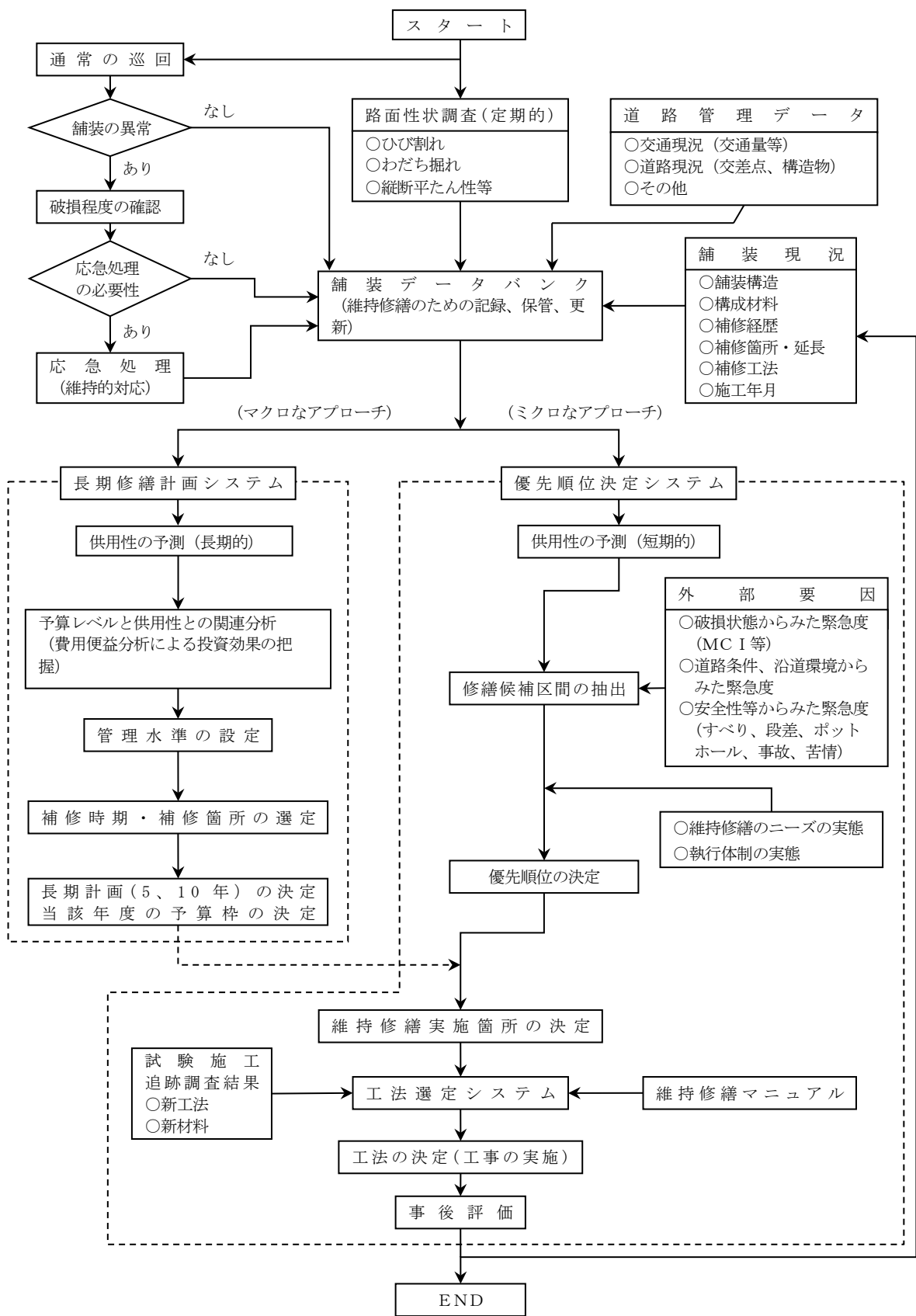


図 2-1-3 維持修繕計画システム基本フロー

(2) 舗装補修と維持修繕

舗装の供用性能を一定水準以上に保つための行為に補修があり、補修には維持と修繕がある。

1) 補修(維持修繕)の目的

- ① 舗装の耐久性を確保し、舗装の構造機能を保持する。
- ② 路面の走行性を確保し、交通の安全と快適性を保持する。
- ③ 舗装に起因する沿道環境の悪化を防止する。

2) 維持と修繕

維持……舗装の供用性能の保持または若干の向上を目的として行う行為で、構造的な強化を目的としないものをいう。例えば、目地の充填、パッチング、薄層オーバーレイ等がこれにあたる。

修繕……舗装の構造強化等を目的とするもので、大幅に供用性能を回復する行為をいう。例えば、オーバーレイ、切削オーバーレイ、打換えなどがこれにあたる。

(3) 計画的補修

計画的に補修を行う場合は、中長期のライフサイクルコストを含めた経済性の検討に基づいて補修時期を計画されたい。

(4) 維持修繕における本マニュアル適用上の留意点

1) 本マニュアルの位置づけ

本マニュアルは県管理道路における維持管理を対象に作成したものであり、下記指針等と相互に補完するものである。

2) 指針類

指針類は表 2-1-1 に示す。本マニュアルに定めのない事項については、これらによるものとする。

表 2-1-1 維持修繕における指針類

示 方 書 ・ 指 針 等	発行年	発 行 者
道 路 維 持 修 繕 要 綱	S53.7	(社)日本道路協会
簡 易 舗 装 要 綱	S54.10	(社)日本道路協会
舗 装 調 査 ・ 試 験 法 便 覧 (全 4 分 冊)	H31.3	(社)日本道路協会
舗 装 試 験 法 便 覧 別 冊 (暫 定 試 験 方 法)	H8.10	(社)日本道路協会
道 路 緑 化 技 術 基 準 ・ 同 解 説	S63.12	(社)日本道路協会
道 路 の 構 造 に 関 す る 技 術 基 準 ・ 同 解 説	H13.7	(社)日本道路協会
舗 装 設 計 施 工 指 針	H18.2	(社)日本道路協会
舗 装 施 工 便 覧	H18.2	(社)日本道路協会
舗 装 再 生 便 覧	H22.12	(社)日本道路協会
排 水 性 舗 装 技 術 指 針 (案)	H8.10	(社)日本道路協会
舗 装 の 維 持 修 繕 ガ イ ド ブ ッ ク 2 0 1 3	H25.11	(社)日本道路協会
舗 装 点 検 要 領 に 基 づ く 舗 装 マ ネ ジ メ ン ト 指 針	H30.9	(社)日本道路協会
舗 装 点 検 必 携	H29.4	(社)日本道路協会
舗 装 の 長 期 保 証 制 度 に 関 す る ガ イ ド ブ ッ ク	R3.4	(社)日本道路協会
舗 装 標 準 示 方 書	H27.10	(公 社)土 木 学 会

3) 本マニュアルは維持修繕の実施計画を立てる上での手引書であり、対象現場の条件に適合する特殊工法・新技術の採用を妨げるものではない。

(5) 補修の手順と施工計画

1) 補修の概要

補修は、①全体補修計画、②区間実施計画、③補修工事の手順で実施する。また、補修工事では、安全対策や環境対策などを勘案したうえ、合理的な施工計画を立案する。なお、工事内容、工事規模、現場条件などが多種多様であるので、これらの内容を的確に把握しておく。

2) 補修の手順

① 全体補修計画

道路管理区間内の全路線を単位区間に分割し、その供用性能の比較評価の後、補修の優先順位をつけ補修の計画を立てる。なお、定期調査や巡回観察等により、緊急措置を要する損傷等はそれら補修する。これら補修計画については、主に道路管理者によって行われる。

② 区間実施計画

選定された補修区間について必要な調査を実施し、補修工法、実施時期などの検討を行い合理的な実施計画を立てる。

③ 補修工事の実施

補修工事では、最初に施工計画を立案する。次に、施工計画に基づき材料や施工機械を調達し、合理的に所定の品質および出来形を確保するように施工する。

3) 施工計画

① 計画立案上の留意点

- ・過去における補修の履歴、舗装や構造物の台帳および調書、交通量調査表、気象資料などを活用する。
- ・補修工事専用の機械や材料を使用することも多いので、これらの特徴をよく理解しておく。
- ・既設舗装材の撤去などを伴うことが多いので、それらの低減または有効利用にも十分配慮する。
- ・一般に交通規制を伴い、作業時間帯や作業日の制約を受けるので、1日の作業内容や工種ごとの工程を計画するうえで十分留意する。

② 安全対策および環境対策

- ・通常、供用中の道路での作業であり、夜間に行うことも考えられるので、道路利用者および沿道住民への影響を配慮する。
- ・管轄警察署と十分な協議を行い、適切な交通安全対策をとる。
- ・沿道住民に対し工事实施の案内等を行う一方、振動、騒音、粉塵の少ない工法、機械、あるいは材料の採用に努める。
- ・占用企業者と適時に調整等を行い、事故や災害の防止に努める。

2-2 維持修繕工法の設計手順

維持修繕工法を設計する際は次のような過程を経て工法を選定し、設計する。

なお、下記フローより修繕工法が選定される箇所にやむを得ず維持工法を選定する場合には維持工法の適用効果が低くならないように、双方の経済性やリスクに留意して設計すること。

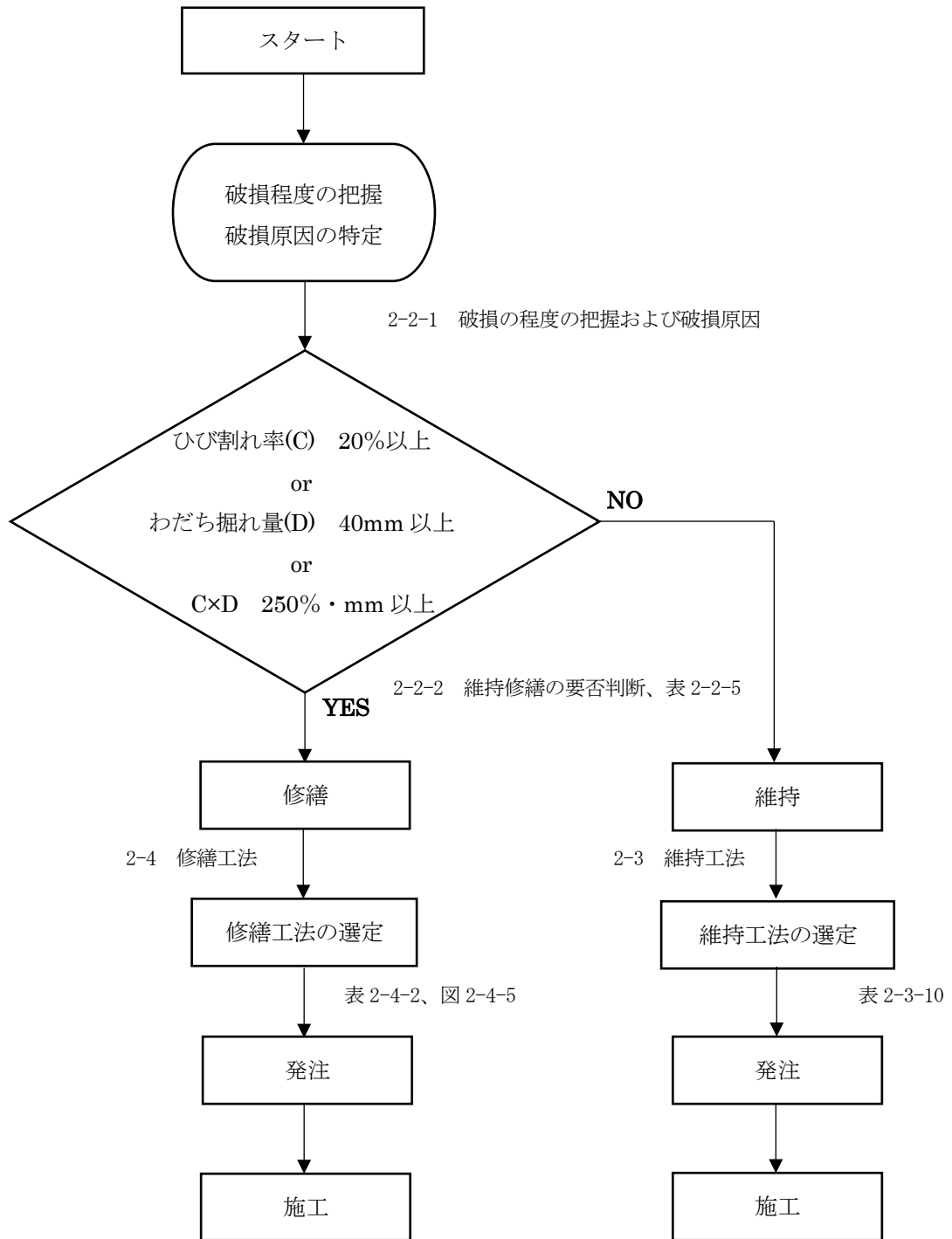


図 2-2-1 維持修繕工法設計フロー

2-2-1 破損程度の把握および破損原因

(1) 舗装の路面性状値およびその調査方法

舗装の維持修繕を計画するにあたっては、破損の程度やその原因を把握し、適切な工法を選択する必要があるが、このためには事前調査として現場調査を行わねばならない。

現場調査は、舗装の供用状況や破壊の程度及びその原因の把握を目的とし、調査方法は自動測定車による方法、各測定機械による方法および目視による方法がある。

維持修繕を計画する上では自動測定車あるいは各測定機械によって『ひび割れ率』、『わだち掘れ量』、『縦断平たん性』等の路面性状調査を全対象路線に対して行い、これら路面性状値の結果を設計のための基礎資料とするのが本来の姿である。

しかし、これらの方法を維持修繕予定箇所全てに適用しようとした場合には、時間と費用を多大に必要とし实际的でない。また、目視によるひび割れ率と簡易な方法によりわだち掘れ量を把握することで経験的におおよその維持修繕工法が選定できることから、福島県においてはどのような場合でも必ず実施すべき調査として

- ◎ 目視法によるひび割れ率測定法
- ◎ 水系法による最大わだち掘れ量測定法
- ◎ その他の目視観察(平たん性、ポットホール、段差等)

の3つの方法を採用することとする。

ただし、詳細調査が必要となる場合は次のような機械計測法を併用する。

- ◎ ひび割れ率 …………… スケッチ法 or メッシュ法
- ◎ わだち掘れ量 ……… 横断プロフィールメータ
- ◎ 縦断平たん性 …………… 縦断プロフィールメータ

現場調査時の調査項目及び調査方法を表 2-2-1 に示す。

表 2-2-1 調査項目及び調査方法

調 査 項 目	調 査 方 法
①ひび割れ率	目視法*, 路面スケッチ法(メッシュ法等)* または路面自動測定車
②わだち掘れ量	横断プロフィルメータ*, 水系法*または路面自動測定車
③縦断凹凸	3mプロフィルメータ*または路面自動測定車
④段差	10m水系法
⑤路面の滑り	滑り抵抗試験機(ポータブルスキッドテスター)
⑥摩耗, 剥離	目視観察
⑦混合物の老化	目視観察, 必要に応じて切取コアの回収・アスファルト性状試験
⑧たわみ量	ベンケルマンビームたわみ量試験または重錘落下たわみ測定装置(FWD)
⑨補修の状況	パッチング, 表面処理等の程度を目視観察

* 詳細調査方法は参考資料(資料-1~資料-6)に示す。

(2) 舗装構造等の調査

適切な修繕工法を設計する上では、表 2-2-1 の調査に加えて、舗装構造あるいは既設舗装体構成材料等を調査する必要がある。調査内容としては主に表 2-2-2 のようなものが挙げられる。

表 2-2-2 舗装構造、既設舗装体構成材料調査内容

調 査 項 目	調 査 方 法
① 舗 装 構 成	構成および表層, 基層, 路盤各層の厚さ
② 路床上の C B R 試験	変状土 C B R, 粒度, P I
③ 粒状路盤材の試験	粒度, P I, 修正 C B R
④ アス混合物の性状試験	アスファルト量, 粒度, 回収アスの性状
⑤ 環 境 条 件	凍結指数, 坂の有無, トンネル, 橋 等
⑥ 交 通 量	総交通量, 大型車交通量

(3) 破損の分類と原因

適切な時期に適切な維持修繕を行うためには、舗装の破壊現象とその原因、路床の支持力、交通量、舗装構成および加熱混合物種等を的確に把握する必要がある。

表 2-2-3 にアスファルト舗装の破損の分類と原因を示す。

表 2-2-3 アスファルト舗装の破損の分類と原因

破 損 の 分 類		主 な 原 因
主として路面性状に関する破損	局部的なひび割れ	ヘアークラック 線状ひび割れ 縦方向ひび割れ 横方向ひび割れ 施工継目ひび割れ 混合物の品質不良，転圧温度の不適による転圧初期のひび割れ 施工不良，切盛境の不等沈下，基層，路盤のひび割れ 路床路盤支持力の不均一 敷き均し転圧不良
	段 差	構造物付近の凹凸 路床，路盤，混合物の転圧不足，地盤の不等沈下等による不陸
	変 形	わだち掘れ 縦断方向の凹凸 コルゲーション くぼみ、寄り フラッシュ 過大な大型車交通，混合物の品質不良 混合物の品質不良，路床路盤の支持力の不均一 プライムコート，タックコートの施工不良 プライムコート，タックコートの施工不良 混合物の品質不良(特にアスファルトの品質不良)
	摩 耗	ラベリング ポリッシング はがれ 除雪後のタイヤチェーンの使用 混合物の骨材品質，混合物の品質不良 混合物の品質不良，転圧不足
	崩 壊	ポットホール 剥離 老 化 混合物の品質不良，転圧不足 骨材とアスファルトの親和力不足，混合物に浸透した水分 混合物の瀝青材料の劣化
その他	タイヤ跡 きず 表面ぶくれ 異常な気温，混合物の品質不良 事故等 混合物の品質不良，表層下の空気の膨張	
主として構造に関する破損	全面的なひび割れ	亀甲状のひび割れ 舗装厚さ不足，混合物，路盤，路床の不適，計画以上の交通量の通過，地下水
	その他	噴凍 泥上 舗装の厚さ，凍上抑制層の厚さ不足，地下水

<道路維持修繕要綱(S53. 7)>

また、表 2-2-4 にコンクリート舗装の破損の分類と原因を示す。

表 2-2-4 コンクリート舗装の破損の分類と原因

破 損 の 分 類			主 な 原 因
主 と し て 路 面 性 状 に 関 す る 破 損	局 部 的 な ひ び 割 れ	版底面に達しないひび割れ 初 期 ひ び 割 れ 隅 角 部 ひ び 割 れ 横 断 方 向 ひ び 割 れ 縦 断 方 向 ひ び 割 れ 埋 設 構 造 物 等 の 付 近 の ひ び 割 れ	施工時における異常乾燥等 路床・路盤の支持力不足，目地構造・機能の不 完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不等 沈下，コンクリートの品質不良 構造物と路盤との不等沈下，構造物による応 力集中
	段 差	構造物付近の凹凸および 版 の 段 差	路床・路盤の転圧不足，地盤の不等沈下， ポンピング現象，スリップバー・タイバーの 機能の不完全
	変 形	縦 断 方 向 の 凹 凸	路床・路盤の支持力不足，地盤の不等沈下
	摩 耗	ラ ベ リ ン グ ポ リ ッ シ ン グ は が れ (ス ケ ー リ ン グ)	タイヤチェーン・スパイクタイヤの影響等 粗面仕上げ面の摩損，軟質骨材の使用 凍結融解作用，コンクリートの施工不良 締固め不足
	目地部の 破 損	目 地 材 の 破 損 目 地 縁 部 の 破 損	目地板の老化，注入目地材のはみ出し， 老化・硬化・軟化・脱落，ガasketの 老 化 ・ 変 形 ・ 脱 落 等 目 地 構 造 ・ 機 能 の 不 完 全
	そ の 他	穴 あ き	コンクリート中に混入した木材等不良骨材 の混入，コンクリートの品質不良
主 関 と す し て る 構 造 破 損 に 関 す る	全 面 的 な ひ び 割 れ	版底面に達するひび割れ 隅 角 部 ひ び 割 れ 横 断 方 向 ひ び 割 れ 縦 断 方 向 ひ び 割 れ 亀 甲 状 ひ び 割 れ	路床・路盤の支持力不足，目地構造・機能の不 完全，コンクリート版厚の不足，地盤の不 等沈下，コンクリートの品質不良 上 記 の ひ び 割 れ が 進 行 し た も の
	座 屈	ブ ロ ー ア ッ プ ク ラ ッ シ ン グ	目 地 構 造 ・ 機 能 の 不 完 全
	そ の 他	版 の 持 ち 上 が り	凍 上 抑 制 層 厚 さ の 不 足

<道路維持修繕要綱(S53.7)>

2-2-2 維持修繕の要否判断

舗装の破損状態および路面性状を勘案し、維持工法あるいは修繕工法の要否を判断する。路面性状によって判定する場合の判断値は表 2-2-5 に示すとおりである。この値に満たない場合は、クラックシーリング工法や薄層オーバーレイ工法などの比較的軽微な維持工法を適用し、超える場合は路上路盤再生工法などの修繕工法により舗装を再構築する。修繕工法は、福島県では原則としてMC I で評価する場合は4以下とするが、D I D、市街地および歩道・路肩の狭い一般地域は5以下でも修繕レベルとすることが望ましい。また、ひび割れ率とわだち掘れ量および局所的な損傷の個々の要素で判断する場合の判断値・状態も示している。

表 2-2-5 維持・修繕の要否判定の判断値

管 理 項 目	一 般 地 域	D I D、市街地および歩道・路肩が狭い一般地域
M C I (※)	4 以下	5 以下
ひ び 割 れ 率 (%)	20 以上	20 以上
わ だ ち 掘 れ 量 (mm)	40 以上	20 以上
C × D (参考値) (%・mm)	250 以上	90 以上
局 部 的 な 損 傷	騒音、振動の発生及び安全な車両の走行に支障をきたす局所的な損傷	

※ MC I (Maintenance Control Index) 維持管理指数

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

$$MC I_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \dots\dots\dots \text{式-2-2}$$

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

$$MC I_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \dots\dots\dots \text{式-2-4}$$

ここに

σ : 縦断方向の凹凸の標準偏差(mm)

C : ひび割れ率(%)

D : わだち掘れ量の平均(mm)

MC I は現在わが国で一般的に採用されている路面評価方法の代表的なものであり、『ひび割れ率』、『わだち掘れ量』及び『平坦性』の個々の特性値を利用した総合指標である。なお、維持修繕におけるMC I 評価基準の一般的な目安は表 2-2-6 のとおりである。

表 2-2-6 M C I 評価基準の目安

M C I	維持修繕の目安
3 以下	早急に修繕が必要
3 を超え 4 以下	修繕が必要
4 を超え 5 以下	修繕を行うことが望ましい
5 を超える	望ましい管理水準

準用：＜舗装標準示方書 (H27. 10) IV-参考資料 1 既設舗装の評価方法 表IV-参 1.2.1＞

2-3 維持工法

維持工法は、舗装の機能を保持するための日常的に行われる手入れや軽微な補修工法であり、舗装の損傷が重篤な状態になる前に、予防的に施すものである。

代表的な維持工法の種類を表 2-3-1 に示す。

表 2-3-1 代表的な維持工法の種類

維持工法	内 容
パッチング	ポットホール、段差、局部的なひび割れ及びくぼみなどを舗装材料で応急的に充填する工法。
充 填	線状ひび割れや舗装目地の破損部へ注入目地材等を充填する工法。
表 面 処 理	既設舗装の上に加熱アスファルト混合物以外の材料を用いて 3 cm未満の薄い封かん層を施す工法。 舗装面に瀝青材料または樹脂を散布あるいは塗布した上に、砂や碎石を被覆付着させる工法。改良路盤の保護層等。
薄層オーバーレイ	既設舗装の上に厚さ 3cm 未満の加熱アスファルト混合物を舗設する工法。
切 削	舗装表面に凹凸が発生して平坦性が極端に悪くなった場合にその部分を機械によって削り取り、路面の平坦性とすべり抵抗性を回復させる工法。
そ の 他	レールパッチング、段差擦り付け工法、碎石・砂の散布等。

(2) 維持工法の選定

維持工法の選定は『日常の維持工法』、『沿道環境保全工法』に分けて記述する。

1) 日常の維持工法

日常の維持点検においてみられる破損の種類と対応する維持工法を表 2-3-2 に示す。

表 2-3-2 破損の種類と対応維持工法

破 損 の 種 類	維 持 工 法
縁 端 部 の 破 損	排水系統の修理, 清掃
舗 装 表 面 の 劣 化	表面処理
ポ ッ ト ホ ー ル	パッチング, 表面処理
縦 横 断 方 向 の ク ラ ッ ク	クラックシール, 表面処理
亀 甲 状 の ク ラ ッ ク	表面処理, 局部的打換え
ブ リ ー ジ ン グ (フ ラ ッ シ ュ)	チップや砂の散布
縦 横 断 方 向 の 波	切削, 表面処理
表 層 の は が れ	パッチング, 表面処理
不 陸 や く ぼ み	パッチング, 局部的打換え, 切削(不陸の場合)
舗 装 表 面 の 摩 耗	表面処理
構造物取付け部のクラックや段差	クラックシール, パッチング, 薄層オーバーレイ, オーバーレイ
コンクリート目地材の破損	注入目地材の切除・再注入

一般に、維持工法に使用する材料・工法には、以下のものがある。

① クラックシール

クラックシール工法の種類を以下に示す。なお、路面全体にひび割れが広がっている場合には経済性を考慮し、パッチング工法など別の維持工法も検討すること。

表 2-3-3 クラックシール工法

工 法	内 容
加熱アスファルト系シール材による注入工法	アスファルト・ゴムなどからなる加熱注入式シール材を注入する工法。高温時の流動・流出および低温時の脆化・効果破壊がなく、粘着力を有し接着性が高く、弾力性に優れているため膨張・収縮に良く順応する。
アスファルト乳剤系シール材による注入工法	特殊アスファルト乳剤系液剤とセメント固化材を混合するものや、二液混合型ゴム化アスファルト乳剤タイプなどがあり、いずれも常温で施工が可能である。これらの材料の多くは、湿潤面への適用も可能である。
樹脂系シール材による注入工法	エポキシ樹脂やMMA樹脂などの常温硬化型樹脂系シール材を注入する工法。一般的に硬化が速く、低温でも硬化し、柔軟性がありひび割れに追従しやすいため、作業性に優れ迅速な施工が可能である。

(備考) わだち部上の線状クラックや構造物、施工ジョイントクラックを補修する場合は表 2-3-4 を参照。

表 2-3-4 わだち部上の線状クラックや構造物、施工ジョイントクラック補修工法

工 法	内 容
シール工法	シーリング材をクラックに直接注入する工法。最も簡易な工法であるが、加熱タイプの場合はクラックの深部への充填，耐久性等に若干問題がある。しかし，樹脂系や弾性瀝青系成型ロープ等のゴムアス系の常温タイプには，充填効果，耐久性等に優れたものがある。
Vカット工法	クラック部をV字型にカットした後シール材やアスファルトモルタル等を充填する工法。 最近ではVカットを行う施工機械に高温高圧噴射装置を備えたものがあり，クラック中の水分を急速に除去し，シール材の接着性・耐久性を改良したものがある。

② パッチング(ポットホール対策)

表 2-3-5 パッチング(ポットホール対策)工法

工 法	内 容
加熱混合式によるパッチング	通常の加熱アスファルト混合物を用いてポットホールを応急的に充填する工法。安価で耐久性が高い。材料に加熱アスファルト混合物を用いているので，小規模施工や施工箇所が点在する場合などは材料の温度低下に注意する必要がある。
常温アスファルト混合物によるパッチング	常温アスファルト混合物を用いてポットホールを応急的に充填する工法。一般的には加熱アスファルト混合物よりも強度発現に時間がかかるが，開放後の交通により締め固められるので早期交通開放も可能である。
常温アスファルト混合物によるパッチング (全天候高耐久型)	全天候高耐久型の材料を用いてポットホールを応急的に充填する工法。この材料は耐水性や接着性を強化し，雨天時等でパッチングする箇所に水があっても接着性がよく，材料のはく離に対する抵抗性が高い。雨や雪、気温等の条件に左右されにくいいため，施工に対する汎用性が高い。耐久性を加熱混合物と同程度まで高めたものもある。

表 2-3-6 パッチング(ポットホール対策)工法に使用する材料の特徴

材料の種類	施工性	耐久性(荷重)	雨天時の施工	経済性	
加熱混合物	△	○	△	◎	◎：優れている ○：普通 △：やや劣る
常温混合物	◎	△	△	○	
常温混合物 全天候高耐久型	○	○	◎	△	

③ パッチング(段差修正)

表 2-3-7 舗装と構造物(橋梁、マンホール等)との段差修正工法

工 法	内 容
常温型スラリー混合物による段差修正 (路面パッチ・スノーパッチ等)	化学的に分解・硬化する特殊なアスファルト乳剤を使用したスラリー状混合物により、構造物と既設路面との間で擦り付けを行う工法。 施工機械を必要とせず、しかも施工が容易でゼロに近い擦り付けができ、施工後、混合物の硬化が急速に進み 20 分程度で交通開放ができる利点がある。また、耐久性にも富んでいる。
加熱型スラリー混合物による段差修正	ゴム性状を高めた改質バインダを用いた加熱型スラリー状混合物により、構造物と既設路面との間で擦り付けを行う工法。 耐久性に富み、施工直後に交通開放できる。
樹脂系バインダによる段差修正	エポキシやアクリル等の樹脂系バインダ(またはこれを用いたモルタル)を使用し、構造物と既設路面との間で擦り付けを行う工法。耐久性は比較的良好であるが、高価である。
加熱型混合物による段差修正	安価で最も一般的であるが、低温時の施工では耐久性に劣る。

表 2-3-8 各工法の特徴

工 法	施工性	耐久性	経済性
常温型スラリー混合物による段差修正	◎	◎	○
加熱型スラリー混合物による段差修正	△	◎	○
樹脂系バインダによる段差修正	○	◎	△
加熱混合物による段差修正	○	△	◎

◎：優れている
○：普通
△：やや劣る

④ 薄層オーバーレイ、オーバーレイ

表 2-3-9 薄層オーバーレイ、オーバーレイ工法

工 法	内 容
薄層オーバーレイ	既設舗装上に 3cm 未満の加熱アスファルト混合物を舗設する工法。適用に際しては、起終点、街きよ、人孔等において、段差が生じないように縦横断勾配を計画する必要がある。
オーバーレイ	既設舗装のうえに厚さ 3cm 以上の加熱アスファルト混合物を舗設する工法。局部的な不良個所が含まれる場合、局部打換え等を行ってから実施する。オーバーレイ工法の採用にあたっては沿道との取り合い、構造物の高さなどを十分検討する必要がある。
切削+オーバーレイ	事前処理として路面の凸部や損傷が生じたアスファルト層を切削除去し、不陸や段差等を解消したのち、オーバーレイを行う工法。流動によるわだち掘れが大きい場合は、その原因となっている層を除去してからオーバーレイを行うこと。

沿道環境に応じた維持工法の選定を表 2-3-10 に示す。

表 2-3-10 沿道環境に応じた工法選定 (20mm≦わだち掘れ量<40mm の場合)

ひび割れ率 (%)	沿道環境	交通量区分		
		$N_1 \sim N_4$	N_5	N_6
10 ~ 20	市街	OL平均3~4cm	切削+OL4~5cm	(アスコン層打換え)
	人家		OL平均3~4cm	
	その他			(レベリング)+OL5cm
3 ~ 10	市街	OL平均3cm	切削+OL3~4cm	切削+OL5cm
	人家		OL平均3~4cm	(レベリング)+OL4cm
	その他			
0 ~ 3	市街	レベリング+薄層	切削+OL3~4cm	切削+OL5cm
	人家	OL平均3cm	OL平均3~4cm	(レベリング)+OL4cm
	その他			

- (備考) 1) $N_1 \sim N_4$ で嵩上げができない場合は切削もしくはアスコン層の打換えを検討する。
 2) オーバーレイで必要な高さに嵩上げができない場合は切削を併用する。
 3) わだち掘れが極端な場合はレベリングを検討すること。
 4) OLの厚さ(cm)は平均の厚さを示す。

~~~~~ : ひび割れがリフレクションクラック対策(シート、シトネ層、開粒度)を検討すること。

OL5cm : オーバーレイ 5cm のことを示す。

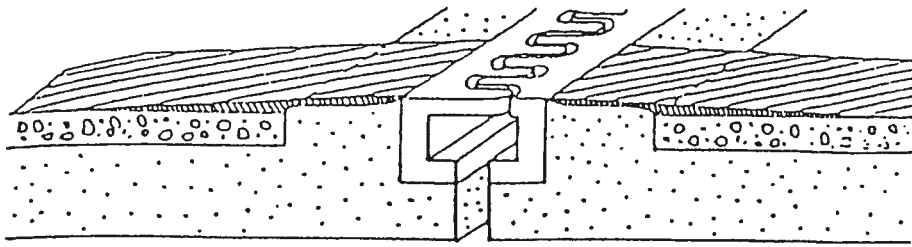
## 2) 沿道環境保全工法

沿道環境保全の主なものは振動防止、騒音防止及び景観の保全等が挙げられ、いずれも沿道住民から上げられる苦情の主な原因であり、迅速な対処が要求される性格のものである。具体的には次のようなものがある。

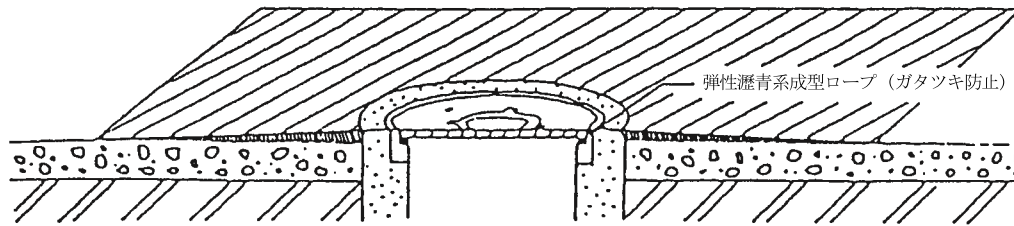
- ① 舗装と構造物(橋梁・トンネル等)との段差による振動・騒音の発生
- ② マンホール周辺と舗装との段差、蓋のがたつきによる振動・騒音の発生
- ③ 新旧舗装との段差、占用復旧箇所の段差による振動・騒音の発生
- ④ わだち掘れが進行した箇所による振動・雨天時の水撥ね
- ⑤ パッチング等の繰り返しによる景観性の低下

したがって、極力簡便でかつ養生を必要としない工法が求められる。適用する工法については、表 2-3-2、使用する材料は、表 2-3-3~2-3-9 を参考とし、段差修正材に常温型スラリー混合物を用いた具体的な使用例は図 2-3-1 に示す。

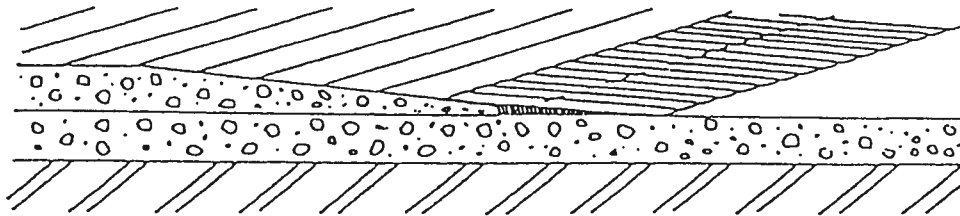
A. 橋梁ジョイントの段差修正



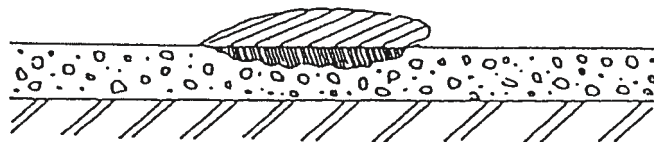
B. マンホール周辺の段差修正



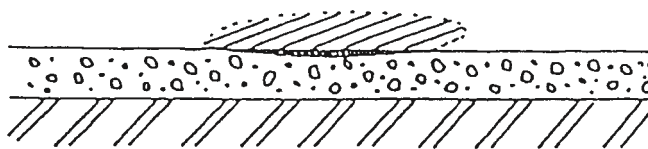
C. アスコン舗装擦り付け修正



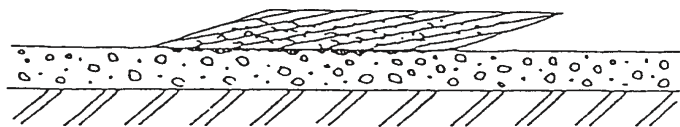
D. パッチング



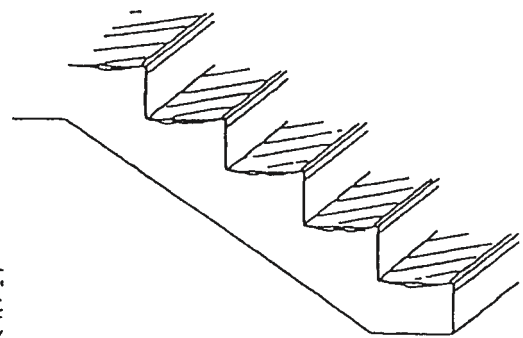
E. 局所的な凹部の修正



F. 粗面の修正



G. 階段の補修



H. 歩道橋の薄層舗装

図 2-3-1 常温型スラリー混合物による段差修正の使用例

## 2-4 修繕工法

修繕工法は日常の手入れでは及ばない程、大きくなった損傷部分の修理であり、代表的な工法を表 2-4-1 に示す。

これら工法を交通量区別および破損の程度別に適用するおおよその目安を図 2-4-1～図 2-4-4 に示す。ただし、これらの図は設計 CBR=3 の場合の代表的な工法を示したものであり、実際の工法選定にあたっては図 2-4-5 にしたがって行うものとする。

表 2-4-1 修繕工法の種類

| 修 繕 工 法              | 内 容                                                                                                                                                |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| オ ー バ ー レ イ          | 既設舗装の上に厚さ 3cm 以上の加熱アスファルト混合物を舗設する工法。局部的な不良箇所が含まれる場合、局部打換え等を行ってから実施する。<br>オーバーレイ厚の設計法には CBR 法とたわみ法がある。                                              |
| リフレクションクラック対策工法      | オーバーレイ等を実施する際、既設舗装とオーバーレイ層の間にひび割れ抑制層を設ける工法。<br>抑制層にはシートを用いる工法とシトネ層を用いる工法および開粒タイプの混合物を用いる工法とがある。                                                    |
| 局 部 打 換 え            | 既設舗装の破損が局部的に著しく、その他の工法では補修できないと判断したとき、表層、基層あるいは路盤から局部的に打換える工法。局部的にひび割れが大きい箇所に適用する。                                                                 |
| 路 上 表 層 再 生          | わだち掘れ、縦断方向の凹凸、ひび割れ等の発生により既設表層が破損している場合に、路上において表層の加熱かきほぐしを行い、必要に応じて新規アスファルト混合物や再生用添加剤等を加えて混合、敷き均し、締固めて新しく再生された表層をつくるもので、路面性状の回復と既設表層の品質改善を一体的に行う工法。 |
| 路 上 路 盤 再 生          | 既設アスファルト混合物層を現位置で破碎し、同時にこれをセメントやアスファルト乳剤等の路上再生用添加材料等とともに混合し、締固めて安定処理した路盤を新たにつくる工法。                                                                 |
| 表層・基層打換え<br>切削オーバーレイ | 既設舗装の表層または基層までを打換える工法。<br>このうち、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。                                                                           |
| 打 換 え                | 舗装の破損が著しく、他の工法では良好な路面を保つことができない場合に舗装厚の全層を打換える。                                                                                                     |

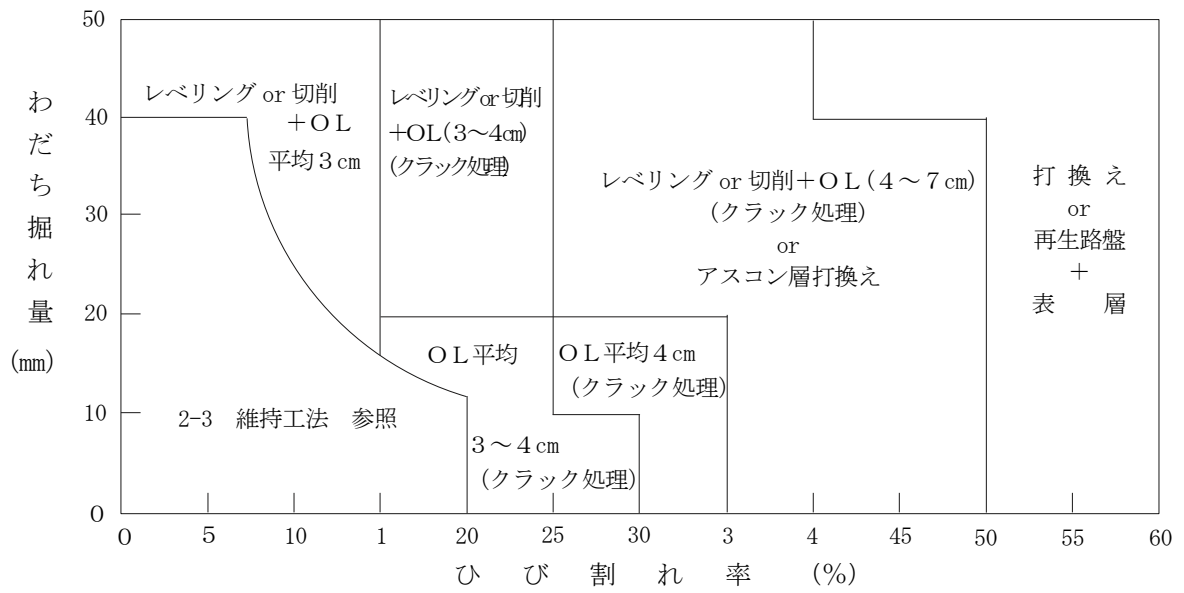


図 2-4-1  $N_1 \sim N_3$  交通路線におけるおおよその修繕対応工法 (設計 C B R=3 の場合)

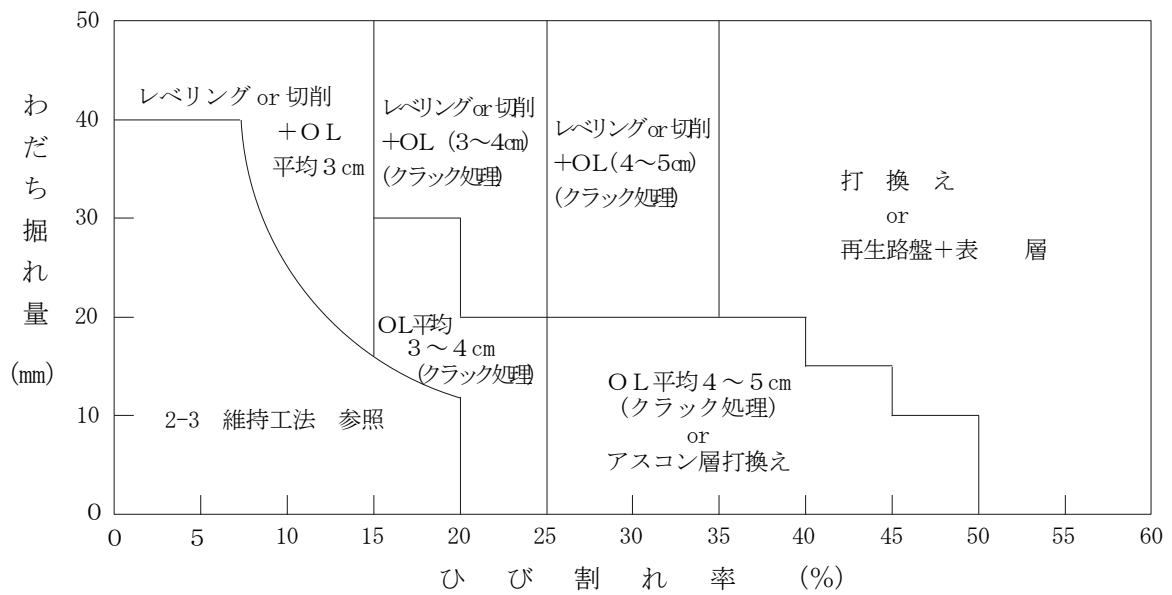


図 2-4-2  $N_4$  交通路線におけるおおよその修繕対応工法 (設計 C B R=3 の場合)

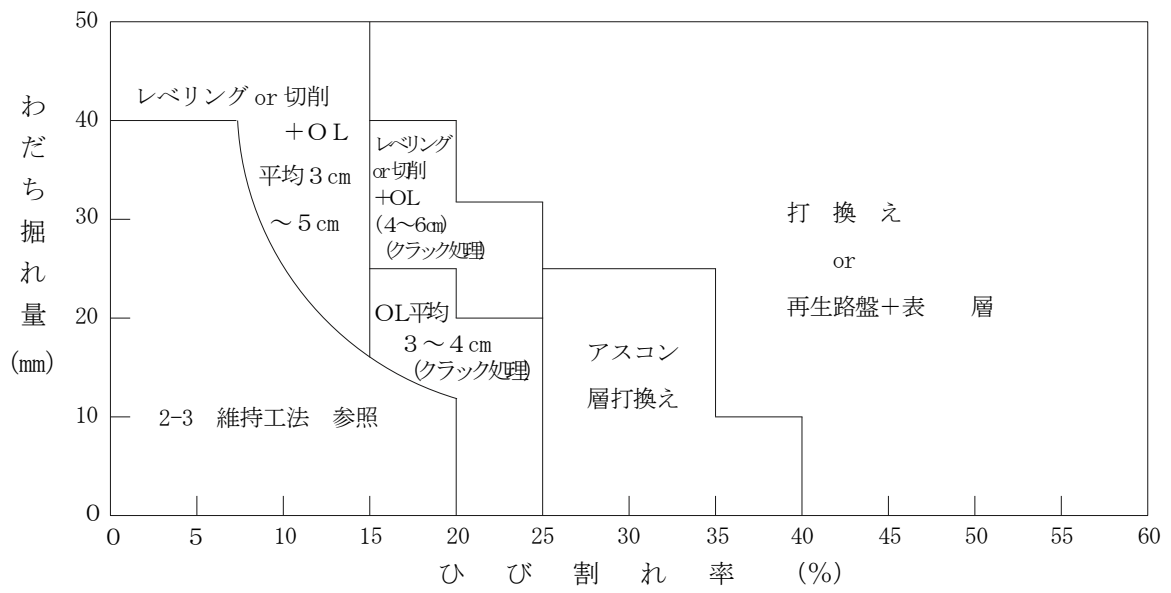


図 2-4-3  $N_5$  交通路線におけるおおよその修繕対応工法 (設計 CBR=3 の場合)

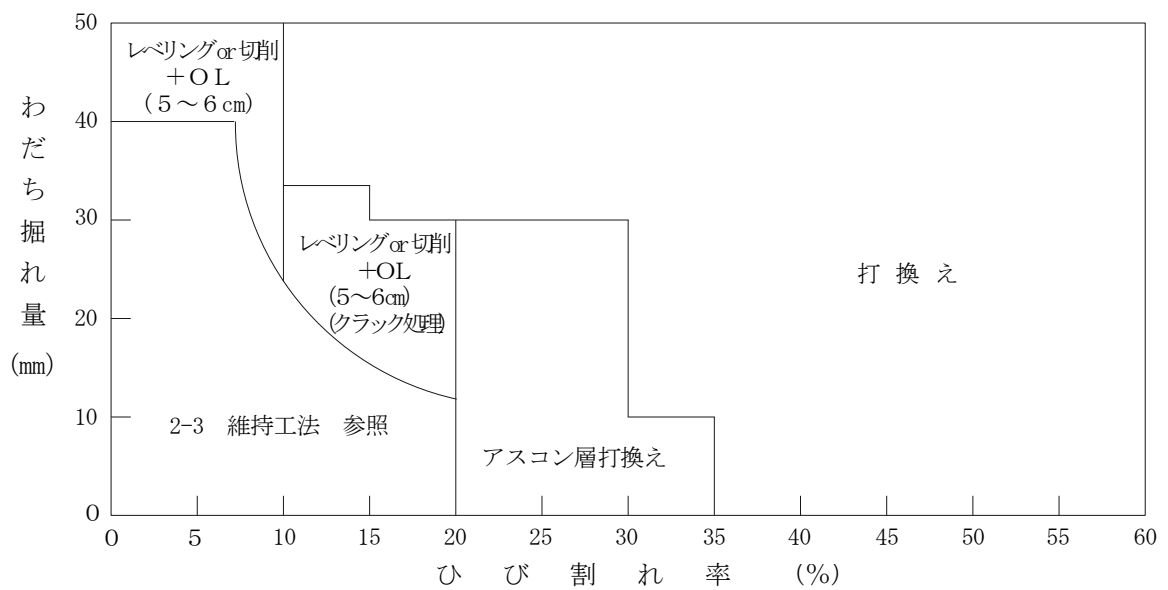


図 2-4-4  $N_6$  交通路線におけるおおよその修繕対応工法 (設計 CBR=3 の場合)

## 2-4-1 修繕工法の選定

修繕工法の選定は図 2-4-5 にしたがって行い、修繕対象箇所路面性状値を把握し、P S I あるいはひび割れ率により適する工法を判断する。

### (1) P S I (供用性指数)

P S I は舗装の供用性を示す『ひび割れ率』、『わだち掘れ量』及び『平坦性』を用いた総合指標であり、以下により求める。

○P S I (Present Serviceability Index) …………… 供用性指数

$$P S I = 4.53 - 0.518 \log \sigma - 0.371 \sqrt{C} - 0.174 D^2 \quad \dots\dots \text{式-2-5}$$

ここに

$\sigma$  : 縦断方向の凹凸の標準偏差(mm)

C : ひび割れ率(%)

D : わだち掘れ量の平均(cm)

また、P S I に対応するおおよその対応工法は表 2-4-2 に示す。

表 2-4-2 P S I とおおよその対応工法

| P S I (供用性指数) | おおよその対応工法   |
|---------------|-------------|
| 3 ~ 2.1       | 表 面 処 理     |
| 2 ~ 1.1       | オ ー バ ー レ イ |
| 1 ~ 0         | 打 換 え       |

<道路維持修繕要綱(S53.7)>

(2) 修繕工法の選定

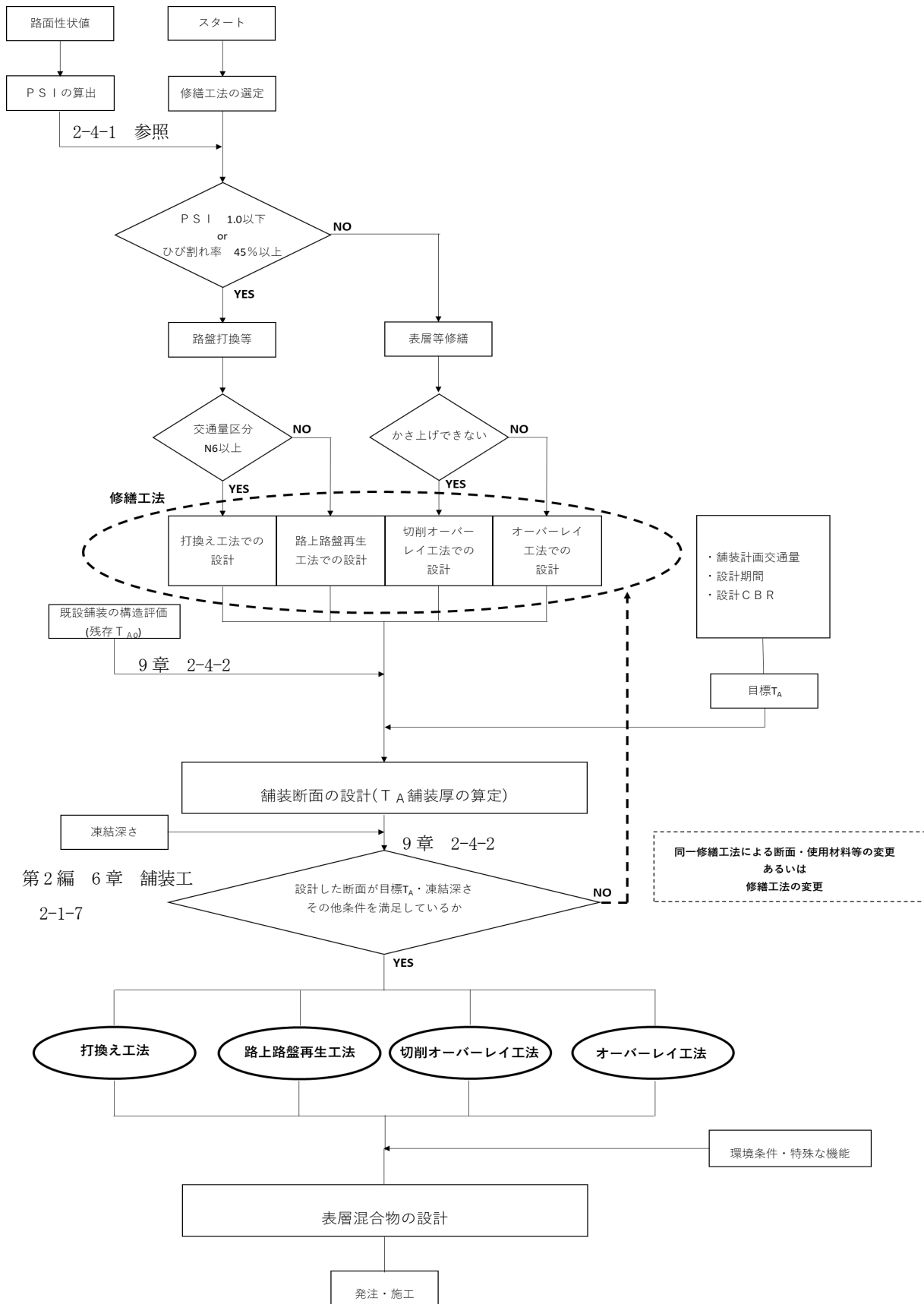


図 2-4-5 修繕工法の設計フロー

## 2-4-2 修繕工法の構造設計

修繕工法の構造設計における換算係数などの各条件を以下に示す。

設計条件を満足する舗装構成とするためには、舗装計画交通量、路床の支持力などの設計に用いる値の将来予測に伴うリスク等を勘案した信頼性設計を修繕工法においても行う必要がある。信頼性設計の方法には、第2編 6章 舗装工 1-5 信頼性に示す信頼度に応じた係数を用いる。

### (1) 残存等値換算厚 ( $T_{A0}$ ) の計算に用いる換算係数

既設舗装の構造評価はひび割れ率によって判定する。判定したひび割れ率に応じて残存等値換算厚 ( $T_{A0}$ ) を決定し、既設舗装構成の層厚と表の係数を用いて  $T_{A0}$  を算出する。

表 2-4-3  $T_{A0}$  の計算に用いる換算係数

| ひび割れ率 (%) | 表層・基層       | 上 層 路 盤     |                    |              |            | 下 層 路 盤  |              | コンクリート版               |
|-----------|-------------|-------------|--------------------|--------------|------------|----------|--------------|-----------------------|
|           | 加 熱<br>アスコン | 瀝 青<br>安定処理 | セメント<br>乳剤安定<br>処理 | セメント<br>安定処理 | 粒 調<br>砕 石 | 切込<br>砕石 | セメント<br>安定処理 | セメント<br>コンクリート<br>舗 装 |
| 15.0 未 満  | 0.90        | 0.80        | 0.65               | 0.50         | 0.35       | 0.25     |              | 0.90                  |
| 15.0~19.9 | 0.80        | 0.70        | 0.60               | 0.45         | 0.30       | 0.20     |              |                       |
| 20.0~24.9 | 0.70        | 0.60        |                    |              |            |          |              |                       |
| 25.0~29.9 |             |             |                    |              |            |          |              |                       |
| 30.0~34.9 | 0.60        | 0.50        | 0.45               | 0.35         | 0.25       |          |              |                       |
| 35.0 以 上  | 0.50        | 0.40        | 0.35               | 0.25         | 0.20       | 0.15     |              | 0.50                  |

セメントコンクリート舗装のひび割れ度は、次の式によりひび割れ率に変換して、表 2-4-3 の係数を参照する。

$$C = h C O \cdots \cdots \text{式-2-6}$$

$$h = \frac{25 + C O}{30} \cdots \cdots \text{式-2-7}$$

ここに、C : ひび割れ率 (%)

CO : ひび割れ度 (cm/m<sup>2</sup>)

### (2) 修繕工法を設計するために必要となる $T_A$ の目標値

$T_A$  の目標値については、第2編 第6章 舗装工 表 2-1-11、2-1-12 を参照のこと。

### (3) 修繕工法を設計するために必要となる凍結深さ

凍結深さについては、第2編 第6章 舗装工 表 2-1-15 を参照のこと。

### (4) 各層の構成

各層に最低限必要な最小厚さは、第2編 6章 表 2-1-8~2-1-10 を参照のこと。



(5) 構造設計(例)

修繕時の舗装構成の決定については、第2編 第6章 舗装工 2-1-10 (3)舗装構成の設計方法を参照とし、下式から補修に必要な等値換算厚(t)を求める。

$$t = T_A - T_{A0} \cdots \text{式-2-8}$$

したがって、加熱アスファルト混合物を用いたオーバーレイ工法、表層・基層打換え工法の場合はtの値がそのままオーバーレイ厚となる。打換え工法、局部打換え工法、路上路盤再生工法の場合はtの値を各層に適切に分配し、等値換算係数で割り戻して、必要な各層厚を求める。

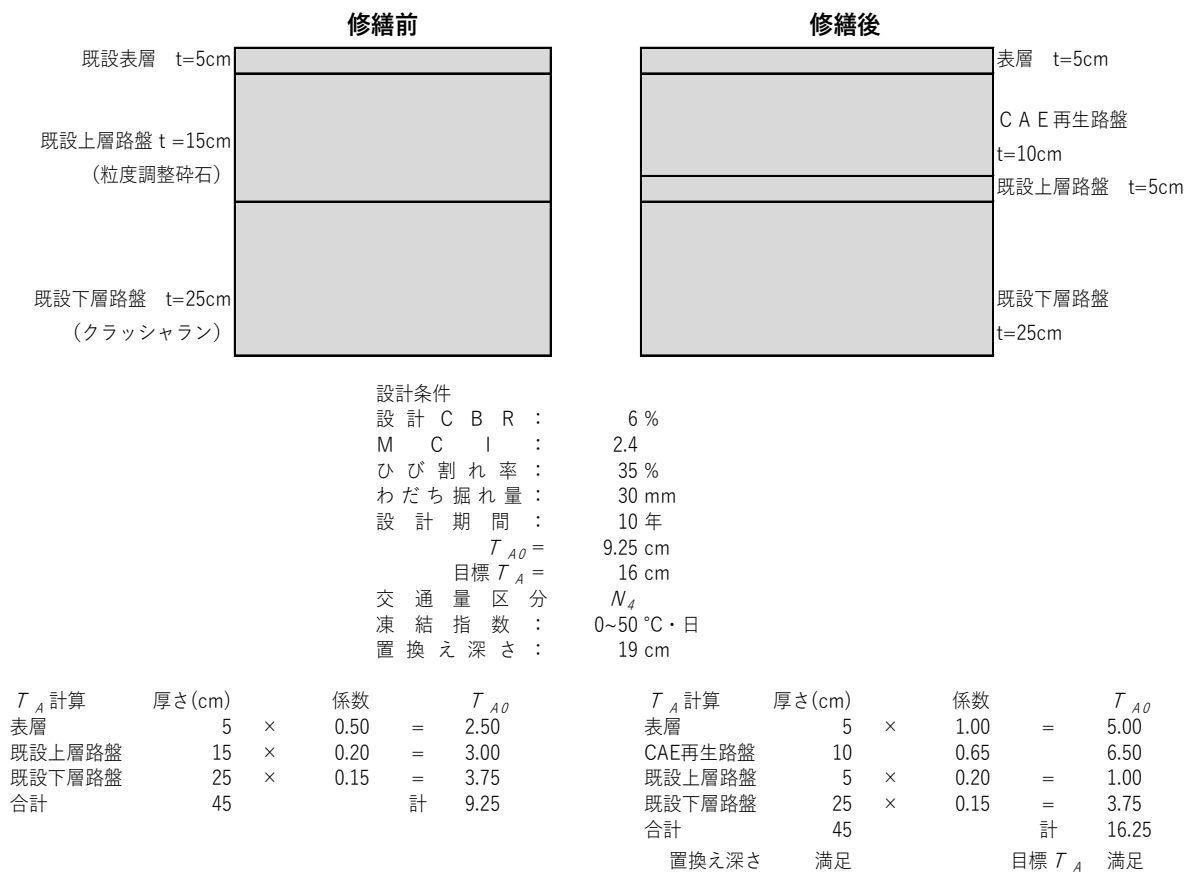


図 2-4-6 修繕時の構造設計例

(交通量区分  $N_d$ 、設計 C B R 6、設計期間 10 年、信頼度 90%)

### 2-4-3 修繕における路上路盤再生工法の適用

供用路線を修繕する場合、工事に伴う沿道環境および利用者への影響、工期短縮など施工方法に配慮する必要がある。修繕工法には、路盤を新規材料や安定処理路盤で打換える工法がある。しかし、これらは施工期間が長く施工費が多くなるだけでなく、既設路盤を排出することから環境への負荷も大きくなるものである。

これに対して、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層を現位置で破碎し、同時にこれをセメントや瀝青系材料などの安定材と既設路盤材料とともに混合・転圧、または、既設アスファルト混合物層をすべて取り除き、既設路盤材料のみに安定材を添加して混合・転圧して、新たに安定処理路盤を築造するものである。前述の打換え工法と比較して舗装発生材が少ない・施工速度が早い・コスト削減が図れる・嵩上げを行わず構造強化できる。環境への負荷を軽減し、舗装の構造強化が図れることから修繕においては路上路盤再生工法を採用するとよい。

### 2-4-4 路上路盤再生工法(CAE)

#### (1) 適用箇所の条件

路上路盤再生工法を適用する場合に考慮しなければならない条件を表 2-4-4 に示す。

表 2-4-4 路上路盤再生工法の適用箇所の条件

| 項 目             | 条 件                            |
|-----------------|--------------------------------|
| 既 設 舗 装 体 の 構 造 | 表層部に加熱混合物を有し路盤は粒調碎石、粒状碎石であること  |
| 交 通 量 の 区 分     | $N_1 \sim N_5$ 交通              |
| 既設アスファルト混合物の厚さ  | 15cm 以下                        |
| 未処理既設粒状路盤の厚さ    | 10cm 程度以上確保できること               |
| 沿 道 環 境         | 工事の際に交通規制によって車の往来に著しい影響が出ないこと  |
| 道 路 線 形         | 急カーブがないこと ( $R=15\text{m}$ 以上) |
| 道 路 幅 員         | 大型機械施工可能幅員 (3m 以上)             |
| 障 害 物           | 地下埋設物等による施工上の制約が少ないこと          |

#### (2) 路上路盤再生工法の種類および選択基準

路上路盤再生工法にはセメント・アスファルト乳剤再生路盤工法(以下CAE再生路盤工法と呼ぶ)とセメント再生路盤工法の2種類がある。前者は、安定材にセメントおよびアスファルト乳剤を用い、後者は、安定材にセメントを用いたものである。いずれも施工性に優れ、補修に適した工法であるが、とくにCAE再生路盤工法はアスファルト乳剤が添加されており、より高い耐久性が期待でき、処理厚も薄くすることができる。なお、舗装再生便覧(H22.11)ではこれらの使い分けが明確でな

いことや、他方セメント再生路盤工法は処理厚が薄い場合に収縮クラック発生の危険があることから、福島県ではこれら工法の選択基準を表 2-4-5 のとおりとする。

表 2-4-5 路上路盤再生工法の処理厚及び選択基準 (◎ 最適, ○ 適)

| 工 法 名        | 処理厚 (cm) | $N_1 \sim N_3$ | $N_4$     | $N_5$     |
|--------------|----------|----------------|-----------|-----------|
| C A E 再生路盤工法 | 10~30    | ◎<br>(5)       | ◎<br>(5)  | ◎<br>(5)  |
| セメント再生路盤工法   | 20~30    | ○<br>(10)      | ○<br>(10) | ○<br>(10) |

(注1) ( )内は表層の加熱アスコンの最小厚である。

なお、セメント再生路盤上の加熱アスコンの最小厚は、50年度版のアスファルト舗装要綱(p.5)に「セメント系安定処理上の最小厚は、収縮によるリフレクションクラック及び加熱アスコンのズレ等を考慮し10cm以上が望ましい」と記述されていることと、福島県が実施してきた追跡調査結果、表層の加熱アスコン層厚が5cmの箇所はひび割れの発生が顕著であったことから、10cm以上とした。

(注2) セメント再生路盤の処理厚については、福島県が実施してきた追跡調査結果15~20cmの箇所にひび割れが多く発生していることから、この範囲とした。また、CAE再生路盤の処理厚については10~30cmとした。

(注3) また、処理厚が23cmを越える場合はCAE再生路盤とセメント再生路盤で経済性および施工性(一時的に交通開放する際の既設舗装との段差等)を比較した上で決定する。処理厚が20cmを越える場合は振動ローラを採用すること。

### (3) 添加剤使用量(率)

設計CBRと既設舗装構成等に基づき舗装構造(処理厚)を設計し、その路上路盤再生工法に必要なとする標準的な添加剤の使用量は、表 2-4-6 のとおりとする。

ただし、路上路盤再生工法の設計密度は $2.1\text{g/cm}^3$ とする。

表 2-4-6 路上路盤再生工法の添加剤使用量の標準

| 工 法 名        | 添 加 剤 使 用 量                          |
|--------------|--------------------------------------|
| C A E 再生路盤工法 | セメント添加率 = 2.5%<br>アスファルト乳剤添加率 = 5.0% |
| セメント再生路盤工法   | セメント添加率 = 5.0%                       |

※ 上記の標準添加率で発注した場合、必ず施工前に現場材料での配合試験を行い、その結果によりセメント添加率及びアスファルト乳剤添加率を変更するものとする。

(4) 事前調査項目と用途

路上路盤再生工法採用にあたり事前に調査すべき項目とその用途に関して表 2-4-7 に示す。

表 2-4-7 路上路盤再生工法の事前調査項目と用途

| 条 件      | 調 査 項 目                                                            | 主 な 用 途                      |
|----------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 交 通 条 件  | 交通量(特に大型車交通量)                                                      | 構 造 設 計                      |
| 現 場 条 件  | 道路幅員, 平面線形, 縦横断勾配, 交差点の有無通行止の可否, 迂回路の有無, 周辺環境, 機械置場の有無, 埋設物の有無と深さ等 | 工 法 選 択<br>施 工 計 画           |
|          | 嵩上げの可否                                                             | 工 法 選 択                      |
| 既設舗装の性状等 | 路面性状<br>(ひび割れ率, わだち掘れ量等)                                           | 工 法 選 択<br>構 造 設 計           |
|          | 既設アスファルト混合物の厚さ既設粒状路盤材料の厚さ, 最大粒径                                    | 構 造 設 計, 配 合<br>設 計, 施 工 計 画 |
|          | 路床土の設計 C B R                                                       | 構 造 設 計                      |

<舗装再生便覧(H22.11) 3-2-4 表-3.2.1

(5) 等値換算係数

路上路盤再生工法で用いる路盤材の等値換算係数について、表 2-4-8 に示す。

表 2-4-8 路上路盤再生工法に用いる路盤材の等値換算係数

| 工 法 ・ 材 料                        | 品 質 規 格                                                 | 等 値 換 算 係 数 $a_n$    |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------|
| 路 上 再 生 C A E<br>安 定 処 理         | 一軸圧縮強さ(7日)2.45MPa<br>一次変位量 5~30(1/100cm)<br>残留強度率 65%以上 | 0.65                 |
| 路 上 再 生 セ メ ン ト<br>安 定 処 理       | 一軸圧縮強さ(7日)2.45MPa                                       | 0.50 <sup>(注1)</sup> |
| 同 上 ( 既 設 路 盤 材 料<br>の み を 使 用 ) | 一軸圧縮強さ(7日)2.9MPa                                        | 0.55 <sup>(注2)</sup> |

(注1) 路上再生セメント安定処理においては、アスファルト分が含まれることによって、たわみ性が生じるなどの理由から、等値換算係数を新材のみの場合に比べ小さく設定する。

(注2) アスファルト混合物層を除いた既設の路盤材料を安定処理する場合は、補足材(新材のみ)を使用した安定処理路盤と同等とする。

<舗装再生便覧(H22.11) 3-2-5 表-3.2.5>

(6) 路上路盤再生用骨材の品質

路上路盤再生工法に使用する再生用骨材の品質規格は以下の通りとする。

表 2-4-9 路上路盤再生用骨材の品質

| 項 目                        | 路上再生路盤用骨材 |
|----------------------------|-----------|
| 修正 C B R                   | 20 以上     |
| P I ( 425 $\mu$ m ふるい通過分 ) | 9 以下      |

<舗装再生便覧(H22.11) 3-2-6表-3.2.7>

(注)：修正CBR20以上を確保するアスコン塊の混入率の上限はおおむね65%である。

(7) 路上路盤再生用骨材の粒度範囲

路上路盤再生工法に使用する再生用骨材の粒度範囲は以下の通りとする。

表 2-4-10 路上路盤再生用骨材の粒度範囲

| ふるい目 mm   | 路上路盤再生用骨材 |
|-----------|-----------|
| 通過重量百分率 % |           |
| 53.0      | 100       |
| 37.5      | 95 ~ 100  |
| 19.0      | 50 ~ 100  |
| 2.36      | 20 ~ 60   |
| 0.075     | 0 ~ 15    |

<舗装再生便覧(H22.11) 3-2-6表-3.2.8>

## 2-4-5 表層用混合物種の選定

(1) 表層用混合物

表層混合物については、第2編 第6章 舗装工 6-1 加熱アスファルト混合物の使用区分を参照すること。

(2) 耐流動・耐摩耗・すべり止め対策

耐流動・耐摩耗・すべり止め対策における実態把握と対策の概要を以下に示す。

① 耐流動対策

○ 流動現象の実態把握

路面状況を観察し、流動の有無を把握して耐流動対策の必要性の是非を判断する。

○ 対策

耐流動対策としては、次の2要因に対して考慮する必要がある。

a. ポリマー改質アスファルトの使用

b. 耐流動性混合物の採用

② 耐摩耗対策

○ 摩耗現象の実態把握

路面状況を観察し、摩耗の有無を把握して耐摩耗対策の必要性の是非を判断する。

福島県の場合、摩耗によるわだち掘れの発生は避けられない状況下にあるが、既設舗装体の舗設年度等を調査して、供用期間とわだち掘れ量との関係から摩耗対策の必要の是非を判断する。

○ 対策

耐摩耗対策としては、次の2要因に対して考慮する必要がある。

- a. ポリマー改質アスファルトの使用
- b. 耐摩耗性混合物の採用

③ すべり止め対策

○ 縦断勾配、道路線形の把握

縦断勾配が6%以上の箇所及び急カーブ箇所等で、すべり止め対策が必要か否かを判断する。

○ 対策

すべり止め対策としては、舗装表面をマクロ的にもミクロ的にも粗にする必要があり、さらに夏季の流動によって路面が密になることをも防ぐ必要がある。この観点から次の2要因を考慮する。

- a. ポリマー改質アスファルトの使用
- b. ギャップタイプ混合物の採用

(3) ポリマー改質アスファルト

ポリマー改質アスファルトとは、アスファルトの感温性や粘着力、骨材の把握力を改善し、アスファルト舗装のわだち掘れ抵抗性や摩耗抵抗性、すべり抵抗性を高めることができる加熱混合物用のアスファルトである。福島県で使用する主なものを表2-4-11に示す。

1) ポリマー改質アスファルトの種類と特徴

表2-4-11 ポリマー改質アスファルトの種類と特徴

| 種類   | 特徴                                                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 改質Ⅰ型 | ゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルト<br>タフネス・テナシティ、伸度が増加アスファルトの感温性、低温性状の改良により骨材の把握力や流動、摩耗に対する抵抗性が高まる。                                   |
| 改質Ⅱ型 | ゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルト<br>軟化点、タフネス・テナシティ、60℃粘度が増加アスファルトの感温性、低温性状の改良により骨材の把握力が高く、摩耗に対して高い抵抗性を持つ。また、60℃粘度が高いため、流動抵抗性に特に優れる。 |

## 2) ポリマー改質アスファルト選定基準

ポリマー改質アスファルトの種類及び混合物種を選定する上での、おおよその基準と物性(動的安定度、摩耗抵抗)を表 2-4-12 に示す。ただし、設計にあたっては、6 章 舗装工 6-1 加熱アスファルト混合物の使用区分に従うとよい。

また、動的安定度の目標値は現地の環境条件、交通量及び通行車両の質により異なるため、現地に則した目標動的安定度を求めるには、式-2-9 を用いて算出する。ただし、積雪・寒冷地域における目標わだち掘れ量を 40mm とした場合、式-2-9 中の『D』には、摩耗によるものを考慮して一般単路部は 20mm、交差点部は 30mm を代入して目標動的安定度を求めるものとする。

なお、供用年数 10 年、大型車交通量 200、400、800、1,000 台/日・方向の場合の目標動的安定度を参考資料(資料-6)に示す。

表 2-4-12 ポリマー改質アスファルト混合物のおおよその選定基準

| 大型車交通量<br>区分    | N <sub>4</sub>                                                          |                                          |                                                                         | N <sub>5</sub>                                                     |                                   |                                                                                  | N <sub>6</sub>                           |                                |  |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--|
|                 | 一般部                                                                     | 交差点部                                     | 一般部                                                                     | 一般部                                                                | 交差点部                              | 一般部                                                                              | 一般部                                      | 交差点部                           |  |
| 適用              | ※1 維持修繕が困難な箇所<br>※2 すべり止めを配慮する必要がある路線<br>縦断勾配6%以上<br>合成勾配8%以上<br>急カーブ箇所 | ※流動が予想される箇所<br>交差点前 100m                 | ※1 維持修繕が困難な箇所<br>※2 すべり止めを配慮する必要がある路線<br>縦断勾配6%以上<br>合成勾配8%以上<br>急カーブ箇所 | ※耐流動・耐摩耗を配慮する必要がある路線<br>大型車<br>=600台以上<br>あるいは<br>全交通量<br>=3,000以上 | ※耐流動・耐摩耗を配慮する必要がある箇所<br>交差点前 100m | ※1 耐流動・耐摩耗を配慮する必要がある路線<br>※2 すべり止めを配慮する必要がある路線<br>縦断勾配6%以上<br>合成勾配8%以上<br>急カーブ箇所 | ※耐流動・耐摩耗を配慮する必要がある箇所<br>交差点前 100m        |                                |  |
| 対象層             | 表層                                                                      | 表層                                       | 表層                                                                      | 表層                                                                 | 表層                                | 表層                                                                               | 表層                                       | 表層 + 基層                        |  |
| 混合物種            | 寒冷地域<br>積雪寒冷地域                                                          | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)<br>密粒度G13F (※2) | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)<br>密粒度G13F (※2)                                | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)                                           | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)          | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)<br>密粒度G13F (※2)                                         | 密粒度13F or<br>密粒度20F (※1)<br>密粒度G13F (※2) | 密粒度13F or 20F<br>(基層：粗粒度)      |  |
|                 | 一般地域                                                                    | 密粒度13or<br>密粒度20 (※1)<br>密粒度G13 (※2)     | 密粒度13or<br>密粒度20 (※1)<br>密粒度G13 (※2)                                    | 密粒度13or<br>密粒度20 (※1)                                              | 密粒度13or<br>密粒度20 (※1)             | 密粒度13or 20 (※1)<br>密粒度G13 (※2)                                                   | 密粒度13or 20 (※1)<br>密粒度G13 (※2)           | 密粒度13or 20<br>(※1)<br>(基層：粗粒度) |  |
| ポリマー改質アスファルトの種類 | I型                                                                      | I型                                       | I型                                                                      | II型                                                                | II型                               | II型                                                                              | II型                                      | II型                            |  |
| スベリ抵抗           | 65以上(※2)                                                                | —                                        | 65以上(※2)                                                                | —                                                                  | —                                 | —                                                                                | —                                        | —                              |  |
| 動的安定度           | —                                                                       | 400回/mm以上                                | 500回/mm以上                                                               | 700回/mm以上                                                          | 1,500回/mm以上                       | 1,000回/mm以上                                                                      | 2,500回/mm以上                              |                                |  |
| 摩耗量チェーン         | 0.8cm <sup>2</sup> 以下                                                   | 0.8cm <sup>2</sup> 以下                    | 0.8cm <sup>2</sup> 以下                                                   | 0.6cm <sup>2</sup> 以下                                              | 0.6cm <sup>2</sup> 以下             | 0.6cm <sup>2</sup> 以下                                                            | 0.6cm <sup>2</sup> 以下                    |                                |  |

(※1)：トンネル、橋、スノーシェッド、消雪施設設置箇所あるいは市街地等で耐流動耐摩耗特性を特に要求される箇所には特殊G型アスコンやグーアスファルトを設計するとよい。また、ポリマー改質アスファルトⅢ型、Ⅲ型-W、Ⅲ型-WFなどの高性能なものを検討するとよい。

(※2)：M<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>交通の表2-4-12の適用範囲に該当しない路線は、通常のストレートアスファルトを使用し、混合物種は第6章2-1-2を参照のこと。

(※3)：混合物種の選択に際しては、舗装厚が4cm以下の場合は最大粒径13mmを、5cm以上の場合は最大粒径20mmとするとよい。

(※4)：動的安定度及び摩耗量は参考値とする。

(※5)：M<sub>5</sub>交通以上の路線および交差点部にあって、基層に耐流動性に劣る混合物(密粒度アスコン等)が既設されている場合は、耐流動対策を設計時点で十分に検討すること。



3) 目標動的安定度の算出式

【土木技術資料 31-1(1989)】

目標動的安定度の算出式は式 2-9 に示すとおりである。

$$DS = 0.679(Y \cdot L \cdot W \cdot V \cdot T / D)^{1.02} \dots \dots \dots \text{式-2-9}$$

- ここに DS : 目標動的安定度(回/mm)  
 Y : 供用期間(日)  
 L : 大型車交通量(台/日・一方向)  
 W : 輸荷重補正係数  
 V : 走行速度補正係数  
 T : 温度補正係数  
 D : わだち掘れ量(mm)

なお、各補正係数は表 2-4-13、表 2-4-14 及び図 2-4-7 を参照とする。

表 2-4-13 輸荷重補正係数(W)

| 区 分        | 補正係数 |
|------------|------|
| 重い車両が少ない   | 1.0  |
| 重い車両が多い    | 2.0  |
| 重い車両が非常に多い | 3.0  |

表 2-4-14 走行速度補正係数(V)

| 種 別     | 補正係数 |
|---------|------|
| 一 般 部   | 0.4  |
| 交 差 点 部 | 0.9  |

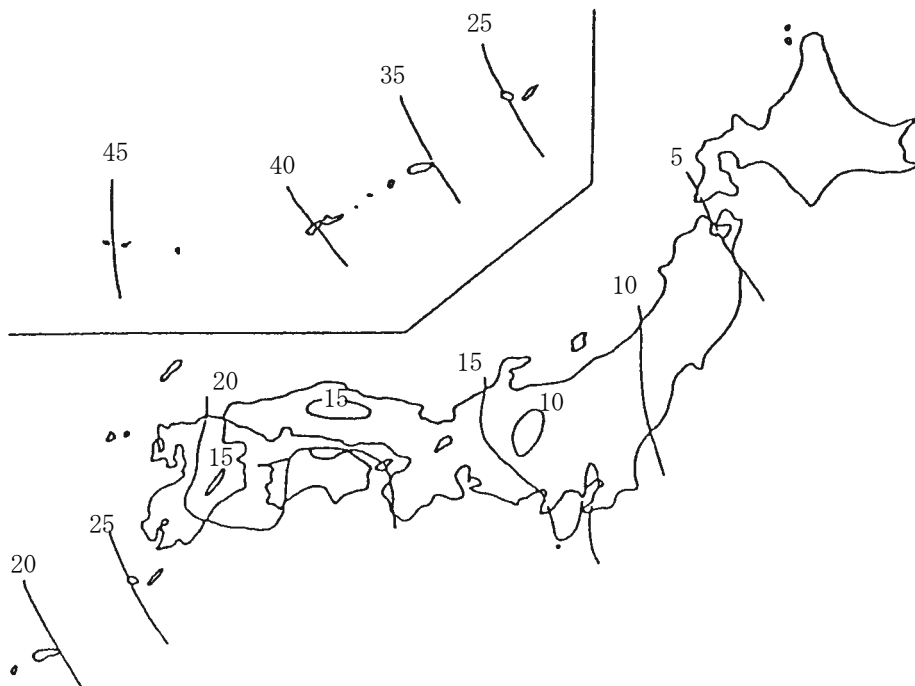


図 2-4-7 温度補正係数の分布(×10<sup>-3</sup>)

また、計算の一例を以下に示す。

Y : 3,650 日(10年)  
 L : 1,500 台/日・方向  
 W : 2.0  
 V : 0.4  
 D : 20(mm)  
 T :  $10 \times 10^{-3}$

$$\begin{aligned} \text{の場合、目標 } T_A &= 0.679 \times (3,650 \times 1,500 \times 2.0 \times 0.4 \times 10 \times 10^{-3} / 20)^{1.02} \\ &= 1,735 \text{ 回/mm} \\ &= 0.679 \times (3,650 \times 1,500 \times 2.0 \times 0.4 \times 10 \times 10^{-3} / 20)^{1.02} \end{aligned}$$

## 2-5 特殊工法

### 2-5-1 その他、特別な機能を有する舗装の維持修繕について

#### (1) 排水性舗装

オーバーレイや切削オーバーレイ等により既設のアスファルト舗装を排水性舗装とする際、不透水性の層にあたる既設のアスファルト混合物層にひび割れ等が認められる場合は雨水の浸透防止あるいはリフレクションクラック防止のため、シート工法等の適切な処理あるいは切削打換え等、状況に応じた対策を講じて排水機能層を舗設する。

排水性舗装路面の初期破損は、一般の舗装に比べて大きな欠陥につながりやすく、供用性や機能性に影響を与えるため、早期に維持を行うことが大切である。

供用中に低下した機能の回復方法は研究途上であり、ここでは機能回復の考え方を示す。

なお、排水機能を確保しての部分的な補修は困難である。

#### 1) 供用性および機能性低下の要因

排水性舗装の特徴的な破損形態および機能低下の要因と維持方法の現状を表 2-5-1 に示す。また、機能性の管理の考え方を図 2-5-1 に示す。

表 2-5-1 供用性および機能性低下の要因と補修方法の現状

|        | 特徴的な破損 (現象)      | 要 因                                              | 維持方法の現状               |
|--------|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
| 供用性の低下 | ・ポットホール          | ・油もれによるアスファルトのカットバック                             | ・パッチング                |
|        | ・骨材のはく離・飛散       | ・老化, 劣化<br>・チェーン車両<br>・施工時 (材料分離, 密度不足)          | ・表面処理等<br>(大規模の場合は補修) |
| 機能性の低下 | ・ひび割れ            | ・下層からのリフレクション<br>・老化, 劣化                         | ・シール材の充填等             |
|        | ・空隙づまり<br>・空隙つぶれ | ・泥, 粉塵等の浸入堆積<br>・走行車両によるニーディング<br>・アスファルトモルタルの過剰 | ・洗浄等による方法<br>・修繕      |

<排水性舗装技術指針(案)(H8.11) 付録-10 付表-10.1>

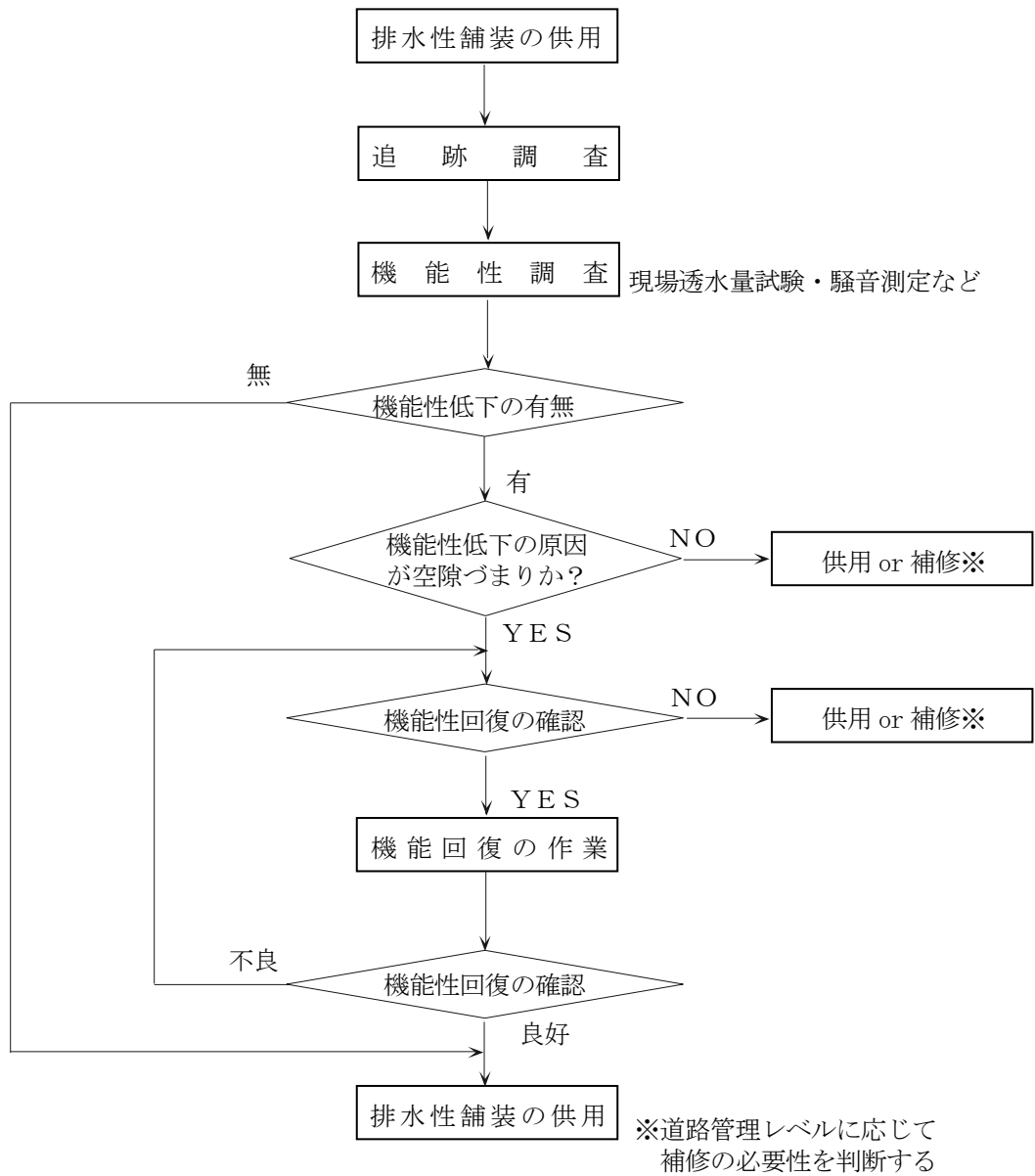
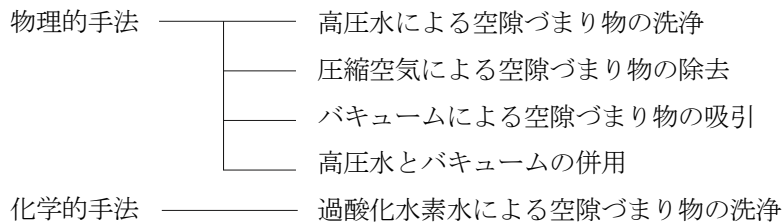


図 2-5-1 機能性の管理の考え

<排水性舗装技術指針(案)(H8.11) 付録-10 付図-10.1>

## ② 機能回復の方法

排水性舗装の機能回復作業方法については、現在のところ可能性のある方法として次の方法が検討されている。



## ③ 修繕

骨材のはく離、飛散面積が大きい場合は、修繕工事を行う。この手法としては以下のものが挙げられるが、国内・国外における実績が少ないため、修繕工事による効果は確認できていない。

- a. オーバーレイ
- b. 切削オーバーレイ
- c. 路上表層再生工法

## (2) 透水性舗装

透水性舗装は、雨水が舗装体を通る構造から、透水機能を持続させることが必要である。ゴミや土砂等により「目詰まり」をさせないように予防することが大切である。その方法としては以下のことが考えられる。

### 1) 目詰まりによる機能性低下への対策

#### ① 周辺からのゴミ、土砂が侵入しないような処置

未舗装駐車場などからの土砂の流入および植樹帯からの土砂の流出を防ぐ対策や周辺環境を考慮した施行箇所の選定に配慮する。

例：道路と民地(特に未舗装部)との境界に側溝等を設け、蓋部は土砂が流入しやすいグレーチングなどを使用する。

植樹帯の床土は、舗装面より低く施工する。

#### ② 日常的な単純清掃の実施

単純清掃を日常的に実施することにより、かなりの効果が期待できる。

例えば、住宅地や商店街等では、地元住民と一体となった維持管理体制を構築することも有効な対策である。

### 2) 透水機能低下への対策

#### ① 洗浄による透水機能回復

透水機能の回復は、洗浄が一般的になっているが、洗浄においては、高压水利用の洗浄機を使用するなど、道路管理レベルや回復効果を考慮して適切な方法や時期を選定する。

#### ② 本体取り換えによる透水機能回復

ブロック及び平板等を使用した舗装では、高压水洗浄を行うと目地砂が流失するため適用できないので、目詰まりした場合はブロック等本体を取り換える方法による。

### 3) 透水機能回復手法区分

高圧水利用の洗浄に適する透水性舗装は、次による。

- 透水性アスファルト舗装
- 透水性コンクリート舗装
- 透水性自然石舗装
- 透水性弾性舗装(ゴムチップ、ウッドチップ舗装)

本体取り換えで透水機能回復を図る舗装は、次による。

- 透水性インターロッキングブロック舗装
- 透水性コンクリート平板舗装
- 透水性れんが舗装
- 透水性弾性舗装(弾性ブロック舗装)

### 4) 参考図書

平成10年3月、福島県建設技術研究所発行の試験調査研究報告書・計画番号Ⅲ-1-②の透水性舗装に関する試験調査研究(その2)の維持修繕の項を参考にして維持修繕を行う。

### (3) リフレクションクラック抑制工法

オーバーレイおよび切削オーバーレイを設計するにあたって、特に考慮しなければならない点のひとつにリフレクションクラックの抑制が挙げられる。

構造上の欠陥に起因して発生するクラックは構造設計の問題としてとらえ、ここではひび割れ率が20%以下の比較的軽微リフレクションクラックの抑制対策について述べる。

リフレクションクラック抑制対策とは、基本的には応力歪伝播に対して緩和対策を施すことであり、この目的のためにオーバーレイ厚の増加、シートの敷設、開粒度アスコンの基層設置、改質アスファルト乳剤を用いた緩衝層(シトネ層)の設置等の措置が取られる。

#### 1) シート工法

##### ① 適用条件

- ・既設舗装体に発生しているひび割れが、小面積でスポット的であること。おおむねひび割れ率が15%未満の場合
- ・オーバーレイ厚は4cm以上であること。
- ・縦断勾配が6%未満であること。
- ・線状ひび割れ、あるいは亀甲状であっても比較的軽微(ひび割れブロックの動きがないこと)であること。

##### ② 施工方法

- ・ひび割れ部分の清掃(路面は乾燥状態であること。)
- ・プライマーを所定量塗布および乾燥
- ・シート貼付
- ・タックコート散布
- ・オーバーレイ施工

##### ③ 施工上の留意点

- ・シートはプライマーが十分に乾燥してから貼付すること。
- ・合材搬入ダンプトラックの車輪が乗る位置に貼付した場合は表面に軽く合材を散布し、タイヤへの付着を防止しておく。

#### 2) シトネ層

##### ① 適用条件

- ・既設舗装体に発生しているひび割れが、広い範囲にわたっている場合。おおむねひび割れ率が10%以上の場合。
- ・亀甲状であっても比較的軽微(ひび割れブロックの動きがないこと)であること。
- ・既設舗装体がアスファルト舗装であること。

##### ② 施工方法

- ・施工箇所全面の清掃(路面は乾燥状態であること。)
- ・5mm以上のクラックには予めアスファルトモルタル等で充填しておく。
- ・沈下部分や極端なわだち掘れ部には予めレベリングを施す。
- ・シトネ層の施工(施工方法は適用する各工法の施工手順に準ずる)。

# 参 考 资 料

## 目視観察によるひび割れ率測定方法

### 1. 測定方法

- 1) 測定区間を踏査し、単位延長(一般的には100mを1単位延長する)に予め分割し、マーキングする。
- 2) 単位延長毎に、視覚によりひび割れ率を調査する。
- 3) 調査要領
  - 不連続に単線(横断方向でほとんどラップしていないクラック)でひび割れが発生している場合は3%以下。
  - 連続して単線でひび割れが発生している場合は3~15%。
  - 道路幅のおおむね1/6にひび割れが発生している場合は3~15%。
  - 道路幅のおおむね1/4にひび割れが発生している場合は15~35%。
  - 道路幅のおおむね1/3にひび割れが発生している場合は35~50%。
  - 道路幅のおおむね1/2にひび割れが発生している場合は50%以上。

### 2. 注意事項

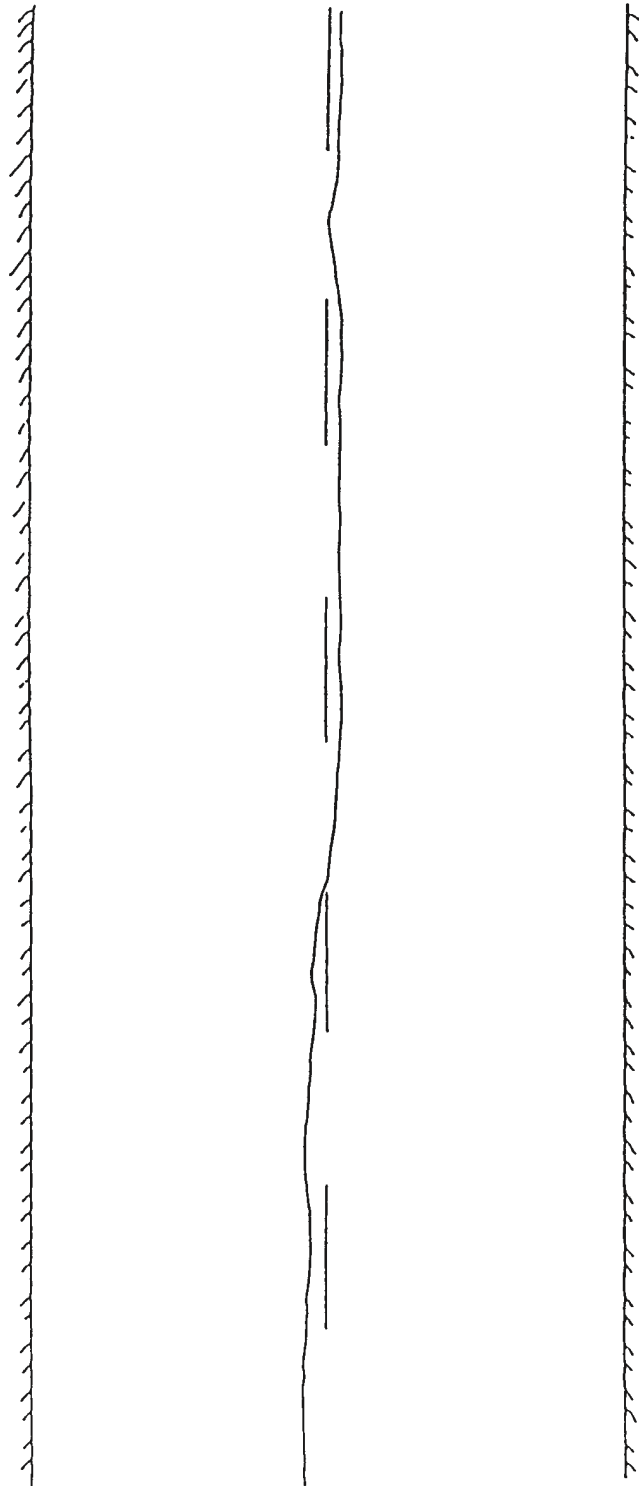
- 1) パッチングはひび割れに含める。ただし、明らかにわだち掘れ解消(段差修正工法やレールパッチング等)のためと判断できる場合はひび割れに含めない。

### 3. 参考例

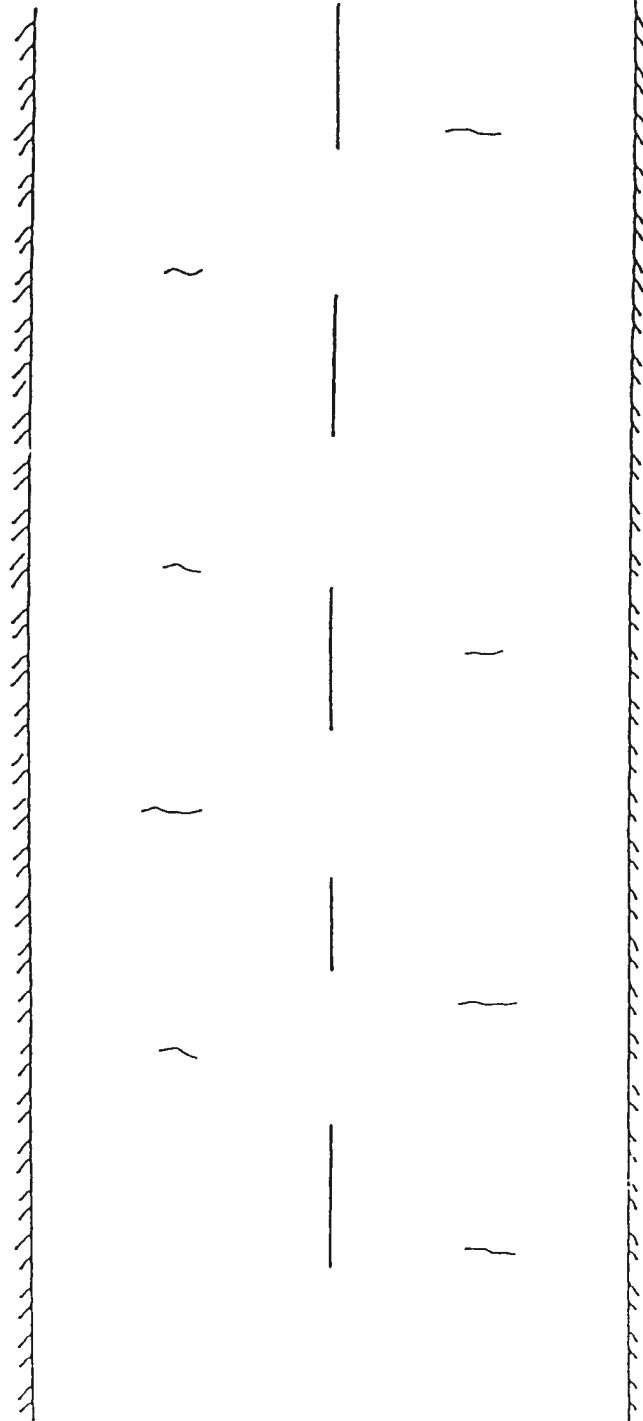
- 1) 代表的な12種のパターンを参考として次に示す。



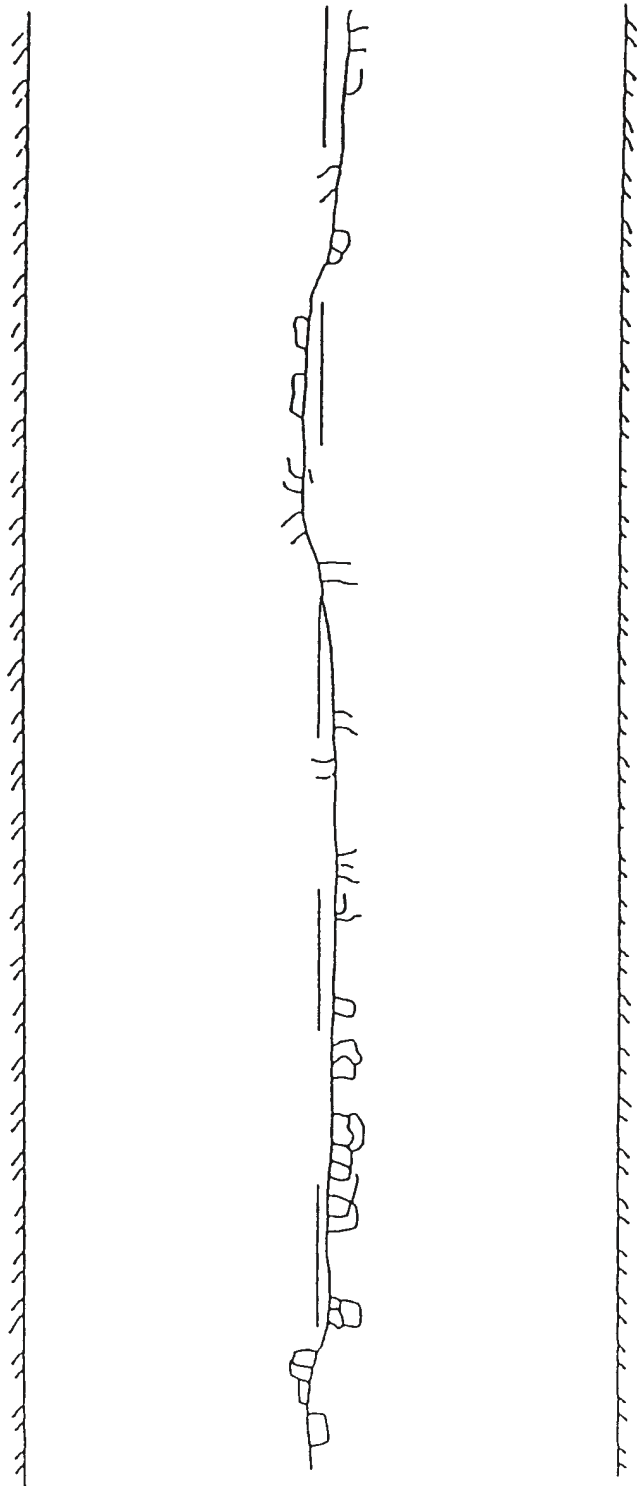
ひび割れ率 0~3%



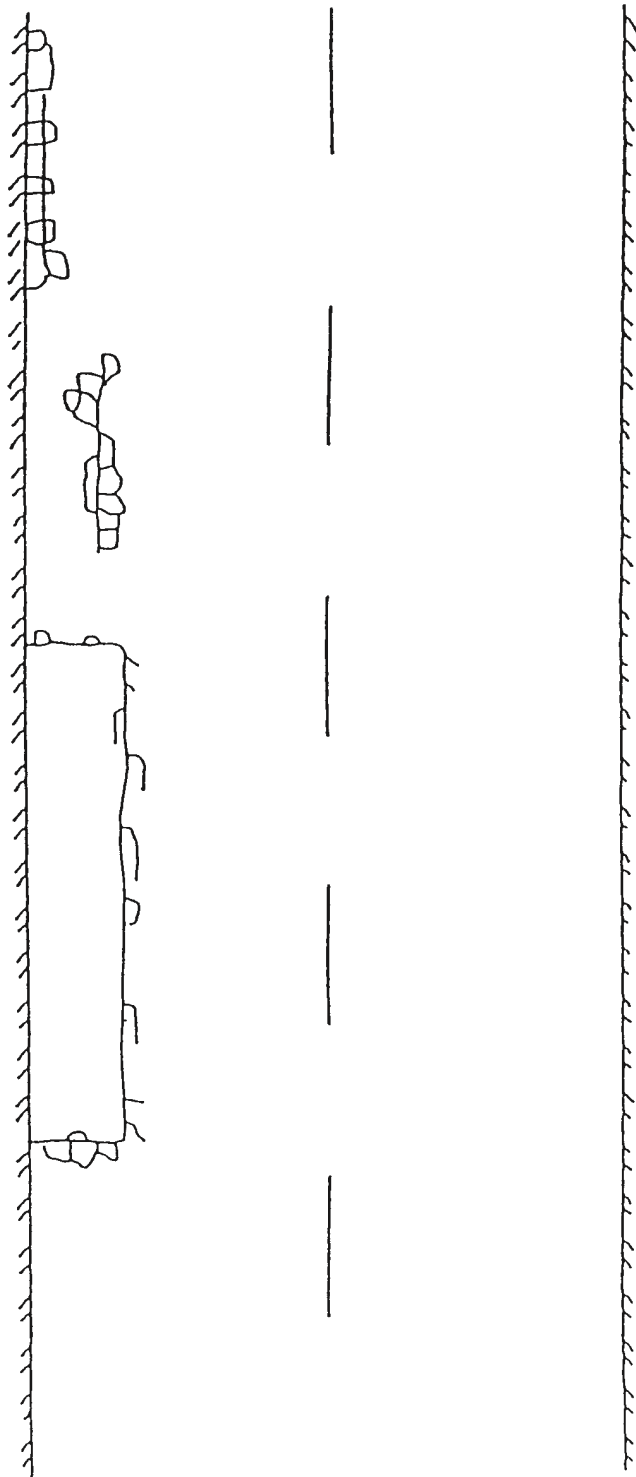
ひび割れ率 0~3%



ひび割れ率 3~15%

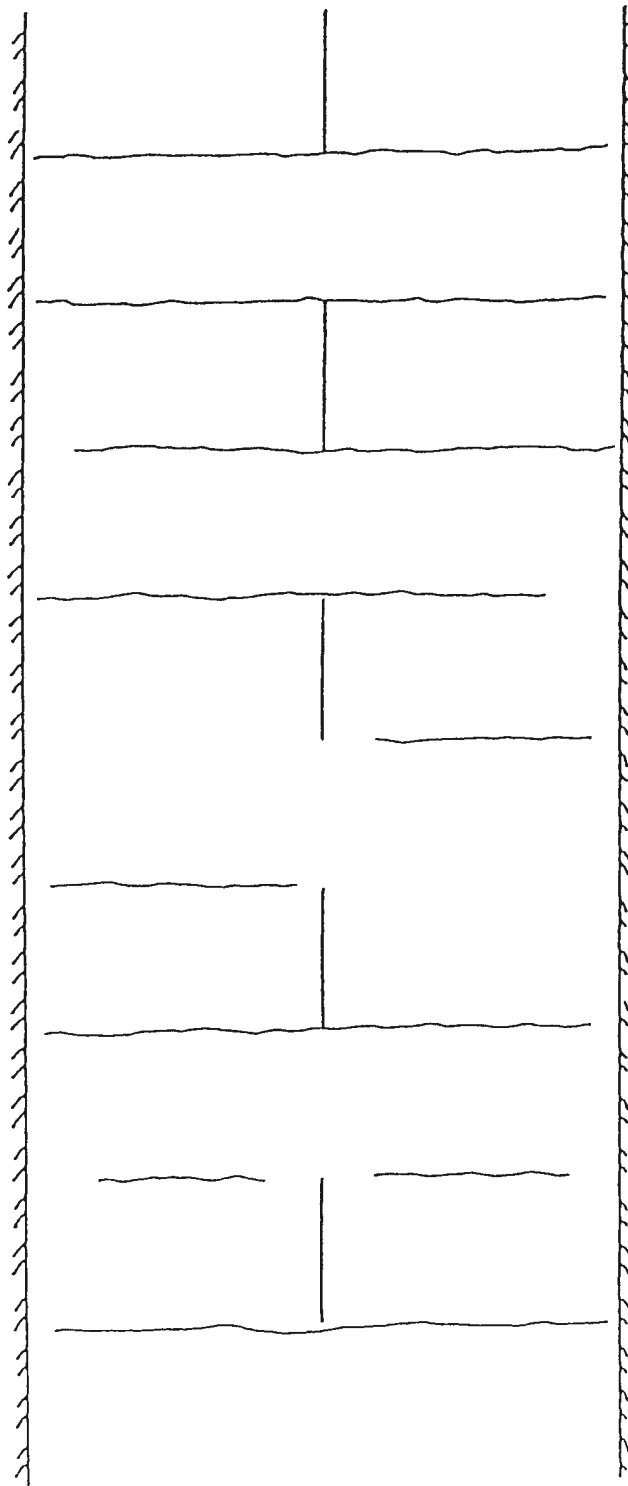


ひび割れ率 3~15%

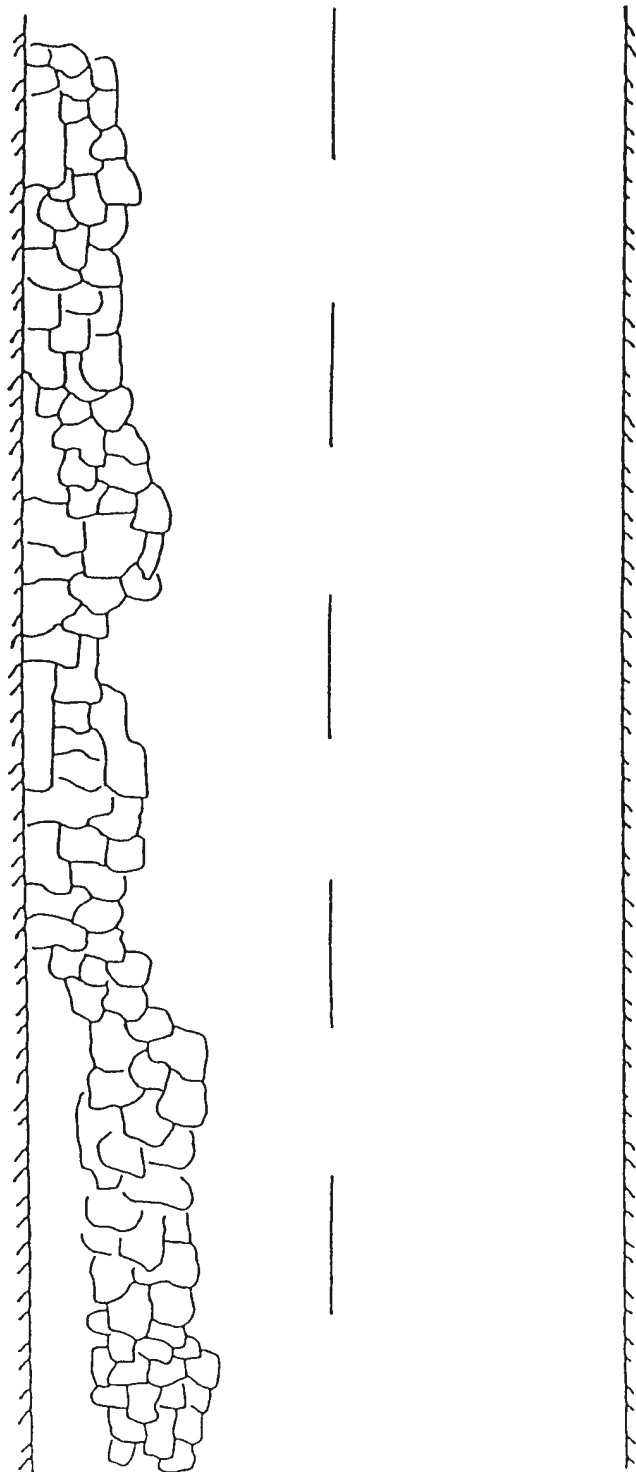


ひび割れ率 3~15%

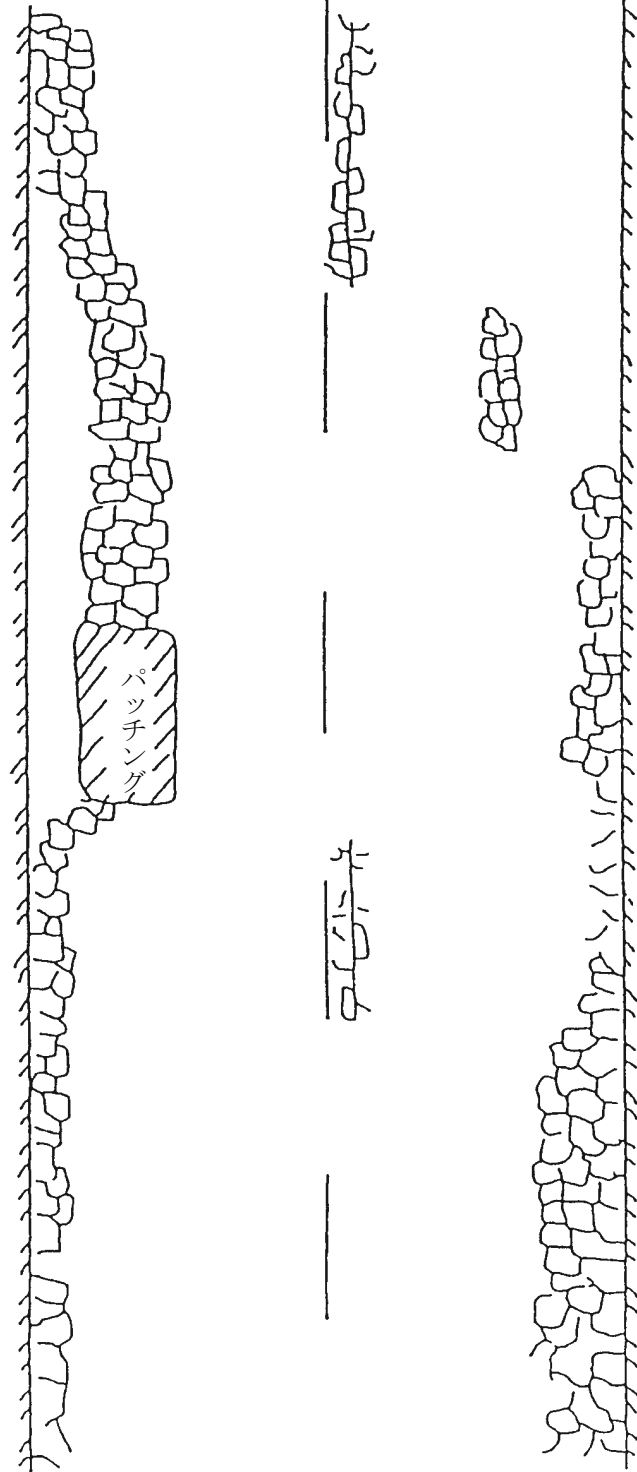
(コンクリート上オーバーレイ)



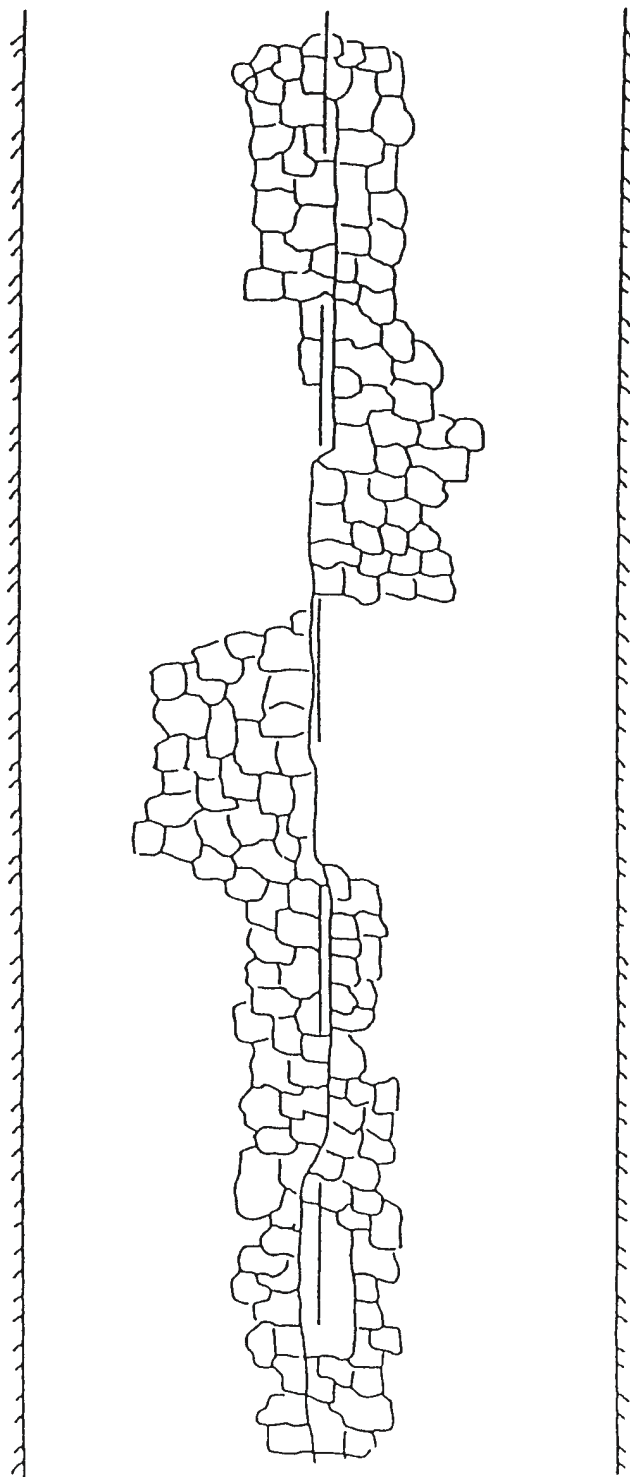
ひび割れ率 15~25%



ひび割れ率 15~25%

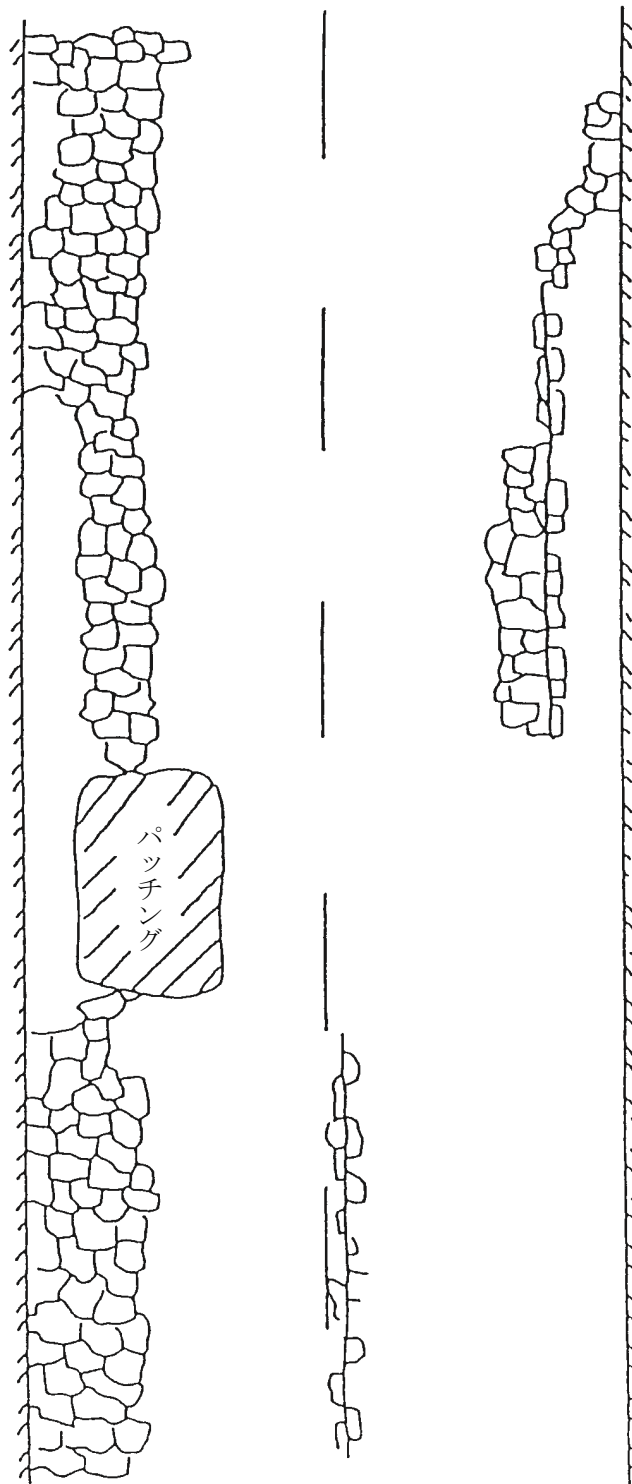


ひび割れ率 25~35%

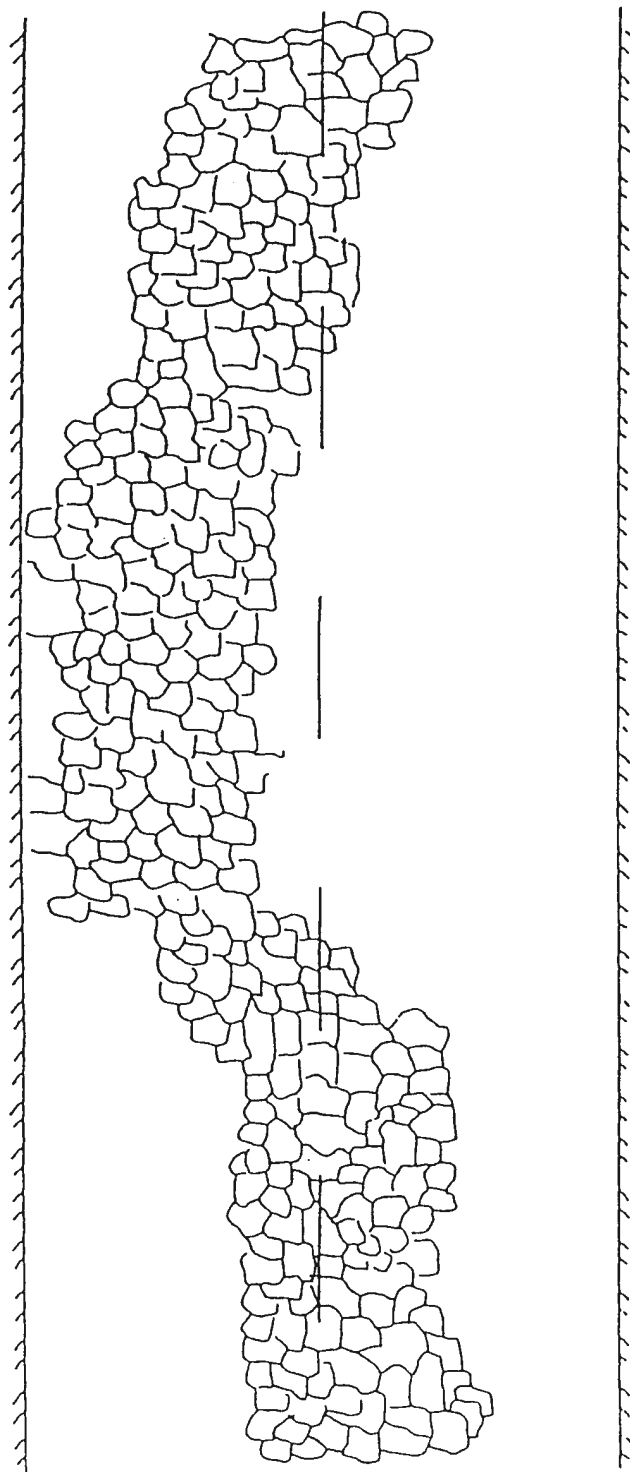




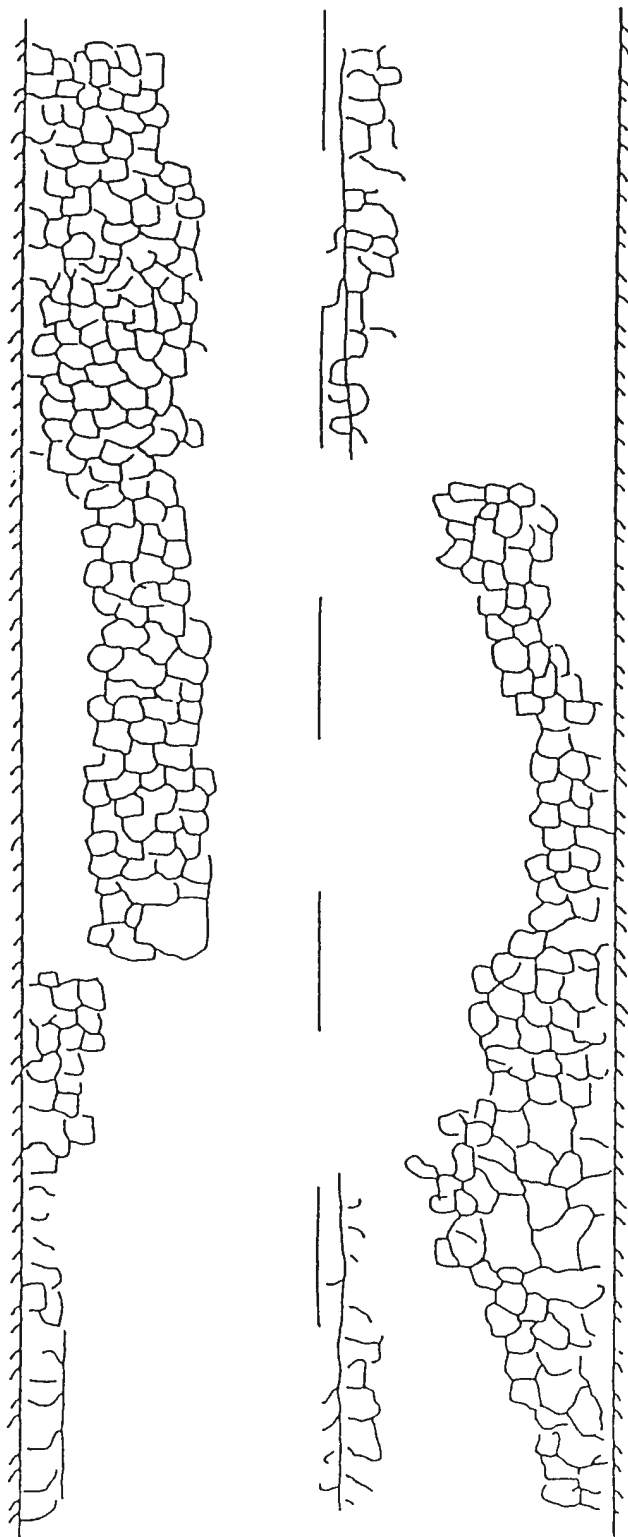
ひび割れ率 25~35%



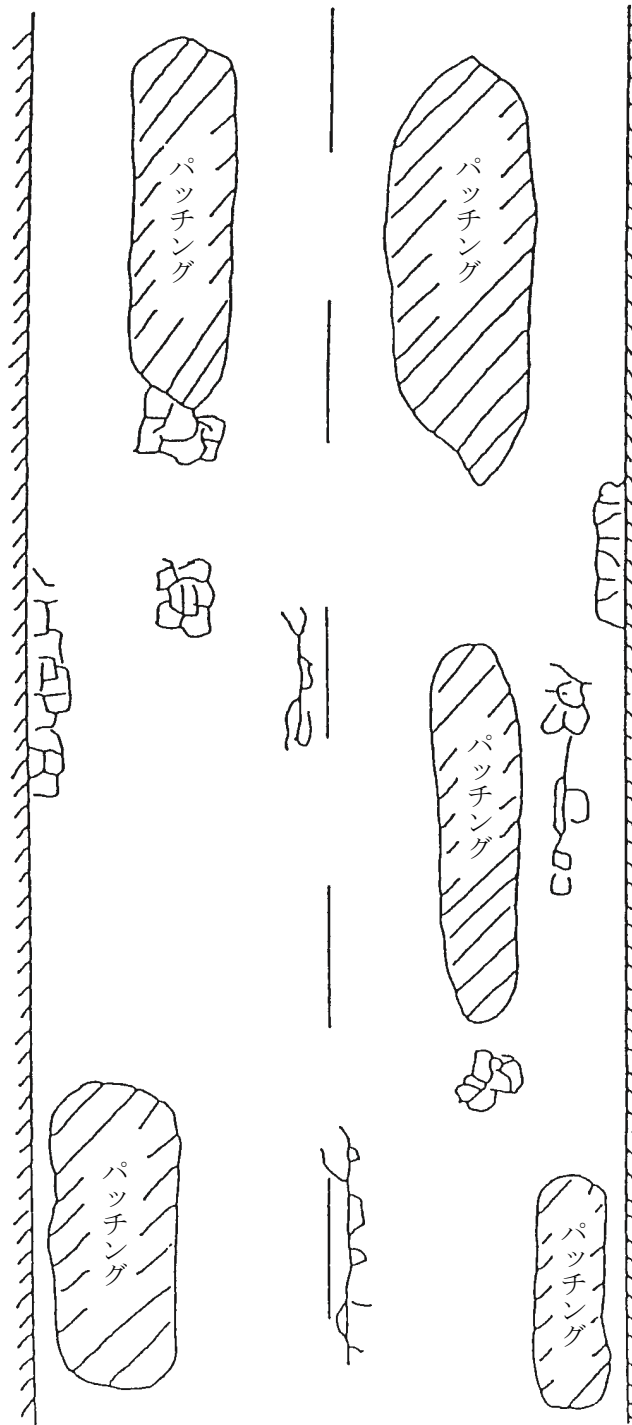
ひび割れ率 35~50%



ひび割れ率 35~50%



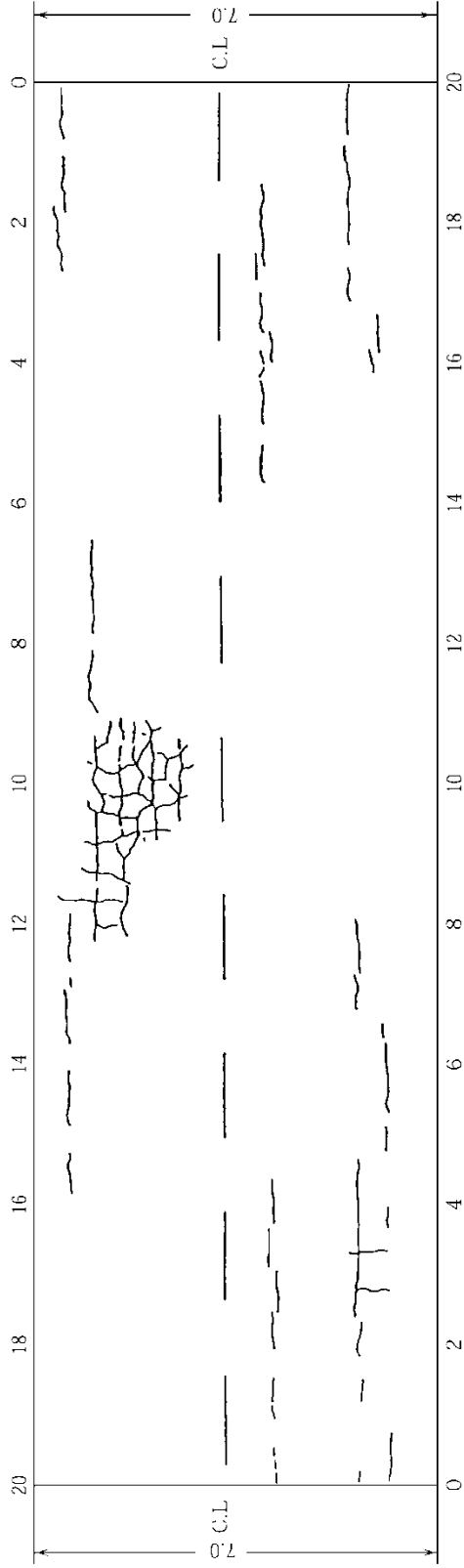
ひび割れ率 35~50%



# スケッチ法によるひびわれ率測定方法

ひびわれ現況図

|     |       |        |             |
|-----|-------|--------|-------------|
| 路線名 | ○○○○線 | 調査年月日  | 平成○○年○○月○○日 |
| 場所  | ○○町地先 | T. 区番号 |             |



No. 4

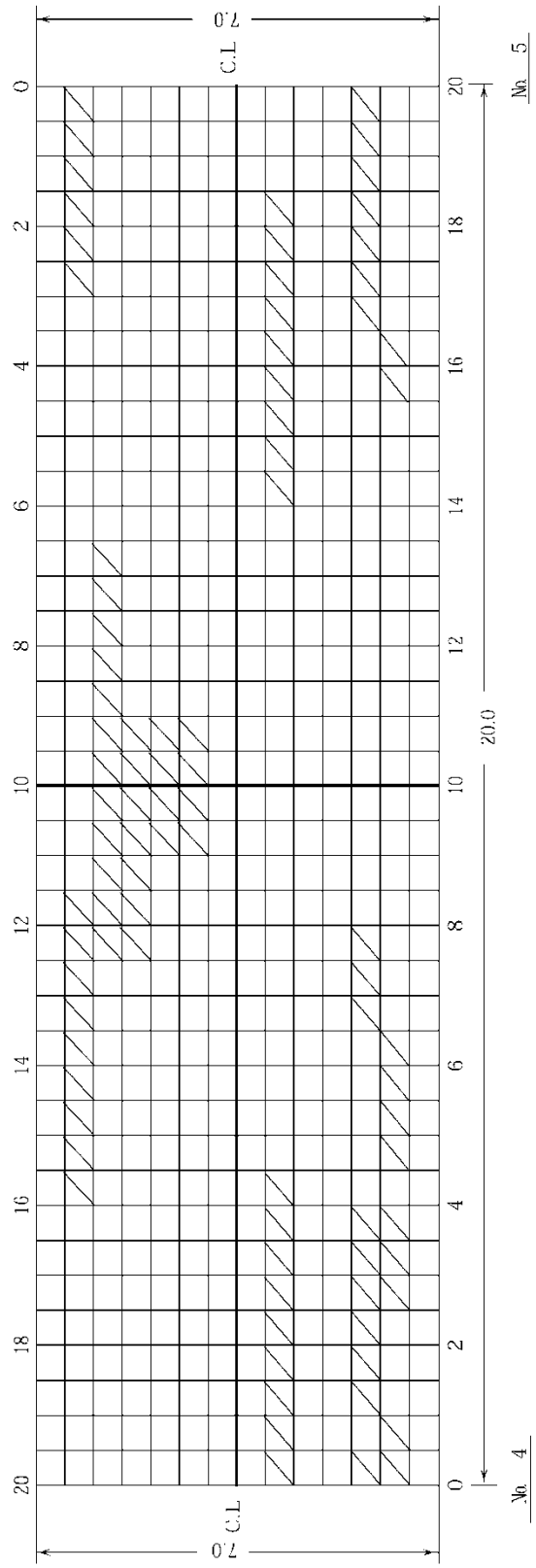
No. 5

単位: m

# ひびわれ率のスケッチ法（メッシュ）による方法

50 cmメッシュひびわれ記録表

|      |       |           |                         |
|------|-------|-----------|-------------------------|
| 路線名  | ◎◎◎◎線 | 調査年月日     | 平成◎◎年◎◎月◎◎日             |
| 場所   | ◎◎町地先 | ひびわれメッシュ数 | 89 / 560 = 16%<br>ひびわれ率 |
| 工区番号 |       | 調査者名      | ◎◎◎◎                    |



単位：m

## 水系法によるわだち掘れ量測定法

### 1. 測定方法

- 1) 測定区間の始点と終点の間を踏査し、測定開始点及び測定終了点の位置を確認し、測定位置をマーキングするとともに、橋梁取付け部、マンホール等、わだち掘れ量測定の障害となる構造物の位置を確認する。
- 2) 水系を図-1に示すように、各車線の路肩側レーンマークの外側を基準として設置する。ただし、中央分離帯の障害物のため、路肩側レーンマークの外側を基準とできない場合には、センターライン側のレーンマークの外側を基準として水系を設置する。

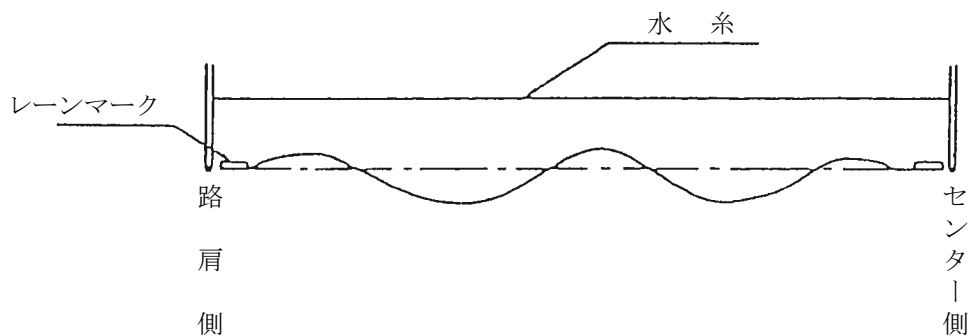


図-1 わだち掘れ量の測定

### 2. 結果の整理

- 1) 測定は横断方向に 20cm 間隔で行い、スケールで基準線から路面までの距離を mm 単位まで読み取り記録する。  
(注) 概略調査の場合は、わだちの最深部の深さのみを測定し 1、および 2 としてもよい。

### 3. 注意事項

- 1) 試験舗装やその他で、継続的に調査を行う場合には、後日測定を行うことを考慮に入れ、工事や車両の走行によって移動しない位置を選定し、測定位置を示す金属製のビン等により明示しておくことよい。
- 2) 舗装が摩耗する積雪寒冷地域では、線の引き直しによりレーンマークの位置が移動することがあるので、正確な測定を行うためには、金属ビン等で測定の基準位置を明示することが必要である。
- 3) 試験舗装等で、わだち掘れの経時変化量を調査する場合には、4～5月と10～11月の2回にわたって測定を行うことが望ましい。これは、冬期の摩耗の影響と夏期の流動の影響を分離するためである。

## 横断プロフィールメータによるわだち掘れ量測定方法

### 1. 測定方法

- 1) 測定区間の始点と終点の間を踏査し、測定開始点及び測定終了点の位置を確認し、測定位置をマーキングするとともに、橋梁取付け部、マンホール等、わだち掘れ量測定の障害となる構造物の位置を確認する。
- 2) 横断プロフィールメータを図-1に示すように、各車線の路肩側レーンマークの外側を基準として設置する。ただし、中央分離帯等の障害物のため、路肩側レーンマークの外側を基準とできない場合には、センターライン側のレーンマークの外側を基準として、横断プロフィールメータを設置する。

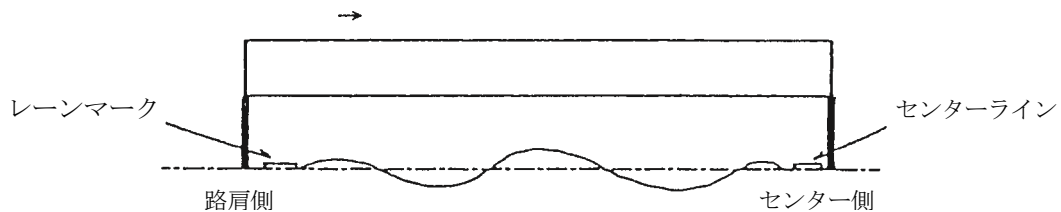


図-1 わだち掘れ量の測定

- 3) 高さ調整ねじにより左右の高さを同一にする。(水準器を使用)
- 4) 図-2に示すように、直線定規上の波形記録器を移動させて横断形状を記録する。

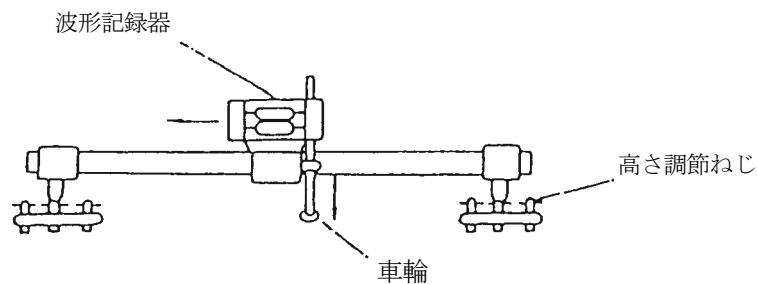


図-2 横断プロフィールメータ

### 2. 結果の整理

- 1) 車線中央の凸部が、両側の凸部より高い場合には、図-3のによって、わだち掘れ量 $D_1$ 、 $D_2$ をmm単位で読み取る。
- 2) 車線中央の凸部が、両側の凸部より低い場合には、図-3のによって、わだち掘れ量 $D_1$ 、 $D_2$ をmm単位で読み取る。
- 3)  $D_1$ 、 $D_2$ のうち、大きい方の値を測定断面のわだち掘れ量とする。



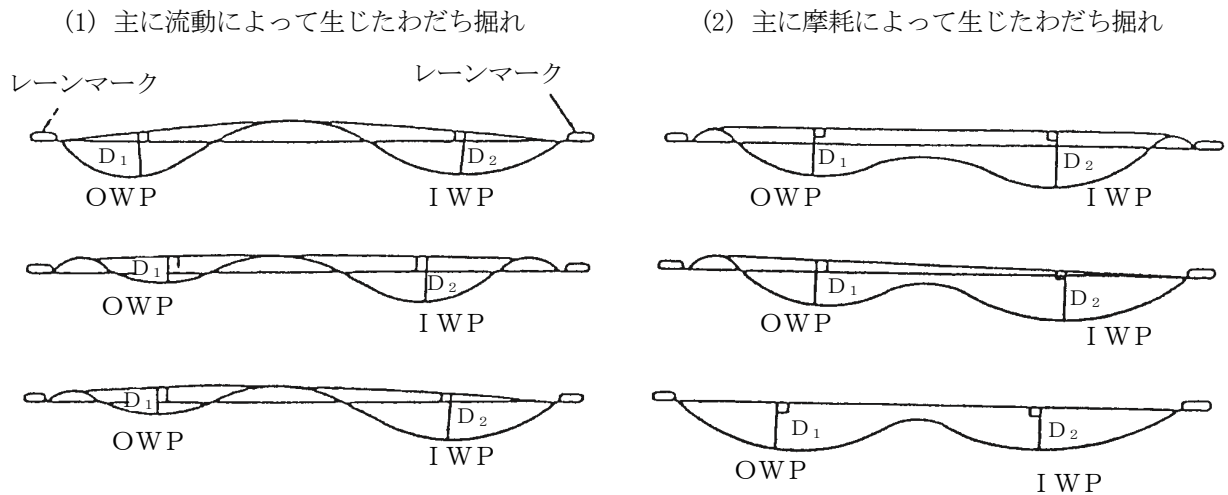


図-3 わだち掘れ量の定義

### 3. 注意事項

- 1) 試験舗装その他で、継続的に調査を行う場合には、後日測定を行うことを考慮に入れ、工事や車両の走行によって移動しない位置を選定し、測定位置を示す金属製のビン等により明示しておくことよ。
- 2) 舗装が摩耗する積雪寒冷地域では、線の引き直しによりレーンマークの位置が移動することがあるので、正確な測定を行うためには、金属ビン等で測定の基準位置を明示することが必要である。
- 3) 試験舗装等で、わだち掘れの経時変化量を調査する場合には、4～5月と10～11月の2回にわたって測定を行うことが望ましい。これは、冬期の摩耗の影響と夏期の流動の影響を分離するためである。
- 4) 対向車線に支持部分が突出することがあるので、車両との接触事故が起きないように十分注意する。
- 5) 測定輪の通過する舗装路面は、石等、測定の妨げになるようなものがないように予め清掃しておくことよ。
- 6) 測定する際に、測定輪がレーンマークを通過するときは、その位置を記録紙上に記録しておくこと、後日解析を行ったときのわだち部等の位置確認として有効である。

## 縦断プロフィールメータによる平坦性測定方法

### 1. 測定方法

- 1) 測定区間の始点と終点の間を踏査し、測定開始点及び測定終了点の位置を確認するとともに、橋梁取付け部、マンホール等、平坦性測定の障害となる構造物の位置を確認する。また、路面の清掃を行い石やゴミを除去する。
- 2) 1車線につき1本の測定線を、区間の始点と終点まで連続して測定車線の中心線に沿って平行に設ける。測定位置は、出来型管理や検査を目的とする場合は、車線の縁から80～100cmの付近とし、試験舗装の調査や道路管理のための路面性状測定では、右または左わだち底部とする。
- 3) 図-1に示すとおり測定開始点と終了点の間を、通常の歩行速度でプロフィールメータを牽引し、路面の凹凸を記録する。

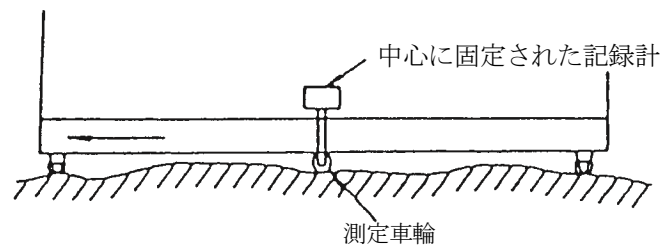


図-1 3mプロフィールメータ

### 2. 結果の整理

- 1) 測定線の全線を100～300mの区間に分割する。
- 2) 記録紙に記録された波形に、任意の基準線を設け、1.5m間隔で基準線よりの波高を読み取る。
- 3) 区間ごとに、式-1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、平坦性測定の障害となるマンホール等の部分のデータは除外する。

$$\sigma = \sqrt{\left\{ \sum d^2 - (\sum d)^2 / n \right\} / (n - 1)} \cdots \cdots \text{式-1}$$

ここに      $\sigma$  : 平坦性 (mm)  
                $d$  : 波高の測定値 (mm)  
                $n$  : データ数

- 4) 求めた平坦性、測定区間の始点と終点、測定区間の長さ、測定器具を報告する。

### 3. 注意事項

1) 平坦性の測定は、測定の対象とする区間の長さによってその精度が変化する。日本道路公団の調査によると同一の区間に対して測定延長を変えて測定したところ、測定区間を短くした場合は平坦性が大きく、測定区間を長くした場合は平坦性が小さくなり、区間長を長くするにつれ一定の値に漸近していくことがわかった。(図-2 参照)

この図より判断して、精度の高い平坦性を得るためには、区間長を 100m 以上とすることが必要であるといえる。

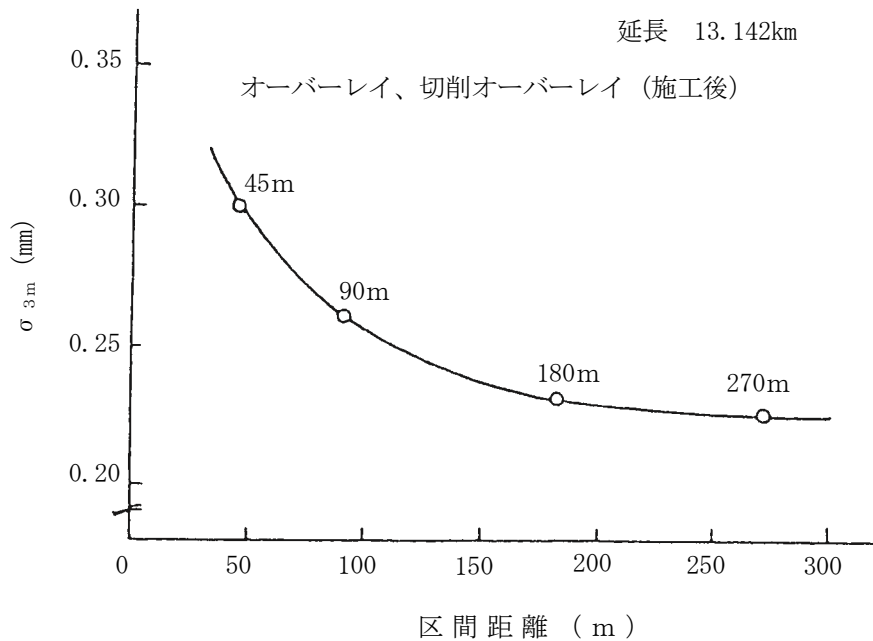


図-2 区間距離と標準偏差の関係

- 2) 路面の清掃を行わずに測定すると、記録紙上に表された凹凸が不明確なまま整理されてしまうことがある。
- 3) 測定にあたっては、車線の縁から測定位置の確認は十分に行う。

## 目標動的安定度一覽表

目標動的安定度(その1)

| 供用期間日 | 交通量台 | 輪荷重補正 | 速度補正 | 温度補正 | わだち | 動的安定度<br>回/mm |
|-------|------|-------|------|------|-----|---------------|
| Y     | L    | W     | V    | T    | D   |               |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 110           |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 54            |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 36            |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 27            |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 251           |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 123           |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 82            |
| 3650  | 100  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 61            |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 222           |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 110           |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 72            |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 54            |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 508           |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 251           |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 166           |
| 3650  | 100  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 123           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 336           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 166           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 110           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 82            |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 768           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 379           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 251           |
| 3650  | 100  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 186           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 222           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 110           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 72            |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 54            |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 508           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 251           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 166           |
| 3650  | 200  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 123           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 450           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 222           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 147           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 110           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 1030          |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 508           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 336           |
| 3650  | 200  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 251           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 681           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 336           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 222           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 166           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 1558          |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 768           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 508           |
| 3650  | 200  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 379           |

## 目標動的安定度(その2)

| 10年間 大型車交通量= 400・600 台/日一方向 |      |       |      |      |     |               |
|-----------------------------|------|-------|------|------|-----|---------------|
| 供用期間日                       | 交通量台 | 輪荷重補正 | 速度補正 | 温度補正 | わだち | 動的安定度<br>回/mm |
| Y                           | L    | W     | V    | T    | D   |               |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 450           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 222           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 147           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 110           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 1030          |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 508           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 336           |
| 3650                        | 400  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 251           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 913           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 450           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 298           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 222           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 2089          |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 1030          |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 681           |
| 3650                        | 400  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 508           |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 1381          |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 681           |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 450           |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 336           |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 3159          |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 1558          |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 1030          |
| 3650                        | 400  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 768           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 681           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 336           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 222           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 166           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 1558          |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 768           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 508           |
| 3650                        | 600  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 379           |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 1381          |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 681           |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 450           |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 336           |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 3159          |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 1558          |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 1030          |
| 3650                        | 600  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 768           |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 2089          |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 1030          |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 681           |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 508           |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 4777          |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 2356          |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 1558          |
| 3650                        | 600  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 1161          |

### 目標動的安定度(その3)

| 10年間 大型車交通量= 800・1000 台/日一方向 |      |       |      |      |     |               |
|------------------------------|------|-------|------|------|-----|---------------|
| 供用期間日                        | 交通量台 | 輪荷重補正 | 速度補正 | 温度補正 | わだち | 動的安定度<br>回/mm |
| Y                            | L    | W     | V    | T    | D   |               |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 913           |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 450           |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 298           |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 222           |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 2089          |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 1030          |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 681           |
| 3650                         | 800  | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 508           |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 1852          |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 913           |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 604           |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 450           |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 4236          |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 2089          |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 1381          |
| 3650                         | 800  | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 1030          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 2801          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 1381          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 913           |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 681           |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 6405          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 3159          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 2089          |
| 3650                         | 800  | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 1558          |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 1147          |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 566           |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 374           |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 279           |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 2623          |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 1294          |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 855           |
| 3650                         | 1000 | 1.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 638           |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 2326          |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 1147          |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 758           |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 566           |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 5318          |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 2623          |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 1734          |
| 3650                         | 1000 | 2.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 1294          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 10  | 3517          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 20  | 1734          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 30  | 1147          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.4  | 0.01 | 40  | 855           |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 10  | 8043          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 20  | 3966          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 30  | 2623          |
| 3650                         | 1000 | 3.0   | 0.9  | 0.01 | 40  | 1956          |

# MC I 数値早見表

ひび割れ率・わだち掘れ量の2項目とMC I (最小)値及び最小式の関係

わだち掘れ量 (mm)

|    | 5              | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40  | 45  | 50  | 55  | 60  | 65  |
|----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0  | MC I 最小<br>8.3 | 7.3 | 6.4 | 5.6 | 4.9 | 4.2 | 3.5 | 2.9 | 2.1 | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 5  | MC I 最小<br>6.4 | 6   | 5.6 | 5.1 | 4.7 | 4.2 | 3.5 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 10 | MC I 最小<br>5.6 | 5.5 | 5.0 | 4.5 | 4.1 | 3.7 | 3.4 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 15 | MC I 最小<br>5.0 | 5.0 | 4.6 | 4.2 | 3.7 | 3.4 | 3.0 | 2.6 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 20 | MC I 最小<br>4.5 | 4.5 | 4.3 | 3.8 | 3.4 | 3.0 | 2.4 | 2.3 | 2.0 | 1.7 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 25 | MC I 最小<br>4.1 | 4.1 | 4.0 | 3.6 | 3.2 | 2.8 | 2.4 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| 30 | MC I 最小<br>3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.4 | 3.0 | 2.6 | 2.2 | 1.8 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   | 4   |
| 35 | MC I 最小<br>3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.2 | 2.8 | 2.4 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 4   |
| 40 | MC I 最小<br>3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.0 | 2.5 | 2.2 | 1.8 | 1.5 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 45 | MC I 最小<br>3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.4 | 2.0 | 1.7 | 1.3 | 2.1 | 0.6 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 50 | MC I 最小<br>2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.7 | 2.3 | 1.9 | 2.5 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 55 | MC I 最小<br>2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.5 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 60 | MC I 最小<br>2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 65 | MC I 最小<br>2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | 0.7 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
|    | MC I 式         | 3   | 3   | 3   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |

ひび割れ率 ( % )

ひび割れ率、わだち掘れ量を用いて、9章2-2-2 維持修繕の要否判断 式-2-2~2-4より算出

| MC I 値  | マスの色 | 維持修繕の目安      |
|---------|------|--------------|
| 3.0以下   |      | 維持修繕の目安      |
| 3.1~4.0 |      | 早急に修繕が必要     |
| 4.1~5.0 |      | 修繕が必要        |
| 5.1以上   |      | 修繕を行うことが望ましい |
|         |      | 望ましい管理基準     |

※9章表2-2-6 MC I 評価基準の目安参照

## P S I 数值早見表

### ひび割れ率・わだち掘れ量の2項目とP S Iの関係

|    | わだち掘れ量(mm) |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 平坦性σ |  |  |  |  |
|----|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|--|
|    | 5          | 10  | 15  | 20  | 25  | 30   | 35   | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 55   | 60   | 65   |  |  |  |  |
| 0  | 4.2        | 4.0 | 3.8 | 3.5 | 3.1 | 2.7  | 2.1  | 1.4  | 0.7  | -0.1 | -1.0 | -2.0 | -3.1 | -1.0 | -2.0 | -3.1 |  |  |  |  |
| 5  | 3.3        | 3.2 | 3.0 | 2.7 | 2.3 | 1.8  | 1.3  | 0.6  | -0.1 | -1.0 | -1.9 | -2.9 | -4.0 | -1.9 | -2.9 | -4.0 |  |  |  |  |
| 10 | 3.0        | 2.9 | 2.7 | 2.3 | 2.0 | 1.5  | 0.9  | 0.3  | -0.5 | -1.3 | -2.2 | -3.2 | -4.3 | -2.2 | -3.2 | -4.3 |  |  |  |  |
| 15 | 2.7        | 2.6 | 2.4 | 2.1 | 1.7 | 1.2  | 0.6  | 0.0  | -0.7 | -1.6 | -2.5 | -3.5 | -4.6 | -2.5 | -3.5 | -4.6 |  |  |  |  |
| 20 | 2.5        | 2.4 | 2.2 | 1.9 | 1.5 | 1.0  | 0.4  | -0.2 | -1.0 | -1.8 | -2.7 | -3.7 | -4.8 | -2.7 | -3.7 | -4.8 |  |  |  |  |
| 25 | 2.3        | 2.2 | 2.0 | 1.7 | 1.3 | 0.8  | 0.2  | -0.4 | -1.2 | -2.0 | -2.9 | -3.9 | -5.0 | -2.9 | -3.9 | -5.0 |  |  |  |  |
| 30 | 2.1        | 2.0 | 1.8 | 1.5 | 1.1 | 0.6  | 0.1  | -0.6 | -1.3 | -2.2 | -3.1 | -4.1 | -5.2 | -3.1 | -4.1 | -5.2 |  |  |  |  |
| 35 | 2.0        | 1.8 | 1.6 | 1.3 | 0.9 | 0.5  | -0.1 | -0.8 | -1.5 | -2.3 | -3.2 | -4.2 | -5.3 | -3.2 | -4.2 | -5.3 |  |  |  |  |
| 40 | 1.8        | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 0.8 | 0.3  | -0.3 | -0.9 | -1.7 | -2.5 | -3.4 | -4.4 | -5.5 | -3.4 | -4.4 | -5.5 |  |  |  |  |
| 45 | 1.7        | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.6 | 0.2  | -0.4 | -1.1 | -1.8 | -2.6 | -3.5 | -4.5 | -5.6 | -3.5 | -4.5 | -5.6 |  |  |  |  |
| 50 | 1.6        | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 0.0  | -0.5 | -1.2 | -1.9 | -2.8 | -3.7 | -4.7 | -5.8 | -3.7 | -4.7 | -5.8 |  |  |  |  |
| 55 | 1.4        | 1.3 | 1.1 | 0.8 | 0.4 | -0.1 | -0.7 | -1.3 | -2.1 | -2.9 | -3.8 | -4.8 | -5.9 | -3.8 | -4.8 | -5.9 |  |  |  |  |
| 60 | 1.3        | 1.2 | 1.0 | 0.6 | 0.3 | -0.2 | -0.8 | -1.4 | -2.2 | -3.0 | -3.9 | -4.9 | -6.0 | -3.9 | -4.9 | -6.0 |  |  |  |  |
| 65 | 1.2        | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.1 | -0.3 | -0.9 | -1.6 | -2.3 | -3.1 | -4.0 | -5.0 | -6.1 | -4.0 | -5.0 | -6.1 |  |  |  |  |

ひび割れ率 ( % )

ひび割れ率、わだち掘れ量、平坦性をういて、9章2-4-1 修繕工法の選定 式-2-5より算出

|         |      |           |
|---------|------|-----------|
| P S I 値 | マスの色 | おおよその対応工法 |
| 3~2.1   |      | 表面処理      |
| 2~1.1   |      | オーバーレイ    |
| 1~0     |      | 打換え       |

※9章表2-4-2 P S Iとおよその対応工法参照



### 3. トンネルの保守および修繕

#### 3-1 トンネル本体工

##### 3-1-1 維持管理の基本的考え方

＜道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6)

第2編 1-1-1、1-1-2＞

本体工の維持管理の基本は、トンネルとしての機能を確保するためにトンネルの構造物としての安全性、耐久性に影響する変状について、定められた頻度や方法で点検を実施するとともに、必要に応じて調査を実施し、その結果を定量的・定性的に診断し、適切な措置を講じ、記録、保存することである。

##### (1) トンネルの維持管理の基本的な考え方

###### ① トンネル個々の特性に注意

山岳トンネルは地中に建設される線状構造物であり、さらにトンネル周辺の地山の挙動やトンネルがおかれている環境的条件が複雑である。これらのことから詳細な調査を実施した際にも、変状の原因を特定し、変状の程度および構造物の耐久性を正確に把握することは困難な場合がある。

###### ② トンネルの挙動は当初には微小なため、繊細で専門的な知識が必要

トンネル本体工の維持管理において変状の原因を明らかにし、対策の要否や対策工の検討を行うためには、覆工の表面的な観察だけでなく、覆工の内部の調査や覆工の背面における地山の状況および進行性を含めた広い視野および長い期間を要する詳細な調査が必要となる場合がある。

###### ③ 維持管理事業の社会的責任による判断

トンネルの維持管理において、対策の要否等と判定を行う際には、工学的な原因追求だけでなく、変状原因等について不確定な要素を含んだ状況で判断を行うことも重要である。さらに、トンネルの点検や調査の結果に基づく判断、および変状対策工の選定等を行う場合には、トンネルの変状状態だけでなく、トンネル内の交通量や路線の重要性および周辺の道路整備計画を踏まえて、総合的な観点で検討する。

##### (2) 本体工の維持管理の手順

本体工の維持管理は、点検、診断、措置、記録の大きく4種類に分けて考えられる。これらの手順は、予防的な保全による維持管理の実施を基本として、道路管理者が定期的な点検、診断を行うことにより、構造物の安全性および維持管理の効率性を確保できるように実施するためのメンテナンスサイクル(点検⇒診断⇒措置⇒記録⇒(次の点検))に基づいている。

本体工の維持管理を行う際、すべてのトンネルにおいて詳細な調査を実施することは、維持管理上必ずしも効率的であるとは言いがたい。

実際の維持管理を行う際には一般的な手順を追って実施し、変状の程度に応じて段階的に詳しい調査を実施する。ただし、緊急性を要する事態では、段階にとらわれず速やかに適切な対処を行うことが必要である。

### (3) 参考資料

本マニュアルの策定にあたり、以下の資料を参考とした。

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| 道路トンネル維持管理便覧(平成5年11月)       | 日本道路協会           |
| 道路トンネル観察・計測指針(平成21年2月)      | 日本道路協会           |
| 設計要領第三集保全編(平成25年7月)         | 日本道路公団           |
| トンネル保守マニュアル(平成19年1月)        | 鉄道総合研究所          |
| 道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(平成27年6月) | 日本道路協会           |
| 道路トンネル定期点検要領(平成26年6月)       | 国土交通省 道路局 国道・防災課 |

## 3-1-2 変状の実態

<道路トンネル定期点検要領(H26.6) 7>

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編1-1-1>

### (1) 変状項目

建設後のトンネルに発生する変状には、一般に下記に示すように多岐の現象があり、これらが複合して発生する場合もある。また、変状現象と変状原因は必ずしも一対一で対応するものではなく、表面的な変状現象だけで原因を特定することは困難である場合が多い。

| 変状項目                      |
|---------------------------|
| ① 覆工や坑門のひび割れ、浮き、はく離、はく落   |
| ② 覆工や坑門のコンクリートの変形、沈下、移動   |
| ③ 横断目地や水平打継目の目地切れ、幅の拡大、段差 |
| ④ 覆工や坑門の材質の劣化             |
| ⑤ 路面や路肩のひび割れ、盤ぶくれ         |
| ⑥ 側溝のひび割れ、変形              |
| ⑦ 覆工や坑門の漏水、石灰の析出          |
| ⑧ 覆工のつらら、側氷               |
| ⑨ 路面の滞水、沈砂、氷盤             |
| ⑩ その他                     |

### (2) 変状が発生しやすい箇所

道路トンネルに発生する変状は、一般的に施工法などによる特徴があり、それらを十分に理解した上で点検する必要がある。道路トンネルには施工法などにより、類似した変状が発生する箇所があり、事前にこの特徴を知っておくことにより効率的な点検を行うことができる。このような施工法などを考慮した特徴を踏まえた点検の着目点には次のような項目がある。

#### a. 覆工コンクリートの目地および打継ぎ目の変状

覆工コンクリートの継ぎ目には、横断方向の目地および縦断方向の打継ぎ目がある。覆工は一定の長さの型枠で、型枠組立て→コンクリート打設→型枠解体を繰り返して構築されるため、すべてのトンネルには横断方向の目地が存在する。NATM工法以前の在来工法により建設された上部半断面先進工法、側壁導坑先進工法などの横断的に分割する工法の場合は、縦断方向の打ち継ぎ目が現れる。NATM工法で一般的に利用される全断面の覆工コンクリートを一度に施工する場合には、縦断方向の打ち継ぎ目は発生しない。

覆工コンクリートの目地および打ち継ぎ目付近は、次のような理由で構造の弱点となりやすい個所であり、点検時には最も着目する必要がある。

- ① 覆工コンクリートの目地および打ち継ぎ目は、コンクリート面が分断された部分であり、周辺にひび割れが発生した場合、目地および打ち継ぎ目とつながりコンクリートがブロック化しやすい。
- ② 覆工コンクリートの型枠解体時などに起こる衝撃により、目地および打ち継ぎ目付近にひび割れが発生することがある。
- ③ 覆工コンクリートの横断方向目地付近に温度伸縮などによる応力が集中し、ひび割れ・剥離・剥落が発生することがある。
- ④ 施工の不具合などで段差が生じた個所を化粧モルタルにより補修することがあり、この部分が剥落する場合がある。
- ⑤ 覆工コンクリートを逆巻き工法で施工されたトンネルは、縦断方向の打ち継ぎ目に化粧モルタルを施工することがあり、化粧モルタルや事後の補修モルタルが剥離することがある。

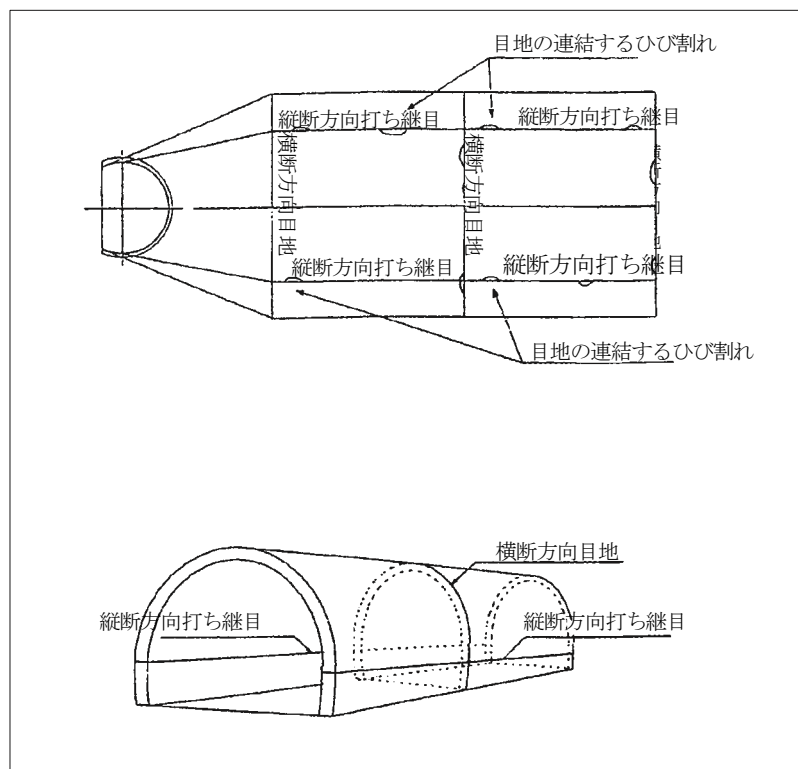


図 3-1-1 覆工コンクリートの目地と継目付近のひび割れ

<道路トンネル定期点検要領 (H26.6) 7 図-解 7.1、7.2>

b. 覆工コンクリートの天端付近の変状

覆工コンクリートを横断的なひとつのブロックと考えると、天端付近はブロックの中間点に相当し、乾燥収縮および温度伸縮によるひび割れが最も生じやすい箇所であるといえる。

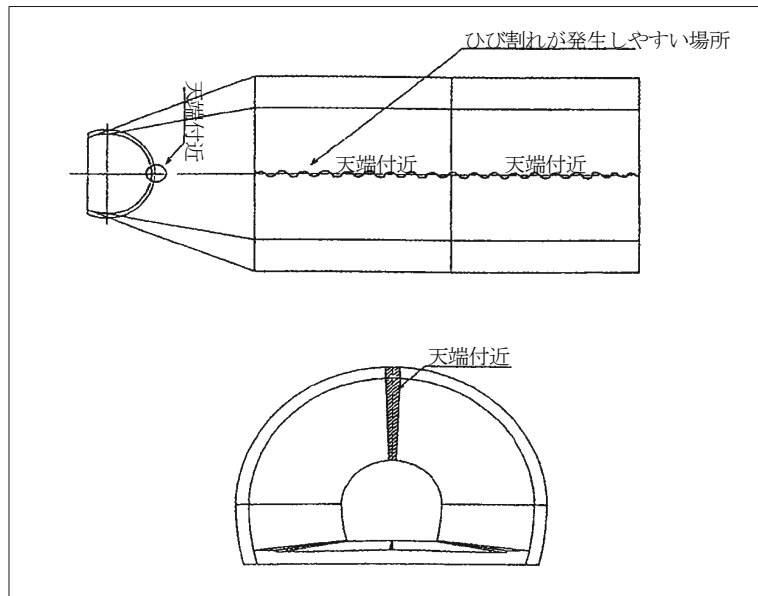


図 3-1-2 覆工コンクリートの天端付近の変状

<道路トンネル定期点検要領(H26.6) 7 図-解 7.4>

c. 横断方向目地の中間付近の変状

横断方向目地のスパン中間付近は乾燥収縮および温度伸縮によるひび割れが発生しやすい箇所である。

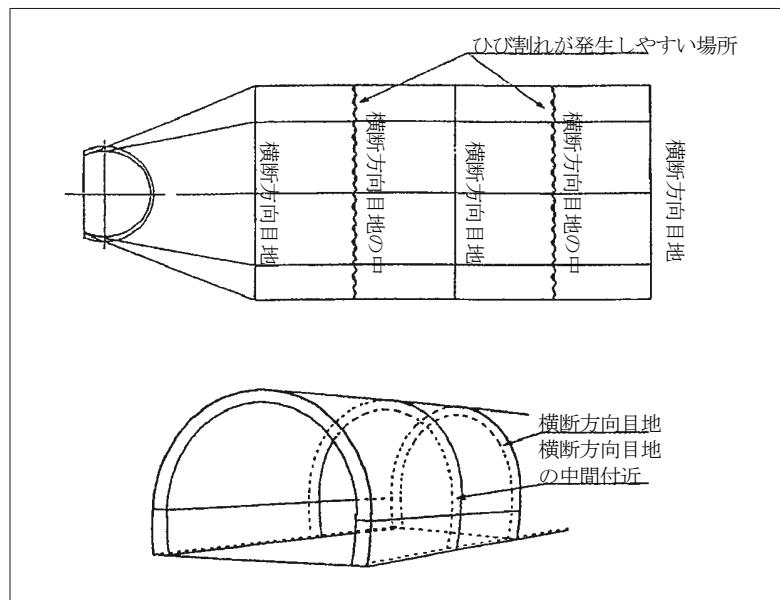


図 3-1-3 横断方向目地の中間付近の変状

<道路トンネル定期点検要領(H26.6) 7 図-解 7.5、7.10>

### (3) 顕著な変状の周辺

覆工コンクリート表面のひび割れ・変色・漏水・段差および補修跡などは目にとまりやすい。事象の発生している周辺にはひび割れが集中しており、浮きや剥離が生じている可能性が高い。

#### a. ひび割れ

覆工コンクリート表面のひび割れは目につきやすく、ひび割れ周辺を注視すると複数のひび割れを確認できることが多い。この場合には、覆工コンクリートがブロック化して浮きや剥離が生じている可能性がある。

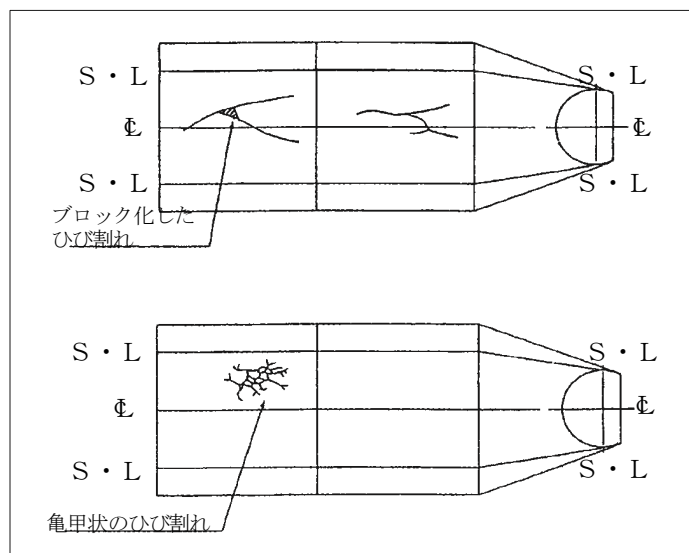


図 3-1-4 覆工コンクリートのひび割れ

<道路トンネル定期点検要領 (H26.6) 7 図-解 7.6、7.7>

#### b. 覆工コンクリートなどの変色箇所

覆工コンクリートの表面が変色している場合には、事前にひび割れが発生し、そこから遊離石灰やさび汁などが出ている場合が多い。この周辺を打音検査すると、浮きや剥離が認められる。

#### c. 漏水箇所

覆工コンクリート表面などに漏水箇所や漏水の跡があるところは、ひび割れや施工不良(豆板など)があり、そこから水が流出している場合が多い。その付近のコンクリートには浮きや剥離が発生している可能性がある。

#### d. 覆工コンクリートの段差

覆工コンクリートの表面は本来滑らかなものであり、段差があるときには異常な応力が働いた場合や施工不良の場合などが想定できる。これらの場合には、段差個所が構造上の弱点となっている場合が多い。

#### e. 補修跡

覆工コンクリートの補修は、モルタル・鋼材など覆工コンクリートとは別の材料を塗布・貼り付けにより補修する場合が多い。したがって、補修個所では、補修材自体が劣化して不安定な状態になっていたり、変状が進行して覆工コンクリートとなじまず、浮きや剥離が生じている場合がある。

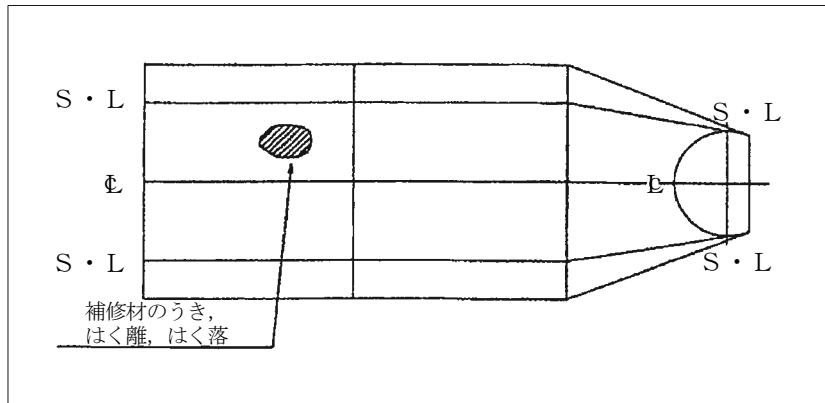


図 3-1-5 補修材の浮き・剥離・剥落等の変状

<道路トンネル定期点検要領(H26.6) 7図-解 7.11>

f. コールドジョイント付近に発生した変状

コールドジョイントは施工の際に発生するうち継ぎ目であり、コンクリートが分離している箇所である。トンネル本体に応力がかかると、構造体の体力の弱い箇所に変状が発生することから、コールドジョイント付近にもひび割れが発生しやすい。コールドジョイントが覆工の軸線と斜交する場合には、楔形の薄くなった覆工コンクリート表面にひび割れが発生し、剥落しやすい状況になる。

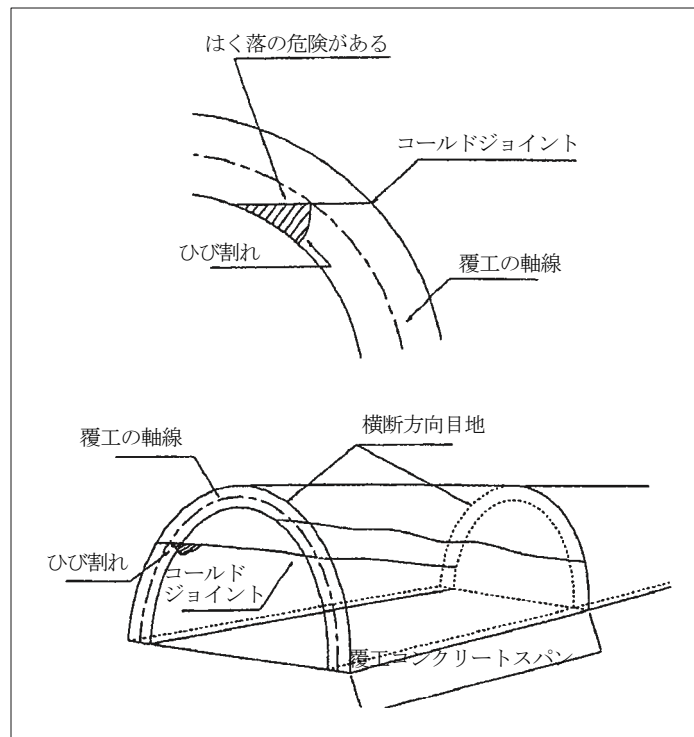


図 3-1-6 コールドジョイント付近のひび割れ

<道路トンネル定期点検要領(H26.6) 7図-解 7.12>

3-1-3 変状の原因と特徴

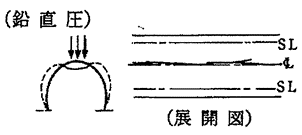


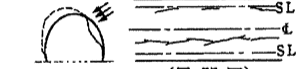
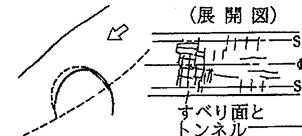
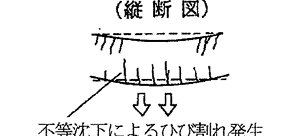
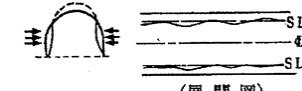
<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 1-3-1~3>

表 3-1-1 変状原因の区分

|     |    |           | 変状原因                                   |
|-----|----|-----------|----------------------------------------|
| 外因  | 外力 | 地形・地質     | ゆるみ土圧, 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          |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 1-3表-1.3.1>

表 3-1-2 変状の原因と特徴一覧表

| 変形原因               | 概 要                                                                                                                                             | 要                                                                                    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>緩み土圧</p>        | <p>緩み土圧は、地山が緩み、自重を支えられなくなり、履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び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、衝撃的に履工に衝突する場合がある。履工の強度・巻厚が十分でなければ履工を破壊し、岩塊もろともトンネル内へ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>    |    |
| <p>膨張性土圧</p>       | <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>                                           |    |
| <p>偏土圧・斜面のクリープ</p> | <p>斜面化や、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>                                                                  |  |
| <p>地すべり</p>        | <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>                                                                          |  |
| <p>支持力不足</p>       | <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めない、斜め方向のひび割れが生じる。</p>                             |  |
| <p>水圧・凍上圧</p>      | <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平ひび割れが生じることが多い。</p>                                                                  |  |
| <p>その他</p>         | <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、履工や坑門が変形し、せん断ひび割れ等が発生する場合がある。</p>                                                                             |                                                                                      |
| <p>経年劣化</p>        | <p>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。</p>                                 |                                                                                      |
| <p>鋼材腐食</p>        | <p>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・耐荷力低下を生じる可能性がある。</p>                                                         |                                                                                      |
| <p>漏水</p>          | <p>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。</p>                                                                                 |                                                                                      |



|                  |         |                                                                                                                                                                                               |
|------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | 凍害      | 寒冷地のトンネルでは、凍害は履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およびそれにもなう体積膨張にある。                                                                                                              |
|                  | 塩害      | コンクリート中の塩分浸透は、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、履工にとって有害成分を含むものがあり、履工劣化をもたらす原因となる。                                                                                                                             |
|                  | その他     | 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。火災による履工の劣化としては、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。<br>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。 |
| 内因<br>(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も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。                                                                                       |
|                  | 履工背面の空洞 | 履工背面の空洞は、地山を緩め、土圧を増加させる原因となるばかりでなく、受動土圧の発生を阻害して、履工の構造的な強度低下の原因となる。                                                                                                                            |
|                  | 履工巻厚不足  | 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、履工や坑門が変形・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、施工時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、播ぶくれ等の変状が発生することがある。                                                            |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 1-3表-1.3.2>

(1) 外力による変状

a. 概要

山岳トンネルを維持するために、外力に関して注意すること。

**土圧とのバランス**

土圧等の外力に対し地山と支保工，覆工部材の双方が共同して機能すること

**水処理**

トンネルに水圧がかからないように漏水・湧水量に見合って排水系統を維持すること

山岳トンネルは自然の地盤中に作る地下構造物の一種であるが、土圧等の外力に対し地山と支保工、覆工部材の双方が共同して機能することで、トンネルの安定性が確保される。これは、他の地下構造物に見られない大きな特徴である。

しかし、トンネルを建設する際に、トンネル全線の長期的な地山の挙動を精度よく予測することは困難であり、供用段階において当初予想していなかった外力が作用するケースも生じている。

外力によってトンネルに発生する主な変状原因を以下に示す。

- ① 緩み土圧
- ② 膨張性土圧
- ③ 偏土圧・斜面のクリープ
- ④ 地すべり
- ⑤ 支持力不足
- ⑥ 水圧・凍上圧
- ⑦ その他(近接施工、地震等)

(2) トンネルの耐荷力不足(トンネル建設時の設計・施工条件による二次的な原因等)

外力による変状原因の一つとして、トンネル建設時の設計、施工に起因した支保工や覆工の耐荷力不足が、変状の発生や進行を助長する二次的な原因となっている。

特に矢板工法のトンネルでは、設計、施工方法が現在の山岳トンネル工法と比べ技術的に未成熟段階であったことにも起因して、以下に示すような問題によりトンネルの耐荷力不足を招いているケースがある。

- ① 設計の問題によるトンネルの耐荷力不足の例
  - a. 側壁構造が直壁のため、側方からの土圧に対する耐荷力が不十分
  - b. 偏土圧作用下の坑口付近で、抱き擁壁や押え盛土等が不十分
  - c. 膨張性土圧が発生する地山で、インバートによる断面閉合が考慮されていない
- ② 施工の問題によるトンネルの耐荷力不足の例
  - a. 裏込め注入材による背面空洞の充填が不十分で空洞が残存する
  - b. 引抜き管方式による覆工コンクリートの打込みのため、とくに天端付近で覆工巻厚が確保されていない
  - c. コールドジョイント発生により覆工コンクリートに分離面が形成

なお、現在の山岳トンネル工法では、支保工の変形収束を確認した後で吹上方式による履工コンクリートの打ち込みにより、上記のような履工等の耐荷力が不足する変状事例は少なくなったものの、インバート未設置(あるいは設置してインバートの破損)による盤ぶくれ現象の発生が報告されている。

上記のうち、トンネルの耐荷力不足を招く変状原因の主なものを下記に示す。

a. 覆工背面の空隙

矢板工法では、一般に覆工背面と地山の間に空隙が生じやすい。この空洞は地山を緩め、土圧を増加させる原因となるとともに、前述した突発性の崩壊を招く要因となる。

山岳工法によるトンネルの履工では、ある方向から外力が作用した場合、外力作用位置付近ではトンネル壁面を内空へ押し出す主働領域となり、主働領域の別の領域では履工の変形にともなって履工が地山の方へ押しもどそうとする受働領域が形成される。そのため受働領域となる履工の背面に空洞が存在移す場合には、履工は背面の地山で変形に対する反力をとれず、外力に対して履工の構造的な耐荷力不足の原因となる。また背面空洞の存在は、土被りが小さい場合には地山を緩め、地表面沈下の発生等の悪影響を与える場合がある。

なお、矢板工法によるトンネルの建設時には、履工背面の空洞にエアモルタル等で裏込め注入を実施している場合が多いが、エアモルタルの流動性が高いため、岩盤の割れ目や側壁の裏面排水材に注入材が流下して、空洞が十分に充填されて

b. 巻厚不足

履工コンクリート打込み時に、型枠内に十分にコンクリートが充填されずに履工巻厚が設計値よりも少なくなっているケースがある。この場合には、あわせて履工背面において、コンクリートで充填されるべき箇所に空洞が残ることにもなる。履工巻厚が不足していることにより、設計上想定した土圧が作用しても変状が発生する場合がある。

c. 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ても地山の安定が得られたトンネルにおいて、施工後になんらかの要因により土圧が増大し、インバートを設置しないことにより膨張性土圧に耐えられなくなり、盤ぶくれ現象等の変状が発生する場合がある。この場合には、土圧が一次的な変状原因であり、インバートを設置していないことが二次的な変状原因として考えることができる。また、インバートを設置している場合においても、インバート厚さや曲率が不適切な場合や想定外の膨張性土圧が作用した場合、インバートと履工側壁の脚部との結合部分の形状が不適切で、軸力の伝達が不良な場合には、同様に変状が発生する場合もある。

(3) 材質劣化による変状

|                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>材料劣化による変状原因</b><br>外因(環境)・・・環境・使用条件にある場合<br>内因(材料または施工)・・・使用材料・施工条件による場合 |
|-----------------------------------------------------------------------------|

ある特定の原因がきっかけとなり変状が生じた場合でも、その変状そのものが他の要因の影響を助長し、複数の原因が組み合わされて変状を増加させるものも多い。これらの変状の発生、進展、すなわちコンクリートの品質の変化は時間の推移と密接に関係するが、一般に変状の進行速度は、地すべり等外力の変化による変状に比べ小さく、適切な対策を講じることで変状に対処することが可能と考えられる。

表 3-1-3 材料劣化によるひび割れの発生要因

| 大分類 | 中分類       | 小分類            | 原因                                                      |
|-----|-----------|----------------|---------------------------------------------------------|
| 材 料 | 使用材料      | セメント           | セメントの異常凝結・セメントの水和熱、セメントの異常膨張                            |
|     |           | 骨材             | 骨材に含まれている泥分・低品質な骨材、反応性骨材(アルカリ骨材反応)                      |
|     | コンクリート    |                | コンクリート中の塩化物、コンクリート骨材の沈降・ブリーディング、コンクリートの乾燥収縮、コンクリートの自己収縮 |
| 施 工 | コンクリート    | 練混ぜ            | 混和材料の不均一な分散、長時間の練混ぜ                                     |
|     |           | 運搬             | ポンプ圧送時の配合の不適切な変更                                        |
|     |           | 打込み            | 不適当な打込み順序、急速な打込み                                        |
|     |           | 締固め            | 不十分な締固め                                                 |
|     |           | 養生             | 硬化前の振動や載荷、初期養生中の急速な乾燥、初期凍害                              |
|     |           | 打継ぎ            | 不適当な打継ぎ処理                                               |
|     | 鋼材        | 鋼材配置           | 配筋の乱れ、かぶり(厚さ)の不足                                        |
|     | 型枠        | 型枠             | 型枠のはらみ、型枠からの漏水、型枠の早期脱型、型枠の過度な押付け、型枠の沈下                  |
| その他 | コールドジョイント | 不適切な打重ね、打込みの中断 |                                                         |
| 環 境 | 熱、水分作用    | 温度・湿度          | 環境温度・湿度の変化、部材両面の温度・湿度の差、凍結融解の繰返し、火災・表面加熱                |
|     | 化学作用      | 化学作用           | 酸・塩類の化学作用、中性化による内部鋼材の錆、塩化物の浸透による内部鋼材の錆                  |

<道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編 1-3-2表-1.3.5>

なお、一度生じた変状(ひび割れ)はその原因にかかわらず、漏水および漏水に伴う凍害、鋼材腐食等の原因となるが、ひび割れ幅と漏水量の関係については、ひび割れ幅が0.3から0.4mm程度を境に漏水量が増加する。

#### (4) 漏水による変状

漏水は、覆工コンクリートの材料劣化の原因や、背面の土砂の流出による緩みの増加等により外力による変状の原因にもなるが、それ以外にも、漏水自体が問題となる場合がある。たとえば、漏水による路面のすべりは交通安全上望ましくなく、トンネル内の付属施設への悪影響、さらに通行車両の快適性および美観上の観点からも望ましいものではない。また福島県内の寒冷地域では、路面の凍結やつらが発生する場合があります、とくに問題が大きい。

### 漏水の原因

トンネルの防水・排水機能が損なわれた場合  
排水能力が不足する場合

現在の標準的な山岳工法では、一般に覆工コンクリート背面に防水シートを施工することにより、ほぼ完全な漏水対策が可能であるが、従来用いられてきた矢板工法等では、背面の漏水技術が技術的に困難であるため、この工法で建設された1980年(昭和55年)頃以前に完成した多くのトンネルでは、漏水が発生する割合が高い。

## 3-2 点検

トンネル点検に関しては、「福島県道路トンネル点検要領(案)平成25年3月 福島県土木部」および「道路トンネル定期点検要領 平成26年6月 国土交通省 道路局 国道・防災課」を参照されたい。

## 3-3 調査

### 3-3-1 調査の目的

<道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編3-1>

トンネルの維持管理における調査は、点検により発見された状況や原因等をより詳しく把握し、対策の必要性およびその緊急性を判定するとともに、対策を実施するための設計、施工に関する情報を得るために行われる。この調査の結果から、利用者・車両の安全確保、構造物としての安全性、維持管理作業に及ぼす影響等の対策区分の判定や対策工の要否および緊急性等を踏まえてトンネルの健全性を判断する。また、対策工の選定、範囲、数量等の設計資料を得ることも目的としている。

近年、レーザーや高分解機能CCDカメラ、赤外線カメラ等によるコンクリートの状態を精密に記録できる光学計測技術が利用できるため、点検精度が要求されるような進行性の変状が確認されたトンネルでは、これらの技術を利用することを検討する。

### 3-3-2 調査対象と調査項目の種類

調査は既往資料、気象、地表面・地山および覆工等のトンネルの構造物とその背面を対象として実施される。これらの調査対象にはいくつかの調査項目がある。調査項目・内容と推定される変状原因の対応を表3-3-1に示す。

表 3-3-1 調査項目・内容と推定される変状原因の対応の例

| 定期点検<br>や調査の<br>初期段階<br>で実施す<br>る項目 | 推定される変状原因 |          |      |       |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
|-------------------------------------|-----------|----------|------|-------|-------|----|-----|------|------|----|----|--------|----|----|----|
|                                     | 外 因       |          |      |       |       |    |     |      | 内 因  |    |    |        |    |    |    |
|                                     | 緩み土圧      | 偏り土圧・斜面の | 地すべり | 膨張性土圧 | 支持力不足 | 水圧 | 凍上圧 | 近接施工 | 経年劣化 | 漏水 | 凍害 | 塩害・有害水 | 材料 | 施工 | 設計 |
| ●                                   | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
|                                     |           |          |      |       | ◎     |    |     |      | ○    |    |    |        |    |    |    |
|                                     |           |          |      |       |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
|                                     |           | ◎        | ◎    | ◎     |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
|                                     |           | ◎        | ◎    | ◎     |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
|                                     |           | ◎        | ◎    | ◎     |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
| ●                                   | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
| ●                                   | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
| ●                                   |           |          |      |       |       |    |     |      |      |    |    |        |    |    |    |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ◎  | ○      | ○  | ◎  | ◎  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ◎    | ○    | ○  | ◎  | ○      | ◎  | ◎  | ◎  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |
|                                     | ○         | ○        | ○    | ○     | ○     | ○  | ○   | ○    | ○    | ○  | ○  | ○      | ○  | ○  | ○  |

【凡例】 ◎ よく用いられる項目  
○ 用いられる項目

| 調査対象   | 調査項目                       | 代表的な調査内容                                            | 代表的な調査手法、使用機器                           |
|--------|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 既存資料   | 既存資料調査                     | 設計図書、施工記録、点検記録、変状調査、対策工の履歴等                         | 既存資料の収集等                                |
|        | 気象                         | トンネル内外の気温測定<br>降雨量測定等                               | 温度計等<br>気象庁の観測データ等                      |
| 地表面・地山 | 地形・地質調査                    | 地形、地質、地下水条件、近接工事の調査                                 | 踏査、ボーリング、孔内検層、坑内弾性波探査等                  |
|        | 地山挙動調査                     | 地中変位測定、地すべり変位測定                                     | 地中変位計、孔内傾斜計、地すべり計等                      |
|        | 地山試料試験                     | ゆるみ領域・塑性領域確認<br>物理試験、力学試験                           | 地中変位計、孔内傾斜計等<br>密度試験、一軸圧縮試験、浸水側圧試験等     |
| 全般     | 観察調査                       | 覆工、坑門工および内装の表面のひび割れ、劣化、漏水状況の観察、展開図作成                | カメラ、巻尺、ノギス、クラックスケール等                    |
|        | 打音検査                       | 覆工、坑門工表面の打音異常箇所、うき、はく離箇所の確認                         | 点検用ハンマー等                                |
| ひび割れ   | ひび割れ調査                     | ひび割れ幅、段差の進行、ひび割れ深さの調査                               | 標点、機械式ひび割れ計、電気式ひび割れ計、超音波探査、コアボーリング、電磁法等 |
|        | 漏水等                        | 漏水状況調査                                              | ストップウォッチ、メスシリンダー等                       |
| 巻厚・背面  | 漏水質試験                      | 漏水量測定、土砂流入状況、微生物被害状況                                | pH測定、電導度試験、土砂流入状況調査等                    |
|        | 覆工巻厚と背面空洞調査                | 水温、水質化学分析                                           | ボーリング、ファイバースコープ、ボアホールカメラ、地中レーダ等         |
| 材質     | 強度試験                       | コンクリート強度試験                                          | コンクリート圧縮試験、コンクリートハンマー(通称シュミットハンマー)等     |
|        | 材質試験①                      | アルカリ骨材反応試験、中性化試験、コンクリートの分析、空げき等試験、塩化物含有量試験、鉄筋の劣化調査等 | 骨材のアルカリシリカ反応性試験方法、フェノールフタレイン溶液、イオン電極法等  |
| 形状     | 覆工断面の形状調査、形状変化調査           | トンネル内空洞断面測定、内空変位測定、路肩・路面の変状の把握                      | レーザー距離計、充波測距儀、コンバージェンステープ等              |
|        | トンネル内の測量                   | トンネルの平面線形、縦断勾配                                      | トランシット、レベル、トータルステーション等                  |
| 荷重     | 覆工応力と作用荷重                  | 覆工応力・ひずみ測定、水圧測定                                     | コンクリートひずみ計、水圧計等                         |
|        | 補強工 <sup>注1)</sup> の効果判定調査 | ロックボルト軸力測定、ロックボルト引抜き試験、鋼アーチ支保工応力測定、内空変位測定等          | ロードセル、ひずみゲージ等                           |

注1) 補強工の持続的な効果の確認や余力等の確認を必要に応じて実施する。  
注2) 一般に、変状は設計のみ起因するのではなく、様々な現象が複合して発生するため、他の原因も含めて総合的に判断する必要がある。

＜道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編3-2-1表-3.2.1＞

### 3-3-3 調査項目の選定

＜道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編3-2-1＞

調査項目とその内容の選定は、点検結果を踏まえ、変状の状況に加え、さらに調査場所の交通状況等の諸条件を勘案し決定する。

なお、地震や火災による被害に関しては、発生頻度が比較的低いことに加え、被害形態や変状現象およびその原因が多岐にわたることから、状況に応じて個別に必要な調査項目と内容を選定する必要がある。

### 3-3-4 調査要領

＜道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編3-3-1～3＞

#### (1) 既存資料の調査

既存資料調査は、対象となるトンネル建設時の履歴、構造、周辺環境や地山条件等から変状の現れやすい箇所もしくは変状区間の点検時に推定された原因の確認や対策工の検討に必要な情報を得ることを目的として行われる。

既存資料調査の結果から、必要な項目を変状展開図の施工実績として併記し、変状状況と施工実績を併せて対比することで、変状原因の絞り込みを行うことができる。

資料調査における調査対象と資料項目を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 既存資料照査の内容の例

| 既存資料調査の目的         |             | 調査対象                               | 調査項目                    |
|-------------------|-------------|------------------------------------|-------------------------|
| トンネル併用後の履歴の把握     | 変状履歴の把握     | トンネル台帳                             | トンネル諸元                  |
|                   |             | 点検調書                               | 点検の結果、履歴等               |
|                   |             | 診断調書                               | 診断の結果、履歴等               |
|                   |             | 調査の記録                              | 変状の程度、変状の進行性等           |
|                   |             | 記録写真                               | トンネル変状・異常箇所写真位置図、変状写真台帳 |
|                   | 対策工の施工履歴の把握 | 履工の補強・補修記録                         | 履工の補強・補修履歴等             |
|                   |             | 漏水防止工の施工記録                         | 漏水防止工の施工履歴等             |
|                   |             | 路面の変状記録                            | 修繕記録等                   |
|                   |             | 当該トンネルの明かり部の災害の記録                  | 災害記録等                   |
|                   |             | 記録写真                               | トンネル変状・異常箇所写真位置図、変状写真台帳 |
| トンネルの構造、建設時の状況の把握 | 設計諸元        | トンネル延長、坑門工、断面形状、履工巻厚・材質、土被り、支保工    |                         |
|                   | 建設時の資料      | 施工法、特殊工法、補助工法、各種試験報告、計測結果(計測A、計測B) |                         |
|                   | 検査記録        | 内空断面、出来形調書、履工巻厚                    |                         |
|                   | 記録写真        | 施工報告書等                             |                         |
| 周辺環境・地山条件に関する把握   | 地形図         | 土地利用状況、土被り、特殊地形、植生等                |                         |
|                   | 地質図、地質調査報告書 | 地質分布、地質構造、風化・変質状況、地下水状況            |                         |
|                   | 航空写真        | 土地利用状況、植生等                         |                         |
|                   | 気象記録        | 温度、降雨・降雪状況                         |                         |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 3-3-1 表-3.3.1>

(2) 気象の調査

トンネル内外の紺測定は、凍害や凍上圧による変状の可能性がある場合、その原因究明や対策工の設計のための基礎資料とすることを目的とする。

(3) 地表面・地山の調査

変更原因の究明や対策工設計のために地形、地質、地下水条件等に対する詳細な情報を把握する必要がある場合には地形・地質調査を実施する場合がある。

とくに、土被りが小さい場合や偏土圧地形の場合等では、崩壊、斜面のクリープ、地すべり等の地表面の変状がトンネルの変状に直接関わっている場合が多い。したがって、変状原因の推定のためにトンネル坑口やトンネル周辺の地表の踏査が行われる。踏査では、トンネル坑口やトンネル周辺の概略の地形・地質状況、地表のひび割れ・陥没・立木の傾斜等の地表面の変状の有無を調べ記録する。



なお、工事記録、地形図、地質図、航空写真のおよび既存のボーリング調査の成果等も併せて利用する。

地表面・地山の調査項目を下記に示す。

- 1) 地形・地質調査
- 2) 地山挙動調査
- 3) 地山試料試験

#### (4) 本体工の調査

本体工に関する調査項目のうち、主なものを以下に示す。なお、下記の調査項目のうち、一部は定期点検や調査の初期段階で実施されている場合がある。

- 1) 観察調査と打音検査
- 2) ひび割れ調査
- 3) 漏水状況調査
- 4) 漏水水質試験
- 5) 覆工巻厚と背面空洞調査
- 6) 強度試験と材質試験
- 7) トンネル断面の形状調査・形状変化調査
- 8) トンネル内の測量
- 9) 覆工応力と作用荷重
- 10) 補強対策の効果判定調査

### 3-4 対策区分の判定

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編4-1>

対策区分とは、利用者への影響との可能性と措置の必要性の観点から変状の状態を表すものであり、その判定区分は本体に対してはⅠ、Ⅱb、Ⅱa、Ⅲ、Ⅳの5段階、附属物の取付状態に対しては「○」、「×」で区分される。対策区分の判定は、本体工の変状あるいは附属物の取付状態の異常が利用者にとぼす影響を詳細に把握し、適切な措置を計画するために行うものである。判定は、点検あるいは調査によって把握した本体の変状および附属物の取付状態の異常の状況にもとづいて、本体工と附属物のそれぞれについて行う。なお、判定においては、利用者に対して影響を及ぼす可能性、必要な措置の緊急性に着目する。

対策区分の判定後は、その判定結果を参考に、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの4段階で健全性の診断を行う。

### 3-4-1 本體工

<道路トンネル維持管理便覧【本體工編】(H27.6) 第2編 4-2、4-2-1~3>

本體工を対象とした対策区分の判定は、点検、調査より把握した変状状況にもとづき、表3-4-1により判定を行うもので、この結果は健全性の診断に用いる。

ここでいうトンネルにおける構造物の機能とは、利用者が安全にトンネル内を通行できることであり、大別すると以下の2種類が考えられる。

- ①「トンネルの構造安定性の確保」：トンネルが構造的に安定し、トンネル内の通行等に必要な空間が確保されていること
- ②「利用者の安全性の確保」：落下物や漏水等によってトンネル内の通行等が阻害されておらず、安全が確保されていること

対策区分の判定は、上記の構造物の機能に加えて、措置の実施に対する緊急性および変状の程度も考慮する必要がある。表3-4-2は、表3-4-1による判定において考慮すべき内容をとりまとめたものである。

表3-4-1 本體工における対策区分

| 判定区分 | 定義                                                                  |
|------|---------------------------------------------------------------------|
| I    | 利用者に対して影響が及ぶ可能性がないため、措置を必要としない状態                                    |
| II   | II b<br>将来的に、利用者に対して影響が及ぶ可能性があるため、監視を必要とする状態                        |
|      | II a<br>将来的に、利用者に対して影響が及び可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に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 <sup>(注)</sup> に対策を講じる必要がある状態               |

(注)対策区分IVにおける「緊急」とは、早期に措置を講じる必要がある状態から、交通解放できない状態までをいう

<道路トンネル維持管理便覧【本體工編】(H27.6) 第2編 4-2 表-4.2.1>

表 3-4-2 本体工に対する対策区分と構造物の機能への影響の関係

| 判定区分 | トンネルの構造物の機能に対する影響               |                                 | 措置の緊急性         | 変状の程度                 |                           |
|------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------|
|      | トンネルの構造安定性に及ぼす影響                | 利用者の安全性に及ぼす影響                   |                |                       |                           |
| I    | 支障がない                           | 支障がない                           | 必要としない         | 変状がない，もしくは軽微である       |                           |
| II   | II b                            | 支障はないが措置を要する                    | 支障はないが措置を要する   | 監視を必要とする              | 変状が軽微であるが，将来的に顕在化する可能性がある |
|      | II a                            | 支障はないが措置を要する                    | 支障はないが措置を要する   | 重点的に監視をし，計画的な対策を必要とする | 変状があり，将来的に顕在化する可能性がある     |
| III  | 支障を生ずる可能性がある，措置を要する             | 支障を生ずる可能性がある，措置を要する             | 早期に対策を講じる必要がある | 変状が顕在化している            |                           |
| IV   | 支障がある，または支障を生じる可能性が著しく高く，措置を要する | 支障がある，または支障を生じる可能性が著しく高く，措置を要する | 緊急に対策を講じる必要がある | 変状が顕著である              |                           |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2表-4.2.2>

トンネルにおける変状の区分は、変状対策の目的や対応から外力による変状、材料劣化による変状、漏水による変状に大別できることから、本体工における対策区分の判定は以下の3種類に分類する。

- ① 外力による変状に対する対策区分
- ② 材質劣化による変状に対する対策区分
- ③ 漏水による変状に対する対策区分

対策区分の判定の単位は、外力による変状については覆工スパンごとに行い、材質劣化、漏水については個々の変状ごとに行う。

(1) 外力による変状に対する判定

外力による変状には、圧ぎ、ひび割れ、浮き、はく離、変形、移動、沈下のような通常の外力による変状現象と、突発性の崩壊現象がある。これらの変状に対する対策区分は表 3-4-3 のようになる。ここでいう突発性の崩壊とは、見かけ上の変状がほとんど見られない状況で、突然トンネルの覆工が崩壊することをいう。

なお、外力による変状については、覆工スパンごとに対策区分の判定を行う。これは、外力は覆工に対して通常面的に作用するものであるため、その影響は覆工の構造単位である1スパン全体に及ぶものと考えられるためである。

表 3-4-3 外力による変状に対する対策区分

| 変状区分 |      | 通常の外力                                                                       |                                                                                   |                                                                     | 突発性の崩壊 (注1)                                                                  |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 判定区分 | 変状種類 | 圧ぎ、ひび割れ(注2)                                                                 | うき、はく離(注3)                                                                        | 変形、移動、沈下                                                            | 巻厚不足、背面空洞                                                                    |
|      | I    |                                                                             | ひび割れが生じていない、または生じていても軽微で、措置を必要としない状態                                              | ひび割れ等によるうき、はく離のちょうこうがないもの、またはたたき落としにより除去できたため落下する可能性がなく、措置を必要としない状態 | 変形、移動、沈下等が生じていない、またはあっても軽微で、措置を必要としない状態                                      |
| II   | II b | ひび割れがあり、その信仰が認められないが、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、監視を必要とする状態                     | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、監視を必要とする状態                        | 変形、移動、沈下等しており、その進行が停止しているが、監視を必要とする状態                               | —                                                                            |
|      | II a | ひび割れがあり、その進行が認められ、将来的に構造物の機能が低下する可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 | 変形、移動、沈下等しており、その進行が緩慢であるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態        | 履工アーチ部または側面の履工背面に空洞が存在し、今後、地山の劣化等により背面の空洞が拡大する可能性があり、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 |
| III  |      | ひび割れが密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が低下しているため、早期に対策を講じる必要がある状態                 | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離等がみられ、落下する可能性があるため、早期に対策を講じる必要がある状態                       | 変形、移動、沈下等しており、その進行がみられ、構造物の機能低下が予想されるため、早期に対策を講じる必要がある状態            | アーチ部の履工背面に大きな空洞が存在し、有効な理工厚が少なく、背面の地山が岩塊となって落下する可能性があり、緊急に対策を講じる必要がある状態       |
| IV   |      | ひび割れが大きく密集している、またはせん断ひび割れ等があり、構造物の機能が著しく低下している、または圧ぎがあり、緊急に対策を講じる必要がある状態    | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離等が顕著にみられ早期に落下する可能性があるため、緊急に対策を講じる必要がある状態                  | 変形、移動、沈下等しており、その進行が著しく、構造物の機能が著しく低下しているため、緊急に対策を講じる必要がある状態          | アーチ部の履工背面に大きな空洞が存在し、有効な履工厚が少なく、背面の地山が岩塊となって落下する可能性があり、緊急に対策を講じる必要がある状態       |

(注1) 見かけ上の変状がほとんど見られない状況で、突然トンネルの履工が崩壊する可能性があることをいう。

(注2) 外力に起因するひび割れを対象とする。

(注3) 外力に起因するひび割れ等に伴って発生するうき、はく離を対象とする。

<道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編4-2-1表-4.2.4>

1) 圧ぎ、ひび割れ

圧ぎとは、断面内で圧縮による軸力と曲げモーメントの影響が顕著に現れ、トンネルの内側が圧縮によりつぶれるような状態で損傷等を生じる状態をいう。圧ぎやひび割れが進行した場合、構造物の機能低下につながる。

ひび割れの進行の有無が確認できない場合について、ひび割れ規模(幅や長さ)等に着目した判定の目安例として、表 3-4-4 に示す。

一方、調査の結果、ひび割れの進行が確認された場合については、ひび割れ規模幅や長さ等に着目し、表 3-4-5 を判定の目安例として、Ⅱa～Ⅳの判定を行う。なお、ひび割れの進行の有無の判断は、過去の点検記録や調査結果等を参考とする。

表 3-4-4 点検時(ひび割れの進行の有無が確認できない場合)の判定の目安例

| 対象箇所 | 部位区分 | ひび割れ   |                  |        |        |                 |       | 判定区分    |
|------|------|--------|------------------|--------|--------|-----------------|-------|---------|
|      |      | 幅      |                  |        | 長さ     |                 |       |         |
|      |      | 5mm 以上 | 3mm 以上<br>5mm 未満 | 3mm 未満 | 10m 以上 | 5m 以上<br>10m 未満 | 5m 未満 |         |
| 履工   | 断面内  |        |                  | ○      | ○      | ○               | ○     | Ⅰ、Ⅱb、Ⅱa |
|      |      |        | ○                |        |        |                 | ○     | Ⅱb、Ⅱa   |
|      |      |        | ○                |        |        | ○               |       | Ⅲ       |
|      |      |        | ○                |        | ○      |                 |       | Ⅲ       |
|      |      | ○      |                  |        |        |                 | ○     | Ⅱb、Ⅱa、Ⅲ |
|      |      | ○      |                  |        |        | ○               |       | Ⅲ       |
|      |      | ○      |                  |        | ○      |                 |       | Ⅳ       |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-1 表-4.2.6>

表 3-4-5 調査の結果、ひび割れの進行が確認された場合の判定の目安例

| 対象箇所 | 部位区分 | ひび割れ   |        |       |       | 判定区分 |
|------|------|--------|--------|-------|-------|------|
|      |      | 幅      |        | 長さ    |       |      |
|      |      | 3mm 以上 | 3mm 未満 | 5m 以上 | 5m 未満 |      |
| 履工   | 断面内  |        | ○      | ○     | ○     | Ⅱa、Ⅲ |
|      |      | ○      |        |       | ○     | Ⅲ    |
|      |      |        |        | ○     |       | Ⅳ    |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-1 表-4.2.7>

2) うき、はく離

外力に起因する覆工の変形、または材質劣化等でひび割れが発生し、それが閉合することによって、うき、はく離が生じることがある。

うき、はく離部の落下の危険性は、ひび割れ等の状況や打音異常で判断する。判定Ⅱb～Ⅳに対する判定の目安例として、表 3-4-6 に示す。なお、うき、はく離の判定は、打音検査時にたたき落としを行ったあとに実施する。

表 3-4-6 うき、はく離等に対する判定の目安例

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

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-1 表-4.2.10>

3) 変形、移動、沈下

覆工の変形、移動、沈下は、一般には徐々に進行するものであるが、地震、地すべり、大雨等により急激に進行することもある。また、寒冷地における凍上圧による変形のように、変動を繰り返しながら進行するものもある。

トンネルの変形、移動、沈下については変形速度が目安となる。変形速度の判定区分がⅡ b～Ⅳに対する判定の目安例として、表 3-4-7 に示す。なお、移動、沈下等に関しては、その発生メカニズムの推定結果をふまえ、個別の検討を要する。

表 3-4-7 変形速度に対する判定の目安例

| 対象箇所 <sup>注1)</sup> | 部位区分 | 変形速度              |                                      |                                            |                     | 判定区分    |
|---------------------|------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|---------|
|                     |      | 10mm/年以上<br>(著しい) | 3mm/年以上<br>10mm/年未満<br>(進行が<br>みられる) | 1mm/年以上<br>3mm/年未満<br>(進行が<br>みられる<br>～緩慢) | 1mm/年<br>未満<br>(緩慢) |         |
| 覆工<br>路面<br>路肩      | 断面内  |                   |                                      |                                            | ○                   | Ⅱ b、Ⅱ a |
|                     |      |                   |                                      | ○                                          |                     | Ⅱ a     |
|                     |      |                   | ○                                    | ○                                          |                     | Ⅲ       |
|                     |      | ○                 |                                      |                                            |                     | Ⅳ       |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-1 表-4.2.13>

4) 巻厚不足・背面空洞

巻厚不足および背面空洞が確認されるトンネルでは、突発性の崩壊の可能性が懸念される。突発性の崩壊とは、見かけ上の変状が小さい状況で、覆工が突然に崩壊することをいう。

突発性の崩壊の可能性に対する判定の目安例として、表 3-4-8 に示す。同表は矢板工法によるトンネルを対象としたものであるが、山岳トンネル工法によるトンネルにおいても参考として利用できる。

表 3-4-8 突発性の崩壊の可能性に対する判定の目安例

| 覆工巻厚             | 背面空洞深さ           | 大<br>(30cm 以上程度) | 小<br>(30cm 未満程度) |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                  | 小<br>(30cm 未満程度) | 大<br>(30cm 以上程度) | Ⅲ、Ⅳ              |
| 大<br>(30cm 以上程度) | 小<br>(30cm 未満程度) | Ⅱ a、Ⅲ            |                  |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-1 表-4.2.16>

(2) 材質劣化による変状に対する判定

覆工コンクリートの材質劣化に対する判定では、構造物としての耐力評価および利用者に対する安全性の確保という観点からの判定を基本とする。

ここでは、コンクリートのうき、はく離、補強鉄筋を有するコンクリート構造物を対象とした鋼材腐食、ならびに覆工コンクリートの有効巻厚の不足・現象を対象とする。これらの変状に対する対策区分は表 3-4-9 のようになる。

なお、変状原因によっては、施工当初にひび割れ、うき、はく離等を示すもの(温度応力や乾燥収縮によるひび割れ、初期凍害によるひび割れやうき等)があり、適切な判定を行うためには、これらの変状と外力による変状とを区別することが重要である。

また、コンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等の材質劣化によるひび割れは、利用者の安全性やトンネルの機能に及ぼす影響が小さいため、判定に対象としていない。ただし、材料劣化のひび割れによつてうき、はく離が誘発される場合は、材質劣化によるうき、はく離にもつづいて対策区分の判定を行う。

表 3-4-9 材質劣化による変状に対する対策区分

| 変状種類<br>判定区分 |      | うき、はく離                                                                            | 鋼材腐食                                                        | 有効巻厚の減少                                                                 |
|--------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| I            |      | ひび割れ等によるうき、はく離の兆候がないもの、またはたたき落としにより除去できたため落下する可能性がなく、措置を必要としない状態                  | 鋼材腐食が生じてない、またはあっても軽微なため、措置を必要としない状態                         | 材質劣化等がみられないか、みられても、有効巻厚の減少がないため、措置を必要としない状態                             |
| II           | II b | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、監視を必要とする状態                        | 表面的あるいは小面積の腐食があるため、監視を必要とする状態                               | 材質劣化等がみられ、断面強度への影響がほとんどないが、監視を必要とする状態                                   |
|              | II a | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離の兆候があり、将来的に落下する可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 | 孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態     | 材質劣化等により有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれる可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 |
| III          |      | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離等がみられ、落下する可能性があるため、早期に対策を講じる必要がある状態                       | 腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造物用鋼材として機能が損なわれているため、早期に対策を講じる必要がある状態    | 材質劣化等により有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれたため、早期に対策を講じる必要がある状態                        |
| IV           |      | ひび割れ等により履工コンクリート等のうき、はく離等が顕著にみられ、早期に落下する可能性があるため、緊急に対策を講じる必要がある状態                 | 腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造物用鋼材として機能が著しく損なわれているため、緊急に対策を講じる必要がある状態 | 材質劣化等により有効巻厚が著しく減少し、構造物の機能が著しく損なわれたため、緊急に対策を講じる必要がある状態                  |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-2 表-4.2.17>

1) うき、はく離

材質劣化によるうき、はく離に対する判定の目安は、表 3-4-6 が参考となる。

材料劣化に起因するうき、はく離については、塩害や凍害等によるスケーリングによるものもある。さらには、補修材として使用した漏水防止モルタル等が経年劣化し、落下することもあるので、それに対する判定も行う。

うき、はく離箇所が側壁部で、かつ車両通行ならび歩行者への影響がないと考えられる部位については、判定区分の中の低いランクを採用してもよい。

2) 鋼材腐食

内巻補強工等の覆工の補修・補強対策等で用いられている鋼材の腐食に対し、表 3-4-10 が参考となる。

なお、有筋の覆工コンクリートにおいて鉄筋が露出している箇所についても、同表を参考に判定を行う。



また、鋼材腐食による変状としては、覆工補修、補強材の鋼材腐食、坑口等における覆工コンクリート内の鉄筋腐食および鉄筋の断面欠損、鉄筋腐食に伴うコンクリートの断面欠損がある。

表 3-4-10 覆工補修・補強材等の鋼材腐食に対する判定区分

| 判定区分 | 変状の状態                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------|
| I    | 鋼材腐食が生じてない、またはあっても軽微なため、措置を必要としない状態                          |
| II   | II b 表面的あるいは小面積の腐食があるため、監視を必要とする状態                           |
|      | II a 孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 |
| III  | 腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が損なわれているため、早期に対策を講じる必要がある状態      |
| IV   | 腐食により、鋼材の断面欠損がみられ、構造用鋼材として機能が著しく損なわれているため、緊急に対策を講じる必要がある状態   |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-2 表-4.2.18>

### 3) 有効巻厚の減少

有効巻厚の減少は、主に覆工コンクリートの材質劣化の進行に伴って生じると考えられる。ここでいう有効巻厚とは、残存する覆工コンクリートのうち、強度が設計基準強度以上の部分をいい、設計基準強度が不明な場合は 15N/mm<sup>2</sup>以上の部分をいう。

有効巻厚の減少は特に矢板工法によって建設されたトンネルに対して留意すべき事項である。覆工コンクリートの表面に不規則なひび割れが見られている場合や、打音検査により異音が確認された場合、あるいは比較的規模が大きな豆板等が見られる場合等においては、材質劣化や凍害により有効巻厚が減少していると想定される覆工スパン→箇所を対象に、表 3-4-11 を参考に判定を行う。

また、設計巻厚に対する有効巻厚の比に関して、判定区分が II b～IV に対する判定の目安例として、表 3-4-12 に示す。

表 3-4-11 有効巻厚の減少に対する判定区分

| 判定区分 | 変状の状態                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------|
| I    | 材質劣化等がみられないか、みられても、有効巻厚の減少がないため、措置を必要としない状態                                  |
| II   | II b 材質劣化等がみられ、断面強度への影響がほとんどないが、監視を必要とする状態                                   |
|      | II a 材質劣化等により有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれる可能性があるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 |
| III  | 材質劣化等により有効巻厚が減少し、構造物の機能が損なわれたため、早期に対策を講じる必要がある状態                             |
| IV   | 材質劣化等により有効巻厚が著しく減少し、構造物の機能が著しく損なわれたため、緊急に対策を講じる必要がある状態                       |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-2 表-4.2.20>

表 3-4-12 有効巻厚の減少に対する判定の目安例(矢板工法の場合)

| 箇所     | 主な原因                 | 有効巻厚/設計巻厚 |             |           | 判定区分 |
|--------|----------------------|-----------|-------------|-----------|------|
|        |                      | 1/2<br>未満 | 1/2<br>~2/3 | 2/3<br>以上 |      |
| アーチ・側壁 | 経年劣化、凍害、<br>アルカリ骨材反応 |           |             | ○         | Ⅱb   |
|        |                      |           | ○           |           | Ⅱa、Ⅲ |
|        |                      | ○         |             |           | Ⅲ、Ⅳ  |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-2 表-4.2.21>

(2) 漏水等による変状に対する判定

漏水等による変状は、表 3-4-13 を参考に判定を行う。

また、漏水等による変状で利用者の安全性に影響がない場合、判定区分はⅠとなる(表 3-4-13 参照)。一方、利用者への影響はほとんどないが監視を必要とするもの、あるいは利用者への影響がある場合の判定区分はⅡb~Ⅳのいずれかに分類される。この場合の漏水等による変状について、判定の目安例を表 3-4-14 に示す。

表 3-4-13 漏水等による変状に対する判定区分

| 判定区分 | 変状の状態                                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ⅰ    | 漏水がみられないもの、または漏水があっても利用者の安全性に影響がないため、措置を必要としない状態                                                                     |
| Ⅱ    | Ⅱb<br>コンクリートのひび割れ等から漏水が浸出しており、利用者の安全性にはほとんど影響がないが、監視を必要とする状態                                                         |
|      | Ⅱa<br>コンクリートのひび割れ等から漏水の滴水があり、将来的に利用者の安全性を損なう可能性があるもの、または、排水不良により、舗装面に滞水を生じる恐れのあるため、重点的な監視を行い、予防保全の観点から計画的に対策を必要とする状態 |
| Ⅲ    | コンクリートのひび割れ等から漏水の流下があり、または、排水不良により舗装面に滞水があり、利用者の安全性を損なう可能性のあるため、早期に対策を講じる必要がある状態                                     |
| Ⅳ    | コンクリートのひび割れ等から漏水の噴出があり、または、漏水に伴う土砂流出により舗装が陥没したり沈下する可能性があり、寒冷地において漏水等により、つららや側氷等が生じ、利用者の安全性を損なうため、緊急に対策を講じる必要がある状態    |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 4-2-3 表-4.2.23>

表 3-4-14 漏水等による変状に対する判定の目安例

| 箇所  | 主な現象 | 漏水の度合 |    |    |             | 利用者への影響 |   | 判定区分 |
|-----|------|-------|----|----|-------------|---------|---|------|
|     |      | 噴出    | 流下 | 滴水 | 浸出<br>(にじみ) | 有       | 無 |      |
| アーチ | 漏水   |       |    |    | ○           |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    | ○  |             | ○       |   | Ⅱ a  |
|     |      |       | ○  |    |             | ○       |   | Ⅲ    |
|     |      | ○     |    |    |             | ○       |   | Ⅳ    |
|     | つらら  |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    |    |             | ○       |   | Ⅲ、Ⅳ  |
| 側壁  | 漏水   |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    | ○  |             | ○       |   | Ⅱ a  |
|     |      |       | ○  |    |             | ○       |   | Ⅱ a  |
|     |      | ○     |    |    |             | ○       |   | Ⅲ    |
|     | 側水   |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    |    |             | ○       |   | Ⅲ、Ⅳ  |
| 路面  | 土砂流出 |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    |    |             | ○       |   | Ⅲ、Ⅳ  |
|     | 滞水   |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    |    |             | ○       |   | Ⅲ、Ⅳ  |
|     | 凍結   |       |    |    |             |         | ○ | Ⅱ b  |
|     |      |       |    |    |             | ○       |   | Ⅲ、Ⅳ  |

<道路トンネル維持管理便覧【本工編】(H27.6) 第2編 4-2-3 表-4.2.24>

### 3-5 健全性の診断

＜道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編5-1＞

健全性の診断とは、トンネルの機能に対する支障の有無ならびに措置の緊急度を判定することを指し、本体工および附属物の定期点検時の点検または調査の結果により把握された変状・異常の状態にもとづいて行う。定期点検における健全性の診断は、変状単位に行う「変状等の健全性の診断」と構造物単位に行う「トンネル毎の健全性の診断」の2段階により行う。

健全性の診断は、Ⅰ～Ⅳの4段階により行う。なお、附属物の取付状態の異常判定区分については、「○」、「×」により健全性の診断を行う。

表 3-5-1 健全性の判定区分

| 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、または生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態 |

＜道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編5-1表-5.1.1＞

表 3-5-2 附属物の取付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                   |
|--------|---------------------------|
| ×      | 附属物の取付状態に異常がある場合          |
| ○      | 附属物の取付状態に異常がないか、あっても軽微な場合 |

＜道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編5-1表-5.1.2＞

#### 3-5-1 健全性の診断の方法

＜道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6)

第2編5-2、5-2-1、5-2-2、5-3＞

健全性の診断には、「変状等の健全性の診断」、「トンネル毎の健全性の診断」の2段階の手順がある。

第1段階の「変状等の健全性の診断」とは、トンネルの変状が利用者に及ぼす影響を詳細に把握し、適切は措置を計画するために行うものである。

第2段階の「トンネル毎の健全性の診断」は、「トンネル毎の健全性の診断」の結果をもとに各覆工スパンに対して、「覆工スパン毎の健全性の診断」を行い、その結果にもとづいて行う。この結果は、トンネル構造物としての健全性を診断するものであり、トンネルの管理者が保有する全構造物を一律に管理し、効率的な維持管理を行うための指標として活用することを目的とする。

なお、附属物の取付状態の異常については、第1段階で健全性の診断を行う。

(1) 変状等の健全性の診断の方法

1) トンネル本体工

トンネル本体工に対する健全性の診断は、「3-4 対策区分の判定」の判定結果にもとづき、表 3-5-1 の判定区分により行う。「変状等の健全性の診断」においては、対策区分Ⅱ b とⅡ a を併せて健全性の診断区分Ⅱとして取り扱う。

2) 附属物

附属物の取付状態に対する変状等の健全性の診断は、「3-4 対策区分の判定」の判定結果にもとづき、表 3-5-2 の判定区分により行う。

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。

(2) トンネル毎の健全性の診断の方法

1) 覆工スパン毎の健全性の診断

「覆工スパン毎の健全性の診断」は、表 3-5-1 の判定区分により行う。判定対象とする覆工スパンの中で最も評価の厳しい健全性を採用し、その覆工スパンの健全性とする。なお、健全性の診断の判定区分がⅡ～Ⅳに該当する変状がないスパンはⅠと判定する。また、附属物については、覆工スパンごとでの健全性の診断は行わない。

2) トンネル毎の健全性の診断

「トンネル毎の健全性の診断」は、表 3-5-1 の判定区分によりトンネルごとで総合的な判定を行うもので、道路管理者が保有するトンネルを含む全体の状況を把握するなどを目的とする。

「トンネル毎の健全性の診断」は、本体呼応に関する健全性の診断の結果にもとづいて行うものとし、一般には、利用者や構造物の機能に影響をおよぼす変状等に注目して、各覆工スパンの健全性の診断結果の中で、最も厳しい診断結果で代表させる。

(3) 健全性の診断後の対応

健全性の診断を行った後は、「トンネル毎の健全性の診断」の結果に応じて、それぞれ適切な対応を取る必要がある。健全性の診断に対する判定区分と対策区分にもとづく措置の例を表 3-5-3 に示す。

表 3-5-3 健全性の診断の判定区分にもとづく措置の例

| 健全性の診断の判定区分<br>(表-5-1-1) | 対策区分の判定区分<br>(表-4-2-1) | 措置       |                 |
|--------------------------|------------------------|----------|-----------------|
|                          |                        | 対策       | 監視              |
| Ⅰ                        | Ⅰ                      | 実施しない    | 実施しない           |
| Ⅱ                        | Ⅱ b                    | 実施しない    | 実施する            |
|                          | Ⅱ a                    | 計画的に実施する | 本対策を行わない場合に実施する |
| Ⅲ                        | Ⅲ                      | 早期に実施する  | 本対策を行わない場合に実施する |
| Ⅳ                        | Ⅳ                      | 緊急に実施する  | 本対策を行わない場合に実施する |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 5-3 表-5.3.1>

## 3-6 措 置

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 6-1>

措置にあたっては、点検、調査の結果にもとづいて、トンネルの機能や耐久性等を回復・維持させるため最適な対応を道路管理者が総合的に検討する。

対策にあたっては、点検、調査による、原因推定からの変状の評価とトンネルの重要度を総合評価し、種々の変状によるトンネル構造物の低下した機能や耐久性を回復させるための最適な方法を検討する必要がある。

それには、点検および調査の結果にもとづいて変状の状況を十分に把握して、対策方法を選定するとともに、その範囲・規模等については、対策の目的を満足する範囲で経済性をも考慮し決定する必要がある。

### 3-6-1 対策工の適用

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 6-2-1、6-2-2>

#### (1) 応急対策工

応急対策工とは、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。

なお、応急措置を実施した変状に対しては、健全性の診断の判定区分は変更しない。また、附属物の取付状態に関しては、異常が確認された場合、応急対策を実施することなく早急に本対策を実施する。

#### (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つに分類する。表 3-6-1 に対策の区分に対応する対策工適用の目安を示す。

表 3-6-1 対策の区分と本対策工の種類

| 対策の区分 |       |        | 対策の分類       | 対策工の種類   |                                                          |                     |
|-------|-------|--------|-------------|----------|----------------------------------------------------------|---------------------|
| 外力    | はく落防止 | 漏水     |             |          |                                                          |                     |
|       | ○     |        | はく離部の事前除去対策 | はつり落とし工  |                                                          |                     |
|       | ○     |        | はく落除去後の処理対策 | 断面修復工    |                                                          |                     |
|       | ○     |        | 履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, エキスパンドメタル)<br>ネット工(FRP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<br>パネル系(鋼板, 成型板)当て板工<br>繊維シート系当て板工 |                     |
|       | ○     | △      | 履工内面の補強対策   | 補強セントル工  | 鋼アーチ支保工                                                  |                     |
|       |       |        |             | 内面補強工    | 繊維シート補強工                                                 |                     |
|       |       |        |             |          | 格子筋補強工                                                   |                     |
|       |       |        |             |          | 成型板接着工                                                   |                     |
|       |       |        |             | 内巻補強工    | 鋼板接着工                                                    |                     |
|       |       |        |             |          | 吹付け工                                                     |                     |
|       | 場所打ち工 |        |             |          |                                                          |                     |
|       | ○     |        | 漏水対策        | 線状の漏水対策工 | プレキャスト工                                                  |                     |
|       |       |        |             |          | 面状の漏水対策工                                                 | 埋設型枠・モルタル充填工        |
|       |       |        |             |          |                                                          | 鋼材補強工               |
|       |       |        |             | 地下水位低下工  | 導水樋工                                                     |                     |
|       | 溝切り工  |        |             |          |                                                          |                     |
|       | ○     | (凍結防止) | 凍結対策        | 断熱工      | 止水注入工(ひび割れ注入)                                            |                     |
|       |       |        |             |          | 止水充填工(Vカット充填)                                            |                     |
|       | ○     |        | 履工背面の空洞充填対策 | 裏込め注入工   | 防水パネル工                                                   |                     |
|       |       |        |             |          | 地山への支持対策                                                 | 防水シート工              |
|       | ○     | △      | 地山改良対策      | ロックボルト工  |                                                          | 防水塗布工               |
|       |       |        |             |          | 地山改良対策                                                   | 水抜きボーリング, 水抜き孔      |
|       | ○     | △      | 履工改築対策      | インバート工   |                                                          | 排水溝                 |
|       |       |        |             |          | 履工改築対策                                                   | 断熱材を適用した線状・面状の漏水対策工 |
|       | ○     | △      | 履工改築対策      | インバート工   |                                                          | 表面断熱処理工             |
|       |       |        |             |          | 履工改築対策                                                   | 薬液注入工               |
|       | ○     | △      | 履工改築対策      | インバート工   |                                                          | 部分改築工, 全面改築工        |
|       |       |        |             |          | 履工改築対策                                                   | インバート新設または改築        |

<道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編 6-2-2表-6.2.1>

### 3-6-2 対策工の選定

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 6-3-1~3>

#### (1) 外力対策工の選定

外力対策工に関しては、表 3-6-2 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ごとに異なるため、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。

表 3-6-2 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      |         |             |      |       |    |     |      |        | 履工耐荷力の不足 |         | 備考                              |
|-------------|---------|------------|---------|-------------|------|-------|----|-----|------|--------|----------|---------|---------------------------------|
| 対策の分類と種類    | 変状原因    | 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 | 水圧 | 凍上圧 | 近接施工 | 履工背面空洞 | 巻厚不足     | インバートなし |                                 |
|             |         | 支保材による保持対策 | 補強セントル工 | ▽           | ▽    | ▽     | ▽  | ▽   | ▽    | ▽      | ▽        | ▽       | ▽                               |
| 履工内面の補強対策   | 内面補強工   | ○          | ○       | ○           | ○    |       | △  |     | ○    | ○      |          |         |                                 |
|             | 内巻補強工   | △          | △       | △           | △    |       | △  | △   | △    | △      | ○        |         |                                 |
|             | 吹付け工    | ○          | ○       | ○           | ○    |       | ○  | ○   | ○    | ○      | ◎        |         |                                 |
|             | 場所打ち工他  |            |         |             |      |       |    |     |      |        |          |         |                                 |
| 漏水対策        | 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     |            |         |             |      |       |    | ◎   |      |        |          |         |                                 |
| 履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 |
| 履工改築対策      | 履工改築工   | ○          | ○       | ○           | ○    | ○     | △  | △   | ○    | ○      | ◎        |         | 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) 第2編 6-3-1 表-6.3.1>

#### (2) はく落防止対策工の選定

##### 1) 応急対策工

変状状態による応急対策工(はく落防止対策)選定の目安を図 3-6-1 に示す。この図は標準的な応急対策工の選定を目安に示すものである。

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、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。



＜応急対策工＞

| 変状形態 注1)                                                                                                                                                                          | 変状規模<br>部位                                                                  | はつり落とし工<br>による除去注2) | 覆工小片の<br>はく落 | 内空<br>断面<br>余裕 | 応急対策工(○印の工種を併用して適用) |                    |           |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|----------------|---------------------|--------------------|-----------|--|
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     |              |                | 金網・ネット工<br>(形鋼系)    | 当て板工<br>精強<br>セントル | 備考        |  |
| ①覆工コンクリートのひび割れ<br><br>ひび割れが複合している、あるいはひび割れとコーティング・横断目地・水平打継ぎ目が複合して、覆工コンクリートがブロック化した状態(①-2)                                                                                        | ～0.1m程度<br>アーチ・側壁                                                           | 除去する                | 完全に除去できる     |                |                     |                    | はつり落として終了 |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     | 完全に除去できない    |                |                     |                    | ○注3)      |  |
|                                                                                                                                                                                   | 0.1m～1m程度<br>アーチ・側壁                                                         | 除去しない               | あり           |                |                     |                    | ○注3)      |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     | なし           |                |                     | ○                  |           |  |
|                                                                                                                                                                                   | 1m～4m程度<br>アーチ・側壁                                                           | 除去しない               | あり           |                |                     |                    | ○注3) ○    |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             | なし                  |              |                | ○                   |                    |           |  |
|                                                                                                                                                                                   | 4m程度～側壁                                                                     | 除去しない               | あり           | なし             | ○注3)                | ○注4)               |           |  |
|                                                                                                                                                                                   | 4m程度～アーチ                                                                    |                     |              | あり             | ○注3)                |                    | ○         |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     |              | なし             | なし                  | ○注4)               |           |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     | あり           |                |                     | ○                  |           |  |
| ②覆工コンクリートのうき・はく離はく落<br><br>覆工コンクリートのうき・はく離(ひび割れ治いのうき・はく離も含む)(②-3)                                                                                                                 | ～0.5m程度<br>アーチ・側壁                                                           | 除去する                | 完全に除去できる     |                |                     |                    | はつり落として終了 |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     | 完全に除去できない    |                |                     |                    | ○注3)      |  |
|                                                                                                                                                                                   | 0.5m～2m程度<br>アーチ・側壁                                                         | 除去しない               |              |                |                     |                    | ○注3)      |  |
|                                                                                                                                                                                   | 2m程度～アーチ・側壁                                                                 | 除去しない               |              |                |                     | ○                  | ○注3)      |  |
| ③打継目の目地切れ段差<br><br>止水板(横断目地)や目地モルタル(水平打継ぎ目)が変形、または材質劣化して落下のおそれがあるもの(③-2)注5)                                                                                                       | 全ての規模<br>アーチ・側壁                                                             | 除去する                | 完全に除去できる     |                |                     |                    | はつり落として終了 |  |
|                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                     | 完全に除去できない    |                |                     |                    | ○注6)      |  |
| ④既設補修・補強材のうき・はく離はく落(④-2)(④-3)<br><br>a)セメント系補修・補強材<対象><br>断面修復工<br>塗布・吹付け工<br>内巻コンクリート工<br>ひび割れ<br>うき、はく落<br>b)鋼材系補修・補強材の変形・脱落<対象><br>当て板工<br>鋼板内巻補強工<br>鋼材内巻補強工<br>c)その他材料の変形・脱落 | ①に準じる                                                                       |                     |              |                |                     |                    |           |  |
|                                                                                                                                                                                   | ②に準じる                                                                       |                     |              |                |                     |                    |           |  |
|                                                                                                                                                                                   | 変状が発生している既設補修・補強材について、その変状状況や背後の覆工コンクリートの状態に応じて、その撤去の可否も含め、上記①～③に準じて個別に検討する |                     |              |                |                     |                    |           |  |
| ⑤その他<br>上記以外の変状                                                                                                                                                                   | ①～④の応急対策工を参考に、有効と考えられる対策を個別に検討する                                            |                     |              |                |                     |                    |           |  |

注1) ( ) 内番号は表-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)。

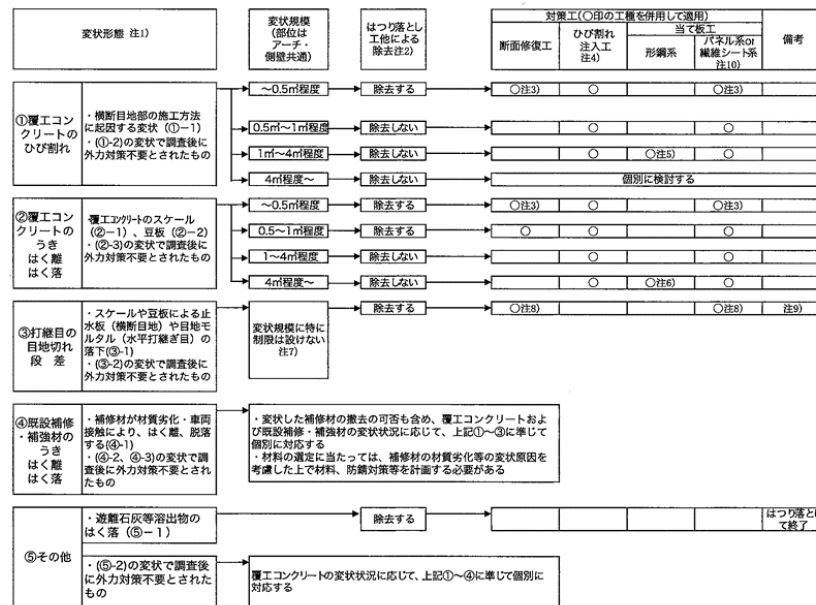
図3-6-1 変状形態による応急対策工(はく落防止対策)選定の目安

2) 本対策工

変状状態による本対策工(はく落防止対策)選定の目安を図3-6-2に示す。この図は標準的な本対策工の選定を目安に示すものである。

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うえで、はく落防止対策工を適用することを基本として考える。

<本対策工>



- 注1) ( )内番号は表-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者が「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)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」も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・ネット工の適用については「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3-6-2 変状形態による本対策工(はく落防止対策)選定の目安

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 6-3-2 図-6.3.2>

3) 金網・ネット工の本対策への適用について

金網・ネット工は、はく落物の支持効果は期待できるが、覆工材料の劣化の進行を防止する効果は期待できないことから、当て板工(パネル系、繊維シート系)と同等の対策効果は有していない。しかし、5年に1回の頻度で、近接目視により行われる定期点検によって、金網工やネット工の対策効果については、継続的に確認することが可能であることから、留意点に配慮することを前提に、当て板工(パネル系、繊維シート系)の代替として、金網・ネット工を本対策工として適用できることとした。

(3) 漏水対策工の選定

1) 応急対策工

表 3-6-3 に漏水形態による応急対策工選定の目安を示す。なお、ここでは応急的な取り扱いのため、内空断面余裕については特に考慮していない。このため内空断面余裕の確保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、はく落防止対策工の施工を優先させたうえ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 3-6-3 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            |
|                 |              |             | 導水樋工               | 防水シート | 水抜きポーリング<br>水抜き孔 |
| アーチ<br>履工<br>側壁 | 面状の<br>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<br>漏水    | 単一ひび割れからの漏水 | ○                  |       | △                |
| 水平打<br>継ぎ目      |              | 横断目地からの漏水   |                    |       |                  |
| 路面・<br>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   |       |                  |

<道路トンネル維持管理便覧【本土工編】(H27.6) 第2編 6-3-3表-6.3.2>

2) 本対策工

漏水に対する本対策工の選定に際しては、表 3-6-4 を参考に、漏水箇所、漏水形態、漏水量、内空断面余裕、気候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、はく落防止対策の本対策工と併用する場合は、これら対策工の下地処置として適用可能な漏水対策工を選定する必要がある。

表 3-6-4 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 | 内空断面余裕 | 本対策工(該当工法を併用して適用) |      |       |        |       |               | 備考 |      |  |
|---------------|-----------|----------------|-----|--------|-------------------|------|-------|--------|-------|---------------|----|------|--|
|               |           |                |     |        | 線状の対策             |      |       | 面状の対策  |       | 地下水位低下        |    |      |  |
|               |           |                |     |        | 導水樋工              | 溝切り工 | 止水注入工 | 防水パネル工 | 防水塗布工 | 水抜きボーリング・水抜き孔 |    | 排水溝  |  |
| アーチ履工側壁       | 面状の漏水     | 複数ひび割れからの漏水    | 多量  | あり     |                   |      |       | ○      |       | △             |    |      |  |
|               |           |                |     | なし     |                   |      |       |        | △     | △             |    |      |  |
|               |           | 少量             | あり  |        |                   |      | ○     |        |       |               |    |      |  |
|               |           |                | なし  |        | ○                 | ○    |       |        |       |               |    |      |  |
|               |           | 豆板等の材質劣化部からの漏水 | 多量  | あり     |                   |      |       | ○      |       |               | △  |      |  |
|               |           |                |     | なし     |                   |      |       |        |       | △             | △  |      |  |
|               | 少量        | あり             |     |        |                   |      | ○     |        |       |               |    |      |  |
|               |           | なし             |     |        |                   |      |       |        |       |               |    | 個別検討 |  |
|               | 線状の漏水     | 単一ひび割れからの漏水    | 多量  | あり     | ○                 |      | △     |        |       |               | △  |      |  |
|               |           |                |     | なし     |                   | ○    | △     |        |       |               | △  |      |  |
|               |           |                | 少量  | あり     | ○                 |      | △     |        |       |               |    |      |  |
|               |           |                |     | なし     |                   | ○    | △     |        |       |               |    |      |  |
| 横断目地          | 目地からの漏水   | 多量             | あり  | ○      |                   |      |       |        |       | △             |    |      |  |
|               |           |                | なし  |        | ○                 |      |       |        |       | △             |    |      |  |
|               |           | 少量             | あり  | ○      |                   |      |       |        |       |               |    |      |  |
|               |           |                | なし  |        | ○                 |      |       |        |       |               |    |      |  |
| 水平打継ぎ目        | 打継ぎ目からの漏水 | 多量             | あり  |        | ○                 |      |       |        |       | △             |    |      |  |
|               |           |                | なし  |        | ○                 |      |       | ○      |       | △             |    |      |  |
|               |           | 少量             | あり  |        | ○                 |      |       |        |       |               |    |      |  |
|               |           |                | なし  |        | ○                 |      |       |        |       |               |    |      |  |
| 路面            | 滞水、自噴     |                | —   |        |                   |      |       |        | △     | ○             |    |      |  |
| 既設漏水対策工の劣化・破損 |           |                |     | —      | 表-6. 3. 4 参照      |      |       |        |       |               |    |      |  |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 6-3-3表-6.3.2>

### 3-7 記録

記録とは、点検結果、調査結果、健全性の診断結果、措置後の確認結果を適時、定められた様式に記録、記載することをいう。

なお、定期点検および診断の結果ならびに措置の結果については、その内容等を記録し、当該道路トンネルが利用されている期間中は、これを保存しなければならない。

#### 3-7-1 点検記録様式

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 7-2>

「直轄版要領」(道路トンネル点検要領 H26.6 国土交通省 道路局 国道・防災課)で定められた項目を記録するための点検表記録様式リストを表 3-7-1 に示す。点検記録様式は、トンネル台帳、点検調書、診断調書で構成される。

表 3-7-1 点検表記録様式リスト

|            | 様式番号    | 記載内容                    |
|------------|---------|-------------------------|
| トンネル<br>台帳 | 様式A-1   | トンネル諸元, 非常用施設諸元         |
|            | 様式A-2   | トンネル情報一覧表               |
|            | 様式A-3   | トンネル記録(位置図, 断面図, 施工実績等) |
| 点検調書       | 様式B     | トンネル変状・異常箇所写真位置図        |
|            | 様式C-1-1 | 点検結果総括表(トンネル本体工)        |
|            | 様式C-1-2 | 点検結果総括表(トンネル内附属物の取付状態)  |
|            | 様式C-3   | 調査・措置の履歴                |
|            | 様式D-1-1 | 変状写真台帳(トンネル本体工)         |
|            | 様式D-1-2 | 異常写真台帳(トンネル内附属物の取付状態)   |
|            | 様式D-2   | トンネル全体展開図               |
| 診断調書       | 様式D-3   | 履工スパン別変状詳細展開図           |
|            | 様式E-1   | 診断結果(変状単位)              |
|            | 様式E-2   | 診断結果(履工スパン毎、トンネル毎)      |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 7-2 表-7.2.1>

### 3-8 清 掃

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 8-1、8-2-2、8-3>

トンネル内の清掃にあたっては、汚れの程度、交通量を考慮し、効果的かつ定期的に実施することを原則とする。

清掃箇所は本体工と附属物に大別できる。本体工では、側壁、内装版、路面、路肩、排水施設等があり、附属物には付属施設および標識、情報板、吸音板等がある。この付属施設には換気施設、照明施設、非常用施設およびこれらを運用するために必要な施設、ケーブル類等がある。

これらの箇所は、それぞれの機能によって清掃の頻度が異なっているが、できるだけ本体工や附属物の点検と効率よく組み合わせて行うことによって、トンネル内の交通規則回数を少なくするよう配慮する必要がある。

また、アーチ部付近についても、交通および点検等の支障にならない程度に清掃等管理することが望ましい。

(1) 側壁部および内装版の清掃

表 3-8-1 湿式清掃および乾式清掃の特徴

| 項目       | 湿式清掃                                | 乾式清掃                                     |
|----------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 清掃効果     | 良い                                  | 湿式に比べ悪い場合もある。じんあいが空中に飛散するために再付着する可能性がある  |
| 作業規模     | 水を使用するため乾式より規模大                     | 作業規模小                                    |
| 設備の規模    | 洗浄時汚水が発生するため、そのまま排水できないところでは沈殿槽等が必要 | 清掃設備は簡易                                  |
| 内装版への影響  | ブラシの手による押付け力は乾式に比べ小さい               | 清掃時押付け力を必要とし、この押付け力により内装版を破損する可能性がある     |
| 突起物への影響  | ブラシの接触長さ以下の突起物は通過の可能性あり             | 突起物によりウレタンフォームが破損し、以後その部分での清掃ができなくなり跡が残る |
| 通行車両への影響 | 汚水の飛散があるがカバーをつけることにより防止可能           | 壁面の汚れが乾燥している場合は清掃時の粉じんの発生が多い             |

<道路トンネル維持管理便覧【本体工編】(H27.6) 第2編 8-2-1 表-8.2.1>

(2) 路面の清掃

トンネル内の路面は、降雨等の洗い流しがないため汚れやすく、できるだけ頻繁に清掃を行うことが望ましいが、通常、明かり部と同時に清掃することが多い。ただし、トンネルは限られた空間であり、かつ路肩が狭いため効果的で迅速な作業が要求される。

なお、路面の点検(コンクリート舗装でのひび割れ、アスファルト舗装でのわだち掘れ、ひび割れ)は清掃中およびその直後に行うとよい。

清掃方法は、明かり部と連続して路面清掃車で行われるのが一般的である。路面清掃車は大別してブラシ式、真空式があり、ブラシ式は砂等の堆積物が多い場合に、真空式は清掃作業速度の高速性が要求される場合に適用される。

(3) 清掃頻度

清掃の頻度は、道路の規格、交通量、地域の特性等、各種の条件を総合的に判断して設定されている。一般的には交通量が多くなるほど清掃頻度を増やすことが望ましい。内装版の汚れの状況は、トンネル入り口部、中間部および出口部等によって変化があり、また、交通量、縦断勾配によっても変化するため、清掃時期の判断はこれらの状況を総合的に判断し決定することが望ましい。

## 3-9 トンネル付属施設

### 3-9-1 換気設備

#### (1) 換気

自動車の排気ガスは、一酸化炭素(CO)をはじめ、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、炭化水素化合物であるホルムアルデヒド(HCHO)、亜硫酸ガス(SO<sub>2</sub>)、鉛化合物等の毒性を有するガス及び煤煙を含むが、一般に運転者、歩行者およびトンネル内作業員等の人体生理上からCO濃度を、運転の視距確保、快適性の保持から煤煙濃度を換気の基準として用いている。

トンネルが短い場合や交通量が少ない場合は、自然条件および自動車走行のピストン作用等による換気作用があるが、トンネルが長い場合や交通量の多い場合は、排気ガスを稀薄にするための機械力による強制換気が必要となる。

#### (2) 軸流送風機の保守点検

##### a. 通常点検

運転状況の点検を半月に1回位、その他の点検は月1回程度行うのが望ましい。

##### b. 定期点検

年1回程度実施することが望ましい。特に潤滑油は時間の経過によっても劣化するので通常年1回程度の交換が望ましい。

##### c. 分解整備

運転時間が一定時間を経過したとき、あるいは一定の年数を経過したときには、全体の分解、清掃、補修、交換等の整備を行う必要があり、時期としては、設置場所、運転条件等で異なり定めがないが、潤滑油、グリース類の変質、シール等の劣化、ベアリング、摺動面の摩擦等を考慮に入れて決める。したがって、同一箇所の換気機の中で1~2台分解し、その結果をみた上でその箇所における分解整備の時期を定めるのがよい。

これまでの設備では、第1回目の分解整備の時期としては、10,000~15,000時間、または3~5年位で整備しているものが多い。分解の主な項目は次のとおりである。

① オイルシール類、ベアリング等の消耗品については、次回分解までの運転時間を考慮して交換する。

また、清掃後必要箇所は所定の塗料により塗装する。

② 減速歯車のあたり面、その他回転面、摺動面の点検、間隙等の測定を行う。歯先部及び羽根の根本部等は浸透探傷法(カラーチェック)等の方法で、ひび割れの有無を点検する。

③ 電流計、電圧計、回転計及び温度計等の計器類の点検を行う。

④ 電動機は必要に応じて、乾燥、ニス塗布、ベアリング交換等の処理を行う。

#### (3) ジェットファンの保守点検

ジェットファンの保守点検は、取り付け位置並びに方法によって、作業は通行規制を必要とするため、入念な配慮が必要であるが、トンネル内という悪条件下に設置されているので点検整備は定期的に行うことが必要である。点検項目は、軸流送風機に準じて行う。

吸音材については、分解整備のとき騒音を測定し、吸音材の劣化が著しい場合は交換することが望ましい。

なお、分解整備の期間は、周辺の環境の条件によって大きく異なり、8,000～20,000時間程度となっている。

### 3-9-2 照明設備

トンネル周辺は一般的に排気ガスによる灯具の汚れが著しいため、照明効果を保持するには、器具の清掃も重要なものの1つであり、通常点検及び定期点検と相まって、常に照明設備を良好な状態に保つよう努めなければならない。

照明設備の点検にあたっては、電路の系統、諸機器の定格及び制御等の内容を十分把握のうえ実施しなければならない。

(1) 通常点検は月1回程度、定期点検は年1回程度とすることが望ましい。

(2) ランプ交換

不点箇所ランプ、安定器等の交換作業は、照度の回復と通行規制との関連から、照明灯具の清掃と同時に実施すると、工程上からは有利となるが、これらは設置場所の諸条件により決定されるものであり、一概に言うことはできない。交換の方法には次のようなものがあるので、これらを十分配慮し、作業計画をたてることが望ましい。

- a. 個別交換方式不点ランプをその都度個々に交換する。
- b. 一斉集団交換方式一定時間経過後、点灯不点に関係なく全部のランプを交換する。
- c. 個別集団交換方式一斉集団交換の時期がくる前に不点ランプの個別交換を行い、一定時間経過後一斉に集団交換する。
- d. 部分集団交換方式ある数が不点になった場合、その部分のランプを交換する。

ランプ、安定器等の交換にあたっては、取付け時期及び点灯時間を記録し、次の交換時等の参考として保存することが望ましい。なお、参考までにランプ推奨交換時間を表3-9-1に示す。

表 3-9-1 ランプの推奨交換時間

| 品 名                 | 定 格 寿 命   | 推 奨 交 換 時 間 |
|---------------------|-----------|-------------|
| 低 圧 ナ ト リ ウ ム ラ ン プ | 9,000 時間  | 7,000 時間    |
| 蛍 光 ラ ン プ           | 10,000 時間 | 8,000 時間    |
| 蛍 光 水 銀 ラ ン プ       | 12,000 時間 | 8,000 時間    |
| 高 圧 ナ ト リ ウ ム ラ ン プ | 12,000 時間 | 8,000 時間    |

- (注) 1. 定格寿命は実験室的に定められた一定の条件における値で、不点になるランプが総数50%になるまでの時間を表す。
2. 推奨交換時間は、一般に使用されるランプが実験室的条件に比べて悪条件にあることと、照明器具と一体になった場合の保守率を合わせ考慮して決めた経済寿命である。



- e. 洗剤、布切れ、ブラシ、スポンジ類、バケツ等の清掃用具
- f. 脚立、軽量梯子、スケーリングタワー、リフト車等

### 3-9-3 非常用設備

一般にトンネルの非常用施設は、常に使う設備でないために、特に定期的な保守点検を行い、火災点検にあたっては、機能、方式、回路の内容及び機器の定格、性能等を熟知するとともに、あらかじめ各設備の保守点検要領を定めて実施するのが望ましい。

また、点検設備等の作業にあたっては、作業員の安全確保及び通行規制に十分配慮しなければならない。

## 4. 道路植栽の管理

### 4-1 管理の基本

＜道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-1＞

道路緑化における管理では、管理計画に基づいて、樹木のほか、芝生、地被植物、草花及び植生のり面の管理を行う。これらの管理は、道路植栽の良好な活着及び生育並びに機能の維持向上を図るとともに、道路交通の安全及び快適性を確保することを目的に、道路交通に支障を及ぼさないよう、また、沿道住民に対し危険を与えないよう安全かつ適切な手法で行う。

また、その実施にあたっては、十分な管理体制を確保するとともに、作業の安全確保に努め機械化を図ることが望ましい。

### 4-2 維持のための計画

道路内に植栽された樹木類は、自然の状態で生育しているものと異なり、塵埃、排気ガス、煤煙等による空気の汚染、舗装や建築物、地下埋設物等による吸水量や根表面積の減少、路面よりの反射熱による影響、建築限界や架空線による空間制限等の生理的障害のほか、風害、自動車の衝突等の物理的な危害を受けやすいといった極めて限られた条件のもとで生育している。

植栽の初期の目的を理解し樹木のもつ植物としての生理生態と、その置かれている環境を把握するとともに、その生育を阻害する諸要因の除去、軽減を図り常に樹木の諸機能を合理的かつ効率よく維持し助長に努めなければならない。

### 4-3 剪定、整枝

樹木の剪定、整枝は、樹木的美観、機能の維持、形状寸法の調整等を目的として、目的に応じた適切な時期及び手法を選んで行う。

#### 4-3-1 剪定の時期

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-1>

適切な時期の適度な剪定は樹木の健全な育成を助けるものであるが、不適期の強度の剪定は大きな生理的障害を引き起こし枯死する場合もあるので、剪定は適切な時期を選んで行う必要がある。

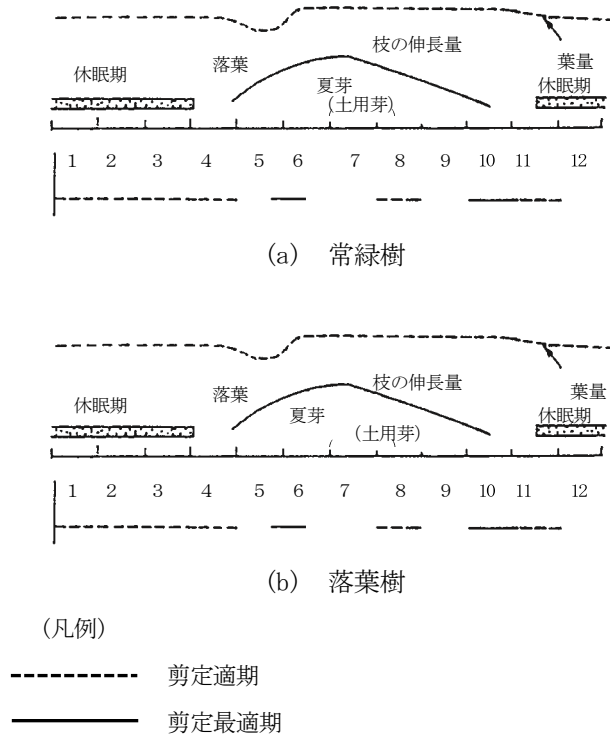


図 4-3-1 樹木の生育パターンと剪定期間

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-1 図 5-2-3>

##### (1) 高木

高木の剪定は一般に冬期と夏期に行われ、それぞれの冬期剪定、夏期剪定と呼ばれている。

樹木は春先から夏にかけて地下の根系から養分が供給されることによって新葉の展開や新梢の伸長が行われることから、冬期に剪定することは、養分の供給先を減じて根系の負担を緩和し樹勢を高めることになる。これに対し、夏期の樹木は展開した枝葉により光合成を行い幹や根系に養分を貯蓄する時期であり、この時期に剪定することは、養分の生成供給源である枝葉を減じてその蓄積を阻害し樹勢を殺ぐことになる(図 4-3-1 参照)。また落葉樹にあたっては、落葉時の方が幹や枝の状態を把握しやすく、剪定層の発生も少ないので作業しやすい。

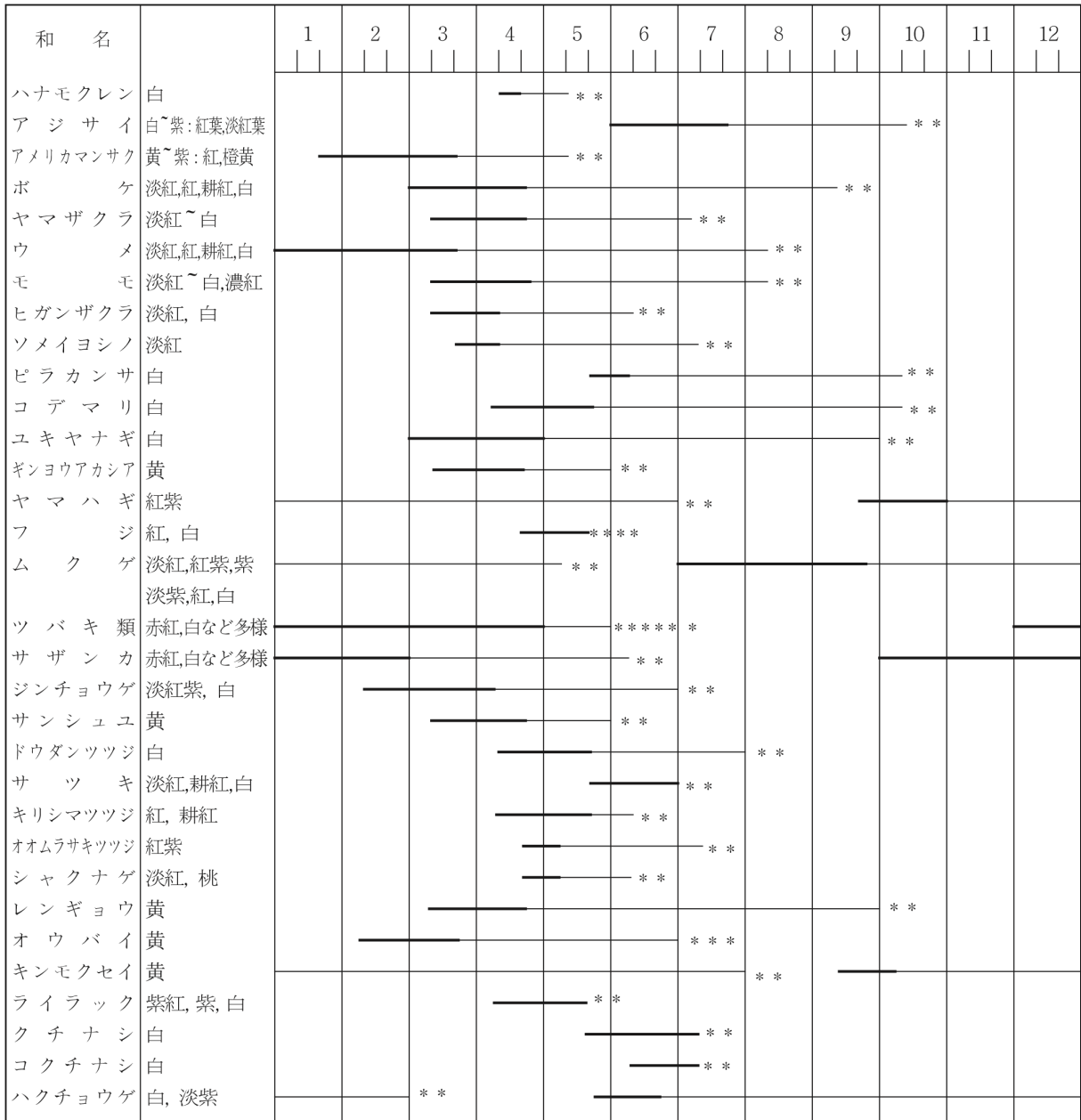
このため、落葉樹木の基本的な剪定は冬期に実施、夏期の剪定は道路交通に支障を及ぼす枝の垂れ下がりを取り除く程度の軽微なものにとどめる必要がある。ただし、寒冷地における常緑樹の剪定は、冬期に行うと寒害により枯れ戻ったりするので、夏期の新梢の成長が停止する

5月下旬～6月または9～10月に行うとよい。

(2) 中・低木

常緑広葉樹の刈り込み剪定は、新梢の伸長が一旦停止する5月下旬～6月下旬、または土用芽の伸長が停止する9月頃に行うと剪定の効果も長続きするため、効果の維持が可能である。

花木は、花芽を形成する前に剪定を終了する必要があるが、花芽の形成時期は樹種により多様であるので、一般には落花直後に剪定するようにすると枯れ花も撤去できて好ましい(図4-3-2参照)。



—————開花期      \* \* \* \* \* 花芽分化期      —————剪定時期

図4-3-2 花芽形時期と剪定時期

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-1 図5-2-4>

除草及び清掃は、植栽地の美化及び樹木の健全な育成を図ることを目的として、植栽地の状況に応じた適切な時期・手法を選んで行う。

#### (1) 目的

道路植栽において最も重要な機能の1つである景観向上機能は、その植栽地が十分に管理されて初めて効果が発揮されるものである。また、雑草は生命力が旺盛なため植栽地における雑草の繁茂は土壌水分や土壌養分を収奪するほか、日照を遮断する等道路植栽との競合を招き放置すると生育が阻害されたり枯損する。

このため、植栽地の除草や清掃に努め、植栽地美観の維持および道路植栽の生育環境の保全を図る必要がある。

#### (2) 方法

抜根除草、草刈及び除草剤散布等による方法があるが、それぞれの特性をよく把握したうえで、植栽地及びその周辺環境に応じた適切な方法を選択する必要がある。一般に、樹木等の植栽地では、人力による抜根除草が行われる。

##### 1) 抜根除草

雑草の根まで抜き取る方法で、人力により行われる。雑草の根が完全に除去された場合の効果の持続性は高いが、全ての雑草を根から取ることは一般に困難であり作業性に劣る。

##### 2) 草刈

雑草の地上部を刈り取る方法で、人力による場合もあるが、機械を用いる方法が作業性に優れるため一般的である。雑草の根系が残るため、再生しやすく効果の持続性に劣るが、作業頻度を高くすることによって大型雑草は根絶することができる。

##### 3) 除草剤散布

薬剤を用いて植物に生理障害を起こし、雑草の発芽や生育を阻害したり枯死させたりするものである。作業性、効果の持続性ともに優れているが、薬効の植物の種類に対する選択性が不十分なため、薬剤の種類によっては、道路植栽の沿道農作物に薬害を生じる恐れがある。このため、沿道に農作物が栽培されている場合や樹木の植栽地の近傍では、薬害を生じ難い発芽抑制剤の散布または薬剤飛散の恐れのない塗布による方法を選択する必要がある。また、歩道等に直接面する場所での除草剤散布はなるべく避けることが望ましい。

#### (3) 時期

抜根除草及び草刈は、雑草の出穂時、遅くとも結実期前に行うことが重要であり、雑草の発生サイクルを考慮すると、少なくとも6月頃と8月下旬～9月上旬の2回は実施することが望ましい。

雑草が最も見苦しくなるのは、出穂から開花結実して穂が立ち枯れるまでの期間であり、この間は草丈も花穂のために通常の2倍近くなる。また、雑草の勢力を最も衰弱させる刈取り時期は開花期であり、雑草の種子繁殖を防ぐためには結実前に除草することが必要である。

主な雑草の生育周期

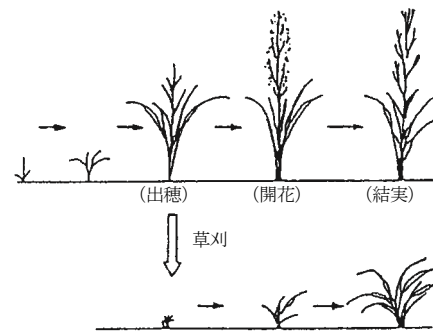
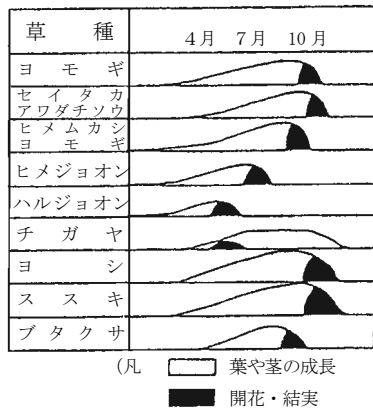


図 4-3-3 雑草の生活サイクルと草刈りの時期

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-2 図 5-2-5>

4-3-3 灌水

植栽後間もない樹木の場合、高架下等降雨による水分供給が期待できない特殊な立地条件にある場合、降雨が極端に少ない場合等、そのままでは土壤水分が不足し樹木の健全な育成に支障をきたす恐れのあるときは適宜灌水を行う。

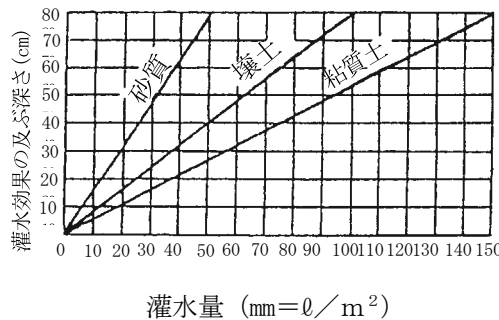


図 4-3-4 灌水量と灌水効果の範囲

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-5 図 5-2-9>

4-3-4 気象被害対策

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-6>

気象及び地理条件により寒風、潮風、土壤凍結、積雪等による気象被害が予測される場合は、事前に適切な保護対策を講じる。

(1) 対策

1) 寒風害・潮風害

寒風害や潮風害に対しては、独立木では寒冷紗等で樹木を覆う方法がとられるが、列植や群植では風上に暴風施設を設置する方法がよい。資材としては、寒冷紗のほか、割布補強紙、ネット、割竹、板等がある。また、寒冷地では路面凍結防止剤による被害が発生することがあるが、その対策も同様である。

## 2) 土壌凍結

土壌の凍結凍上が繰り返されると、樹木の根系が浮き上がり、乾燥により枯損する恐れがある。これに対しては、土壌の表面排水及び地下排水を良好にするとともに、土壌表面をマルチングするとよい。

また、凍結凍上により浮き上がっても融解時には樹木が土壌中に納まるように、支柱結束を緩くしたり根鉢に重しを置いたりすることによって、土壌の凍上に伴う乾燥害を軽減することができる。

## 3) 雪害

雪害には、冠雪害や雪圧害のほか、除雪作業に伴う作業がある。

### a) 冠雪害

枝や葉に積もった雪の重みで枝や幹が折れる被害で、暖かい時期の湿雪で生じやすい。

対策としては、高・中木では、剪定により枝の長さを短くしたり葉の量を少なくし、雪が樹木に積もりにくいようにする。剪定が不可能な場合は、雪吊りやしゅ木支柱(字形の支柱)をするほか、中・低木では枝葉をわら縄等で絞ったり、板やネットで覆いをかける方法が一般的である。

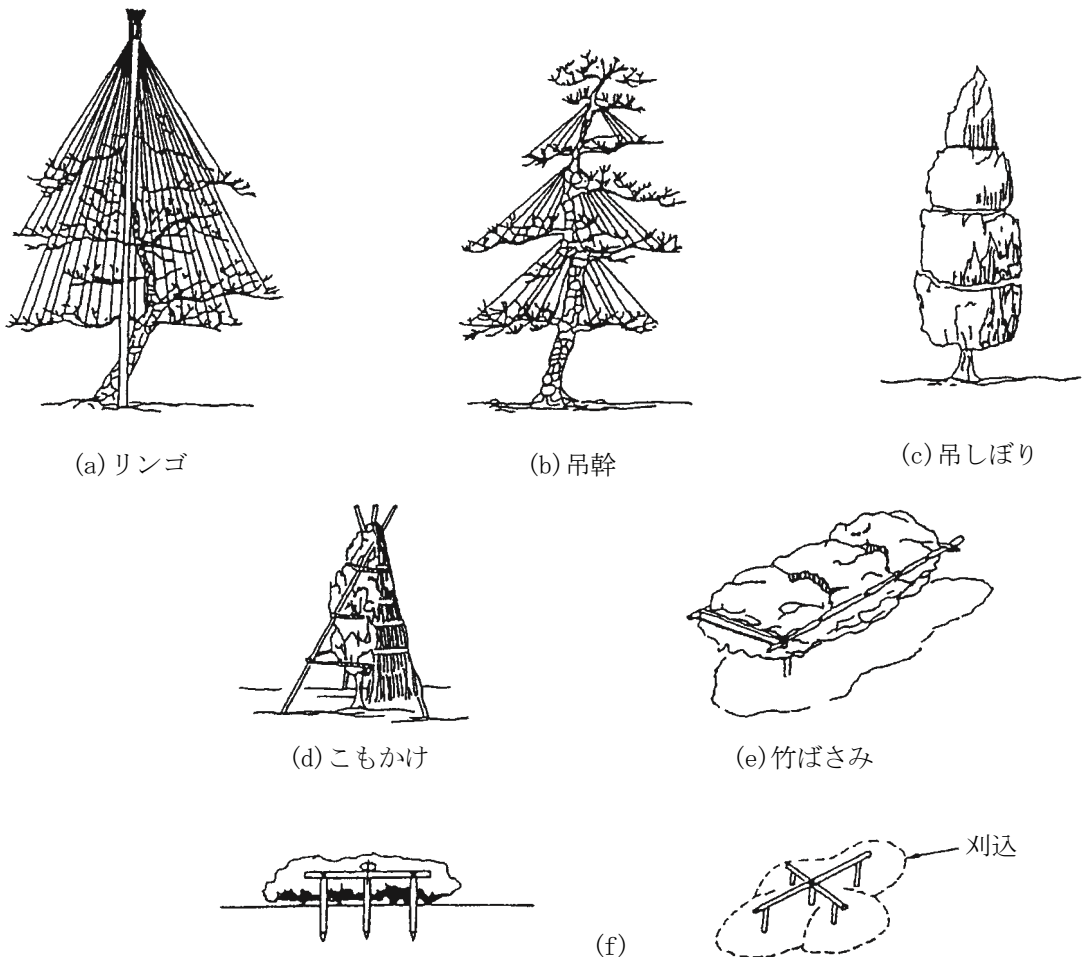


図 4-3-5 冠雪害対策

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-1 図 5-2-10>

#### 4-3-5 支柱補修等

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-7>

樹木の健全な生育を図るため、また強風等により樹木が傾倒し道路交通に支障を及ぼすことのないよう、必要に応じて支柱の再結束、補修及び更新を行うことが望ましい。

また、不要になった支柱は速やかに撤去することが望ましい。

#### 4-3-6 土壌保全

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-8>

土壌が樹木の生育にとって常に良好な状態に維持されるよう、適切な管理に努めるとともに、必要に応じて土壌改良を行うことが望ましい。

#### 4-3-7 枯損樹木の処置

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-9>

枯死した樹木は速やかに撤去し必要に応じて補植することが望ましい。補植は、枯死原因に対する対策を講じたうえで、植栽適期を選んで行う。

また、損傷したり衰弱した樹木は、適切な保護養生等により樹勢の回復を図るが、回復の見込みのないものは更新することが望ましい。

#### 4-3-8 災害時の応急処置

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-11>

台風等により枝折れ、倒木等が発生した場合は、道路交通の支障とならないよう速やかに応急処置を施した後、早急に本復旧を図る。

#### 4-3-9 工事に伴う樹木の保護

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-12>

道路関連工事、植栽地周辺の工事等による樹木に影響が生ずる場合は、工法の変更、適切な保護対策等により現状での保護に努めるが、それが困難な場合は、移植によりその保存を図ることが望ましい。

#### 4-3-10 その他の管理

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-2-13>

貴重な樹木で樹勢の衰弱が認められる場合は、洗浄、幹巻等の適切な保護養生により樹勢の回復を図ることが望ましい。

### 4-4 芝生の管理

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-3>

芝生の管理では、その良好な生育及び道路植栽としての機能の維持向上を図るため、定期的な刈り込み及び雑草防除を行うほか、生育状況に応じて施肥、病虫害防除等を行うのが望ましい。



#### 4-5 地被植物の管理

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-4>

地被植物の管理では、その良好な生育及び道路植栽としての機能の維持向上を図るため、雑草防除に努めるほか、生育状況に応じて施肥、病虫害防除等を行うのが望ましい。

#### 4-6 草花の管理

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-5>

草花の管理では、その良好な生育及び道路植栽としての機能の維持向上を図るため、季節に応じた計画的な植替えを行うほか、雑草防除に努め、生育状況に応じて灌水、施肥、病虫害防除等を行うのが望ましい。

#### 4-7 植生のり面の管理

<道路緑化技術基準・同解説(S63.12) 5-6>

植生のり面の管理では、のり面を雨水等の浸食から護りその安定を図るため、生育状況に応じて施肥、追播等を行い、植生による道路のり面の早期被覆を図るとともに、被覆完了後は常に良好な生育を維持するように努める。

また、火災の防止及び周辺環境との調和に配慮し、必要に応じて草刈りを行うのが望ましい。