

舗装の維持管理
～舗装の破損と原因、調査・評価・
計画、修繕方法～

株式会社NIPPON 中国支店
技術部長 山田 和弘

令和7年度 「舗装修繕」 講習会

舗装の維持管理

～舗装の破損と原因、調査・評価・
計画、修繕方法～

株式会社NIPPO

山田 和弘

1/ 132

講習の内容

1. 道路の維持管理の概念

事例や原因
補修工法の
一例

2. アスファルト舗装の破損と原因

3. コンクリート舗装の破損と原因

4. 道路の調査方法と構造評価

2/ 132

道路法 第42条

(道路の維持又は修繕)

1. 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。

3/ 132

1. 道路の維持管理の概念

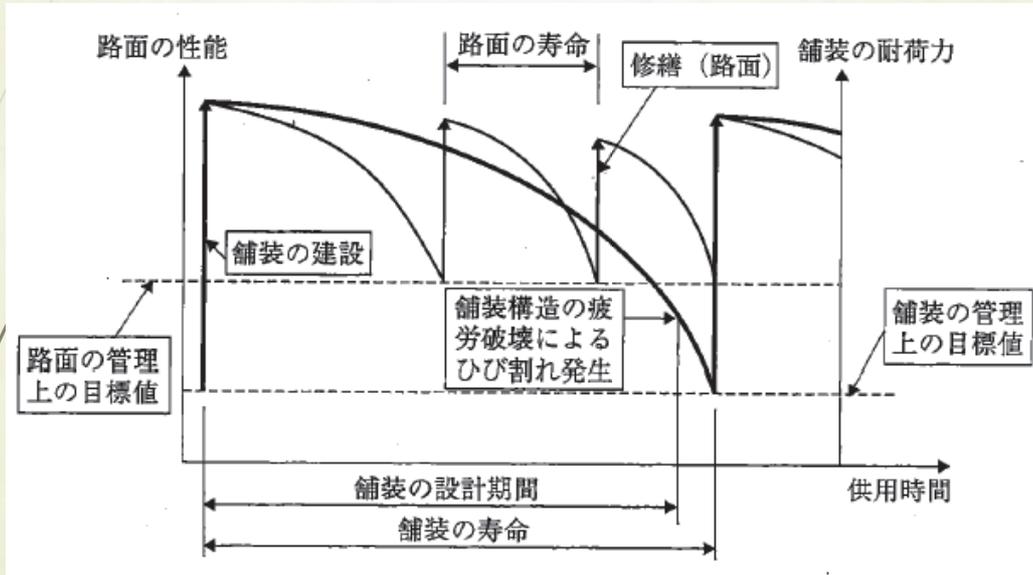
- ・ 舗装の性能は供用に伴い低下するものであり、路面の性能や舗装の強度が、ある程度低下した段階で維持・修繕を実施する
- ・ 維持・修繕の実施に際しては、舗装の状態を適時に調査し、的確に把握することが大切である
- ・ この調査結果にもとづき破損の要因を特定し、適切で効果的な維持・修繕工法を選定し、実施する

【舗装設計施工指針 P.32】

4/ 132

道路の維持管理

- 適切な維持管理をして、はじめて長持ちする
- 維持管理には「維持」と「修繕」がある



性能の低下と修繕の関係

【舗装設計施工指針 P.33】

5/ 132

舗装の維持とは

- 路面の性能回復を目的に、計画的に反復して行う手入れまたは軽度な修理
- 舗装の構造的な強度低下を遅延させる効果も期待される
- 対象は、表層または路面
- 「日常的な維持」と「予防的維持」がある

【舗装設計施工指針 P.32, P.42】

6/ 132

『日常的な維持』

1. 巡回パトロール時の目視観察結果
2. 道路利用者からの情報
3. 沿道住民からの情報

等にもとづき、変状が現れた箇所に行く

【舗装設計施工指針 P.42】

7/ 132

日常的な維持および工法例

維持の種類			維持および 工法の例
日常計画的・反復的に行う維持			路面清掃等
局部的 で軽度 な修理	アスファルト 舗装	ポットホール,ジョイントの 開き,ひび割れ等	パッチング, シール材注入
	コンクリート 舗装	目地材の剥脱飛散, 目地部やひび割れ 部の角欠け,穴あき 等	パッチング, シーリング, 注入

【舗装設計施工指針 P.42】

8/ 132

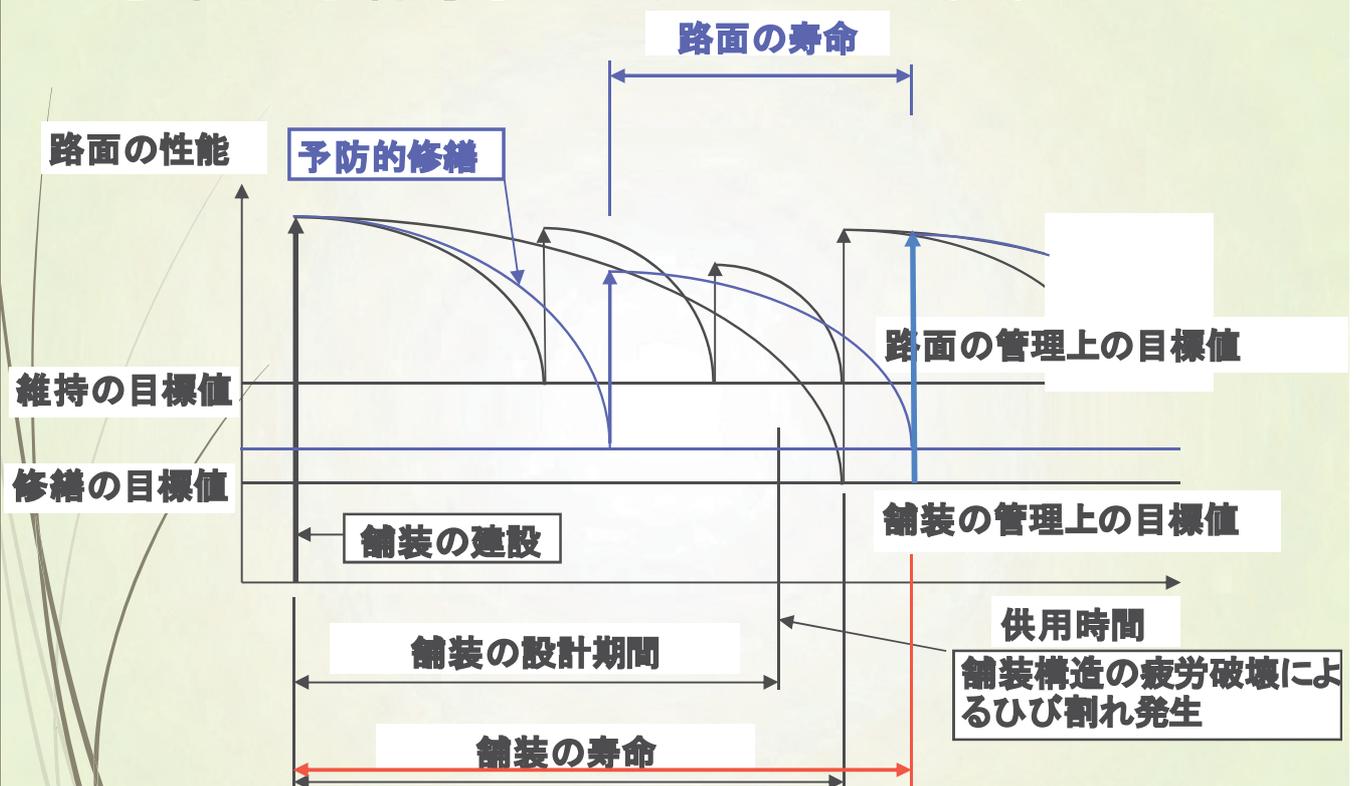
『予防的維持』

- 路面の性能回復を目的
- 構造的性能に大きな変化が現れる前に行う
- その有用性は
 1. 修繕までの期間の延長
 2. 舗装の供用性の向上
 3. ライフサイクルコストの低減など

【舗装設計施工指針 P.42】

9/ 132

予防的維持のイメージ図



予防的維持の概念

10/ 132

予防的維持工法の例

舗装の種類	破損の種類	予防的維持工法の例
アスファルト 舗装	ひび割れ	シーリング材注入
	わだち掘れ	表面処理, 薄層オーバーレイ
	平坦性の低下	
	すべり抵抗値の低下	
コンクリート 舗装	ひび割れ, 目地部の破損	シーリング
	平坦性の低下	表面処理, 薄層オーバーレイ
	すべり抵抗値の低下	

【舗装設計施工指針 P.43】

11/ 132

舗装の修繕とは

- ・ 路面の性能や舗装の性能が低下し、維持では不経済もしくは十分な回復効果が期待できない場合に実施する
- ・ 建設時の性能程度に復旧することを目的する

【舗装設計施工指針 P.43】

12/ 132

アスファルト舗装の破損と修繕工法例

破損の種類	修繕工法の例
ひび割れ	打換え, 表層・基層打換え, 切削オーバーレイ, オーバーレイ, 路上路盤再生
わだち掘れ	表層・基層打換え, 切削オーバーレイ, オーバーレイ, 路上表層再生
平坦性の低下	
すべり抵抗値の低下	表層打換え, 切削オーバーレイ, オーバーレイ, 路上表層再生

【舗装設計施工指針 P.44】

13/ 132

コンクリート舗装の破損と修繕工法例

破損の種類	修繕工法の例
ひび割れ, 目地部の破損	打換え, オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 局部打換え
わだち掘れ	
平坦性の低下	オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 局部打換え
段差	オーバーレイ
すべり抵抗値の低下	オーバーレイ, 切削オーバーレイ

オーバーレイは、アスファルト混合物または薄層コンクリートによる

切削オーバーレイは、薄層コンクリートによる

【舗装設計施工指針 P.44】

14/ 132

直轄国道における予防的修繕の導入

舗装（2006年10月） 舟橋 弥生氏報文

（国土交通省 道路局）

- ・ わだち掘れ = 切削工法
20mm未満の区間
⇒ 路面を荒らす懸念
⇒ 20mm以上適用
- ・ ひび割れ = シール材注入工法
10%未満の区間
⇒ ひび割れ幅が狭く、注入困難
⇒ 10%以上適用

【雑誌 舗装2006年10月 P.22】

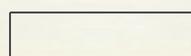
15/ 132

予防的修繕の適用の目安（密粒度）

わだち掘れ量 ひび割れ率	0mm以上 10mm未満	10mm以上 20mm未満	20mm以上 30mm未満	30mm以上 35mm未満	35mm以上 40mm未満	40mm以上
0%以上 10%未満				切削工法		
10%以上 20%未満						
20%以上 30%未満						
30%以上 35%未満	シール材注入工法		シール材注入工法＋ 切削工法			
35%以上 40%未満	シール材注入工法		シール材注入工法＋ 切削工法			
40%以上	修繕工法適用区間（切削オーバーレイ等）					



修繕候補区間



予防的修繕工法適用区間

【雑誌 舗装2006年10月 P.22】

16/ 132

予防的修繕の適用の目安(排水性)

わだち掘れ量 ひび割れ率	0mm以上 10mm未満	10mm以上 20mm未満	20mm以上 30mm未満	30mm以上 35mm未満	35mm以上 40mm未満	40mm以上
0%以上 10%未満						
10%以上 20%未満						
20%以上 30%未満						
30%以上 35%未満						
35%以上 40%未満		修繕工法適用区間(切削オーバーレイ等)				
40%以上						



修繕候補区間

【雑誌 舗装2006年10月 P.22】

17/ 132

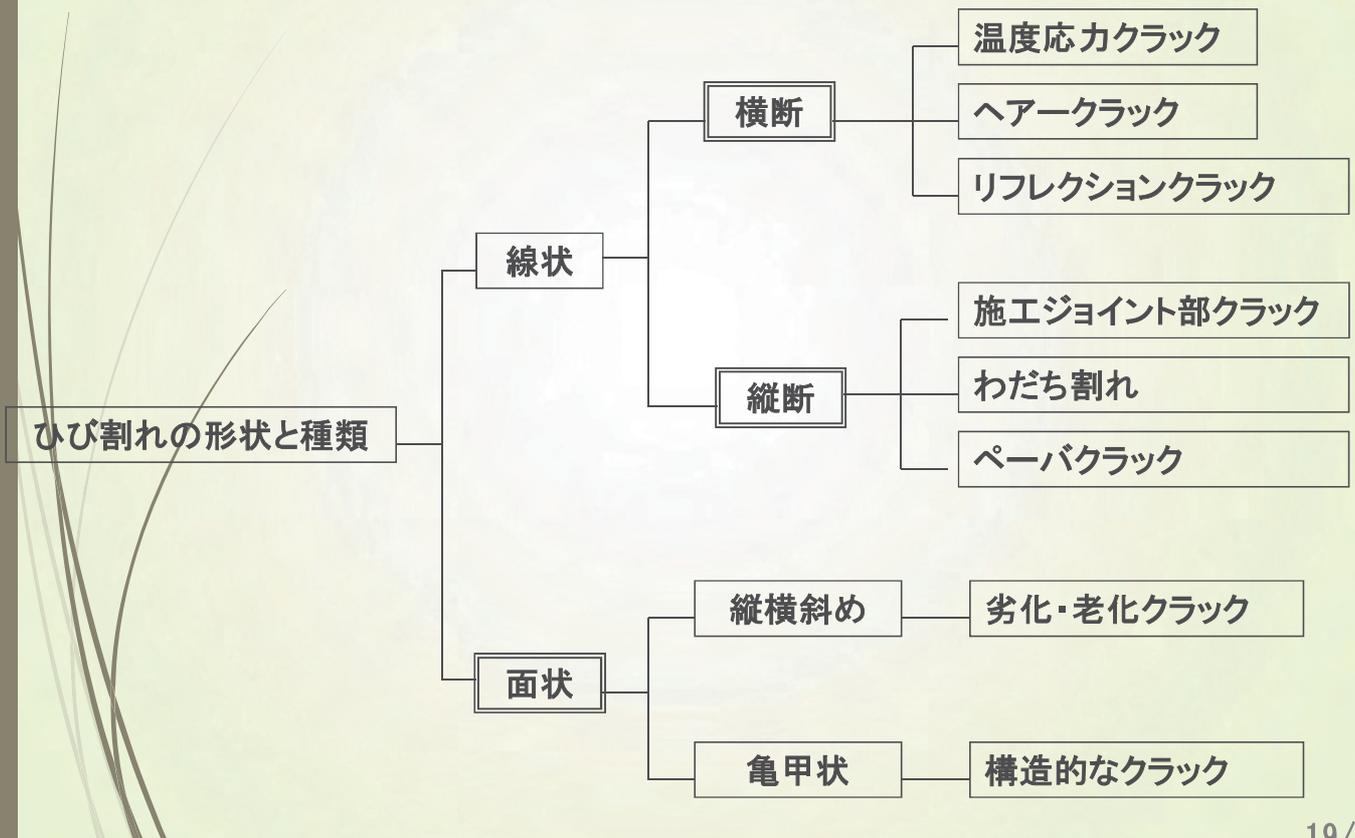
2. アスファルト舗装の破損と原因

- ひび割れ
- わだち掘れ
- 平坦性の低下
- 浸透水量の低下
- すべり抵抗値の低下
- 騒音値の増加
- ポットホール

【舗装設計施工指針 P.40】

18/ 132

ひび割れの発生原因



19/ 132

ひび割れと補修方法 (1)



【状況】亀甲状クラック(車輪走行部から全体)

【原因】混合物の劣化・老化

【補修方法】

1. 維持工法: シール材注入, 表面処理, 薄層オーバーレイ
2. 修繕工法: オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 局部打換え, 打換え

【状況】亀甲状クラック(主に車輪走行部)

【原因】路床・路盤の支持力低下等

【補修方法】

1. 維持工法: シール材注入
2. 修繕工法: オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 局部打換え, 打換え, 路上路盤再生

20/ 132

ひび割れと補修方法（2）



【状況】全面的クラック

【原因】冬期の低温による凍上

【補修方法】

1. 維持工法:

シール材注入,パッチング

2. 修繕工法:

局部打換え,打換え,路上路盤再生



【状況】わだち部線状クラック(縦方向)

【原因】車輪通過位置の交通荷重

【補修方法】

1. 維持工法:

シール材注入,薄層オーバーレイ

2. 修繕工法: オーバーレイ,切削オーバーレイ,局部打換え,打換え,路上路盤再生

21/ 132

ひび割れと補修方法（3）



【状況】床版での直線状クラック

【原因】床版のたわみ

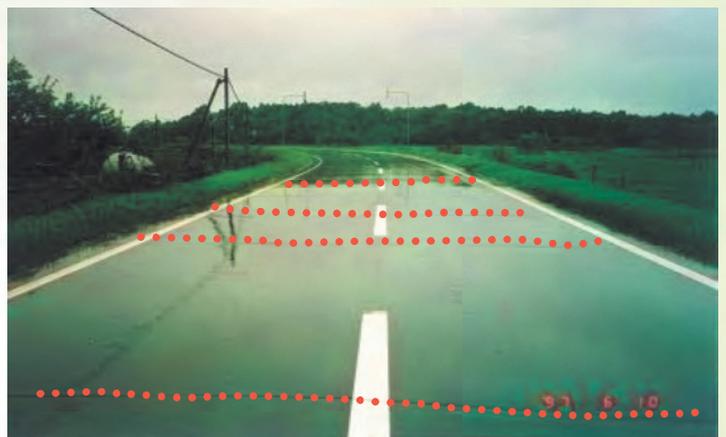
【補修方法】

1. 維持工法:

シール材注入

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ



【状況】横断方向の直線状クラック

【原因】温度応力

【補修方法】

1. 維持工法:

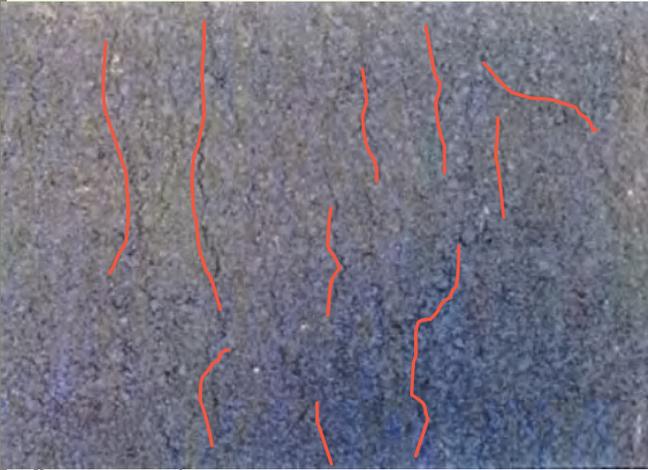
シール材注入,パッチング

2. 修繕工法:

局部打換え,切削オーバーレイ

22/ 132

ひび割れと補修方法（4）



【状況】ヘアークラック

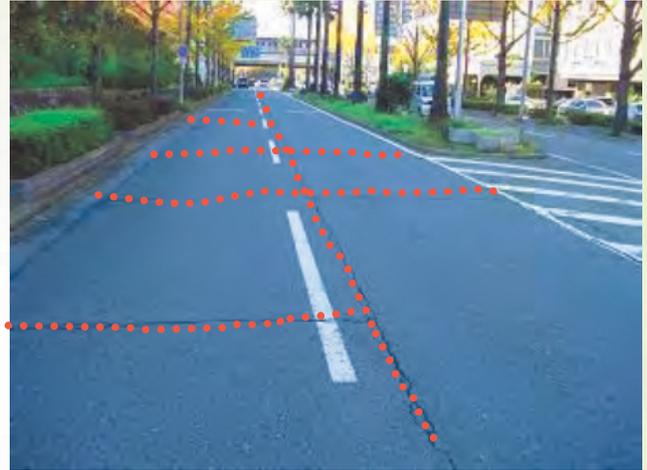
【原因】混合物の品質・温度・支持力不足

【補修方法】

1. 維持工法:

表面処理, 薄層オーバーレイ

2. 修繕工法: -



【状況】ブロック状の直線状クラック

【原因】リフレクションクラック

【補修方法】

1. 維持工法: シール材注入

2. 修繕工法: オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 抑制シート, 応力緩和層

23/ 132

ひび割れと補修方法（5）



【状況】直線状クラック

【原因】施工ジョイント

【補修方法】

1. 維持工法:

シール材注入, 線状打換え

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ, 局部打換え



【状況】段差を伴う線状クラック

【原因】不同沈下

【補修方法】

1. 維持工法:

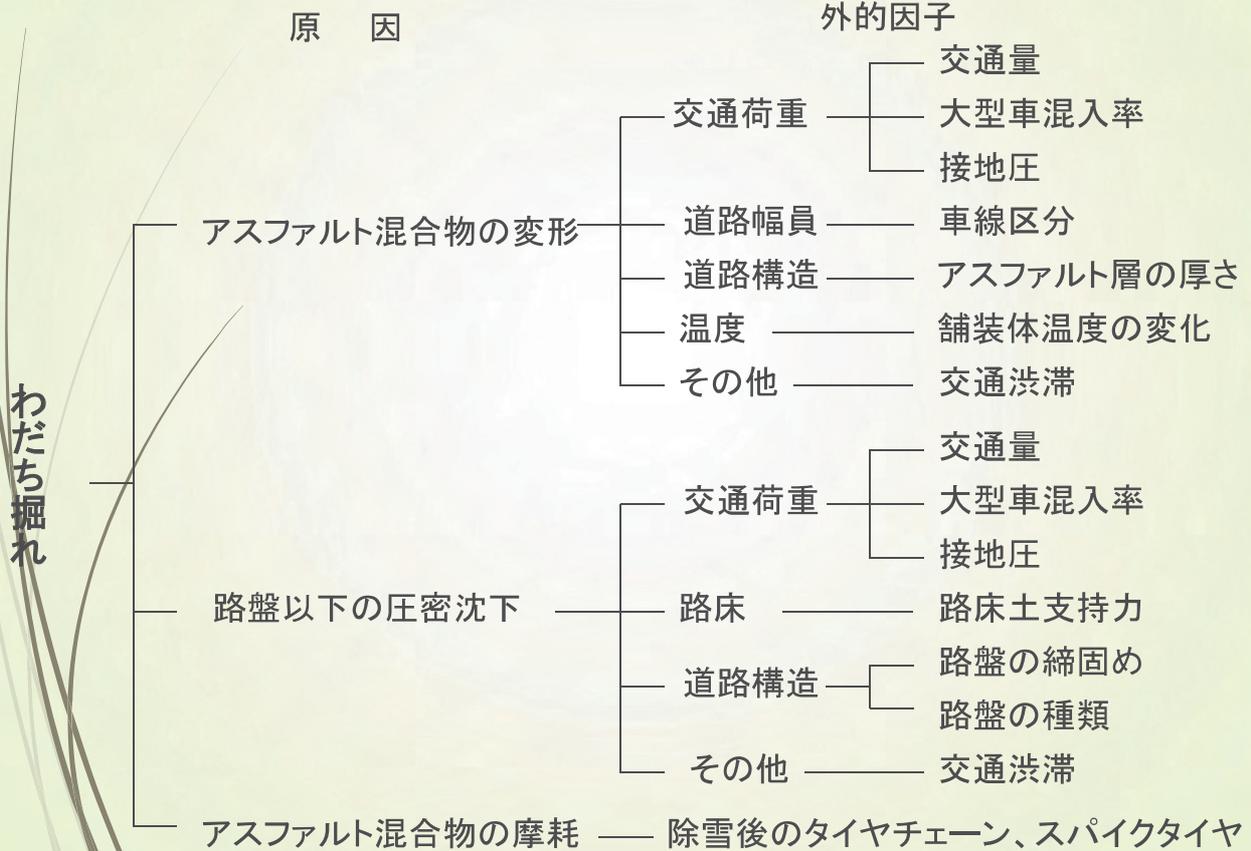
シール材注入, パッチング, 表面処理

2. 修繕工法:

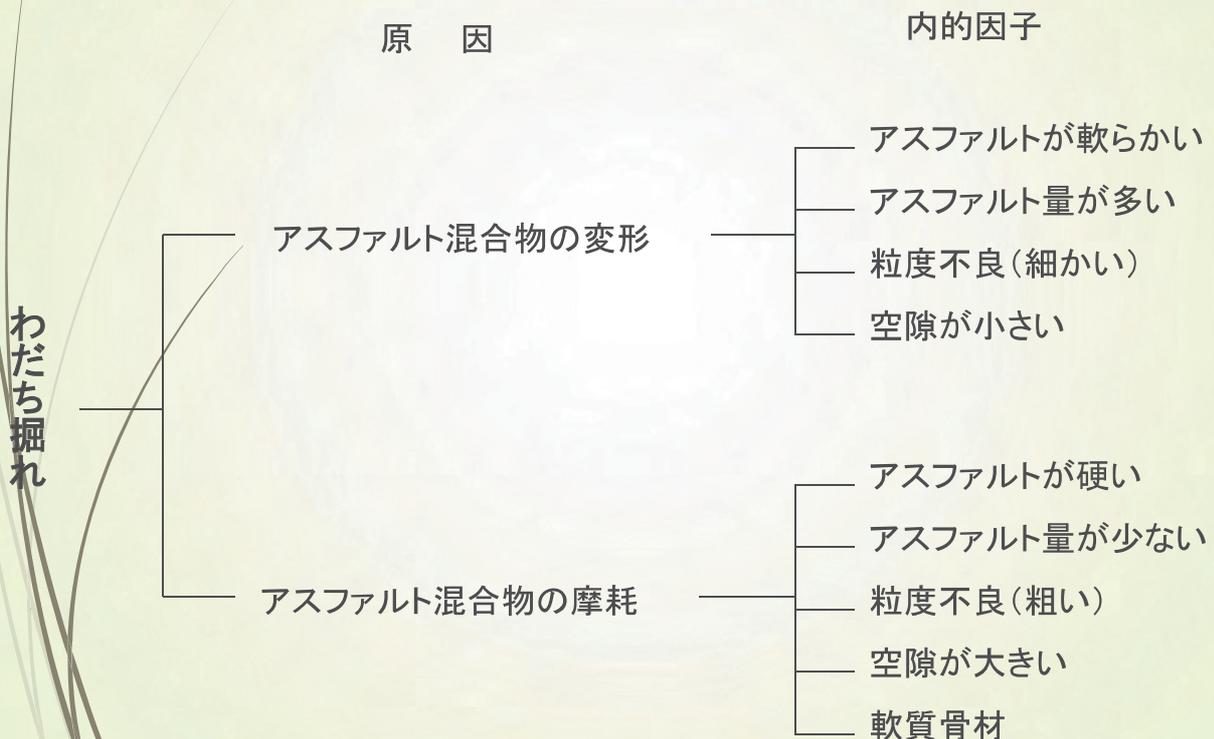
局部打換え

24/ 132

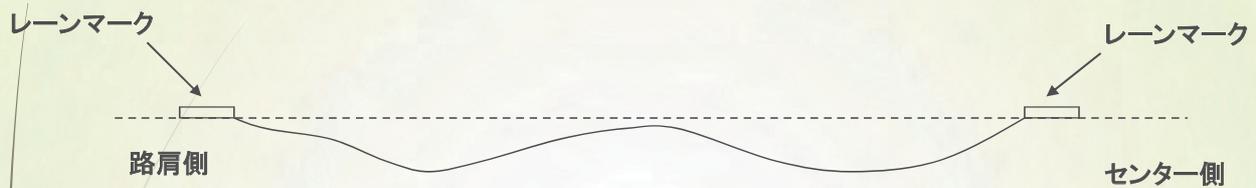
わだち掘れの発生原因 (外的因子)



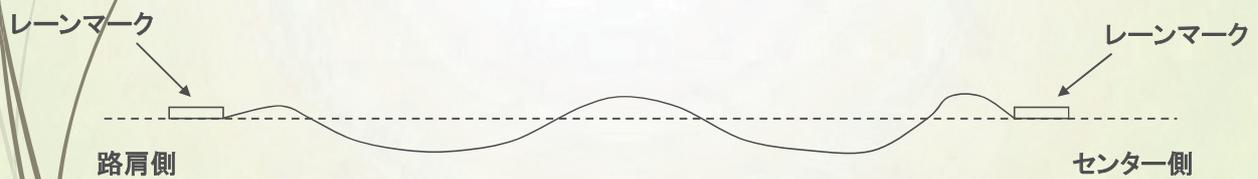
わだち掘れの発生原因 (内的因子)



わだち掘れのタイプ



施工直後に比べ盛り上がりなどは見られない(沈下または摩耗)



車線中央部及び路肩部が施工直後に比べ盛り上がっている(流動)

27/ 132

わだち掘れと補修方法 (1)



【状況】亀甲状クラックを伴うわだち

【原因】路床・路盤の沈下

【補修方法】

1. 維持工法:

パッチング, わだち部オーバーレイ

2. 修繕工法:

局部打換え, 打換え, 路上路盤再生



【状況】盛り上りを伴うわだち

【原因】混合物の流動

【補修方法】

1. 維持工法:

切削, わだち部オーバーレイ

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ, 打換え, 路上路盤再生

28/ 132

わだち掘れと補修方法（2）



【状況】ラベリングによるわだち

【原因】**タイヤやチェーンによる磨耗**

【補修方法】

1. 維持工法:

表面処理,わだち部オーバーレイ

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ,打換え

29/ 132

平坦性の低下と補修方法（1）



【状況】コルゲーション(波状隆起)

【原因】**混合物の品質,タックコート不足**

【補修方法】

1. 維持工法:

切削,オーバーレイ

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ,打換え



【状況】くぼみ

【原因】**局部的支持力不足・静止荷重**

【補修方法】

1. 維持工法:

パッチング

2. 修繕工法:

局部打換え

30/ 132

平坦性の低下と補修方法（2）

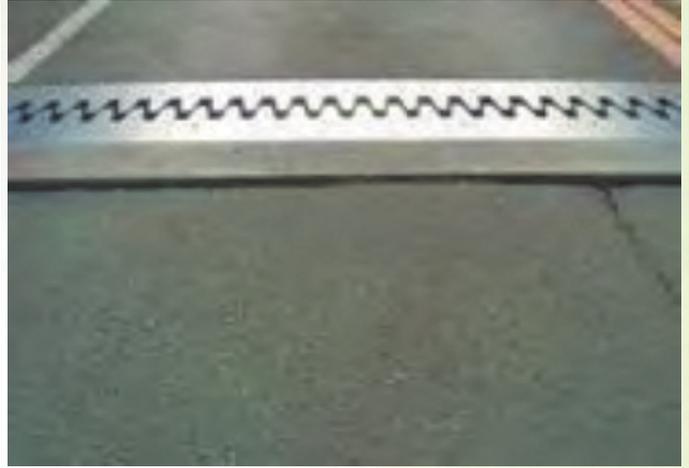


【状況】寄り・盛上がり

【原因】混合物の品質, タックコート不足

【補修方法】

1. 維持工法:
パッチング
2. 修繕工法:
局部打換え



【状況】段差

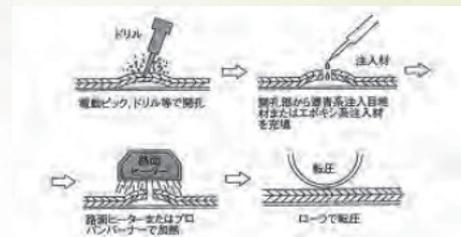
【原因】沈下(締固め不足)

【補修方法】

1. 維持工法:
パッチング
2. 修繕工法:
局部打換え

31/ 132

平坦性の低下と補修方法（3）



【状況】プリスタリング(膨れ)

【原因】水分の封印

【補修方法】

1. 維持工法:
プリスタリング対策
2. 修繕工法:
切削オーバーレイ, 局部打換え

32/ 132

すべり抵抗値の低下と補修方法



【状況】ブリージング(アスファルトの浮き)

【原因】混合物As・タックコート^①の過多

【補修方法】

1. 維持工法:

局部打換え

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ



【状況】ポリッシング(研磨)

【原因】混合物の品質・軟石など石質

【補修方法】

1. 維持工法:

表面処理, グルーピング

2. 修繕工法:

オーバーレイ, 切削オーバーレイ

33/ 132

ポラスアスファルト舗装破損と補修方法 (1)



【状況】空隙詰まり

【原因】飛来する砂・泥

【補修方法】

1. 維持工法:

高圧洗浄

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ



【状況】空隙つぶれ

【原因】交通による圧密

【補修方法】

1. 維持工法:

—

2. 修繕工法:

切削オーバーレイ

34/ 132

ポーラスアスファルト舗装破損と補修方法（2）



【状況】骨材の飛散

【原因】交通荷重(タイヤによるひねり)
チェーンなどの衝撃

【補修方法】

1. 維持工法:
表面処理,パッチング
2. 修繕工法:
切削オーバーレイ,局部打換え

35/ 132

ポーラスアスファルト舗装破損と補修方法（3）

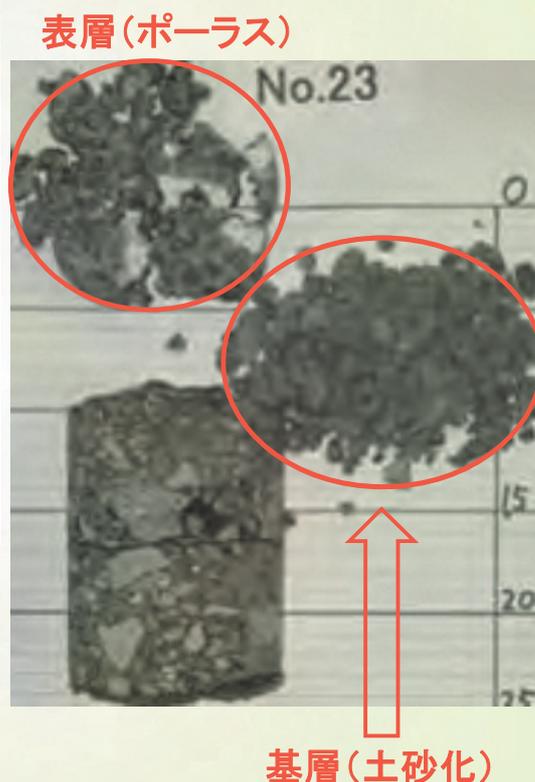


【状況】排水性舗装の流動

【原因】基層混合物の剥離

【補修方法】

1. 維持工法: 局部打換え
2. 修繕工法: 表・基層の切削オーバーレイ



36/ 132

その他の損傷と補修方法



【状況】ポットホール(穴)

【原因】混合物の劣化・老化
局所的な支持力不足

【補修方法】

1. 維持工法:パッチング
2. 修繕工法:局部打換え



【状況】ポンピング(土砂の吸出し)

【原因】クラックからの雨水の浸入
および交通荷重

【補修方法】

1. 維持工法:パッチング
2. 修繕工法:局部打換え

37/ 132

A S 舗装の補修工法例 (1) パッチング工法

ポットホール、段差、局所的なひび割れ、くぼみなどをアスファルト系混合物で充填する工法

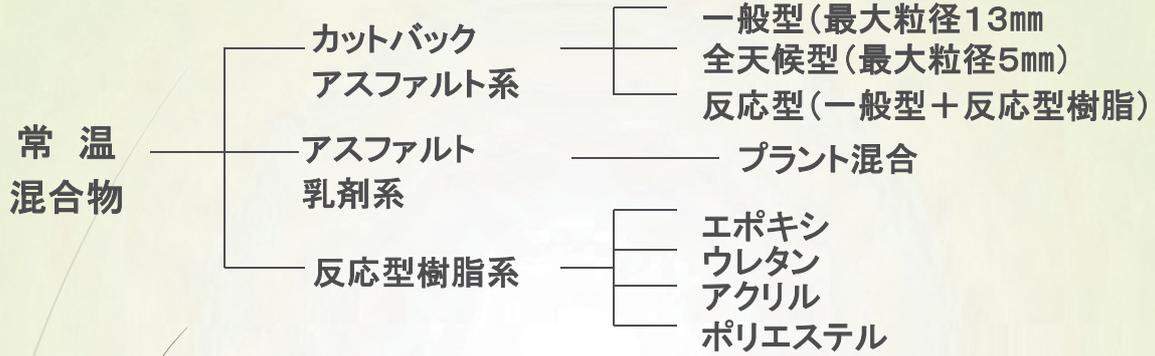
【目的】 応急的な段差修正

【材料】 既設舗装のものと同等の材料を用いる事が望ましい

- 加熱混合式・・・加熱アスファルト混合物
⇒耐久性や安定性に優れている
- 常温混合式・・・常温混合物
⇒常温で取り扱える、備蓄可
緊急的な対応ができる

38/ 132

常温混合物の分類



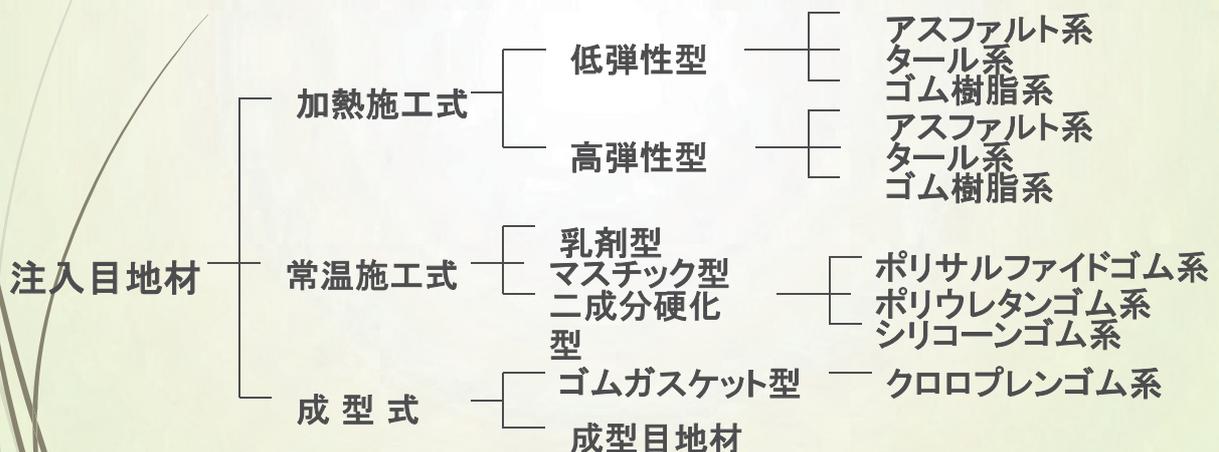
39/ 132

A S 舗装の補修工法例 (2) シール材注入工法

線状のひび割れにシール材を充填して補修する工法

【目的】 止水

【材質】 アスファルト系、常温樹脂系など



⇒ 主流は、加熱アスファルト系

40/ 132

アスファルト系シール材の特徴

- ① アスファルト、ゴム及び樹脂からなるシール材
- ② 比較的幅の広いひび割れ（5～10mm）に対応
- ③ 高温時の流動・流出および低温時の脆化・硬化が少なく、粘着力・弾力性に優れ、膨張・収縮に良く順応する。

41/ 132

注入工法の施工方法

1. 清掃状況

圧縮空気などでゴミ等を吹き飛ばす

2. シール材注入

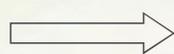
人力もしくは機械（ギアポンプ）で注入する



42/ 132

注入工法の施工方法

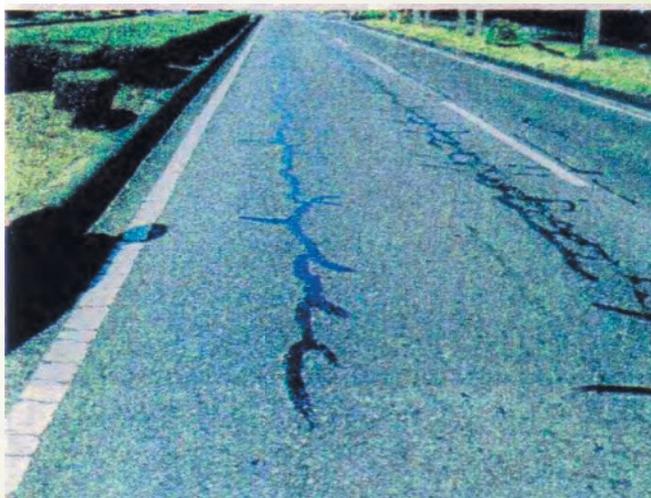
3. 付着防止剤散布



4. 交通開放

必要に応じ、タイヤへの付着防止で砂などを散布

シール材が十分硬化(冷えた)ことを確認して開放



43/ 132

AS舗装の補修工法例(3) 表面処理工法

① チップシール

舗装表面に散布した瀝青材料の上に、砂や碎石を被覆・付着させる工法

- 一層施工・・・シールコート
- 二層施工・・・アーマコート

② フォグシール

舗装表面にアスファルト乳剤を散布する工法

③ スラリーシール・マイクロサーフェッシング

細骨材、フィラー、アスファルト乳剤から成る流動性の混合物を敷き均す工法

44/ 132

表面処理工法 ①チップシール

舗装表面にアスファルト乳剤、加熱アスファルトを均一に散布し、これを骨材で覆い、薄層の舗装をする工法

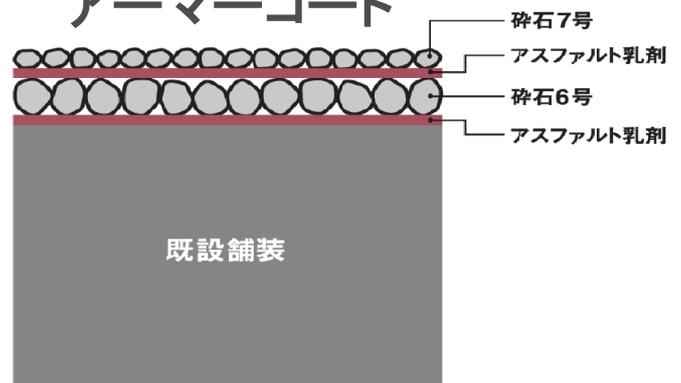
【目的】 耐水性、磨耗抵抗性の向上

【材料】 AS乳剤もしくは加熱アスファルト、細骨材

1層で行なう
シールコート



2層以上で行なう
アーマーコート



45/ 132

デストリビュータ
による乳剤散布
加熱ASの場合も



チップスレッタ
骨材散布機

46/ 132



チップスプレッタ
による骨材散布
状況

チップシール
施工後の路面
状況



47/ 132

表面処理工法 ②フォグシール

舗装表面にアスファルト乳剤を薄く散布し、小さなひび割れや表面の空隙を充填する工法

【目的】 表面のリフレッシュ、耐水性の向上

【材料】 希釈したアスファルト乳剤



48/ 132



フォグシール前
の既設舗装



フォグシール後
の施工済み舗装

表面処理工法

③スラリーシール・マイクロサーフェイス

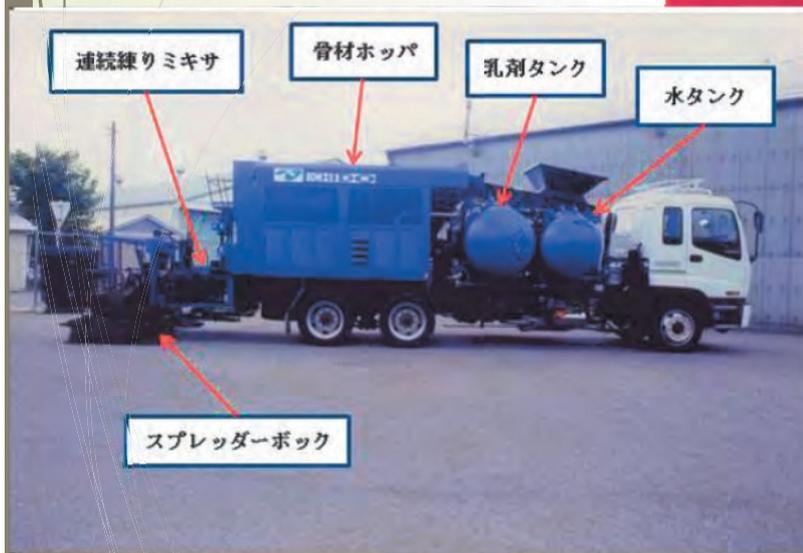
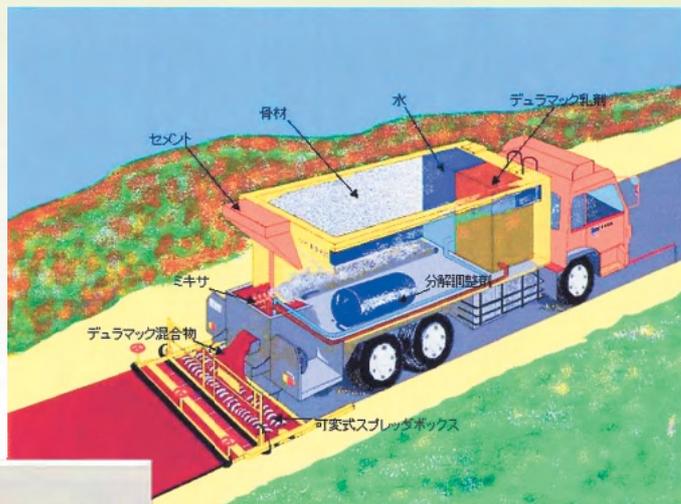
細骨材、フィラー、アスファルト乳剤から成る流動性の混合物を敷きならす工法

【目的】 平たん性、耐水性、摩耗抵抗性の向上

【材料】 細骨材、フィラー、アスファルト乳剤



マイクロサーフェ シングペーバ



51/ 132



マイクロ サーフェイス 施工状況

マイクロ サーフェイス 施工完了



52/ 132

表面処理工法

④カーペットコート

既設舗装の表面にアスファルト混合物を薄く敷きならし締固める薄層の加熱アスファルト混合物舗装

【目的】 表面のリフレッシュ、耐水性（封かん）、
摩耗抵抗性の向上

【材料】 アスファルト混合物



53/ 132

表面処理工法

⑤樹脂系表面処理（ニート工法）

【概要】

舗装路面に、バインダとして樹脂を薄く均一に散布し、その上に耐摩耗性の硬質骨材を散布して固着させる工法。

【目的】

- ・ すべり抵抗性の向上
- ・ カラー化で視認性を高め、注意喚起を促す



54/ 132

表面処理工法

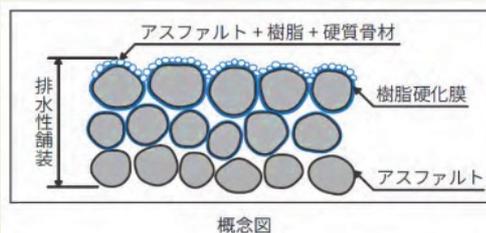
⑥排水性トップコート工法

【概要】

特殊なアクリル樹脂等を散布・浸透させることにより、排水性舗装の表面部の強化等を図る工法。

【目的】

- ・排水機能を維持したまま、耐摩耗性や骨材飛散に対する耐久性を向上させる



55/ 132

表面処理工法

⑦透水性レジンモルタル充填工法

【概要】

透水性樹脂モルタル混合物を排水性舗装の表面骨材の間隙に充填する工法。

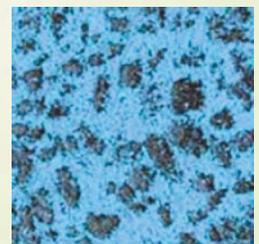
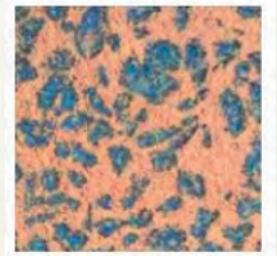
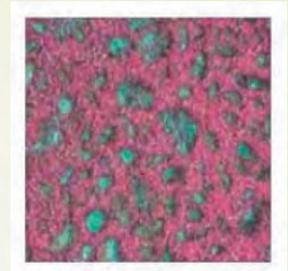
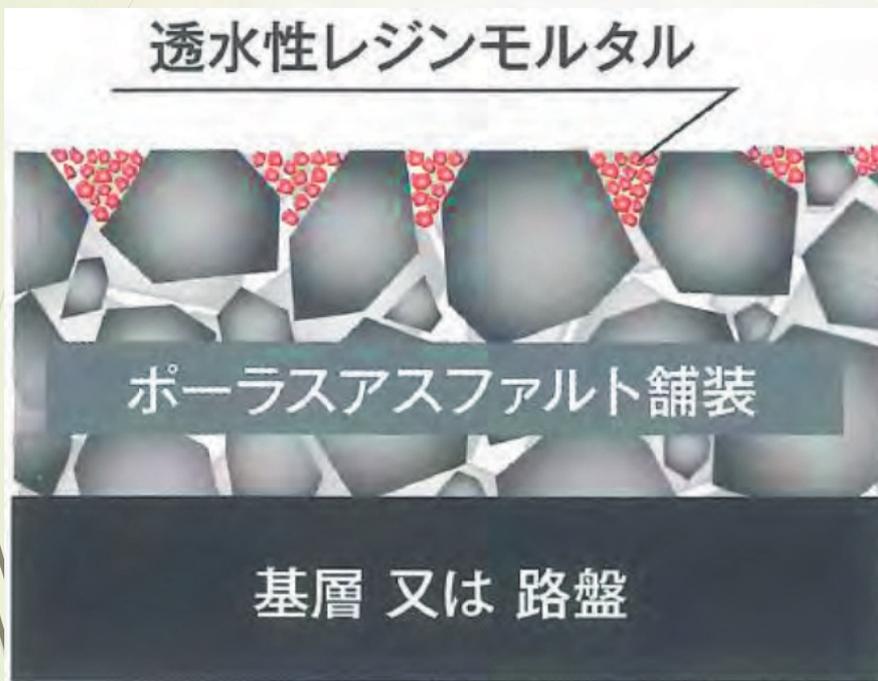
【目的】

- ・排水性舗装の路面を強化し、機能の維持と延命を図る



56/ 132

透水性レジンモルタル充填工法の断面



57/ 132

表面処理工法 ⑧空隙づまり洗浄工法

【概要】

空隙に堆積した土や塵埃などを洗浄・吸引することによって、排水機能低下を抑制する工法。

【目的】

- ・ 透水機能を回復
- ・ 騒音低減機能を回復



洗浄前



洗浄後

58/ 132

参考 排水性舗装機能回復車



59/ 132

表面処理工法 ⑨粗面処理工法

【概要】

舗装面を粗面仕上げにすることによって、路面のすべり抵抗を回復させる工法。

・留意点

ショットブラスト工法では、既設舗装面は乾燥状態でなければならない。



ショットブラスト
施工状況



ウォータージェット
施工状況

舗装の維持修繕ガイドブックより

60/ 132

表面処理工法

⑩ グルーピング工法

【概要】

舗装表面に一定形状の浅い溝を等間隔に切り、すべり抵抗性の向上を図る工法。

縦方向は、主にカーブ、斜面。

横方向は、主に交差点・横断歩道・料金所などの手前に施工。

・留意点

一定期間交通開放後施工し、角欠けや流動による早期に溝がつぶれないようにする。



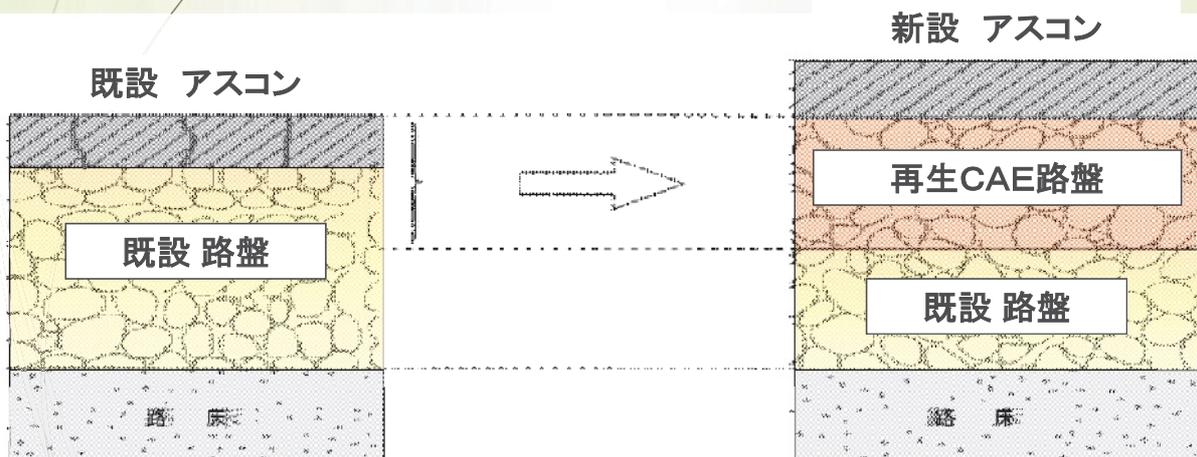
舗装の維持修繕ガイドブックより

AS舗装の補修工法例(4) 路上路盤再生工法(再生CAE)

破損した既設のアスファルト舗装や既設路盤を路上で破碎し、セメント・乳剤で安定処理する工法

【目的】 構造的な強化、再利用・リサイクル

【材料】 現地発生材、セメント、アスファルト乳剤

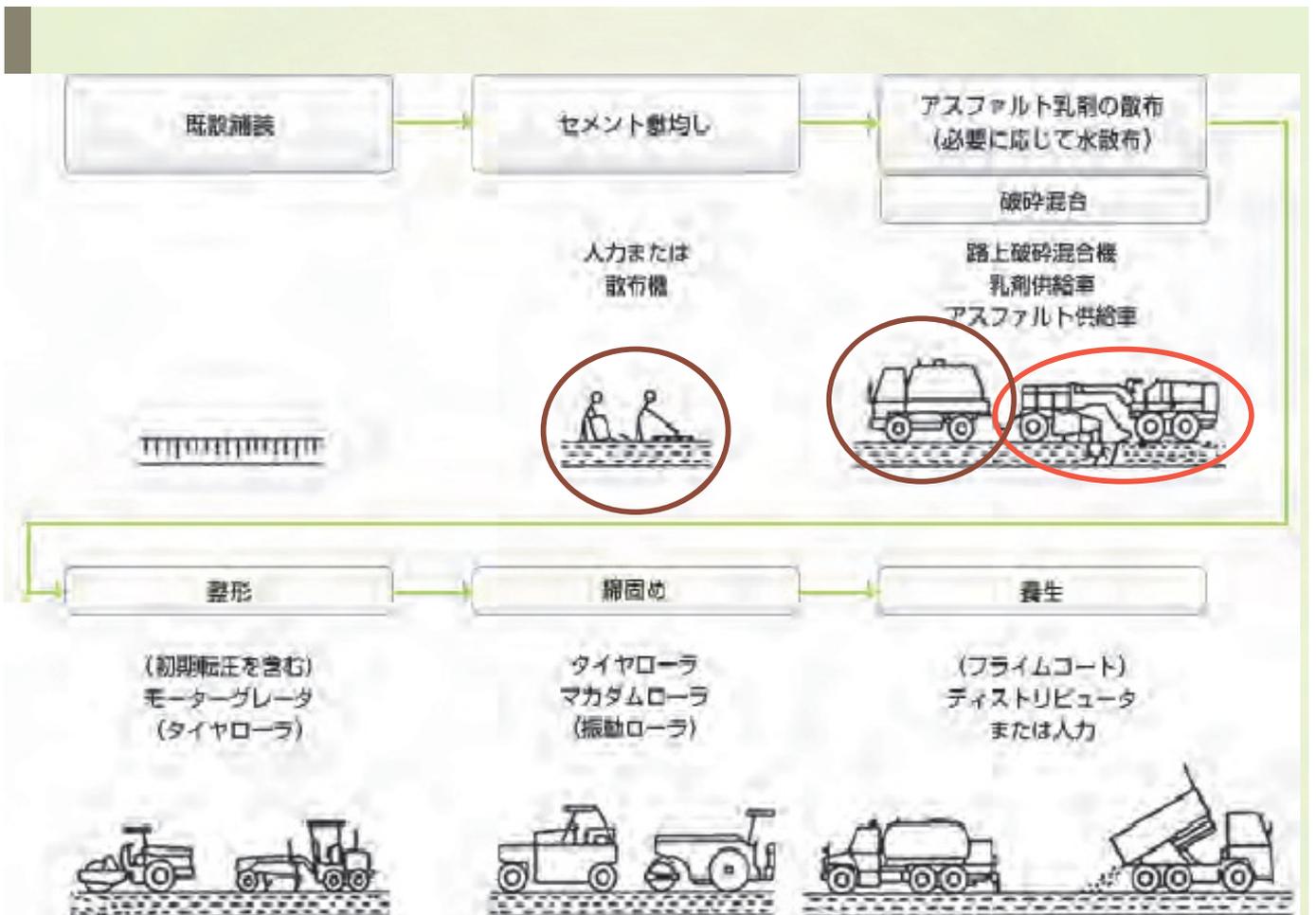




スタビライザ 破碎混合機



切削機と同様の
破碎装置





機械編成

- ①ローリー
- ②スタビライザ
- ③転圧機械

スタビライザによる
破碎・混合
状況



65/ 132



66/ 132

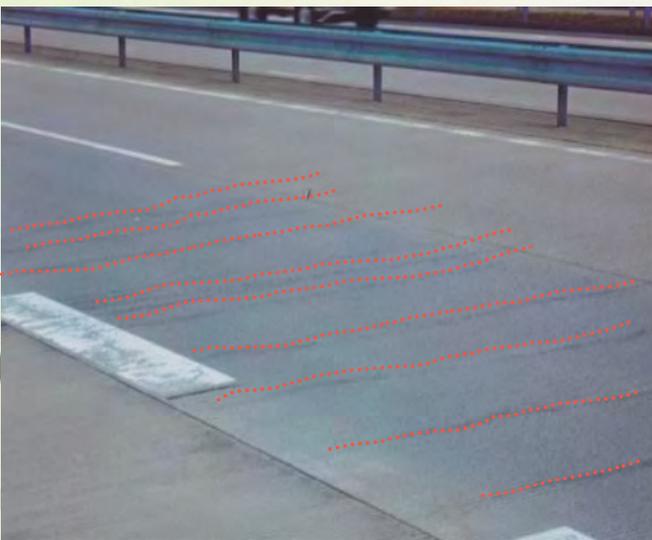
3.コンクリート舗装の破損と原因

- ひび割れ
- 平坦性の低下
- すべり抵抗値の低下
- 騒音値の増加
- 目地部の破損

【舗装設計施工指針 P.41】

67/ 132

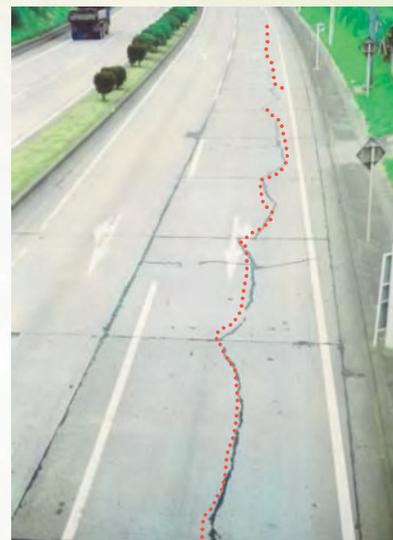
ひび割れの発生原因（1）



【状況】横ひび割れ

【原因】

1. 交通荷重による疲労
2. 不適切な初期養生
3. 不適切な目地間隔



【状況】縦ひび割れ

【原因】

1. 交通荷重による疲労
2. 縦目地の不足

68/ 132

ひび割れの発生原因（2）



【状況】面状・亀甲状ひび割れ

【原因】

1. 交通荷重による疲労
2. 温度応力
3. 縦横ひび割れの複合

【状況】隅各部ひび割れ

【原因】

1. コンクリートの版厚不足
2. ダウエルバーなどの不足
3. 鉄網の不足

69/ 132

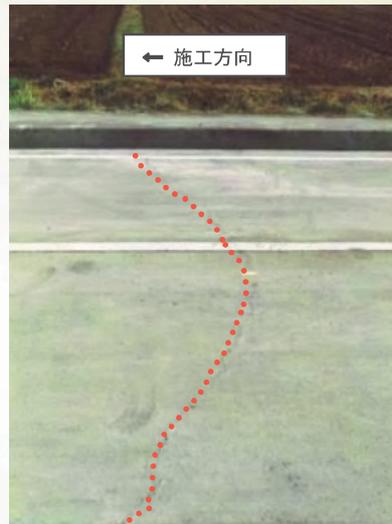
ひび割れの発生原因（3）



【状況】拘束ひび割れ

【原因】

1. 構造物による拘束
2. 補強筋の不足



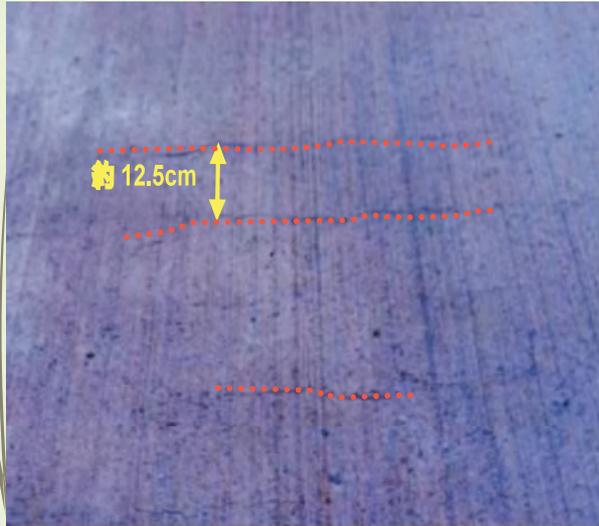
【状況】円弧状ひび割れ

【原因】

1. 施工の中断
2. 材料分離

70/ 132

ひび割れの発生原因（4）



【状況】沈下ひび割れ

【原因】

1. コンクリートのコンシステンシー(堅さ)の不足
2. 締固めの不足



【状況】プラスチックひび割れ

【原因】

1. コンクリート表面の急激な乾燥
2. 養生の不足

71/ 132

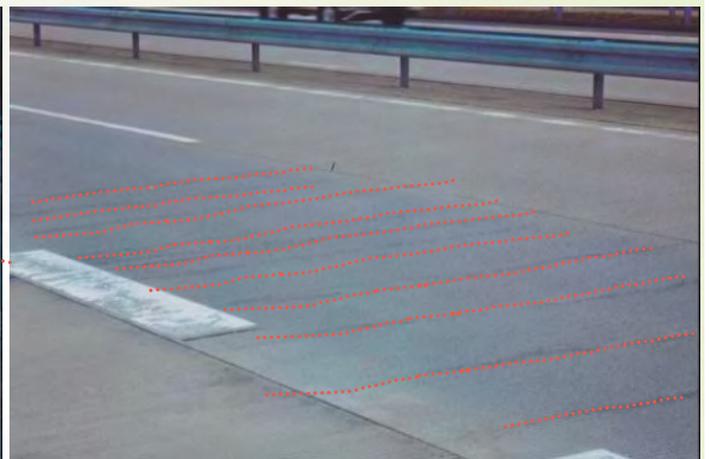
ひび割れの発生原因（5）



【状況】Y字ひび割れ

【原因】

1. 連続鉄筋コンクリート特有の現象
2. 不具合ではないが多いと破損の要因になる



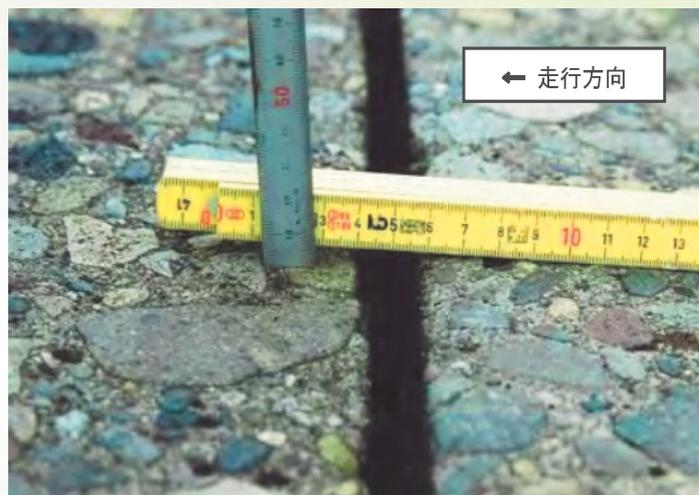
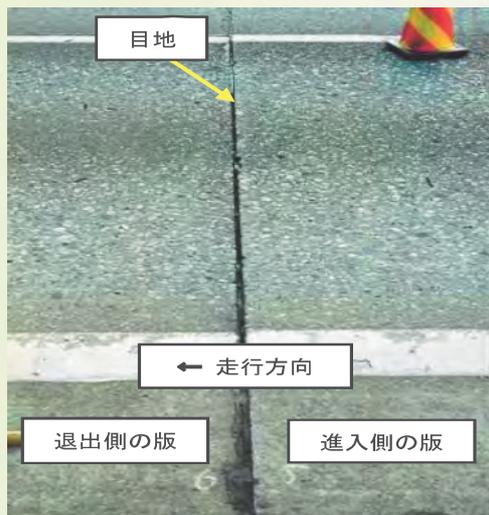
【状況】クラスタ型ひび割れ

【原因】

1. 連続鉄筋コンクリート特有の現象
2. 不具合ではないが多いと破損の要因になる

72/ 132

平坦性の低下



【状況】目地部やひび割れ部の段差

【原因】

1. 雨水等の浸入
2. 交通荷重による繰返し載荷
3. 路盤の空洞化

73/ 132

目地部の破損



【状況】目地材のはみ出し飛散

【原因】

1. 夏季のコンクリートの膨張
2. はみ出した目地材に対する通過車両の付着

74/ 132

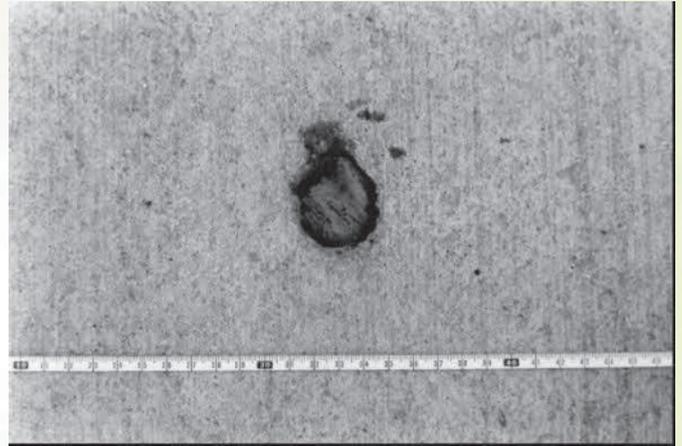
角欠け, ポットホール



【状況】角欠け

【原因】

1. 施工時の過度なコテ仕上げ
2. 交通荷重でのたわみ
3. 目地への異物混入



【状況】ポットホール

【原因】

1. 局所的な材料分離
2. 低品質な材料混入
3. 木片など異物混入

75/ 132

その他の損傷（1）



【状況】磨耗によるわだち

【原因】

1. チェーンラベリング



【状況】磨耗、磨きだし

【原因】

1. チェーンラベリング
2. タイヤによる磨きだし

76/ 132

その他の損傷（2）



【状況】ポンピング

【原因】

1. 目地、ひび割れからの雨水の浸入
2. 繰返し交通荷重



【状況】スケーリング

【原因】

1. コンクリートの硬化不良
2. 初期の凍害

77/ 132

CON舗装の補修工法

- ・ シーリング（注入目地材等による注入）
- ・ パッチング
- ・ 注入工法（アンダーリング）
- ・ バーステッチ
- ・ オーバーレイ
- ・ 局部打換え
- ・ 打換え

78/ 132

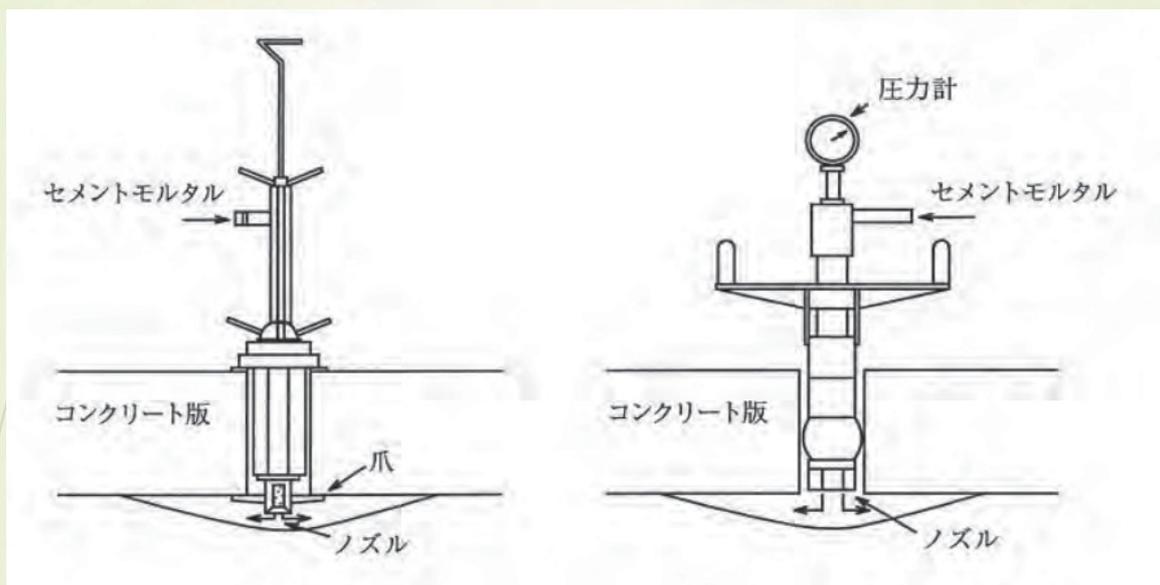
CON舗装の補修方法例（1） パッチング～樹脂系混合物



補修箇所を人力で取り壊し、補修材で埋戻す
アスファルト系の材料もあるが、高強度な樹脂系
混合物も多く使用される

79/ 132

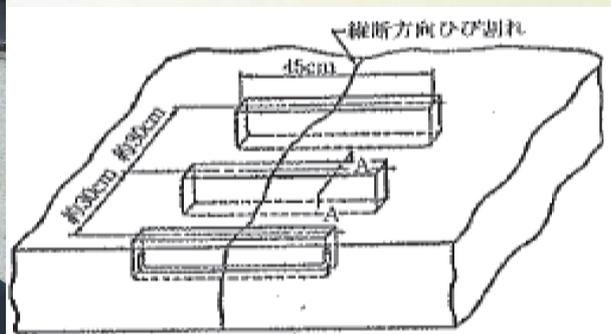
CON舗装の補修方法例（2） 注入工法（アンダーシーリング）



注入材をコンクリート版と路盤の空隙に充填したり、沈下したコンクリート版を注入圧力により押し上げて元の位置に戻す工法

80/ 132

C O N舗装の補修方法例（3） バーステッチ工法



ひび割れの生じたコンクリート版を鉄筋等を用いて連結し、荷重伝達を確保して連続性・平坦性を回復する工法

81/ 132

4. 道路の調査方法と 構造評価

1. 簡易調査（巡回パトロール,利用者・住民からの情報）
2. 路面の定量調査（道路の外科的診断）
路面3要素（ひび割れ,わだち掘れ量,平坦性）による指数評価
3. 破損原因の調査（内科的診断）
開削による調査
非破壊試験法による調査

82/ 132

路面の定量調査

路面 3 要素の測定方法

1. 人力による測定

ひび割れ：マス目によるスケッチ法

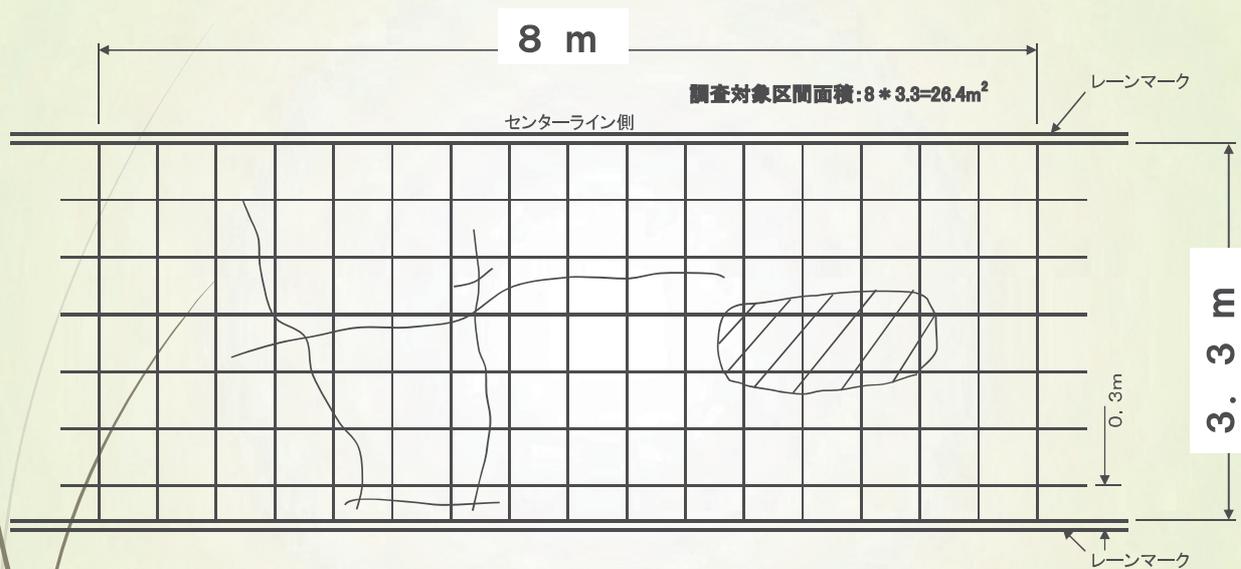
わだち掘れ：横断プロフィールメータ

平坦性：3 mプロフィールメータ

2. 路面性状測定車による測定

83/ 132

ひび割れ例



84/ 132

A S 舗装のひびわれ率算出方法

ひび割れ率算出の**基本**は、**マス目(0.5m×0.5m)**

線状ひびわれは、1本と2本以上に分類

線状ひびわれ 1本 : ひび割れ面積=0.15m²

線状ひびわれ 2本以上 : ひび割れ面積=0.25m²

パッチングは、マス目に占める面積が

0%以上**25%未満** : ひび割れ面積=0m²

25%以上75%未満 : ひび割れ面積=0.125m²

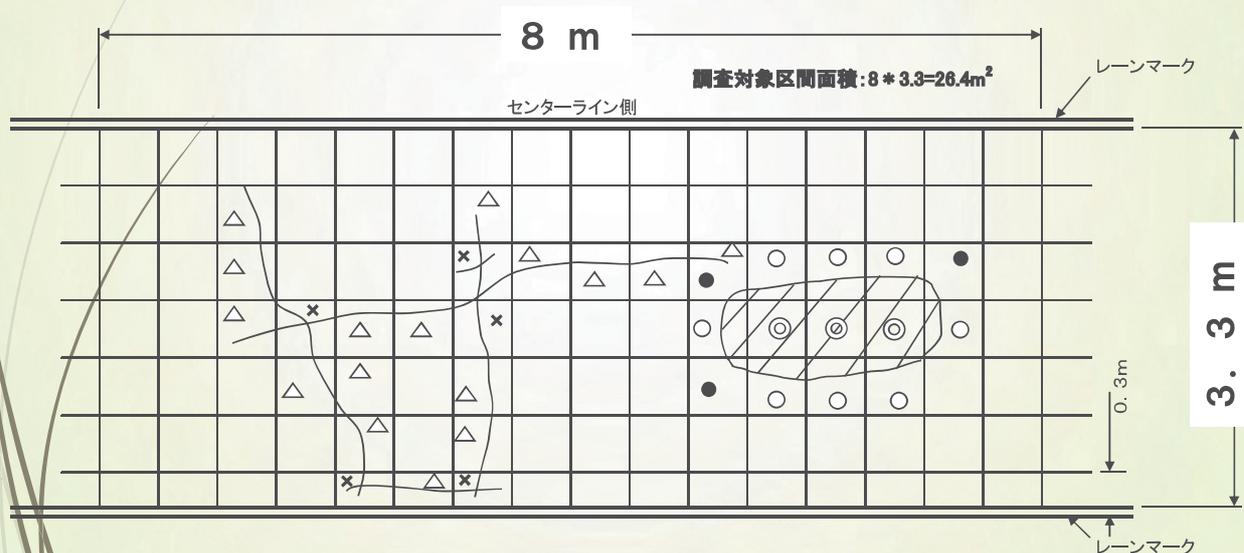
75%以上 : ひび割れ面積=0.25m²

ひび割れ率(%)

$$= (\text{ひび割れ面積計} / \text{調査対象区間面積}) * 100$$

85/ 132

アスファルト舗装の ひび割れ率算出図



86/ 132

ひび割れ率算出計算例 (A s 舗装)

ひび割れ面積	ひび割れ2本以上(×印)	$0.25 * 3 = 0.75\text{m}^2$
		$0.15 * 2 = 0.30\text{m}^2$
	ひび割れ1本(△印)	$0.15 * 15 = 2.25\text{m}^2$
		$0.09 * 1 = 0.09\text{m}^2$
パッチング面積	ひび割れ0%以上25%未満(●印)	$0 * 2 = 0\text{m}^2$
	ひび割れ25%以上75%未満(○印)	$0.125 * 8 = 1.00\text{m}^2$
	ひび割れ75%以上(◎印)	$0.25 * 3 = 0.75\text{m}^2$
ひび割れ率		$= 5.14(\text{m}^2) / 26.4(\text{m}^2) * 100 = 19.5\%$

87/ 132

ひび割れ率の目安



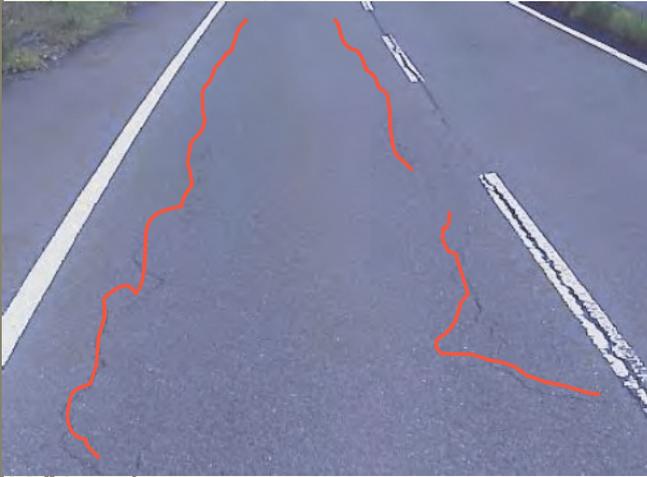
ひび割れ率
5%程度



ひび割れ率
20%程度

88/ 132

ひび割れ率の目安



ひび割れ率
20%程度



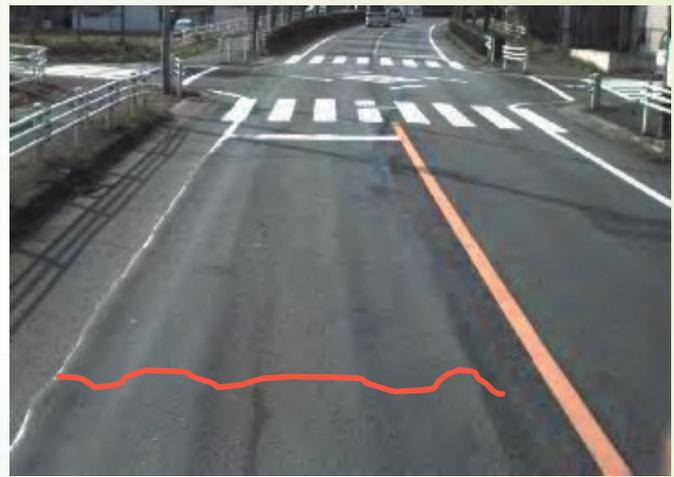
ひび割れ率
35%程度

89/ 132

わだち掘れの目安



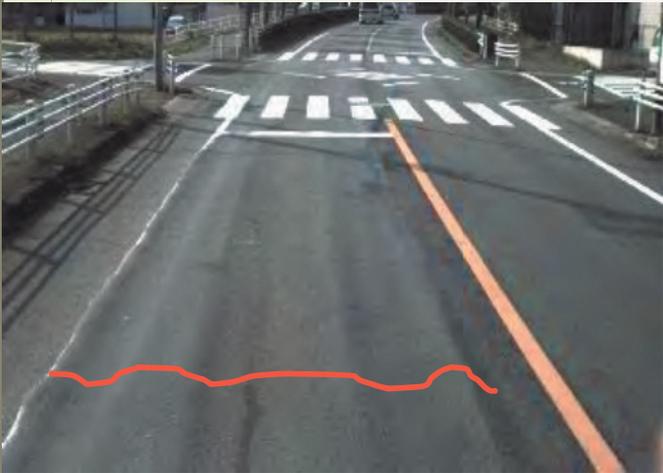
わだち掘れ
15mm程度



わだち掘れ
30mm程度

90/ 132

わだち掘れの目安



わだち掘れ
30mm程度



わだち掘れ
40mm程度

路面性状測定車の例



【測定車の性能確認書】

認定機関：(一財)土木研究センター

距離計：±0.3%以内

ひび割れ：幅1mm以上識別可能

わだち掘れ：±3mm以内

平たん性：±30%以内

土研七喜測性第 2382 号

2023 年度 性能確認証書

路面性状自動測定装置（専用測定車両型）
搭載車両番号「横浜 600 ち 89-29」

標記の路面性状自動測定装置について、下記のとおり性能を有することを証します。
令和 5 年 9 月 19 日

一般財団法人 土木研究センター
理事長 伊藤 正秀

1. 性能確認試験
試験日 令和 5 年 5 月 24、25 日
試験場所 一般国道 294 号 浜瀬原交差点中環状路内
国土交通省国土技術政策総合研究所試験場
試験項目 距離、ひび割れ、わだち掘れ、平たん性
測定装置 名称

2. 路面性状自動測定装置の概要
距離測定方式 光反射方式
ひび割れ測定方式 光切線方式
わだち掘れ測定方式 光切線方式
平たん性測定方式 光反射方式

3. 性能確認結果

試験項目	測定範囲	法定値	確認結果
距離測定精度	法定値範囲による測定の精度に対し、±0.3%以内の精度である。	法定	合格
ひび割れ測定精度	幅1mm以上のひび割れが検出可能な精度である。	法定	合格
わだち掘れ測定精度	測定ソフトウェアによるわだち掘れ深さの測定値に対し、±3mm以内の精度である。	法定	合格
平たん性測定精度	測定ソフトウェアによる標準偏差の測定値に対し、±30%以内の精度である。	法定	合格

4. 性能確認試験の有効期間 令和 6 年 10 月 31 日

5. 性能確認試験の依頼者 株式会社 NIPPO
所在地 東京都中央区東馬場 1-1-1-1
グリーン・コンサルタント株式会社
所在地 東京都品川区東品川 3-3-3 2F 20 号

維持修繕要否判断の目標値

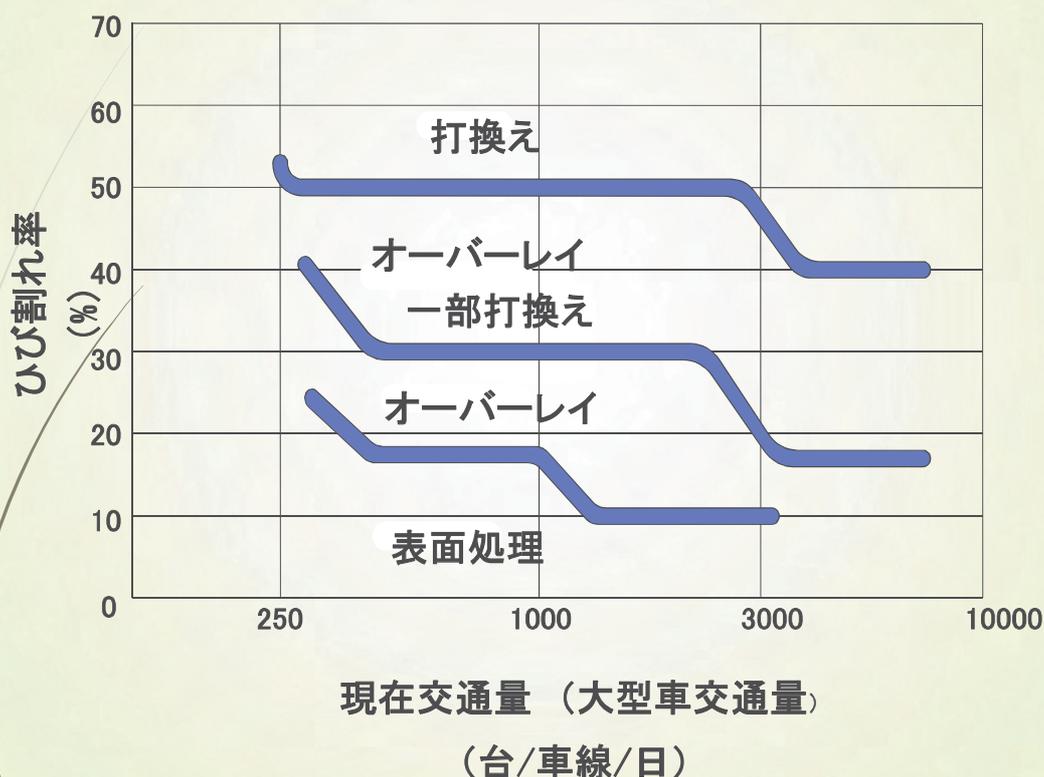
アスファルト舗装

項目 道路の種類	わだち掘れおよびラベリング (mm)	段差 (mm)		すべり摩擦係数	縦断方向の凹凸 (mm)	ひびわれ率 (%)	ポットホール径 (cm)
		橋	管渠				
自動車専用道路	25	20	30	0.25	8mプロファイル 90 (PrI) 3mプロファイル 3.5 (σ)	20	20
交通量の多い一般道路	30~40	30	40	0.25	3mプロファイル 4.0~5.0 (σ)	30~40	20
交通量の少ない一般道路	40	30	-	-	-	40~50	20

道路維持修繕要綱 抜粋

93/ 132

ひび割れ率、交通量と維持修繕工法



道路維持修繕要綱 抜粋

94/ 132

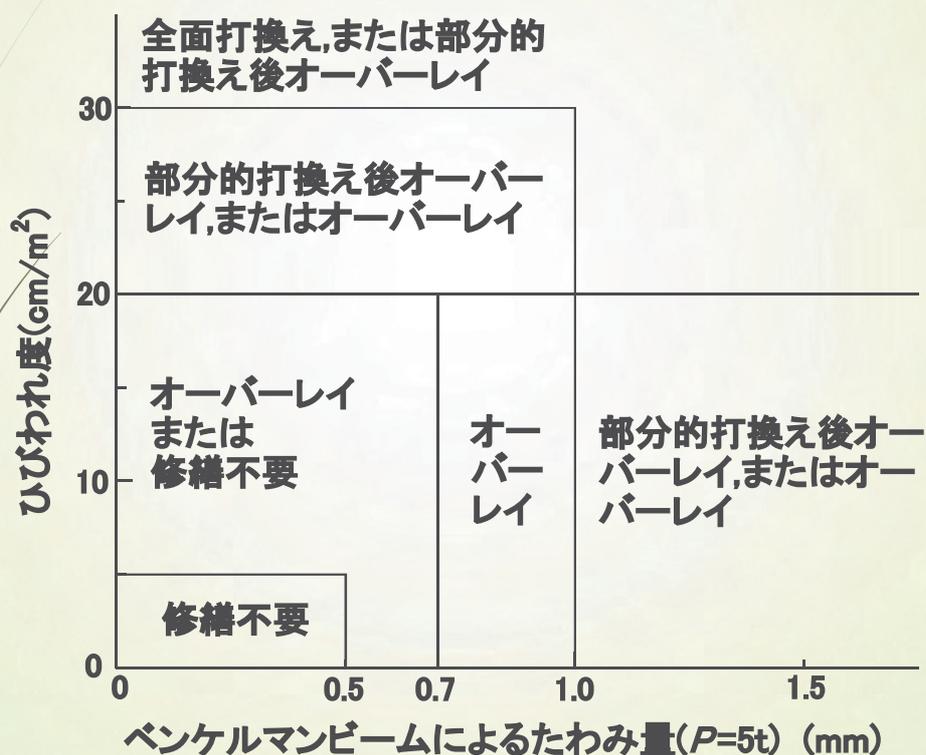
コンクリート舗装の維持修繕 要否判断の目標値

道路の種類	項目 わだち 掘れ (mm)	段差 (mm)	すべり 摩擦係数	縦断方向の凹凸 (mm)	ひびわれ度 〔版底面まで 達するもの〕 (cm/m ²)	目地の 破 損
自動車専用道路	25	10	0.25	8mプロフィール 90(PrI) 3mプロフィール 3.5(σ)	20	異常が 認めら れたとき
交通量の多い 一般道路	30~40	15	0.25	3mプロフィール 5.0(σ)	30	
交通量の少ない 一般道路	40~50	—	—	—	50	

すべり摩擦係数:自動車専用道路(80km/h),一般道路(60km/h)で路面湿潤状態

PrI: プロフィールメータの凹凸の波の中央に±3mmの帯を設け、帯外部の波の高さ総和÷測定距離

ひび割れ度とたわみ量による 維持修繕工法の選定



残存等値換算厚 (T_{AO}) による方法

■ 舗装構造を破損状況に応じて表層、基層用の加熱アスファルト混合物の等値換算厚で評価したもの

■ 舗装破損の状態の判断

軽度 : ほぼ完全な供用性を有しており、当面の補修は不要であるもの

(ひび割れ率 15%以下)

中度 : ほぼ完全な供用性を有しているが、局部的、機能的な補修が必要なもの

(ひび割れ率 15~35%のもの)

重度 : オーバーレイあるいはそれ以上の大規模な補修が必要なもの

(ひび割れ率 35%以上のもの)

層	既設舗装の構成材料	各層の状態	係数	摘要
表層・基層	加熱アスファルト混合物	破損の状態が軽度で中度の状態に進行するおそれのある場合	0.9	破損の状態が軽度に近い場合を最大値、重度に近い場合を最小値と考え、中間は破損の状況に応じて係数を定める
		破損の状態が中度で重度の状態に進行するおそれのある場合	0.85~0.6	
		破損の状態が重度の場合	0.5	
上層路盤	加熱瀝青安定処理		0.8~0.4	新設時と同等と認められるものを最大値にとり、破損の状況に応じて係数を定める
	セメント・瀝青安定処理		0.65~0.35	
	セメント安定処理		0.55~0.3	
	石灰安定処理		0.45~0.25	
	水硬性粒度調整スラグ		0.55~0.3	
	粒度調整碎石		0.35~0.2	
下層路盤	クラッシュラン、鉄鋼スラグ、砂など		0.25~0.15	
	セメント安定処理および石灰安定処理		0.25~0.15	
	セメントコンクリート版	破損の状態が軽度または中度の場合	0.9	
破損の状態が重度の場合		0.85~0.5		

舗装設計施工指針 抜粋

97/ 132

破損原因の調査

1. 開削調査

断面測定 : 試掘, コアボーリング

支持力測定 : 平板載荷試験, 小型 FWD 等

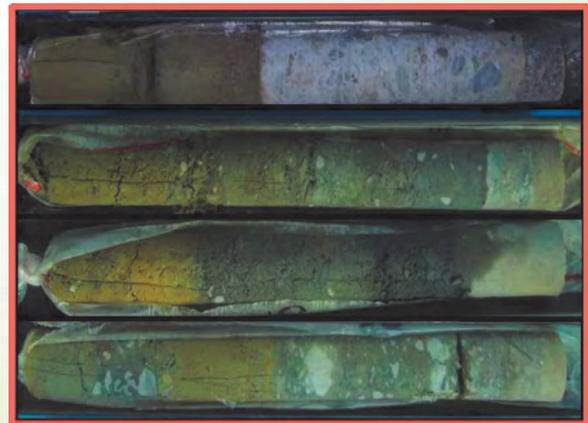
2. 非破壊調査

断面調査 : 地中レーダ

支持力測定 : ベンケルマンビーム, FWD

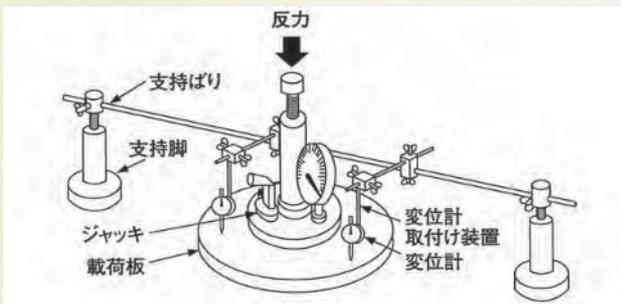
98/ 132

断面測定 (試掘、ボーリング)



99/ 132

開削による支持力測定



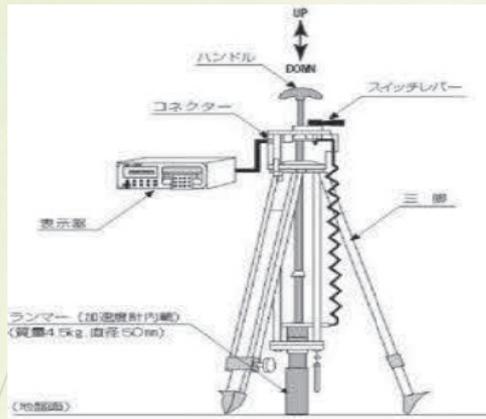
平板載荷試験



現場CBR試験

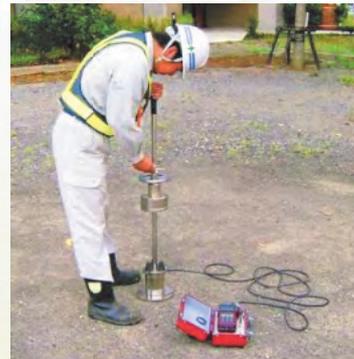
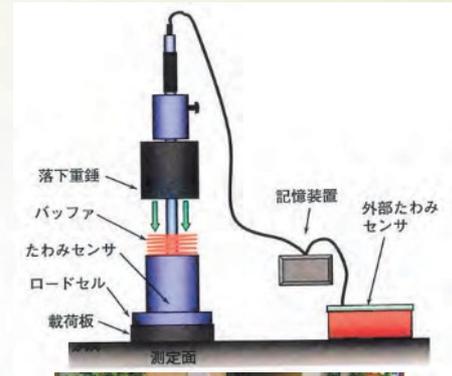
100/ 132

開削による支持力測定



キャスポール

出典: アスファルト舗装保全技術ハンドブック



小型FWD

非破壊 (地中レーダ)



大型レーダ車



小型乗用レーダ車



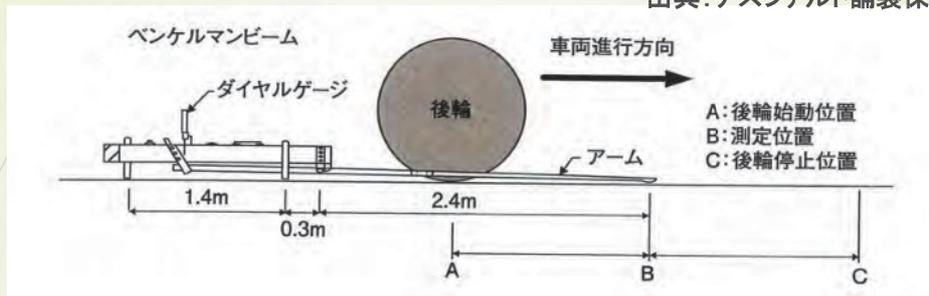
手押しレーダ



小型手押しレーダ

非破壊（たわみ量測定-①）

出典：アスファルト舗装保全技術ハンドブック



ベンケルマンビーム

非破壊（たわみ量測定-②）



FWD測定装置(車両)例

Falling Weight Deflectometer



舗装の構造的評価を非破壊で実施

105/ 132

年	国	氏名	概要
1955	アメリカ	Benkelman A. C.	ベンケルマンビームの開発
1955	アメリカ	Hveem	埋設した差動トランスを用いて走行輪荷重によるたわみ測定
1956	日本	浅井ら	衝撃式落下試験機を発明し、I値に評価手法の提案
1960	オランダ	Heukelomら	ShellでHeavy Vibrator を使用し、舗装の振動に調査結果
1962	アメリカ	Hveemら	走行輪荷重とベンケルマンビームによるたわみの比較
1964	デンマーク	国立道路研究所	重錘落下式のFWDの開発、土槽試験が行われる。
1966	デンマーク	Scrivnerら	4.5kN, 8Hzのサイン波によるDynatestが開発される
1972	デンマーク	Bohnら	速度計を積分し、路面のたわみの計測を成功した
1974	デンマーク	Phoenix A/S	円錐バネからゴムバッファに変えて、FWDの市販を始める
1976	デンマーク	Dynatest A/S	DynatestもFWDの市販を始める
1976	スウェーデン	KUAB	複重錘式のFWDの開発
1982	デンマーク	Phoenix A/S	パソコンによる測定の自動制御および計測が可能となる
1983	日本	港湾技術研究所	Phonix FWDが日本に初めて導入される。
1986	日本	丸山 暉彦ら	複重錘式のFWDの研究開発が始まる
1987	アメリカ	FHWA	SHRP計画にFWDの測定に関する検討委員会設置
1988	オランダ	CROW	FWDIに関する検討委員会設置
1990	日本	FWD研究会	FWDの利用に関する研究を行う

FWD

106/ 132

「たわみ測定装置」の世界標準



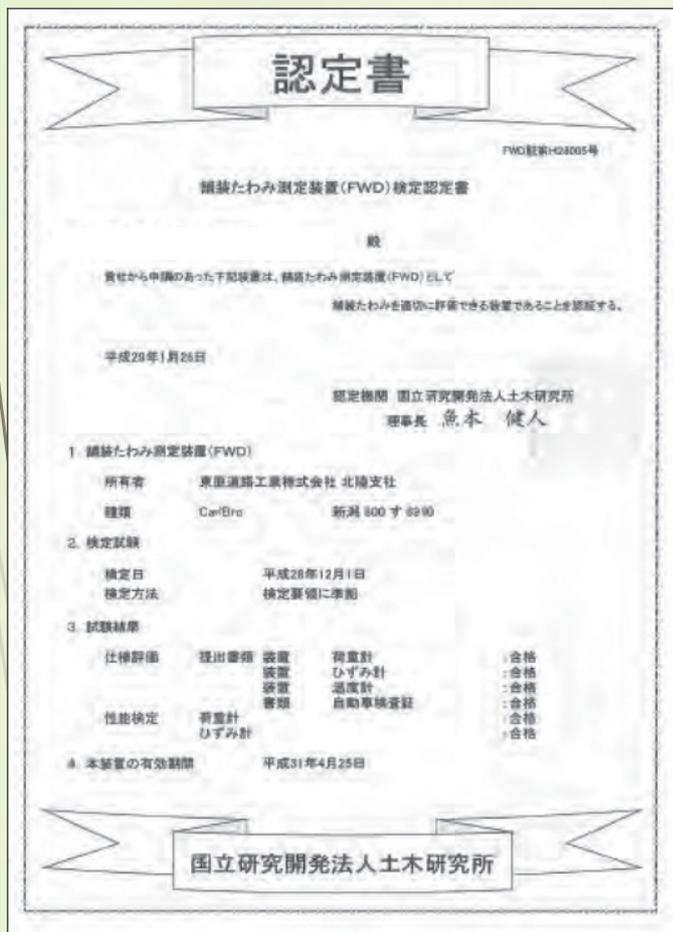
全世界で300台
以上が稼動



新道路研究計画
(米国SHRP計画)
でFWDを正式採用



各社 FWD検定状況(土木研究所)



FWD検定認定書

【主な検定項目】

- ・荷重計
- ・ひずみ計
- ・温度計
- ・自動車車検証

【日本国内】

約60台稼動
主に舗装会社保有
その他(NEXCO、港湾等)





**载荷装置
(錘と载荷板)**

**たわみセンサ
(LVDT)**



111/ 132

測定は迅速で簡便

1測点(各荷重位置)の測定回数

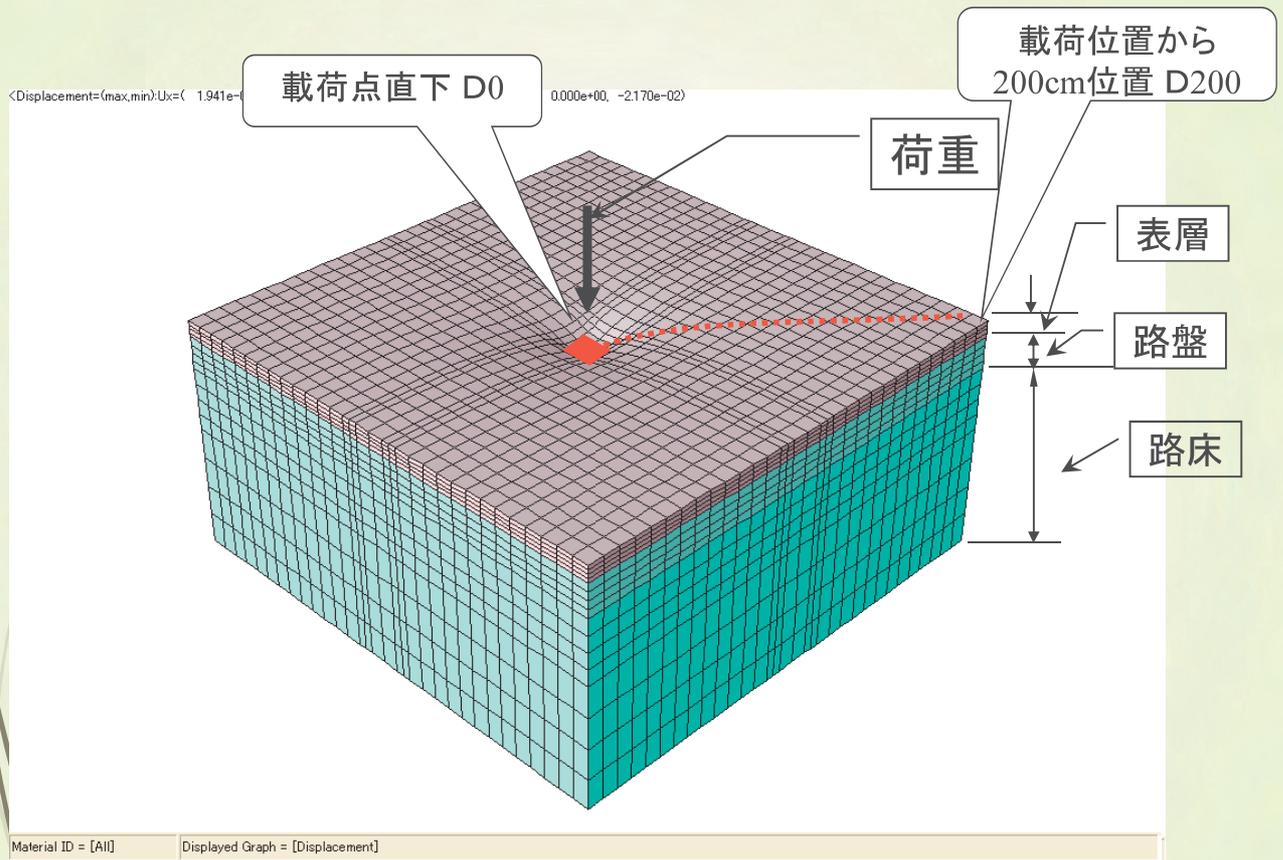
- ・重錘の落下回数: 4回
- ・1回目の落下: 予備载荷
- ・2回目以降の落下: 測定データ

1測点当り 2 ~ 3分

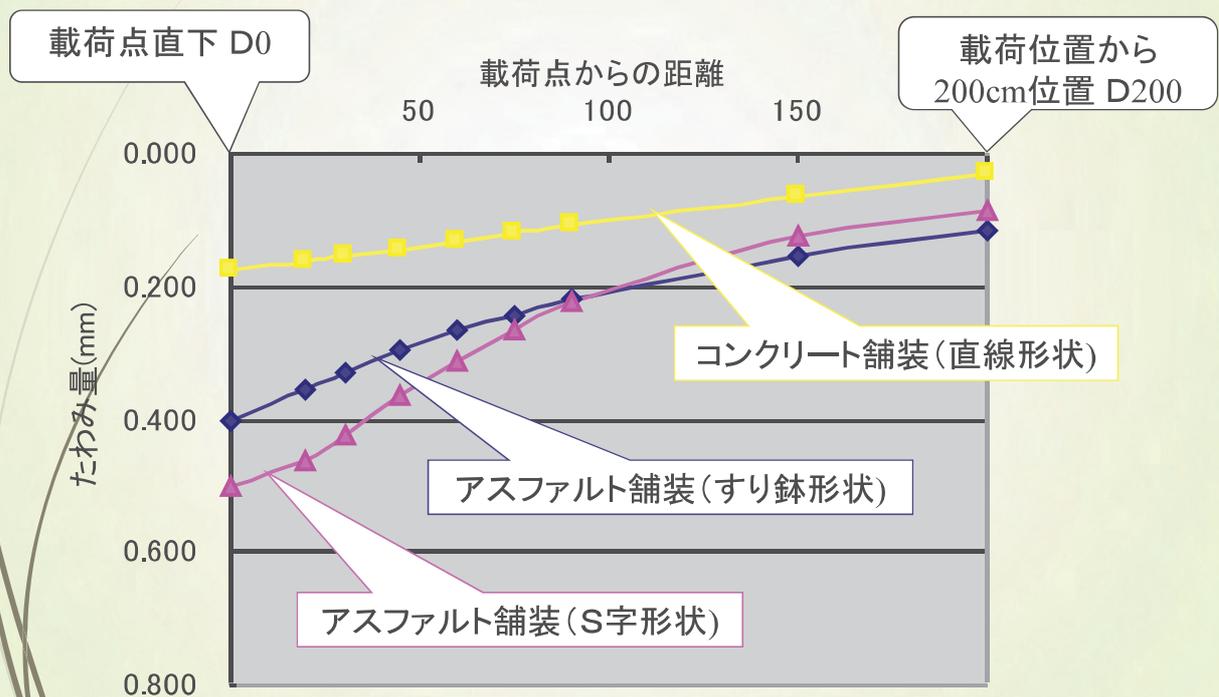
仮に 1.0km (20m間隔) であれば

⇒ 測定時間は、約 2時間

112/ 132

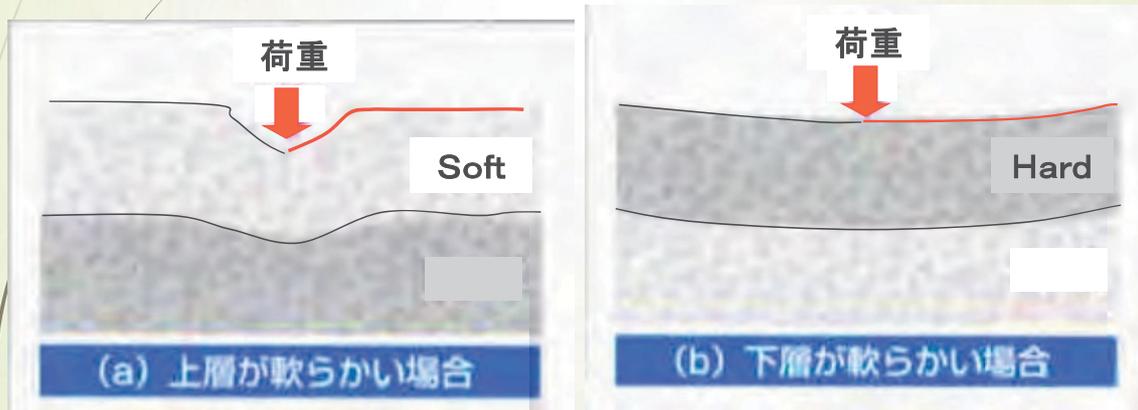


数点のデータで描く「たわみ曲線」

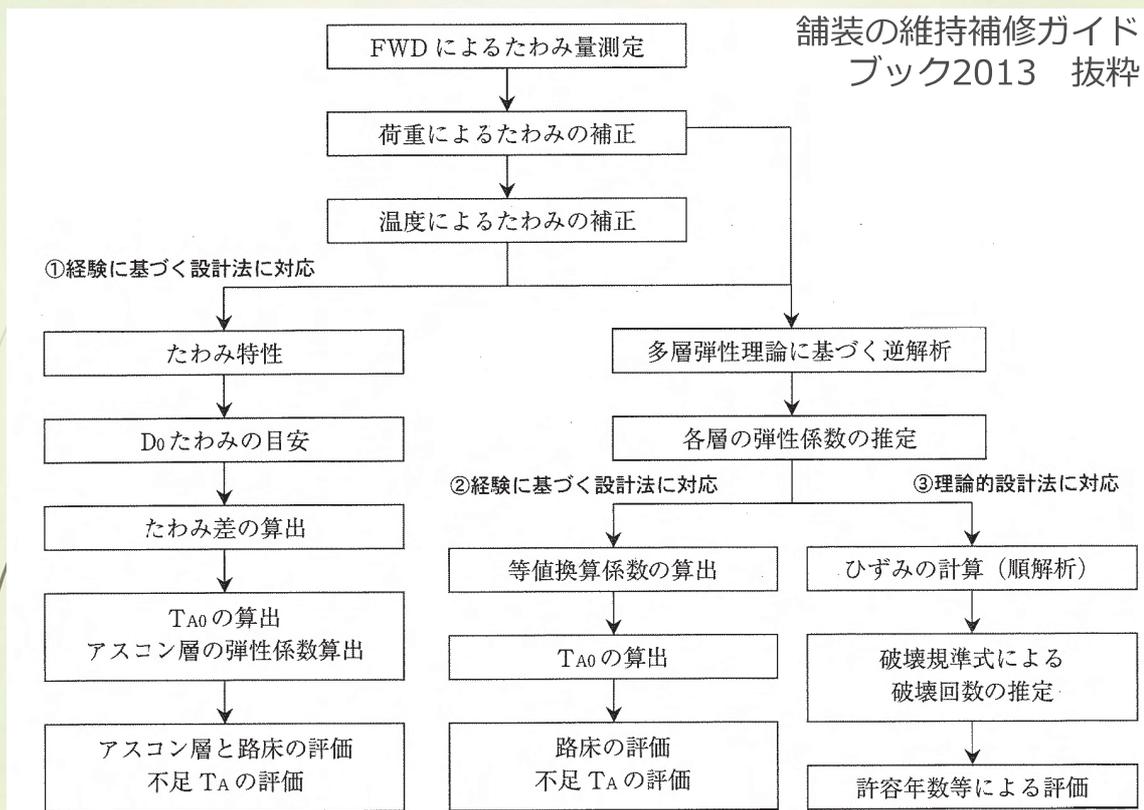


FWDによる構造評価の考え方

各層の構造的強度の違いにより
たわみの大きさ、形状が異なる



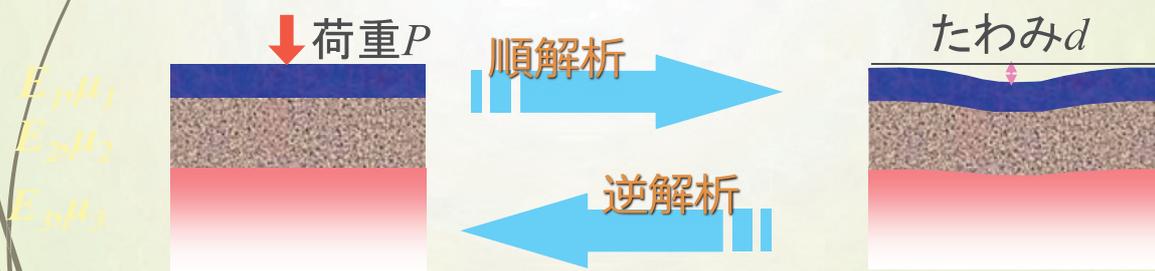
FWDによる構造評価フロー



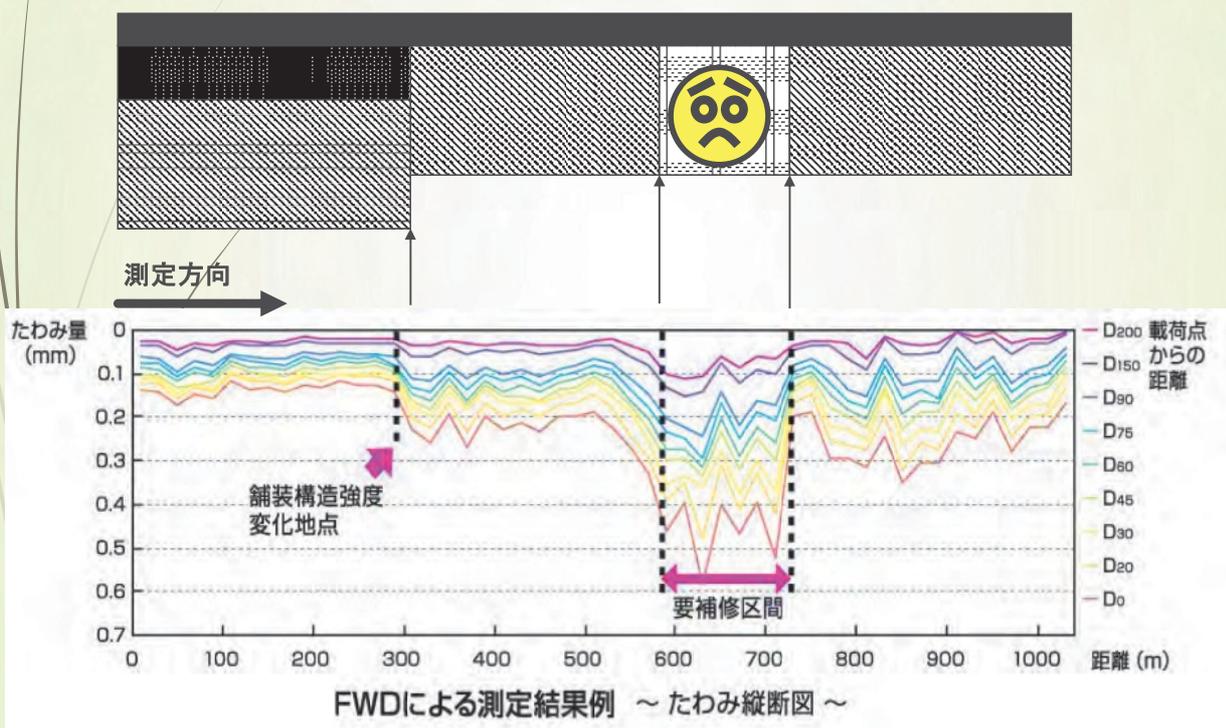
FWDによる構造評価 の最大のメリット



多層弾性理論に基づく逆解析
舗装各層の残存強度の推定
(弾性係数 $E \Rightarrow T A 0$)



FWD調査により適切な補修提案可能



永きに渡り君臨したTA法

栄光と影

日本で唯一、確認された設計方法

設計期間10年を満足する確立
82.6～93.0%

対応が不可能

多様化するニーズ
次々と考案される
新工法や改良・開発
の進む材料

既設舗装各層の残存強度
等値換算係数
「a」がナイ

119/ 132



120/ 132



表-5.2.25 T_{A0}の計算に用いる換算係数

層	既設舗装の構成材料	各層の状態	係数	摘要
表層・基層	加熱アスファルト混合物	破損の状態が軽度で中度の状態に進行するおそれのある場合	0.9	破損の状態が軽度に近い場合を最大、中間は破損で係数を定める
		破損の状態が中度で重度の状態に進行するおそれのある場合	0.85～0.6	
		破損の状態が重度の場合	0.5	
上層路盤	瀝青安定処理(加熱混合)		0.8～0.4	新設時と同等と認められるものを最大値にとり、破損の状況に応じて係数を定める
	セメント・瀝青安定処理		0.65～0.35	
	セメント安定処理		0.55～0.3	
	石灰安定処理		0.45～0.25	
	水硬性粒度調整スラグ 粒度調整砕石		0.55～0.3 0.35～0.2	
下層路盤	クラッシュラン、鉄鋼スラグ、砂など		0.25～0.15	
	セメント安定処理および石灰安定処理		0.25～0.15	
	セメントコンクリート版	破損の状態が軽度または中度の場合	0.9	
		破損の状態が重度の場合	0.85～0.5	

〔注〕舗装破損の状態の判断

軽度：ほぼ完全な供用性を有しており、当面の補修は不要であるもの。

(おおむねひび割れ率が15%以下のもの)

中度：ほぼ完全な供用性を有しているが、局部的・機能的な補修が必要なもの。

(おおむねひび割れ率が15～35%のもの)

重度：オーバーレイあるいはそれ以上の大規模な補修が必要であるもの。

(おおむねひび割れ率が35%以上のもの)

アスコン

コンクリート

範囲の中で
どう決める？



舗装の破損と形態

交通荷重や自然環境の作用より破損する

機能的破損

主に表層、基層のアスコンに生じる路面性状の低下

構造的破損

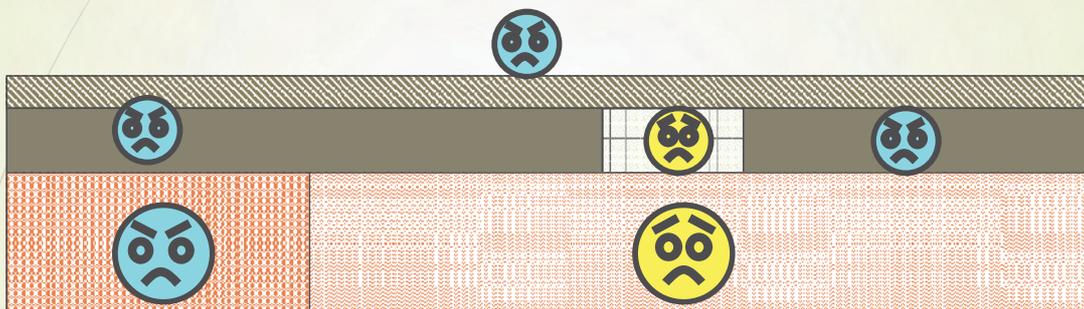
構造的支持力の低下や不足による舗装の破壊

維持・修繕の箇所選定



125/ 132

路面性状は破損の結果



表面の状況は同じでも体力が異なる

⇒ 見た目では判断が困難

⇒ **構造評価による工法選定**が必要

126/ 132

参考図書の表示

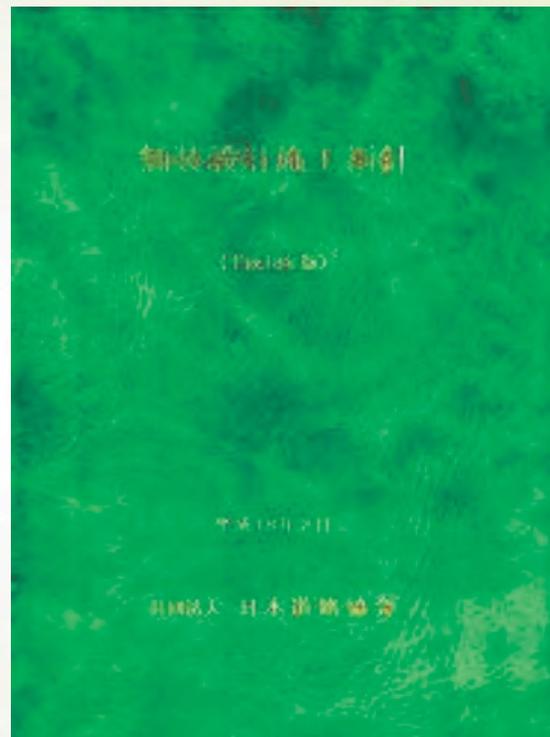
- ※ 1 : 道路維持修繕要綱
- ※ 2 : 舗装設計施工指針（平成18年版）
- ※ 3 : 舗装再生便覧
- ※ 4 : FWDおよび小型FWD運用の手引き
- ※ 5 : 活用しよう！FWD
- ※ 6 : アスファルト舗装保全技術ハンドブック
- ※ 7 : 舗装の維持修繕ガイドブック2013
- ※ 8 : コンクリート舗装に関する技術資料

127/ 132

参考図書（1）



道路維持修繕要綱
日本道路協会発刊



舗装設計施工指針(H18版)
日本道路協会発刊

128/ 132

参考図書（2）



舗装再便覧

日本道路協会発刊

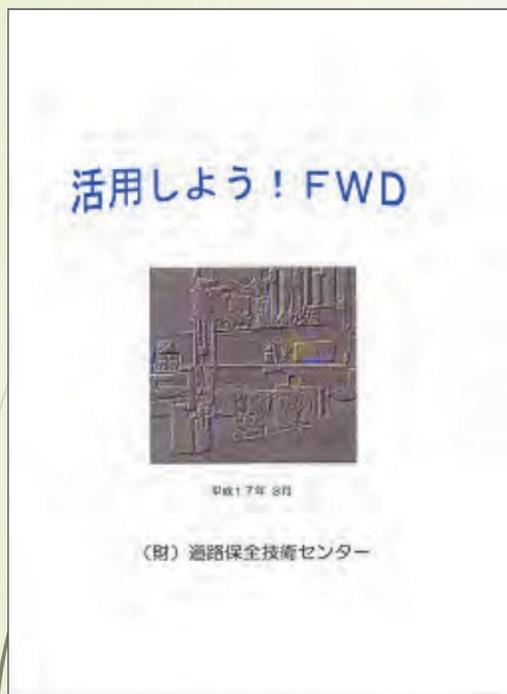


FWDおよび小型FWD運用の手引き

土木学会発刊

129/ 132

参考図書（3）



活用しよう！FWD

道路保全技術センター発刊

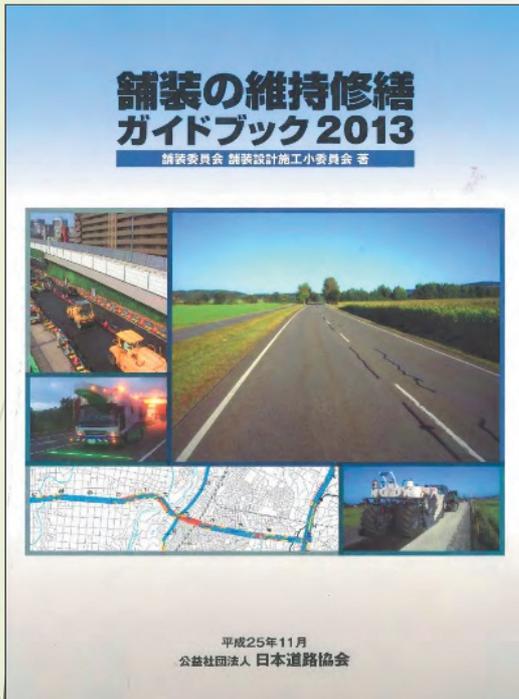


アスファルト舗装保全技術HB

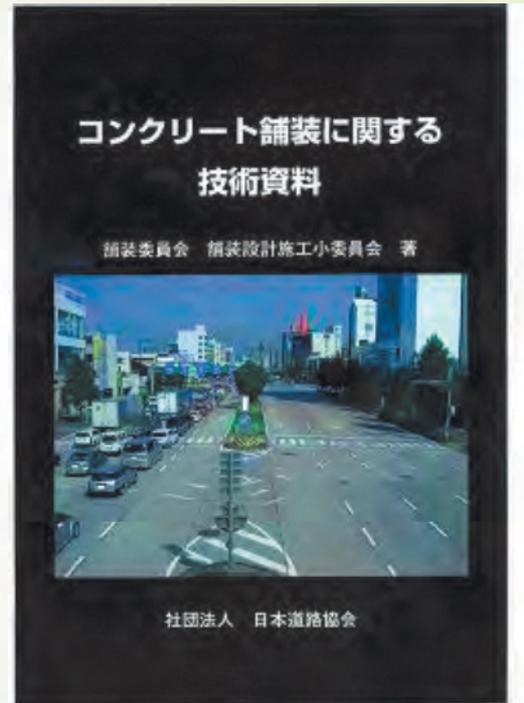
道路保全技術センター発刊

130/ 132

参考図書（４）



舗装の維持修繕ガイドブック2013
日本道路協会発刊



コンクリート舗装に関する技術資料
日本道路協会発刊

131/ 132

以上でした。

長時間、ご清聴ありがとうございました。

132/ 132