

## 空港工学講座

# 舗装の概要

フジタ道路株式会社  
中央区晴海一丁目8番10号  
トリトンスクエア オフィスタワーX  
TEL:03-5859-0670(代表)  
<http://www.fujitaround.co.jp/>

# 内容

---

- 舗装の基本
- 路床・路盤
- 表・基層
- 舗装の設計
  - 設計の基本
  - アスファルト舗装
  - コンクリート舗装
- 舗装の工事
- 舗装の破損と破壊
- 舗装の評価
- 舗装の補修
- 舗装の維持工事

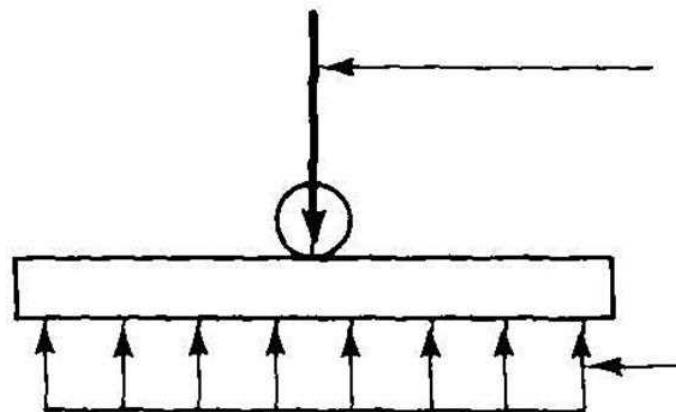
# 舗装の基本

# 舗装工学

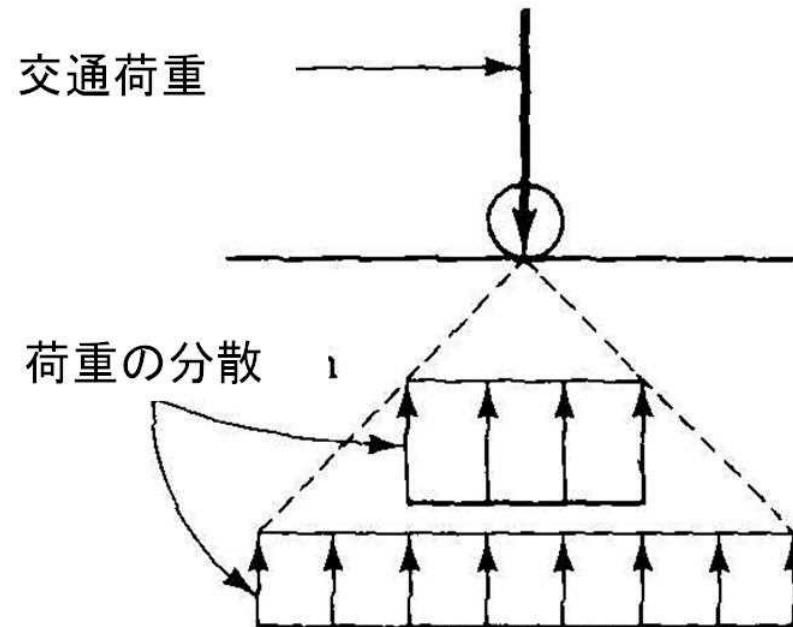
- 舗装とは?
  - 高速, 安全, 信頼, 快適な交通を可能とする地盤上の構造物
- 舗装工学の内容
  - 材料
  - 構造解析
  - 設計
  - 維持・修繕
  - マネジメントシステム

# 舗装の役割

- ・ 交通荷重を広く分散
- ・ 現地の地盤の破壊防止

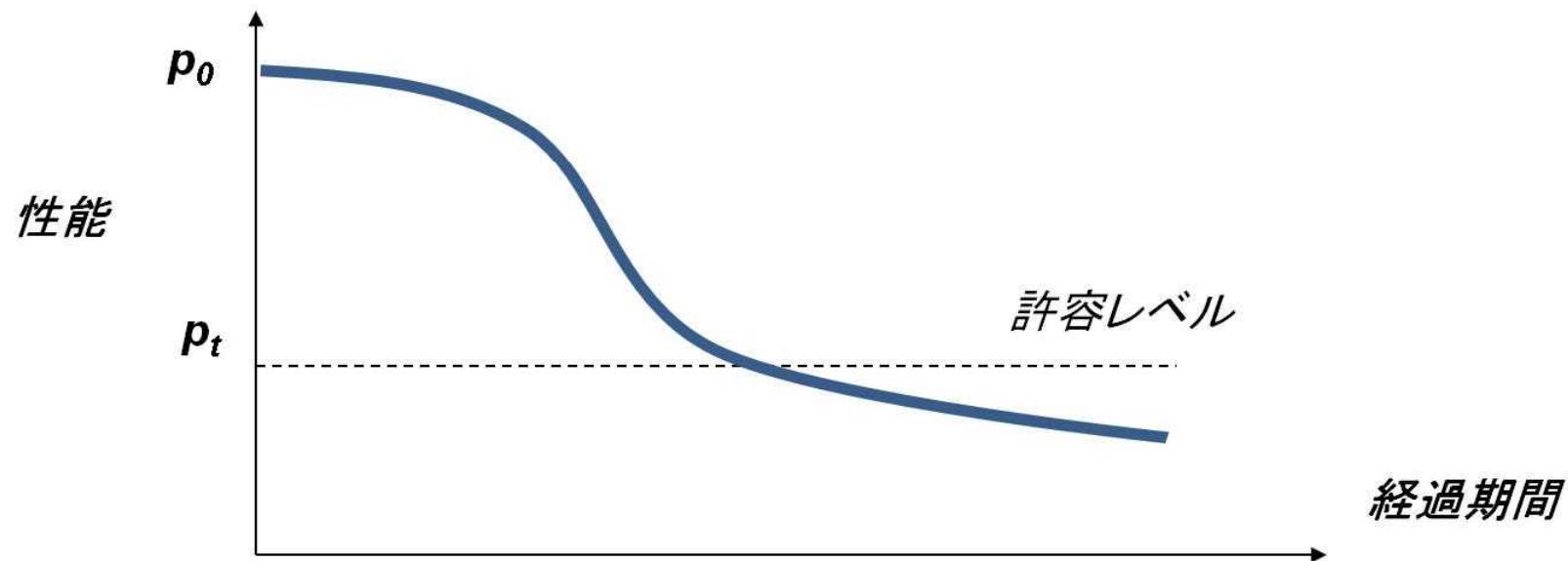


コンクリート舗装



アスファルト舗装

# 舗装のパフォーマンス



# 舗装の種類(平面)



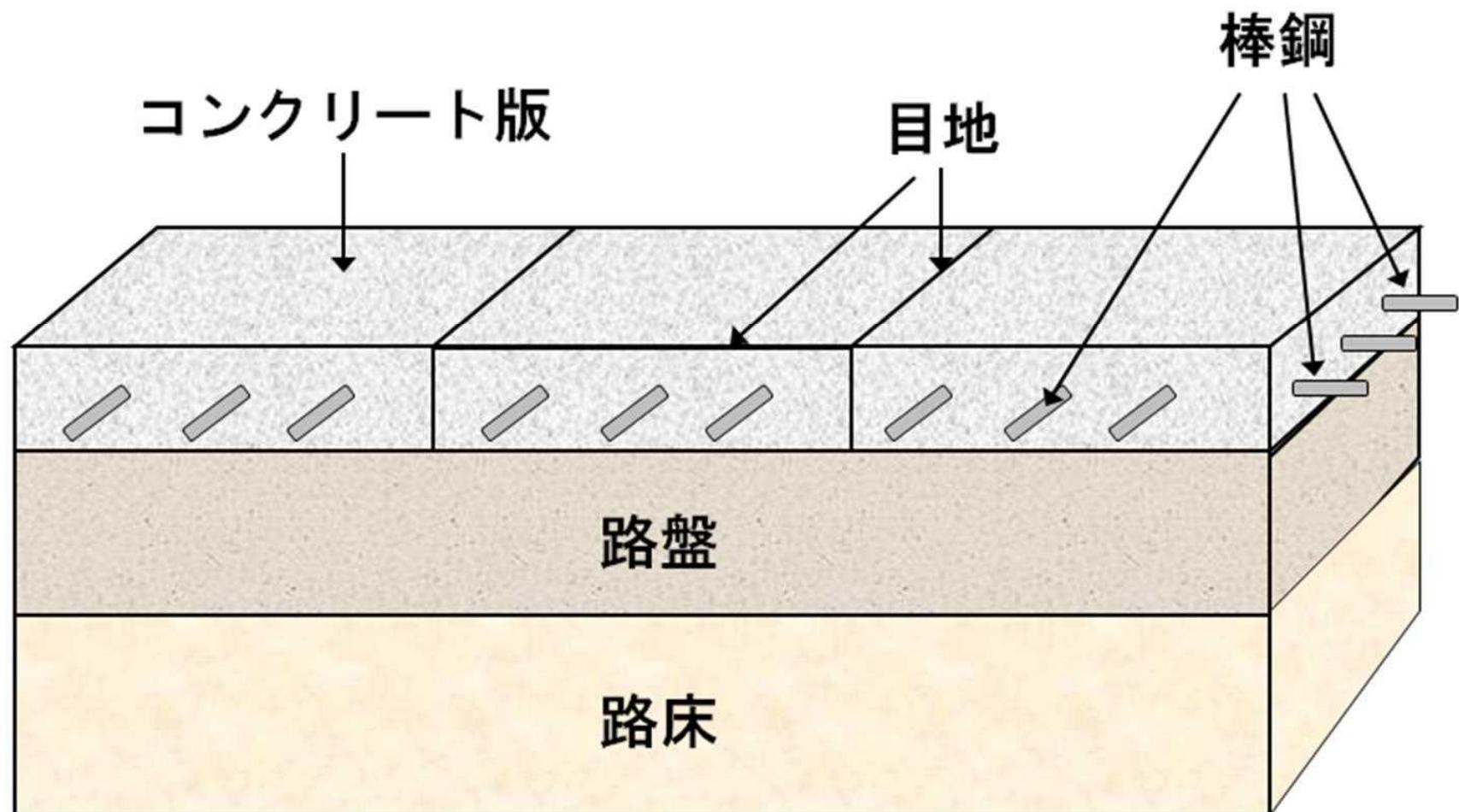
アスファルト舗装



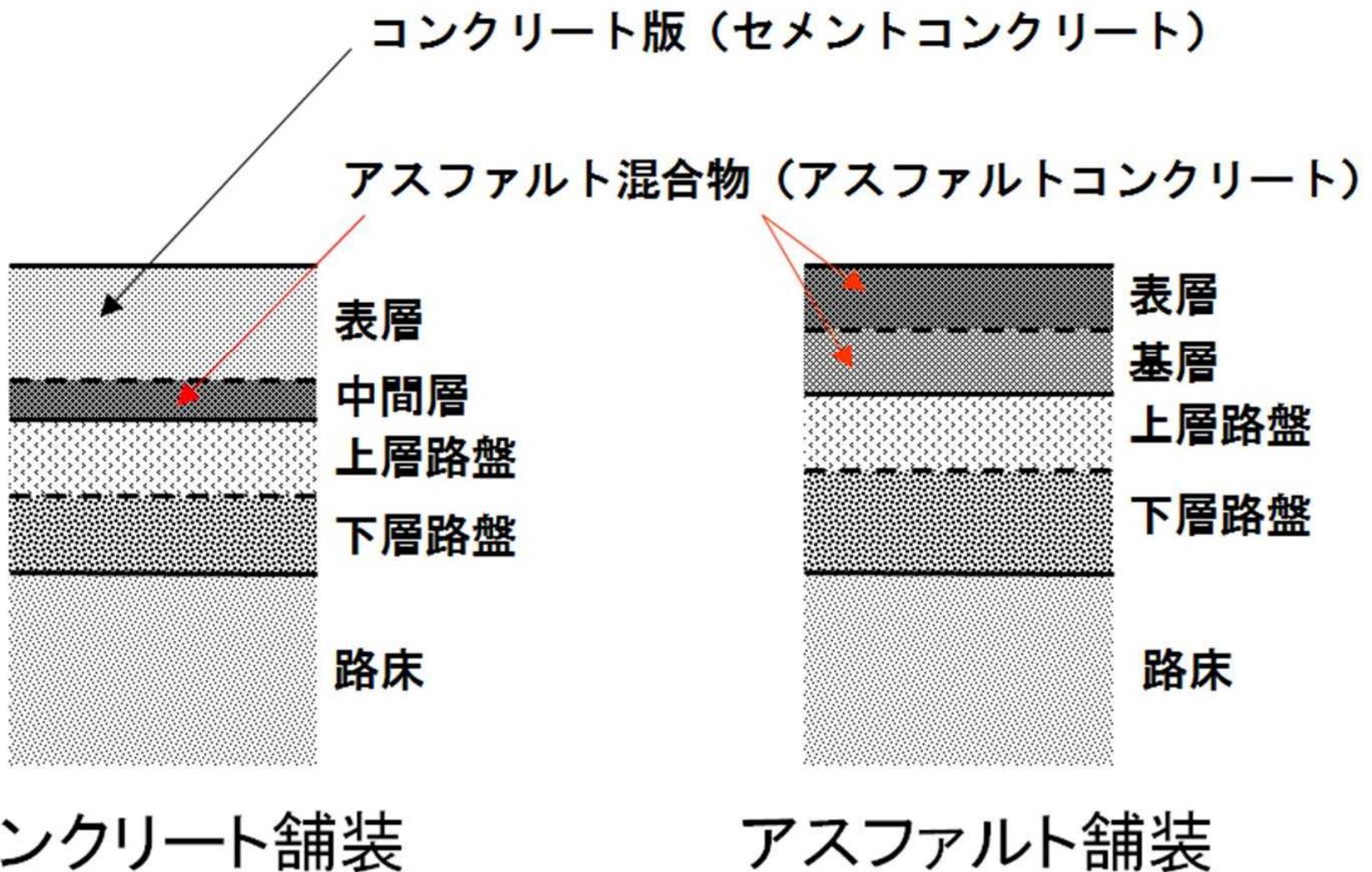
コンクリート舗装

目地

# コンクリート舗装の目地



# 舗装の種類(断面)



# 表・基層材料の構成

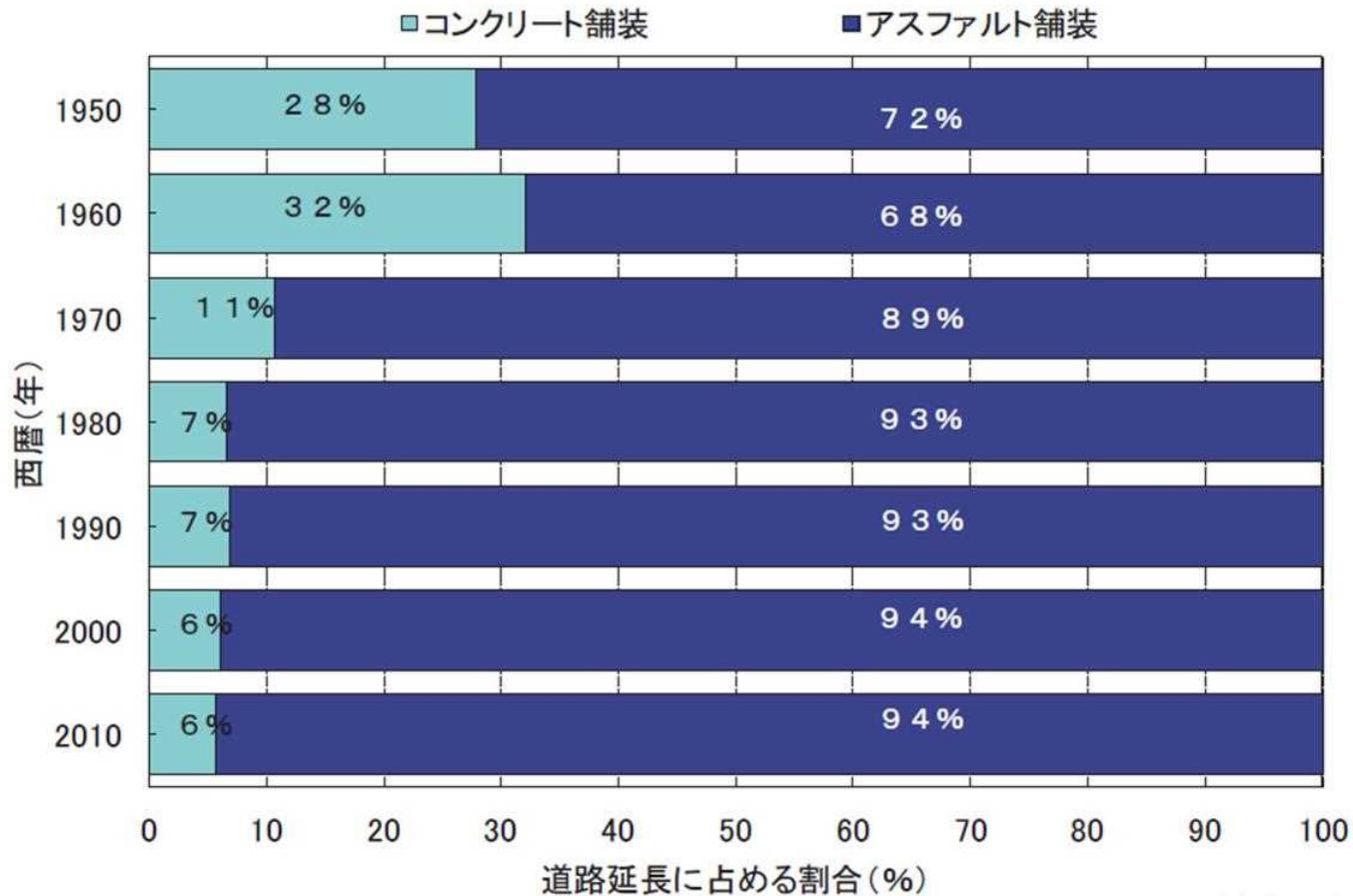
- アスファルト混合物(アスファルトコンクリート)
  - アスファルト
  - 粗骨材, 細骨材, フィラー
- セメントコンクリート
  - セメント
  - 水
  - 粗骨材, 細骨材

アスファルトならびにセメントは、骨材を  
結合させるバインダ(結合材)の役割を果たす

# アスファルト舗装vs.コンクリート舗装

- 長所
  - 段階的な施工
  - 不均一な沈下に対応
  - 施工性
  - 補修
- 短所
  - 耐用年数
  - 荷重支持力が小さい
  - 耐熱性と耐油性
  - より厚い舗装
- 長所
  - 荷重支持力が大きい
  - 地盤の影響が少ない
  - 良好的な表面状態
  - 丈夫
- 短所
  - 目地
  - 養生
  - 補修
  - 不同沈下への対応

# アスファルト舗装とコンクリート舗装の割合



- 50年ほど前は、30%がコンクリート舗装
- 最近では、95%程度がアスファルト舗装

# 路床・路盤

# 路床の支持力

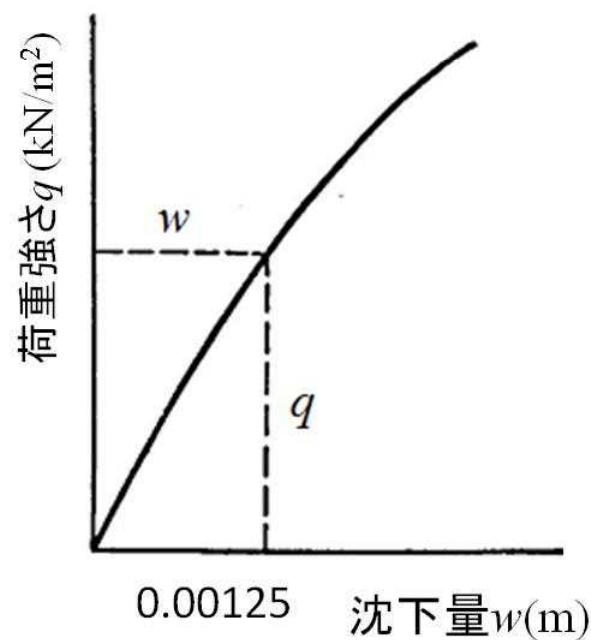
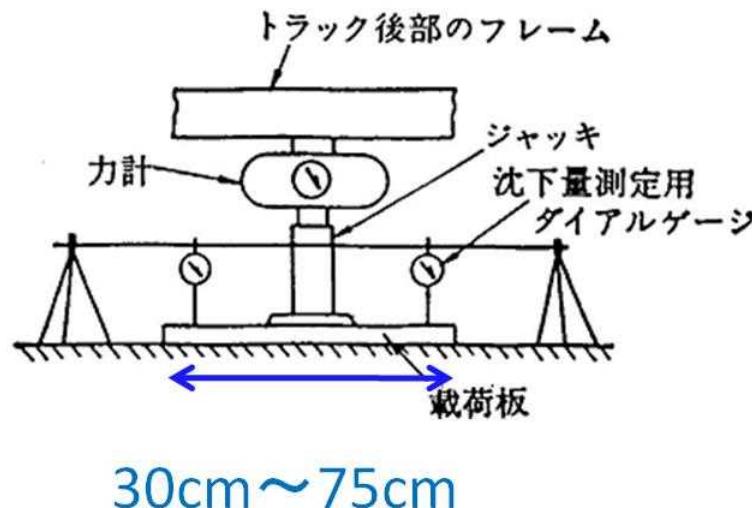
---

- ・ 載荷に伴う変形(たわみ)特性から路床の支持力を評価
- ・ 路床の支持力が大きいほど、舗装厚を薄くできる
- ・ 平板載荷試験(現場試験)
  - － 主としてコンクリート舗装の設計に用いられる
- ・ CBR試験(室内・現場試験)
  - － 主としてアスファルト舗装の設計に用いられる

# 路床の支持力評価—平板載荷試験

$$K_n = \frac{\text{所定の沈下量における荷重強さ}}{\text{沈下量}} = \frac{q}{w} \quad (\text{kN/m}^3)$$

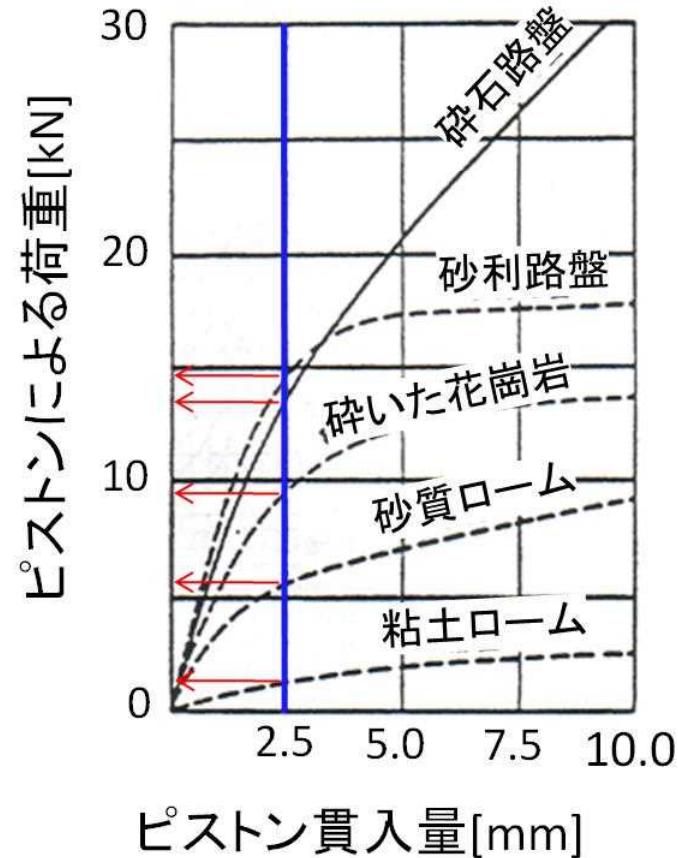
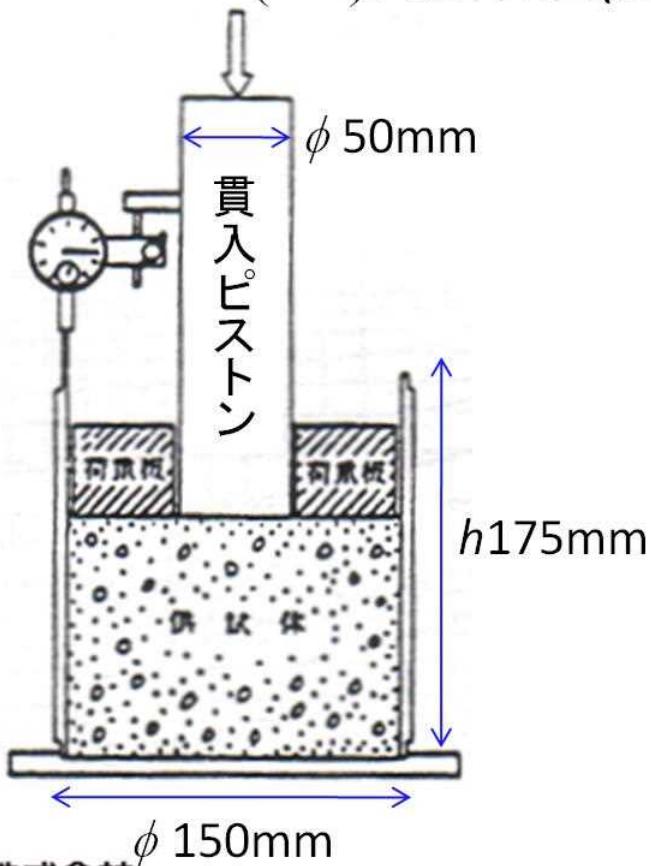
- $K_n$ :  $n$  (cm) の載荷板を用いた場合の支持力係数  
(地盤反力係数)



# 路床の支持力評価—CBR 試験

$$CBR = \frac{\text{試験荷重}}{\text{標準荷重}} \times 100 = \frac{x(\text{kN})}{13.7(\text{kN})} \times 100(\%)$$

• $x(\text{kN})$ : 測定値(貫入量2.5mmに対する荷重)

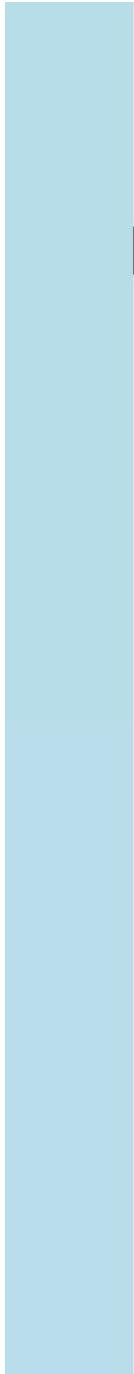


# 路盤

- 路盤材料(粗粒・細粒混合材料)

切り込み砂利	砂利と砂が混じったもの(天然)
粒度調整碎石	碎石と砂を適度な粒度に組み合わせたもの(M-40～M-25※)
クラッシャラン	原石を割ったままのもの(C-40～C-20※)
スラグ	高炉スラグ、鉄鋼スラグを割ったもの

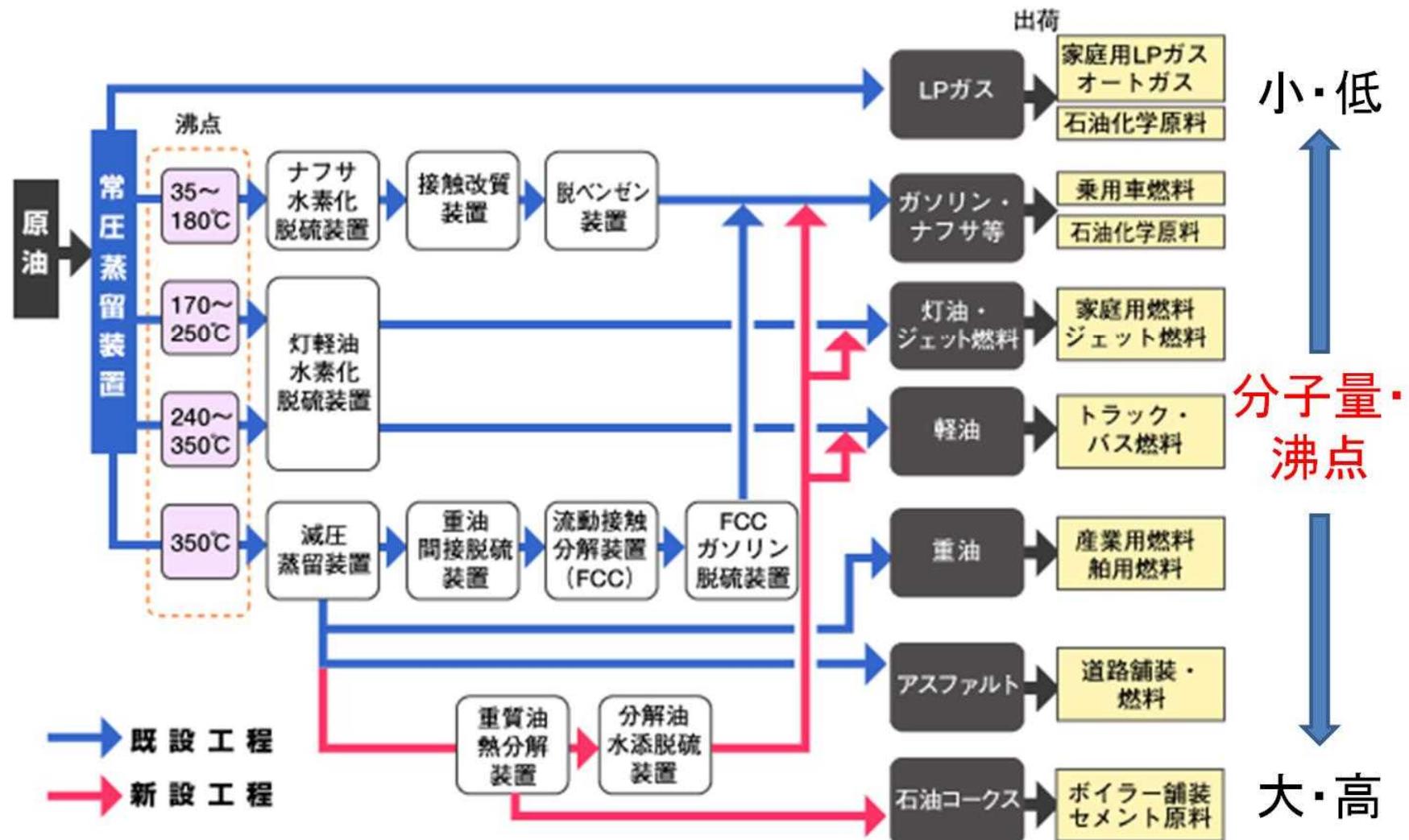
# 表・基層



表・基層

# アスファルト

# 石油アスファルト(製造方法)



# アスファルト(種類)

- ・アスファルト: 原油を蒸留して軽質油, 重質油を生成した後の残渣
  - (a)ストレートアスファルト
    - 舗装用として最も一般的, 略してストアス
  - (b)ブローンアスファルト
    - ストアスに空気を吹き込み硬くしたもの
  - (c)改質アスファルト
    - ストレートアスファルトにゴムや樹脂を混合したもの

# アスファルト(特性)

- ストレートアスファルト
  - アスファルトは185°C(製造時)~0°C以下(寒冷地  
冬期)間での温度変化によって硬さが変化する.
  - これらの温度範囲における変形抵抗性で品質を  
管理する.
  - 主たる品質管理項目は,
    - ①針入度, ②軟化点, ③伸度, ④引火点, ⑤  
粘度

# アスファルト混合物

---

- 粗骨材、細骨材、フィラーおよびアスファルトを配合設計で求めた所定の割合で(通常は加熱)混合したもの。
- 合材とも呼ぶ。

# アスファルト混合物(要求性能)

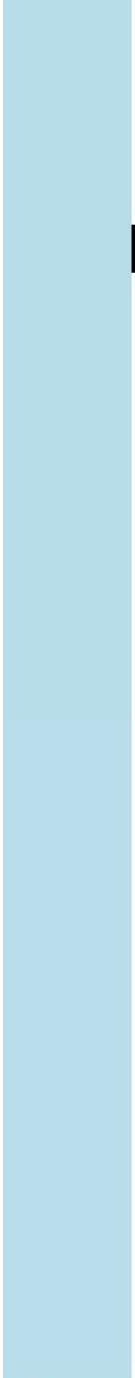
- 安定性
  - 流動変形によるわだち掘れが生じにくい
- たわみ性
  - 路盤の変形に追従してひび割れを生じにくい
- 疲労抵抗性
  - 繰返し曲げ応力によるひび割れが生じにくい
- すべり抵抗性
  - タイヤとの摩擦抵抗が十分ある
- 耐久性
  - 耐水性が大きく、老化しにくい
- 摩耗抵抗性
  - チェーンやタイヤにより摩耗しにくい
- 施工性
  - 運搬、舗設、転圧などの施工が容易

# アスファルト混合物(特徴)

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
密粒度アスファルト混合物(20、13)						※		※
細粒度アスファルト混合物(13)	△			○		※		
密粒度ギャップアスファルト混合物(13)			○			※		※
密粒度アスファルト混合物(20F、13F)	△	○					※	
細粒度ギャップアスファルト混合物(13F)	△	○		○			※	
細粒度アスファルト混合物(13F)	△	○		○			※	
密粒度ギャップアスファルト混合物(13F)	△	○	○				※	※
開粒度アスファルト混合物(13)		△	○		○	※		
ボーラスアスファルト混合物(20、13)	○	△	○		○	※	※	

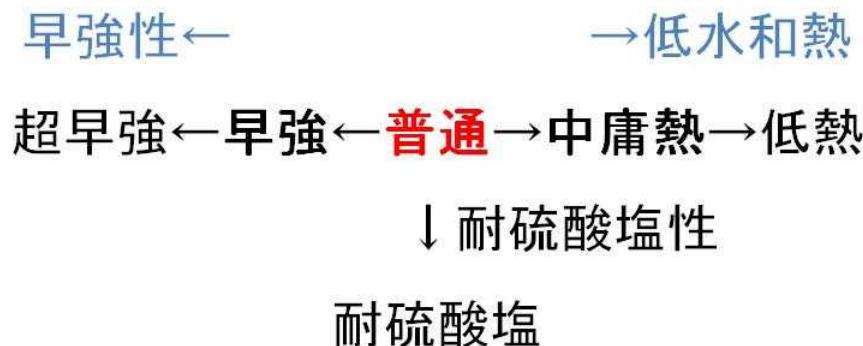
# アスファルト混合物(安定度)

- マーシャル安定度試験
  - アスファルト量を0.5%刻みで変化させて、
    - ✓ 密度
    - ✓ 空隙率
    - ✓ 飽和度
    - ✓ 安定度
    - ✓ フロー値
- を測定する。



表・基層  
セメント

# ポルトランドセメントの種類



- 普通ポルトランドセメント: 最も汎用性が高い (全体の約7割)
- 早強ポルトランドセメント: 普通よりも強度発現が早い (工場製品, 寒冷地)
- 超早強ポルトランドセメント: 早強よりも強度発現が早い (緊急工事用)
- 中庸熱ポルトランドセメント: 普通よりも水和熱の発生が小さい (マスコン)
- 低熱ポルトランドセメント: 中庸熱よりもさらに発熱を抑制 (マスコン)
- 耐硫酸塩ポルトランドセメント: 硫酸塩に対する抵抗性を高めたセメント (硫酸塩を多く含む環境: 海水, 温泉, 下水, 工場廃水, 化学工場等)
- 白色ポルトランドセメント: 色が白いため, これに顔料を加えることにより種々の色のコンクリートを作ることができる

# コンクリート・工事

- ・コンクリートが硬化した時点で所定の品質(強度等)を確保するために、使用材料の選定、コンクリートの配合・練混ぜ・運搬・打設・養生の各工程を手際よく行うことが必要。
- ・舗装は表面積が大きいことから、乾燥によるひび割れを低減させるとともに、排水勾配を設ける必要があるため、一般土木構造物用より単位水量の少ない硬練りのコンクリートを使用。

# コンクリートの配合

- 配合設計
  - コンクリートが所定の性能を有するように、各材料の使用量あるいは混合割合を定める。
- コンクリートに要求される性能
  - 安全性(丈夫), 耐久性(長持ち), 施工性(造りやすさ), 美観(美しさ), 環境低負荷(環境保全), 経済性(安さ)。

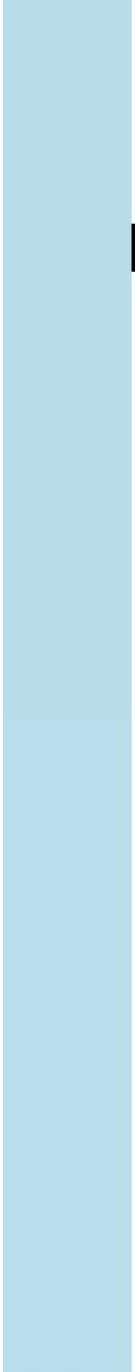
配合表(コンクリート1m<sup>3</sup>あたりの単位量)

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメン ト比 <i>W/C</i> (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						
					水 <i>W</i>	セメント <i>C</i>	混和材 <i>F</i>	細骨材 <i>S</i>	粗骨材G mm mm	mm mm	混和剤

# コンクリートの品質規格（道路）

材料・工法	品質規格
コンクリート	<p>設計基準曲げ強度</p> <p>①普通コンクリート舗装 4.4MPa (すべての舗装計画交通量) 3.9MPa (舗装計画交通量が250未満で、設計基準曲げ強度4.4MPaの確保にセメント量が著しく増加するなどの場合)</p> <p>②連續鉄筋コンクリート舗装 4.4MPa (すべての舗装計画交通量)</p> <p>③転圧コンクリート舗装 4.4MPa (舗装計画交通量1,000未満の場合) 4.9MPa (施工上の理由等から版厚が制約される場合で、舗装計画交通量100以上3000未満の場合)</p>

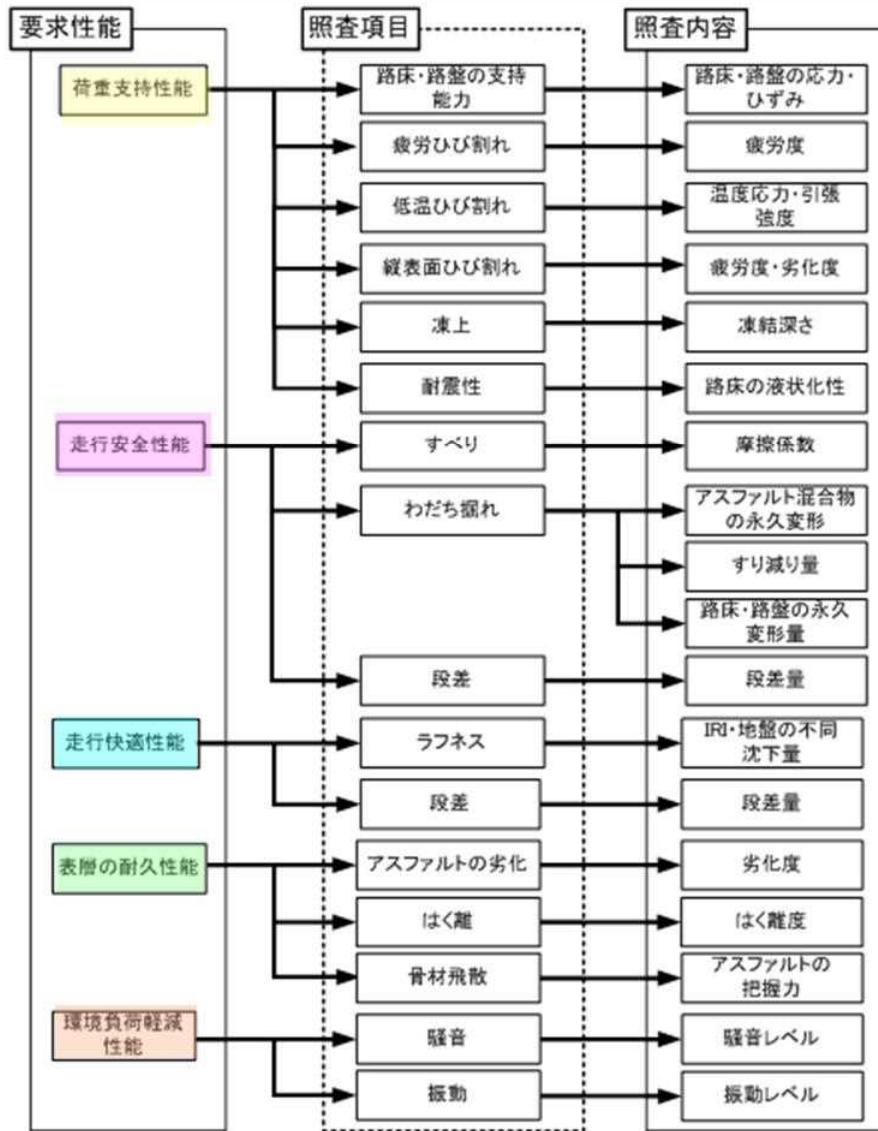
# 舗装の設計



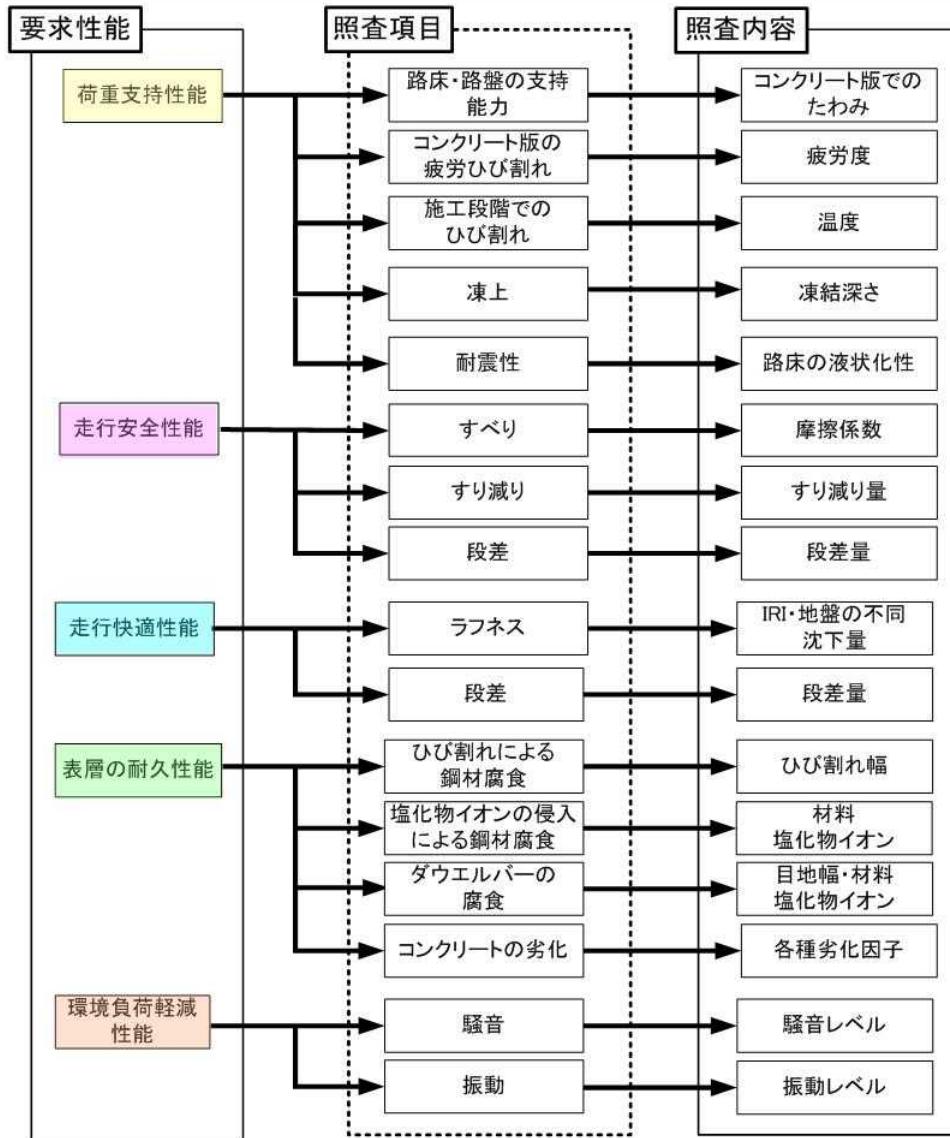
舗装の設計

# 設計の基本

# 性能と照査 (AS)



# 性能と照査 (CO)



# 舗装の設計条件

- 荷重
  - 交通荷重: 大きさと頻度
  - 環境: 表層温度, 凍結深
- 地盤
  - 路床CBR, K値
- 設計
  - 路面設計
  - 構造設計
    - 性能照査型
    - 使用規定型
      - アスファルト: TA法, CBR法, …
      - コンクリート: Westergaard式, 岩間式, …

# 路面設計と構造設計

## 設計条件の設定

- 設計期間
- 補装計画交通量
- 補装の性能指標
- 信頼性
- 基盤条件
- 環境条件 など

## 路面設計

- 要求性能の整理
- 路面の性能指標の設定
- 表層材料・厚さの決定

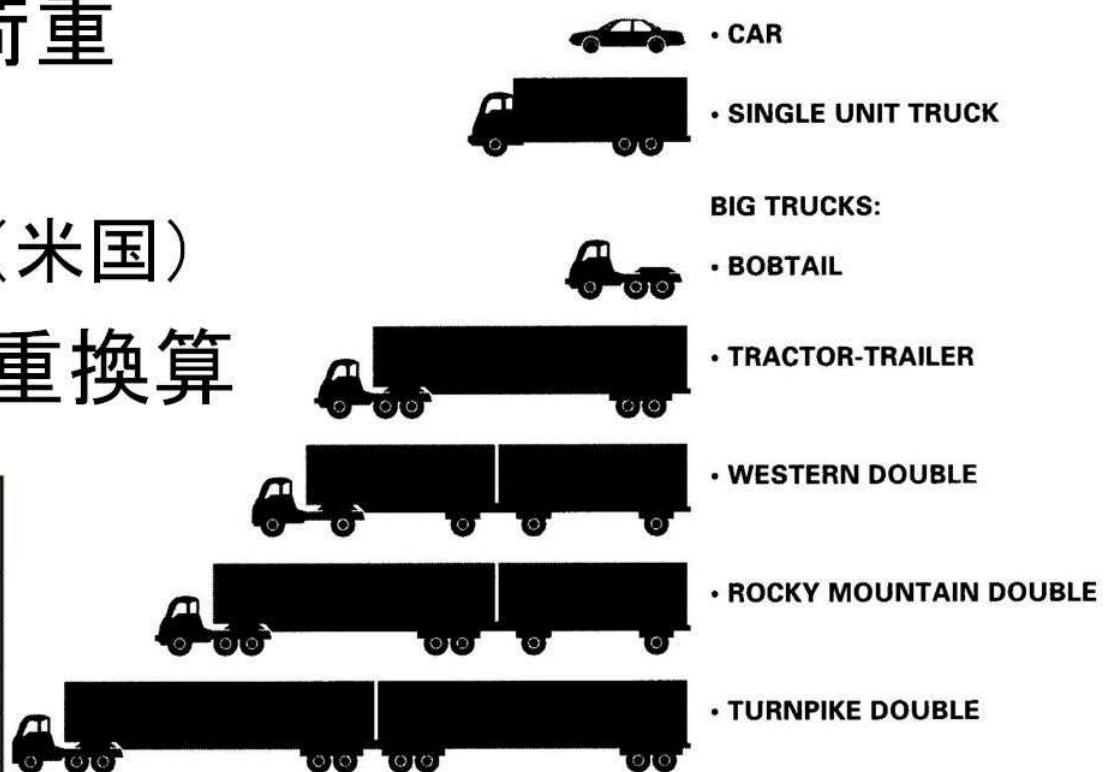
## 構造設計

- 疲労破壊抵抗性の確保  
(経験にもとづく設計方法, 理論的設計方法)

# 交通荷重

- ・ 大きさ: 標準荷重
  - 輪荷重49kN
  - 軸荷重79kN(米国)
- ・ 頻度: 標準荷重換算

交通量区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)	
N <sub>7</sub>	3,000以上	
N <sub>6</sub>	1,000以上	3,000未満
N <sub>5</sub>	250以上	1,000未満
N <sub>4</sub>	100以上	250未満
N <sub>3</sub>	40以上	100未満
N <sub>2</sub>	15以上	40未満
N <sub>1</sub>	15未満	



# 環境

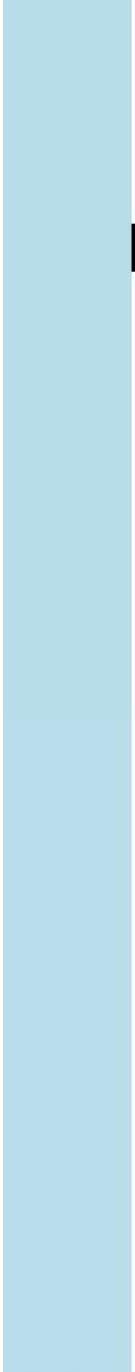
---

- 温度:アスファルト舗装
  - アスファルト種類の変更
- 温度:コンクリート舗装
  - 変形(伸縮・そり)拘束応力算定
- 温度:アスファルト・コンクリート舗装
  - 凍結深
    - 非凍上材料に置換え

# 舗装の路面設計

- 表層材料および表層厚の決定
  - 設計期間にわたって性能指標の値を満足するよう表層に使用する材料・工法および厚さを決定
  - 使用材料の最大粒径、最小施工可能厚さを考慮
  - 表層のみでは性能指標の値を満足できない場合、基層・路盤を検討

路面性能	性能指標	表層材料の特性	備考
塑性変形抵抗性	塑性変形輪数	動的安定度	交通渋滞延長等
平たん性	平たん性	標準偏差 $\sigma$	規制速度
	段差量	動的安定度 (ジョイント部)	規制速度
透水性	浸透水量	透水係数、厚さ	降雨量
排水性	浸透水量	透水係数、厚さ	降雨量

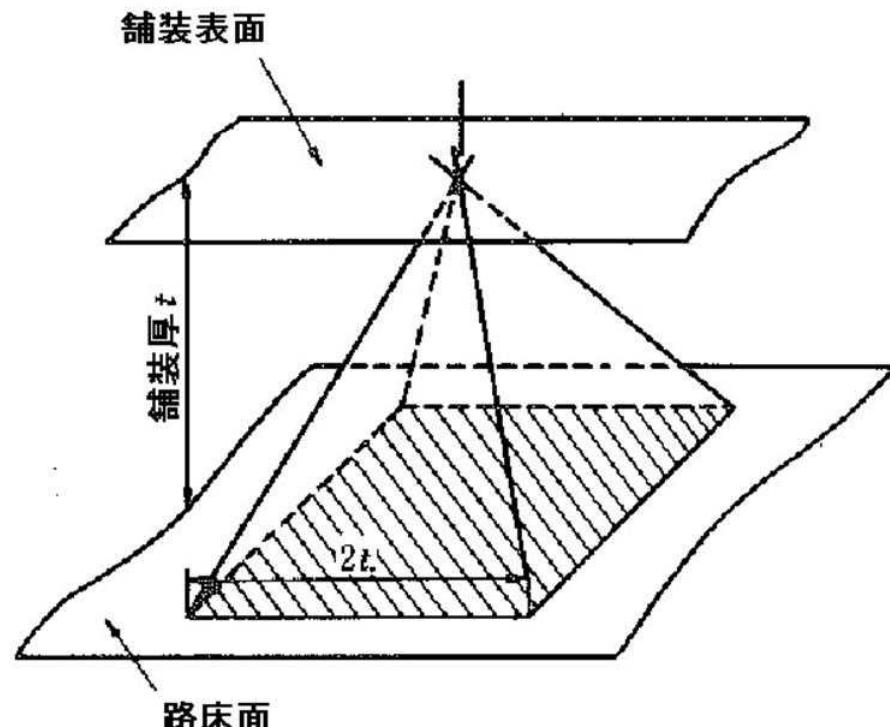


舗装の設計

# アスファルト舗装

# アスファルト舗装要綱 (1950)

- 最初の設計マニュアル
- 経験的方法 - マサチューセッツ公式の採用



問題点

- ↓
- 荷重の繰返し
  - 路床強度

# 技術基準(2001)

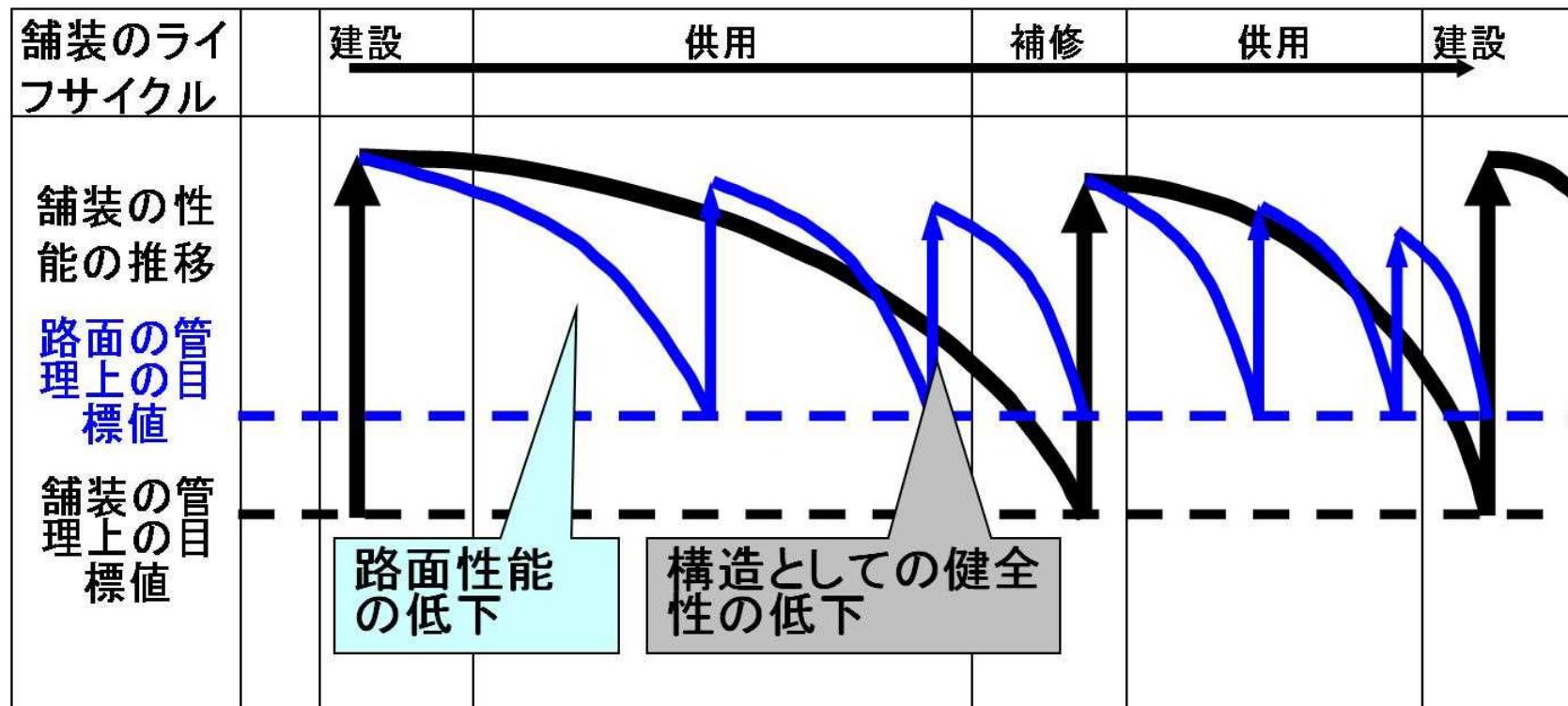
- 性能規定型設計法の採用
  - 要求性能を明確化し、それを満足するように設計
- 必須の性能
  - 疲労破壊耐久性 → 疲労破壊輪数
  - わだち掘れ抵抗性 → 塑性変形輪数
  - 路面の平たん性 → 凹凸標準偏差
- 必要に応じて定める性能
  - 雨水等の透水能力 → 浸透水量
  - すべり抵抗 → すべり摩擦係数
  - 騒音 → 車輪近傍路面騒音

# 舗装設計便覧（2006）

- 路面設計と構造設計
- ライフサイクルコストの考慮
  - 社会的コストを含めたトータルコストの低減
- 信頼性の導入
  - 設計用値や将来予測に伴うリスクを考慮
- 新たな道路の区分
  - 小型道路を導入
- 環境の保全と改善
  - 地球・社会環境, 都市環境, 沿道・道路空間環境の考慮

# ライフサイクルコスト(LCC)

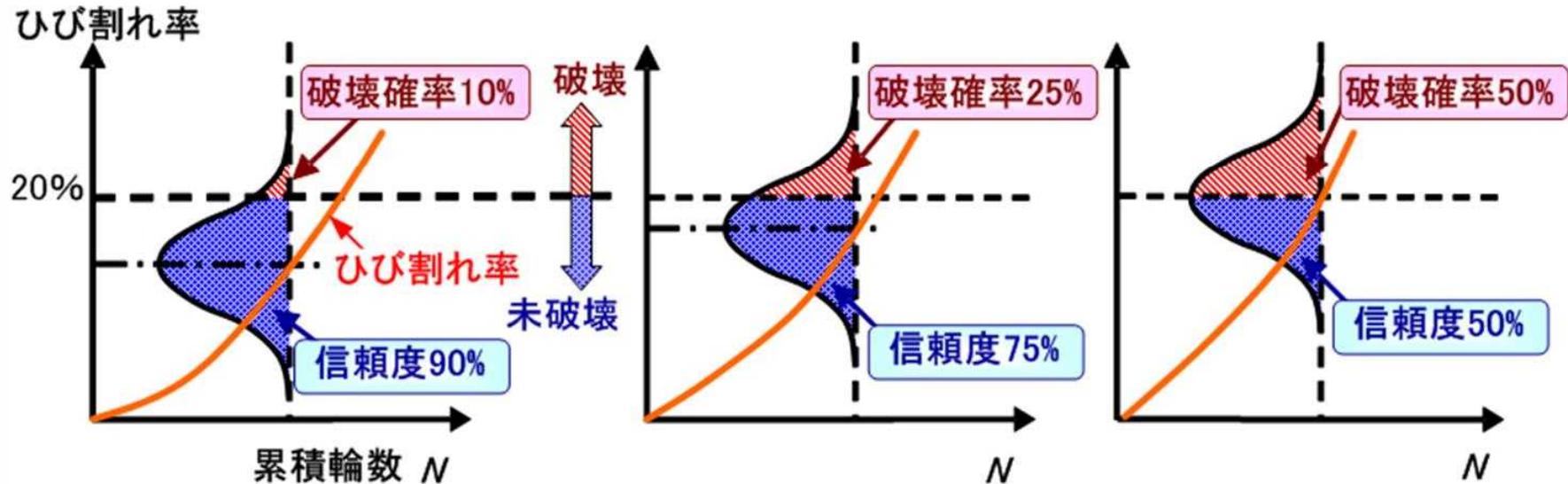
- ・社会的コストを含めたトータルコストの低減
- ・管理上の目標値の設定



# 信頼度

- 信頼度

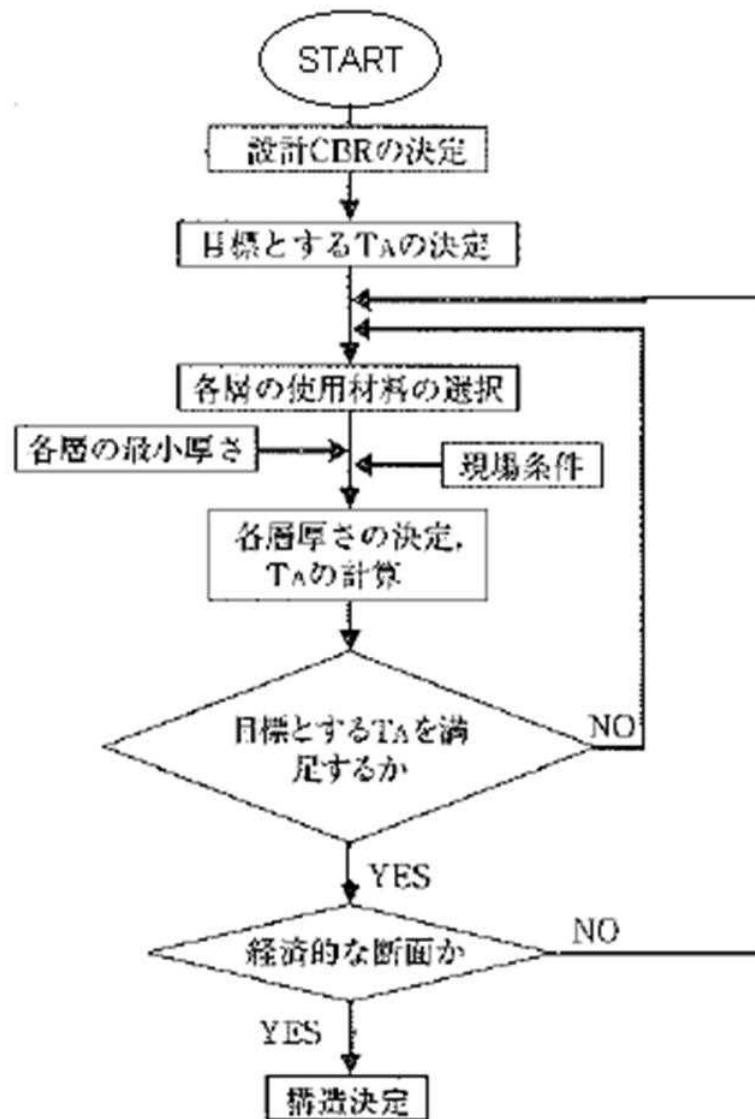
- 舗装が設計期間を通して破壊しない確率



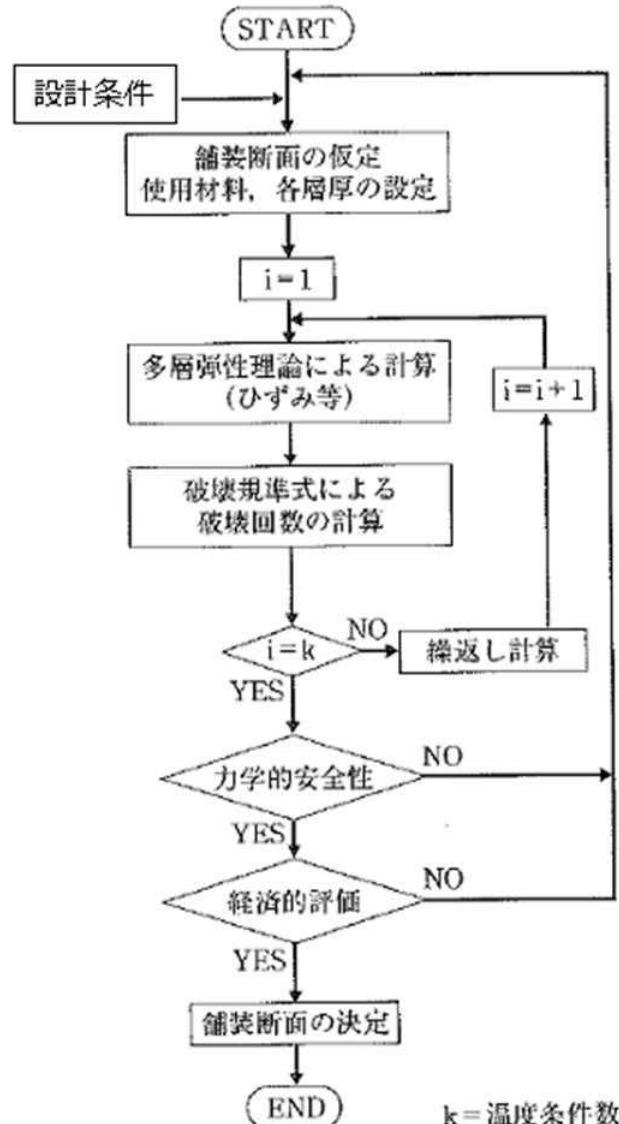
- 信頼度90% (=破壊確率10%)

- 同一設計の舗装が100区間の場合で10区間が破壊
    - 一つの区間のうち10%の舗装面積が破壊

# 経験的設計法のフロー



# 理論的設計法のフロー



# 経験的設計法・設計例 (I)

- $T_A' \geq T_A$ となるように $T_A'$ を定める。

$$T_A' = \sum_{i=1}^n a_i \cdot h_i,$$

$T_A'$ : 等値換算厚,  $a_i$ : 材料等値換算係数,  $h_i$ : 層厚,  $n$ : 層数

– 表層・基層の最小厚

交通区分	舗装計画交通量 (台/日・方向)	表層と基層を加えた最小厚さ (cm)
N <sub>7</sub>	3,000以上	20 (15) (注1)
N <sub>6</sub>	1,000以上 3,000未満	15 (10) (注1)
N <sub>5</sub>	250以上 1,000未満	10 (5) (注1)
N <sub>4</sub>	100以上 250未満	5
N <sub>3</sub>	40以上 100未満	5
N <sub>2</sub> , N <sub>1</sub>	40未満	4 (3) (注2)

〔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。

2. 交通量区分N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>にあって、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3cmとすることができる。

# 経験的設計法：設計例 (II)

## – 路盤最小厚

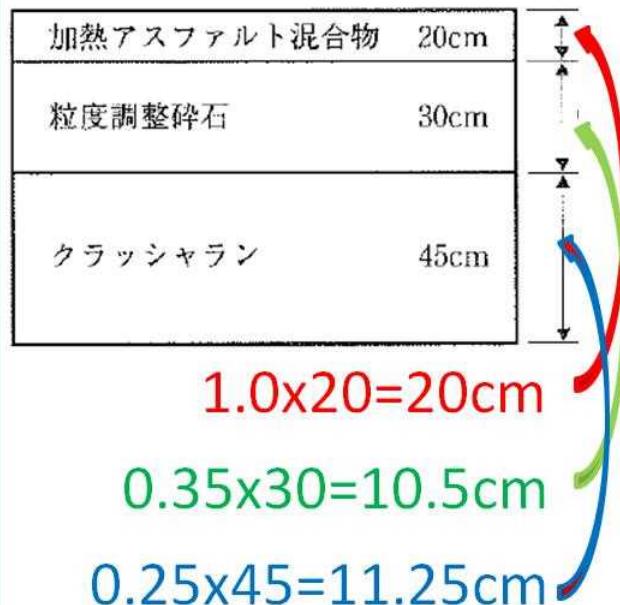
工法・材料	1層の最小厚さ
瀝青安定処理（加熱混合式）	最大粒径の2倍かつ5cm
その他の路盤材	最大粒径の3倍かつ10cm

## – 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を使用、混合物の性状は表-5.2.12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 常温混合：安定度2.45kN以上	0.80 0.55
	セメント・ 瀝青安定処理	一軸圧縮強さ[7日] 1.5~2.9MPa 一次変位量[7日] 5~30 1/100cm 残留強度率[7日] 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
	粒度調整碎石・粒度 調整鉄鋼スラグ	修正CBR80以上	0.35
	水硬性粒度調整鉄 鋼スラグ	修正CBR80以上 一軸圧縮強さ[14日] 1.2MPa	0.55
	クラッシャラン、 鉄鋼スラグ、砂など	修正CBR30以上 修正CBR20以上 30未満	0.25 0.20
下層路盤	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

# 経験的設計法：設計例 (III)

- TA = 41 cm
  - 交通量区分N<sub>7</sub>
  - 信頼度90%
  - 設計期間10年



材 料		等値換算 係数	設 計 例				
表 ・ 基 層	上 層 路 盤		①	②	③	④	⑤
	加熱アスファルト混合物	1.00	20	15	15	20	20
	瀝青安定処理（加熱混合）	0.80		10			
	セメント・瀝青安定処理	0.65			25		
	セメント安定処理 (水硬性粒度調整鉄鋼スラグ)	0.55				16	
	石灰安定処理	0.45					19
	粒度調整碎石 (粒度調整鉄鋼スラグ)	0.35	30	27			
	下 層 路 盤	クラッシャラン (セメント安定処理) (石灰安定処理)	0.25	45	35	40	50
		TA' cm	41.8	41.2	41.3	41.3	41.1
		合計厚さ cm	95	86	80	86	89

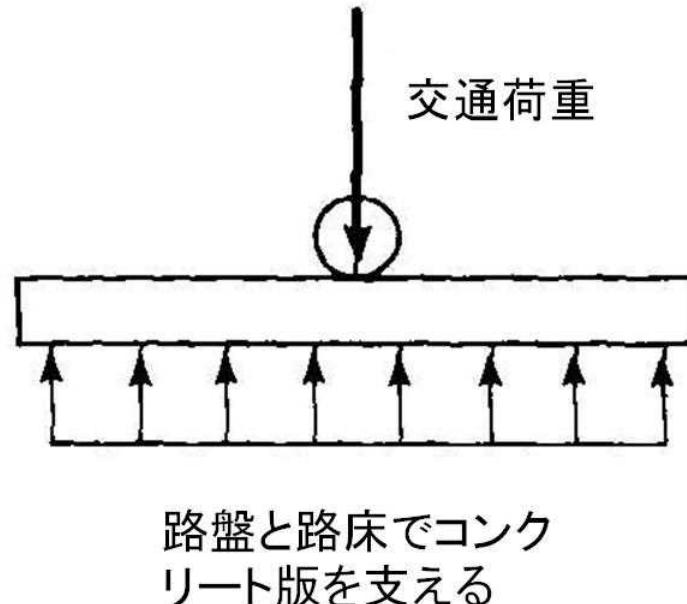


舗装の設計

# コンクリート舗装

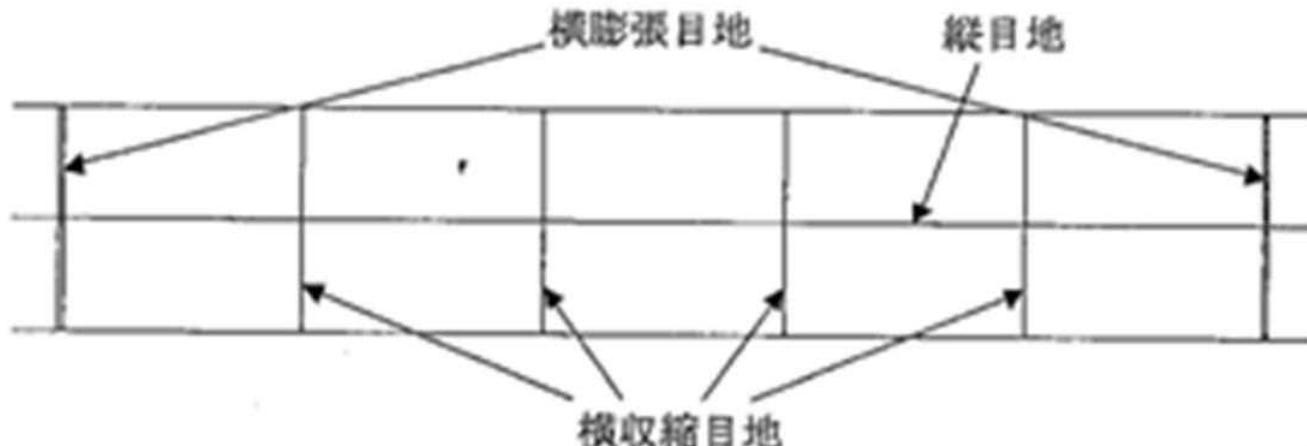
# コンクリート舗装の荷重支持機構

- ・コンクリート版を路盤が支持
- ・コンクリート版
  - 弹性体: 弹性係数・ポアソン比
- ・路盤
  - 支持力係数
  - 厚さ・材料
- ・路床
  - 支持力係数

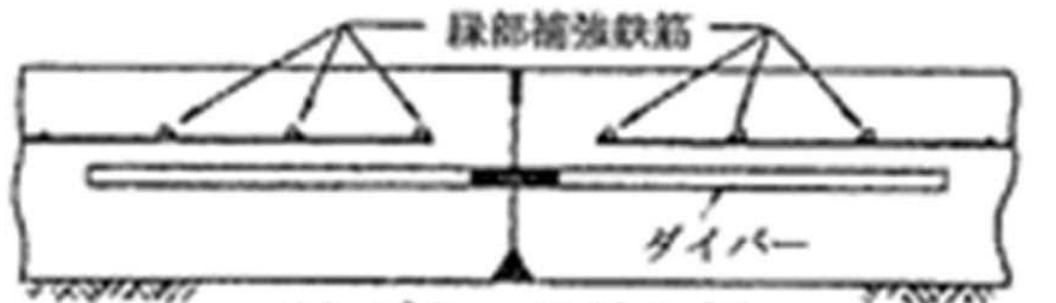


# コンクリート舗装(平面図)

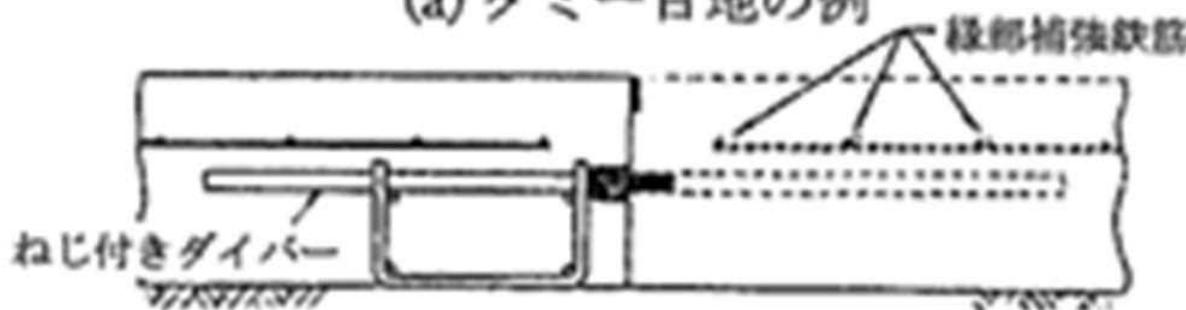
- ・ 縦横数mのコンクリート版が目地で連結
  - 温度変化によるひび割れを防止
- ・ 道路 縦方向:5-10m - 鉄網・鉄筋と版厚により  
横方向:レーン幅
- ・ 空港 縦横方向とも:5~8.5m - 版厚により



# 目地



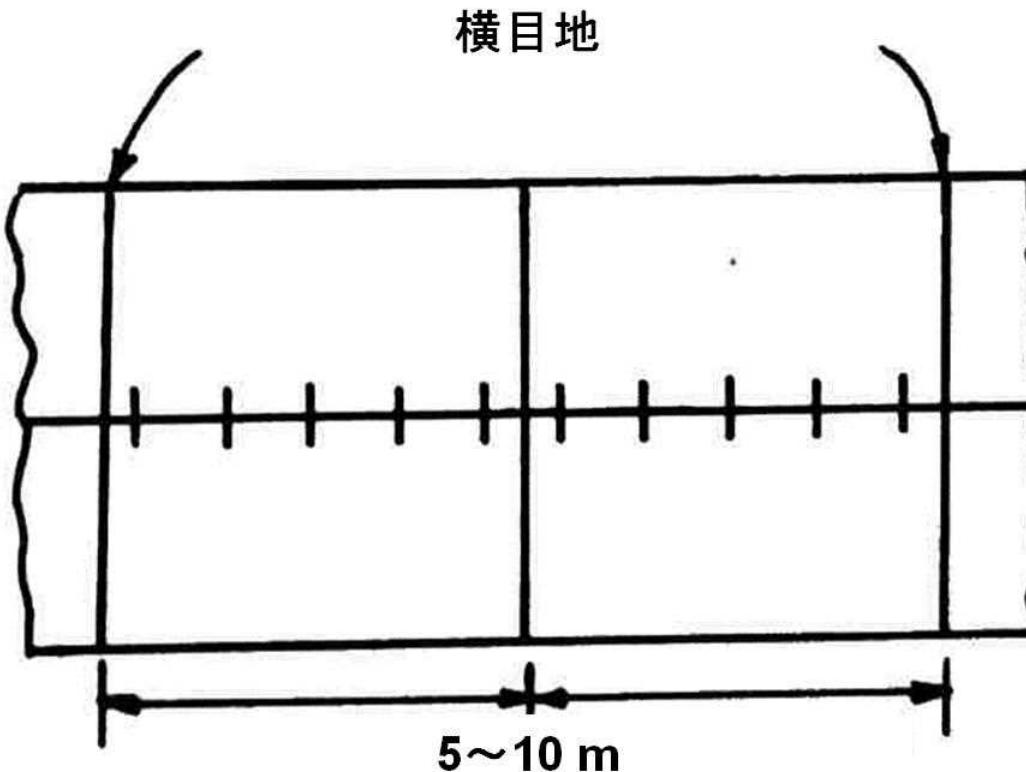
(a) ダミー目地の例



(b) 突合せ目地の例

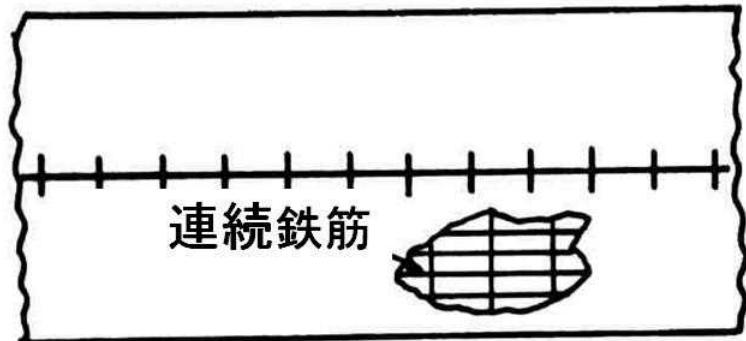
# コンクリート舗装の種類 (1)

- ・ 無筋コンクリート舗装
  - Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)



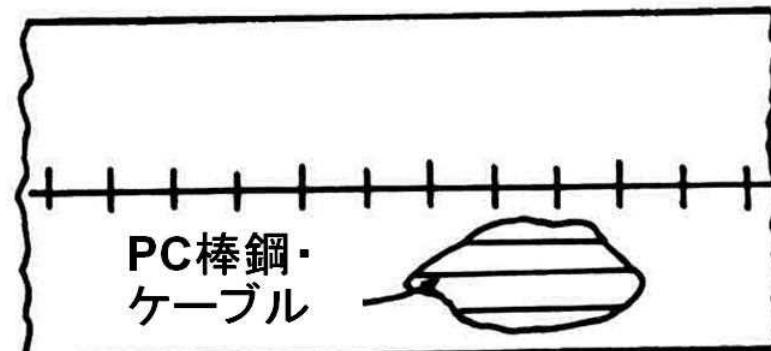
# コンクリート舗装の種類 (2)

- ・連続鉄筋コンクリート舗装
  - Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)
- ・プレストレスコンクリート舗装
  - Pre-stressed Concrete Pavements (PCP)



横目地なし

CRC



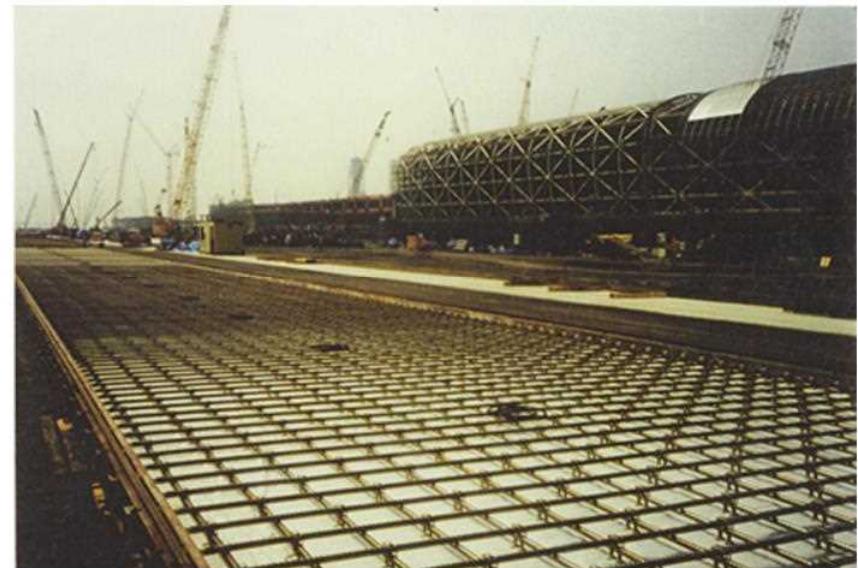
版長100~200m

PC

# CRC vs. PC



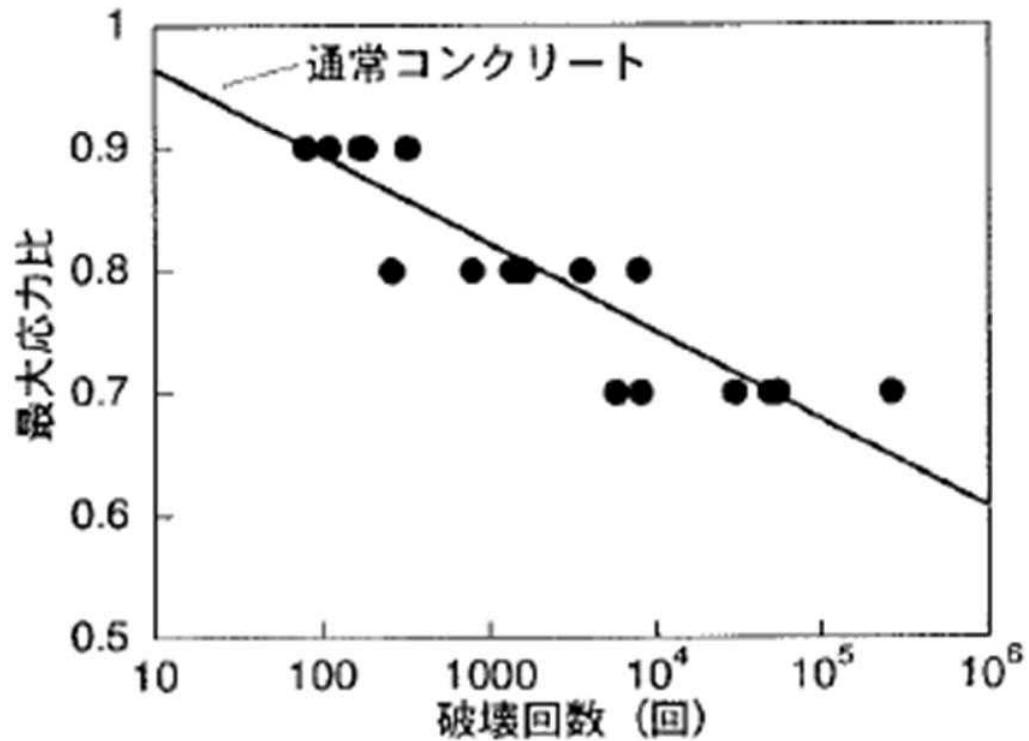
CRC



PC

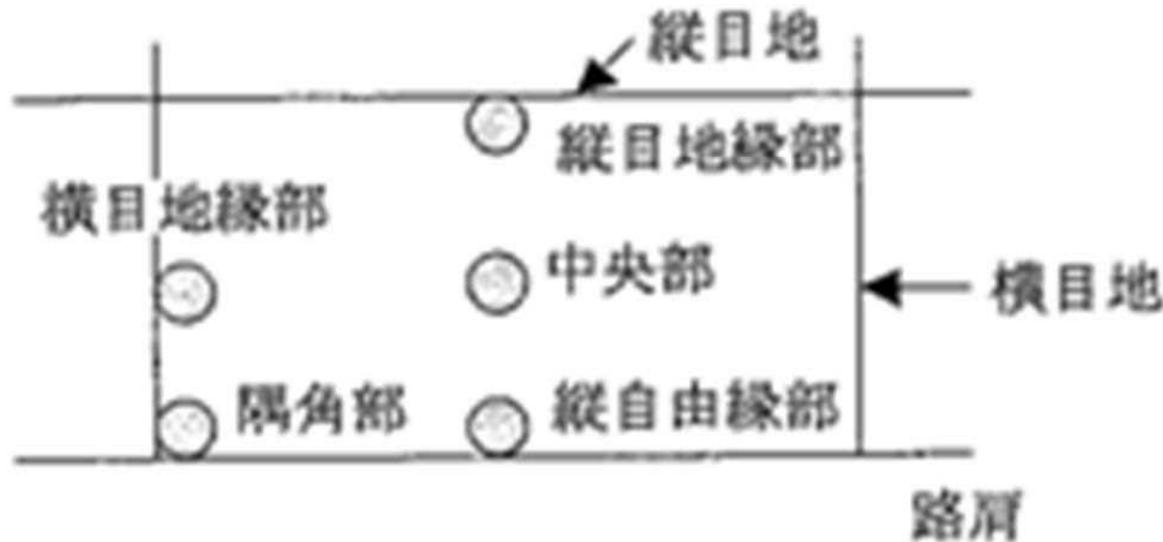
# 構造設計の原則

- 交通荷重と温度変化によりコンクリート版により生ずる応力が許容値以下になるように厚さを決定する
  - 許容値は、繰返し回数により異なる

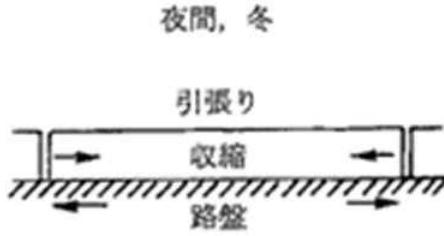
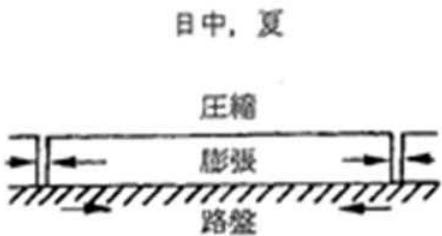


# 応力計算の位置

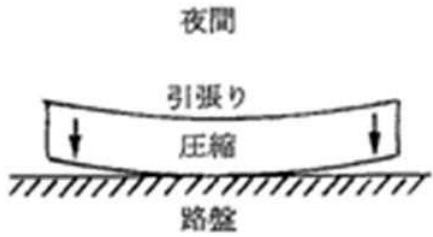
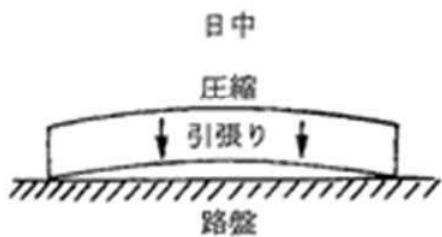
- 中央部 < 隅角部 < 目地部 < 縁部



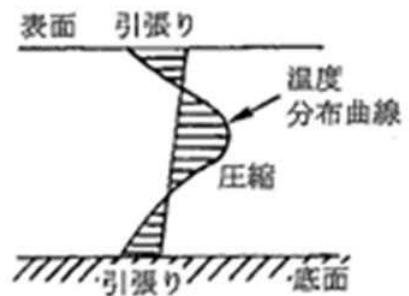
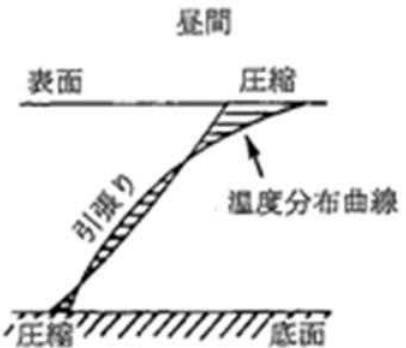
# 温度応力(厚さ方向)



(a) 端部拘束応力

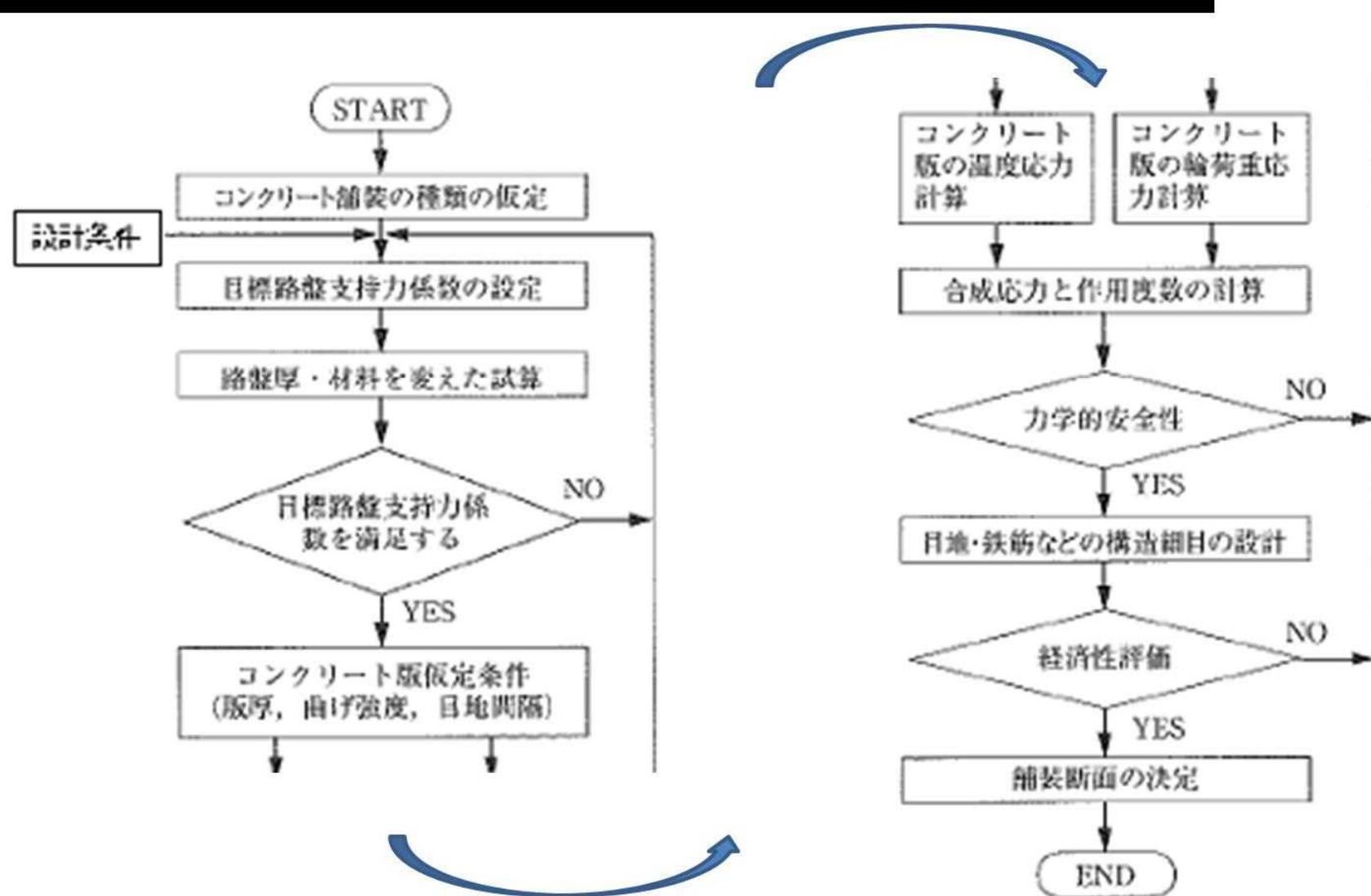


(b) そり拘束応力

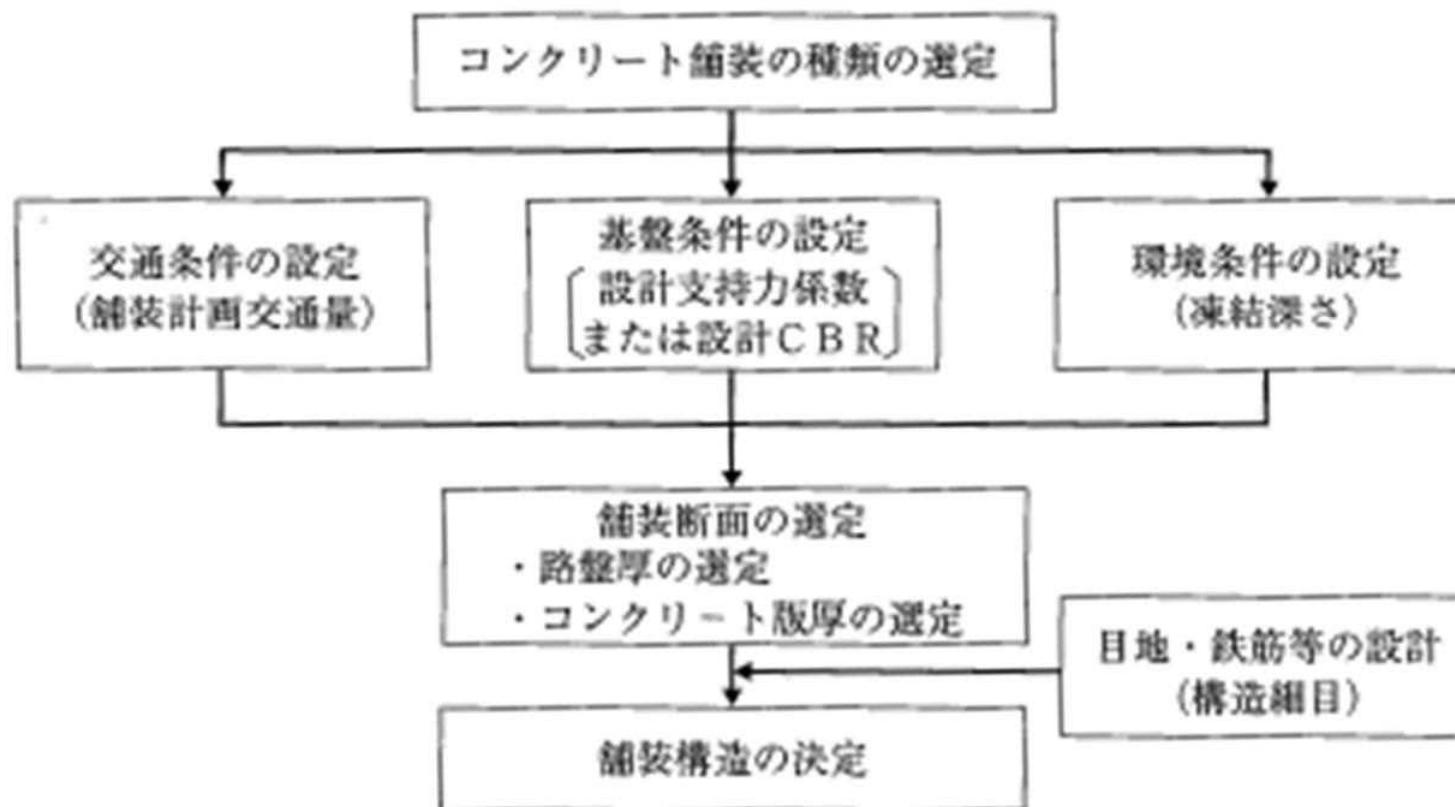


(c) 内部応力

# 理論的設計法のフロー



# 経験的設計法のフロー



# 舗装の工事

# 路床

---

- ・ ブルドーザにて不陸仕上げを実施。  
場合によってはグレーダを使用
- ・ 転圧にはタンデムローラ, 振動ローラを使用
- ・ 他所からの流用材を使用する場合
  - バックホウにより材料をダンプトラックにて現地まで運搬し, バックホウとブルドーザにより敷均し
  - 不陸仕上げの後, 転圧

# 路盤

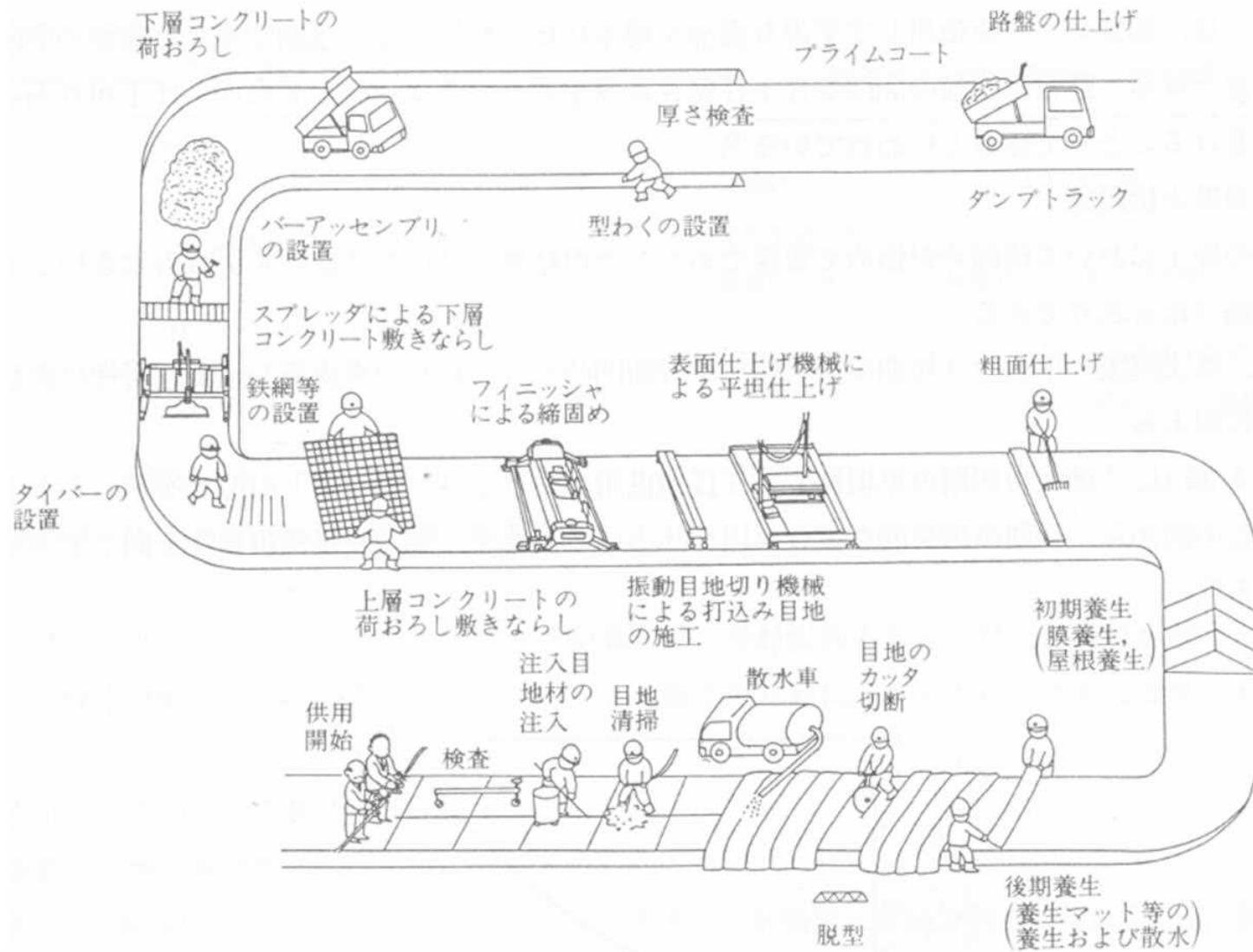
---

- ・ 路盤材はダンプトラックにより搬入し、ブルドーザにより敷均し
- ・ 転圧にはタンデムローラと振動ローラを使用
- ・ 施工の際は、材料分離を起こさないように、締固めによって不陸を生じないよう注意

# アスファルト混合物層(1)

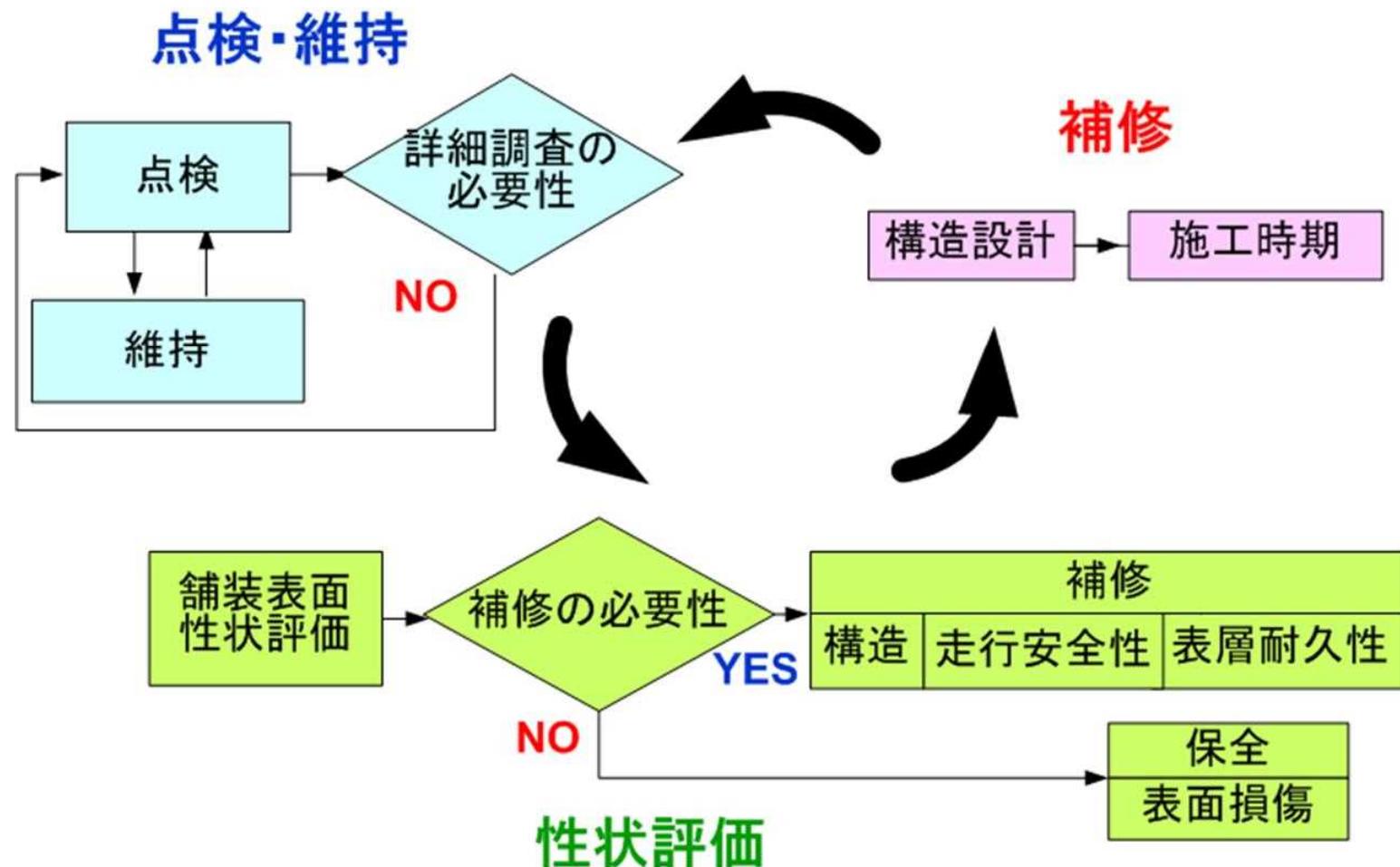
- 路盤完了後、アスファルト乳剤をスプレーヤ、ディストリビュータにて散布
- アスファルト混合物をダンプトラックにて運搬しアスファルトフィニッシャにて敷均し、整正
- 転圧はタンデムローラ、振動ローラを使用

# コンクリート版



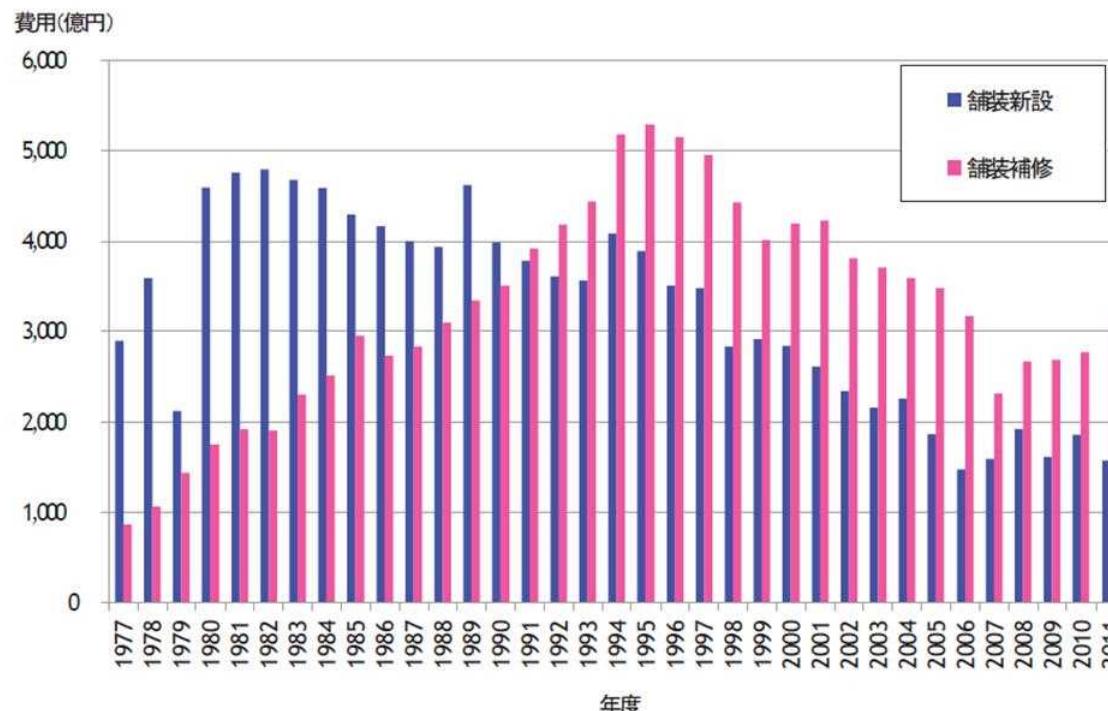
# 舗装マネジメントシステム

# 空港舗装マネジメントシステム



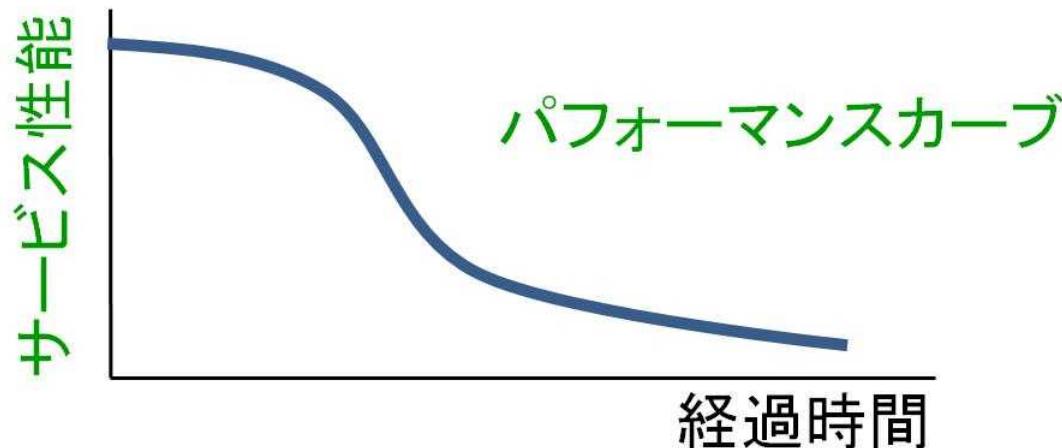
# 舗装の新設と修繕費用

- ・新設予算は'82が最大
- ・'90年代初めに修繕予算と逆転
- ・その後は新設・修繕費用ともに漸減



# 舗装の評価方法

- ・現時点での路面性状による舗装の性能
  - サービス性能 ➡ 舗装の機能評価
- ・サービス性能の継続性
  - パフォーマンス ➡ 舗装の構造評価





舗装マネジメントシステム

# 破損と破壊

# 舗装の破損(損傷)

- 破損(distress)
  - 損傷とほぼ同義
  - 破壊とは別概念
    - ←ダメージの累積
- 破壊(failure)
  - 一般的な構造物では構造的破壊
  - 舗装では機能的破壊
  - 一般に機能的な破壊の程度を指標化する

# 舗装の破損と破壊

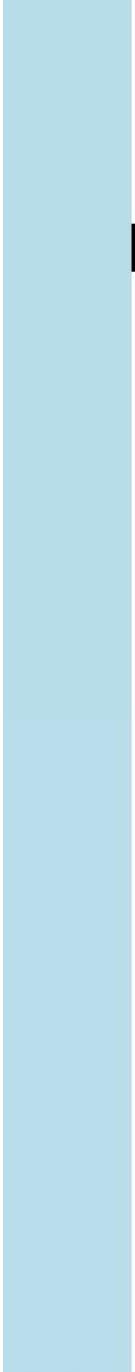
- ・未舗装道路でも車両等は通行できる
- ・一般的の土木構造物のように、荷重と強度の比較で破壊を論ずることはできない
- ・舗装は破壊することを前提に建設される
- ・現時点での路面性状とその路面性状の経時変化を評価することが必要
  - －構造的な評価 ←→ 構造的な破壊
  - －機能的な評価 ←→ 機能的な破壊

# アスファルト舗装の破損

- 亀甲状ひび割れ
- ブリージング
- 面状ひび割れ
- コルゲーション
- 局部沈下
- ジェットブラストエロージョン
- リフレクションクラック
- 線状ひび割れ
- オイル漏れ
- パッチング
- 骨材のポリッシング
- ラベリング／老化
- わだち掘れ
- コンクリート舗装との接合部の破損
- せん断ひび割れ
- 膨れ上がり

# コンクリート舗装の破損

- ・ ブローアップ
- ・ 隅角部の破壊
- ・ 線状ひび割れ
- ・ "D"クラック
- ・ 目地材損傷
- ・ パッチング
- ・ ポップアウト
- ・ ポンピング
- ・ スケーリング
- ・ 目地・ひび割れ部の段差
- ・ ひび割れによるコンクリート版の分割
- ・ 収縮ひび割れ
- ・ 目地部破損
- ・ 隅角部破損



舗装マネジメントシステム

# 点検と評価

# 調査項目(アスファルト舗装)

調査項目	簡易調査	路面の定量調査	破損原因の調査〔注〕	
			調査水準1	調査水準2
ひび割れ (疲労抵抗, 老化など)	・目視観察	・ひび割れ率 ・ひび割れ幅 ・ひび割れ深さ	・コア採取 ・抽出および性状試験	・非破壊調査 ・開削調査
わだち掘れ (塑性変形, 摩耗など)	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・わだち掘れ量	・コア採取 ・抽出および性状試験	・切取り供試体の 物性試験 ・開削調査
平たん性	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・平たん性	・コア採取 ・抽出および性状試験	
	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・段差量		・開削調査
透水	・目視観察	・浸透水量	・コア採取 ・空隙率測定 ・透水係数測定	
すべり抵抗	・目視観察	・すべり抵抗値	・コア採取 ・抽出および性状試験	
騒音	・聴感	・騒音値(タイヤ ／路面騒音, 沿 道環境騒音)	・コア採取 ・空隙率測定	
ポットホール	・目視観察	・長径, 短径, 個 数	・コア採取 ・抽出および性状試験	

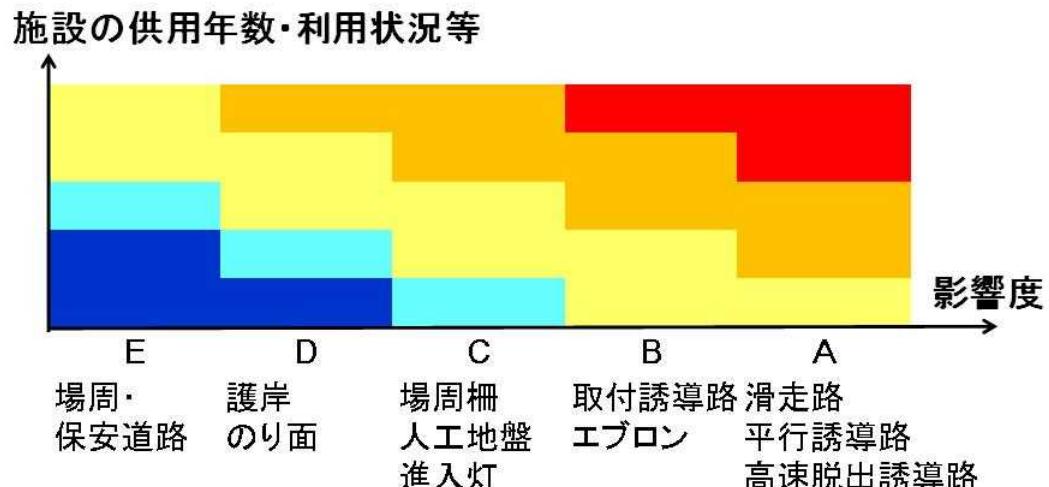
# 調査項目(コンクリート舗装)

調査項目	簡易調査	路面の定量調査	破損原因の調査【注】	
			調査水準1	調査水準2
ひび割れ (疲労抵抗)	・目視観察	・ひび割れ度 ・ひび割れ位置 ・ひび割れ幅	・コア採取(ひ び割れ深さ)	・非破壊調査 ・開削調査
平 たん	摩耗わだち	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・わだち掘れ量	・コア採取
	平たん性	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・平たん性	・開削調査
	段差	・目視観察 ・試走(走行感覚)	・段差量	・開削調査
透水	・目視観察	・浸透水量	・コア採取 ・空隙率測定 ・透水係数測定	
すべり抵抗	・目視観察	・すべり抵抗値		
騒音	・聴感	・騒音値(タイヤ/ 路面騒音, 沿道環 境騒音)	・コア採取 ・空隙率測定	
目地部の破損	・目視観察	・目地部の破損状態		・開削調査

# 空港舗装の点検・頻度

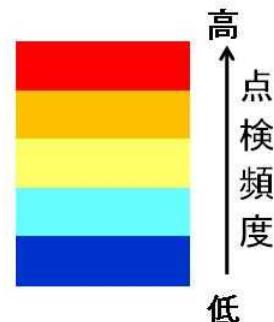
- 点検の種類
  - 巡回点検
    - 12回／年
    - 目視
  - 緊急点検
    - 地震発生時等
    - 目視
  - 詳細点検
    - 必要時
    - 表面性状、構造
  - 定期点検
    - 1回／3年
    - 表面性状

## • 点検の頻度



注)

- A: 航空機事故・重大インシデントにつながる
- B: 航空機の運航に制限がかかる(影響大)
- C: 航空機の運航に制限がかかる(影響中)
- D: 航空機の運航に制限がかかる(影響小)
- E: 航空機の運航に制限はかからないが、空港運用に影響が出る



# PRIによる評価 (AS)

- $PRI = 10 - 0.450CR - 0.0511RD - 0.655SV$ 
  - CR:ひび割れ率(%, =ひび割れ面積 / 区画面積)
  - RD:わだち掘れ(mm, 最大値)
  - SV:平坦性(mm, 3mプロフィロメータ標準偏差)

舗装区域	評価		
	A	B	C
滑走路	8.0以上	3.8以上8.0未満	3.8未満
誘導路	6.9以上	3.0以上6.9未満	3.0未満
エプロン	5.9以上	0以上5.9未満	0未満

– A:必要なし, B:近い将来必要, C:早急に必要

**PRI: Pavement Rehabilitation Index**

# PRIによる評価 (CO)

- $PRI = 10 - 0.290CR - 0.296JC - 0.535SV$ 
  - CR:ひび割れ度( $\text{cm}/\text{m}^2$ , =ひび割れ長／区画面積)
  - JC:目地部破損率(%, =破損長／目地長)
  - SV:段差(mm, 最大値)

施設	評価		
	A	B	C
滑走路	7.0 以上	3.7 以上 7.0 未満	3.7 未満
誘導路	6.4 以上	2.3 以上 6.4 未満	2.3 未満
エプロン	5.7 以上	0.0 以上 5.7 未満	0.0 未満

– A:必要なし, B:近い将来必要, C:早急に必要

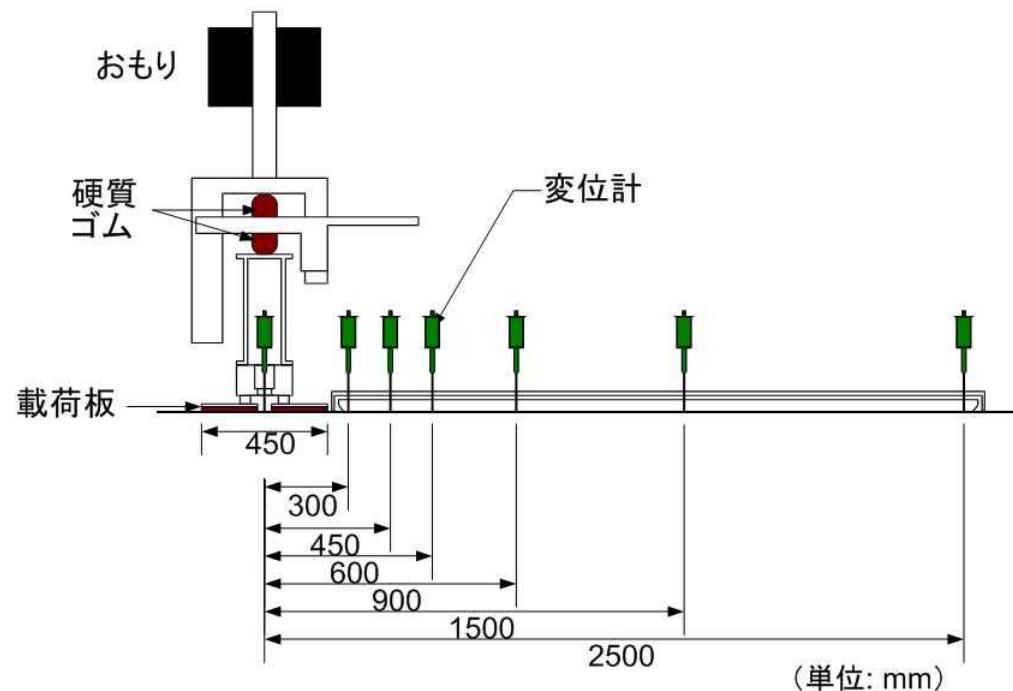
# PCI (Pavement Condition Index)評価

- 点数
  - 0 (最小) ~ 100 (最大)
- 調査
  - 区画: 版20枚
  - 破損: AS: 16種類, CO: 15種類)
  - 破損のひどさと範囲
- 判定
  - 7ランク
  - 維持・補修方法と関連づけ

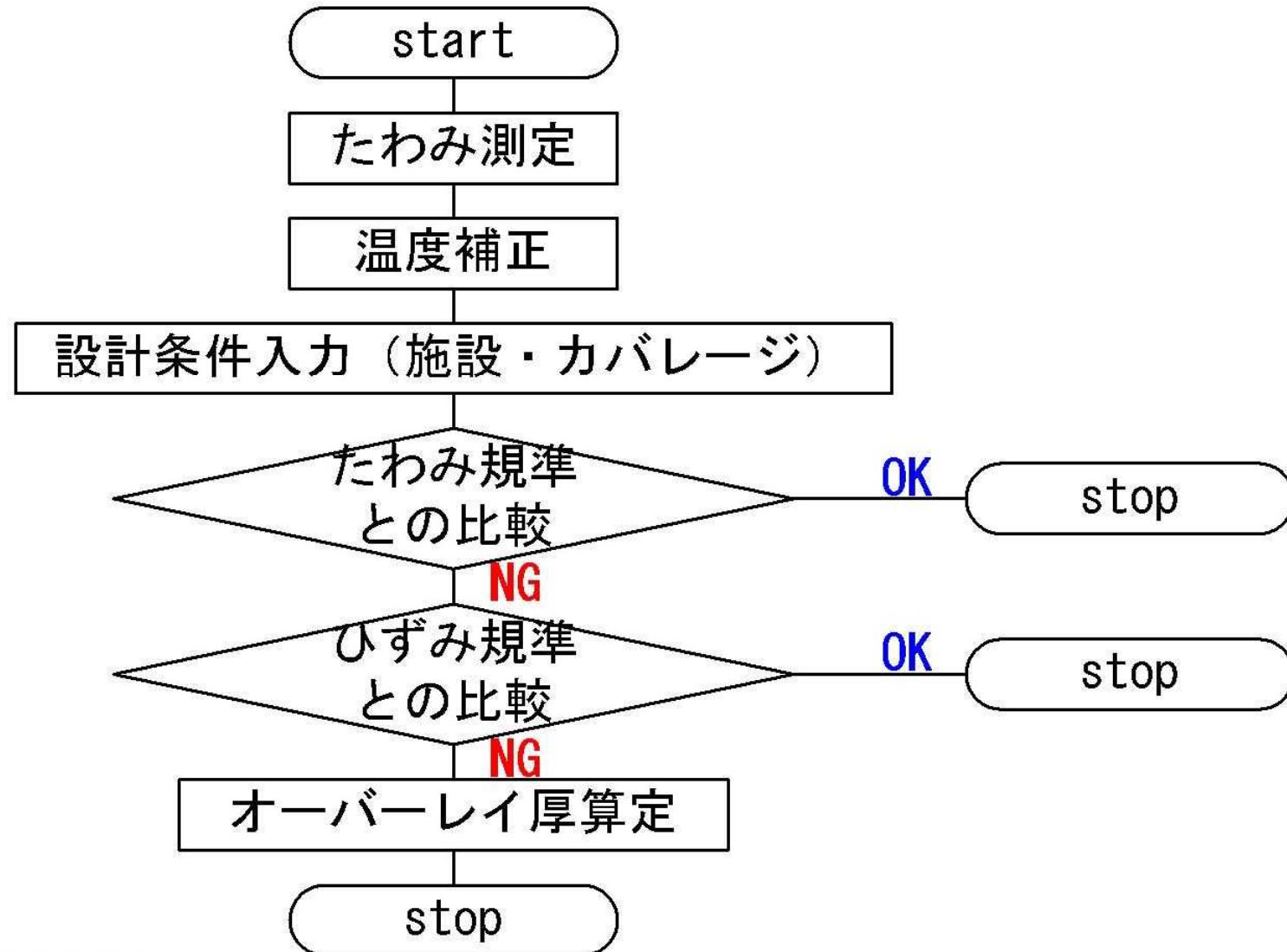


# 舗装構造の評価

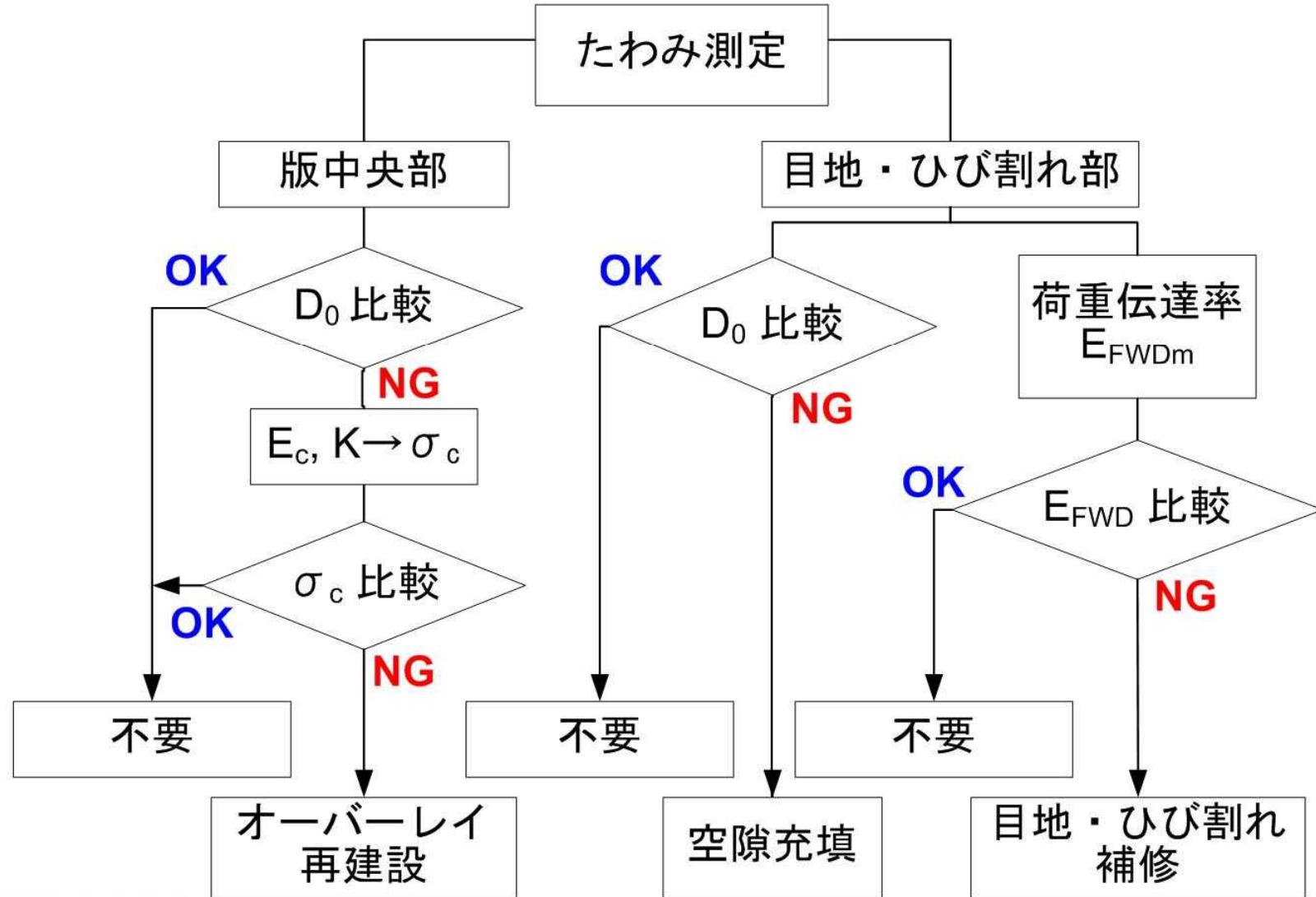
- FWD
  - Falling Weight Deflectometer
  - 荷重: 50~200kN
  - たわみ: 7点程度



# 評価のフロー (AS)



# 評価のフロー (CO)

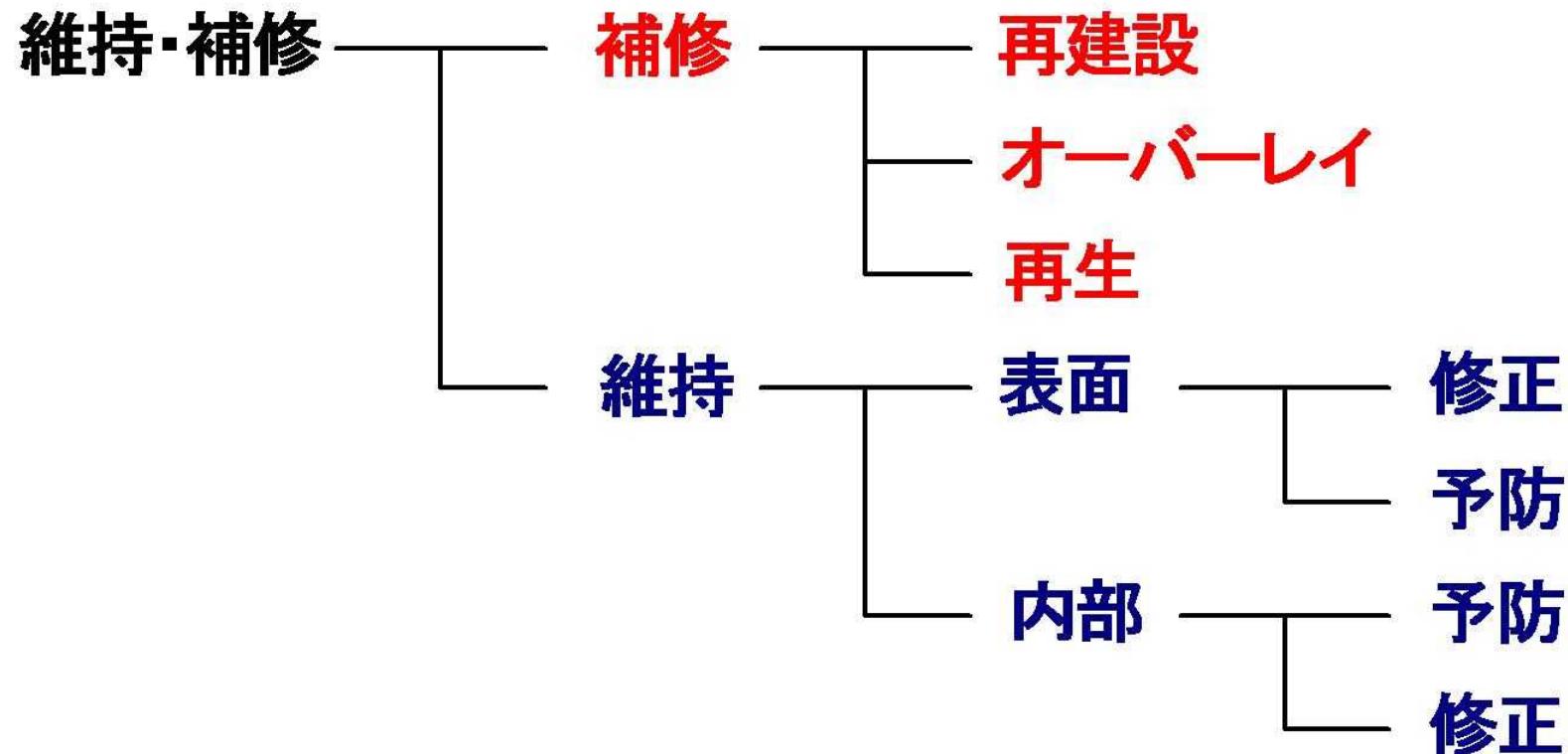




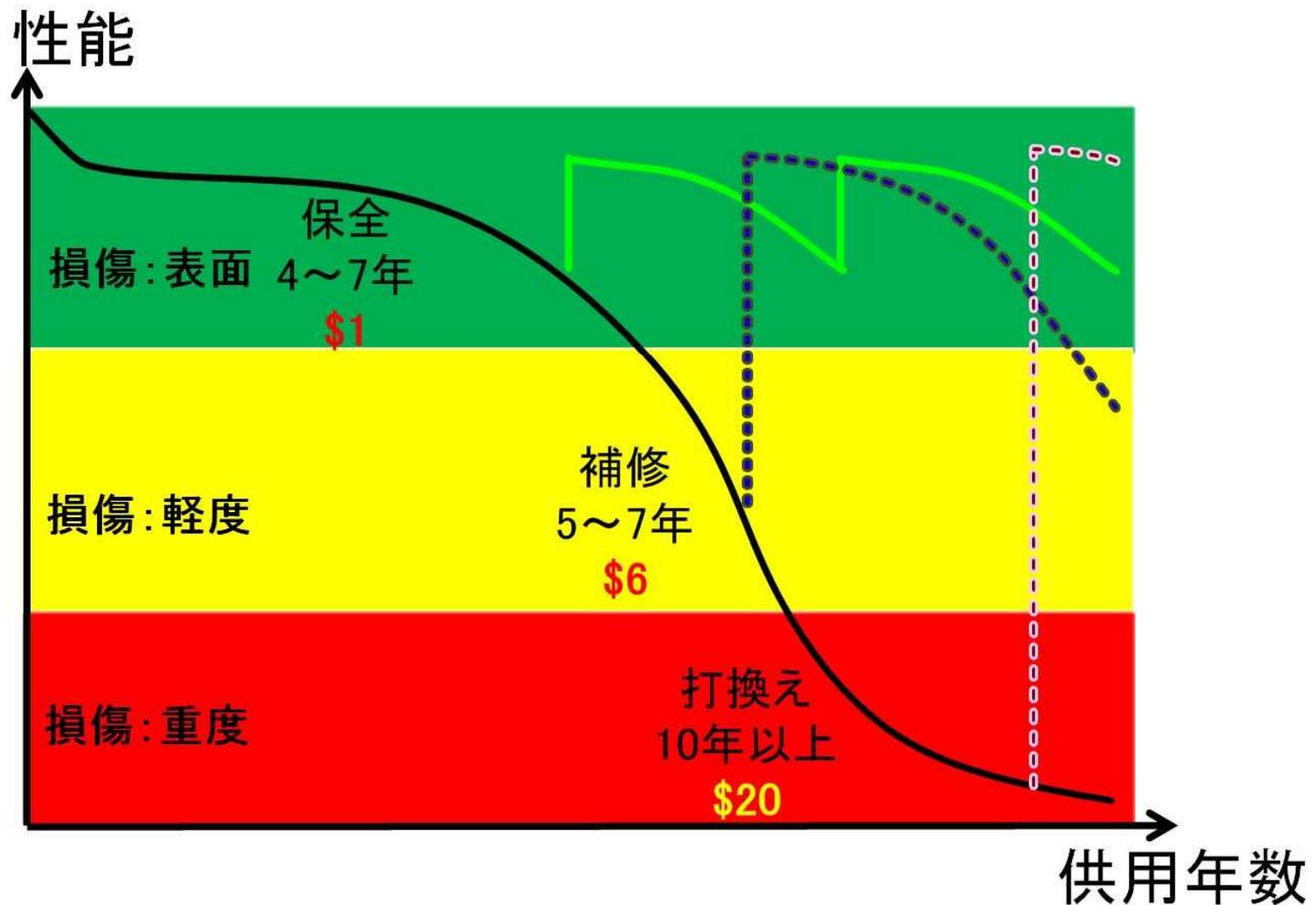
舗装マネジメントシステム

# 維持補修工事

# 維持・補修工法の種類



# 性能～補修費用



# 維持補修工事と性能回復

舗装工事の種類	支持力強化	構造強化	老化軽減	サービス性能回復
再建設 (Reconstruction)	X	X	X	X
重補修 (Major (Heavy) Rehabilitation)		X	X	X
構造強化オーバーレイ (Structural Overlay)		X	X	X
軽補修 (Minor (Light) Rehabilitation)			X	X
予防保全 (Preventive Maintenance)			X	X
日常維持工事 (Routine Maintenance)				X
事後対応 (Corrective (Reactive) Maintenance)				X
大規模維持工事 (Catastrophic Maintenance)				X

# 維持補修工事の説明

工事の種類	説明	具体的な方法
重補修	寿命の延伸と支持力の改善を図るという構造の強化戦略	
構造強化 オーバーレイ	寿命の延伸と支持力の改善を図るために実施するオーバーレイ	
軽補修	老化に起因する表面ひび割れを除去するための構造強化を伴わない補修戦略	
予防保全	状態の良好な舗装の表面（または表面近く）に費用対効果に優れた処理を施すことによる寿命の延伸戦略	ひび割れ・目地シーリング、チップシール、薄層アスファルトオーバーレイ、切削、縁部・隅角部打換え
日常維持工事	舗装の状態を維持・保全するために計画的に行う日常的業務	パッチング、局部的オーバーレイ、ひび割れ充填
事後対応	予期できない破損が生じた場合に（事後的に）補修を行う戦略	ポットホール補修、パッチング、目地補修
大規模維持工事	永久的保全工事を実施するまでに舗装施設を回復するために行う工事	コンクリート版のブローアップ、道路決壊

# 破損と補修工法(AS)

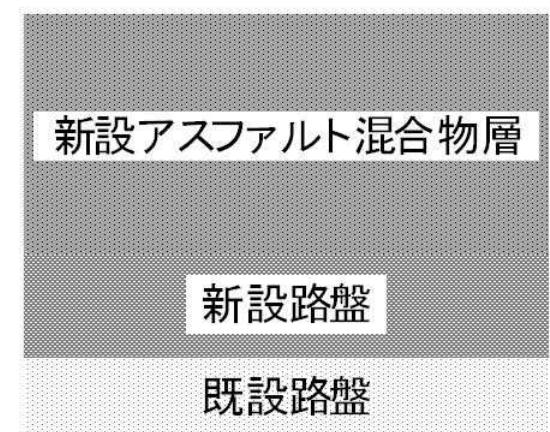
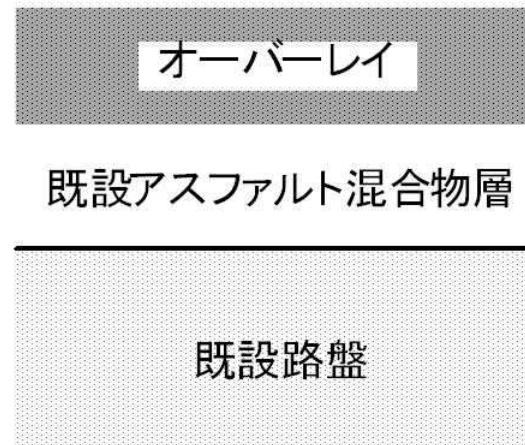
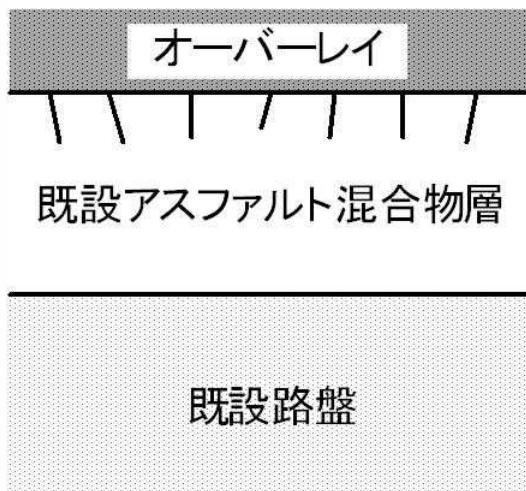
破損の種類	修繕工法の例
ひび割れの増大	打換え工法, 表層・基層打換え工法, 切削オーバーレイ工法, オーバーレイ工法, 路上路盤再生工法
わだち掘れ量の増大	表層・基層打換え工法, 切削オーバーレイ工法, オーバーレイ工法, 路上表層再生工法
平たん性の低下	表層打換え工法, 切削オーバーレイ工法, オーバーレイ工法, 路上表層再生工法
すべり抵抗値の低下	表層打換え工法, 切削オーバーレイ工法, オーバーレイ工法, 路上表層再生工法

# 補修 (AS(1))

- 構造に問題なく表面性状のみを修正する場合
  - オーバーレイ, 切削オーバーレイ
  - 構造に問題のない場合
    - 縦断方向凹凸やくぼみ等で舗装の平坦性が低下
    - 表層・基層のわだち掘れが顕著
    - 舗装のすべり抵抗性が十分でない
    - 表層アスファルト混合物に老化ひび割れが発生
    - 施工目地が開いている

# 補修 (AS(2))

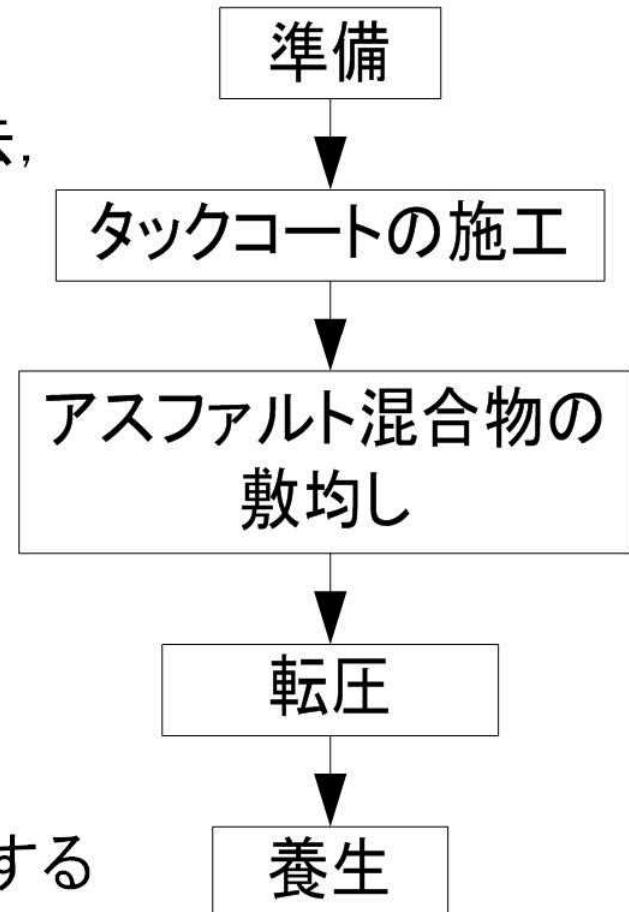
- 舗装に構造上の問題がある場合
  - オーバーレイ, 切削オーバーレイ, 打換え



# オーバーレイ(AS)

## ・施工方法

- 工事前の準備: マーキングの消去, 舗装表面に付着したタイヤゴムの除去, 既設舗装の破損の修正
- タックコートの施工: 舗装表面を清掃, 所定量を均一に散布. 敷布量は $0.3\text{L}/\text{m}^2$ が標準
- アスファルト混合物の敷均し: アスファルトフィニッシャを使用
- アスファルト混合物の転圧: 一次転圧, 二次転圧, 仕上げ転圧の順
- 養生: 施工後表面温度が $50^\circ\text{C}$ に低下するまで養生



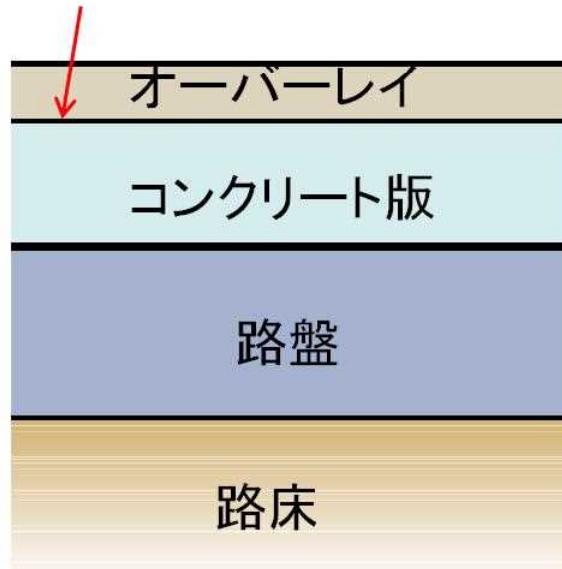
# 破損と補修工法(CO)

種類	破損状況	補修工法の例
維持（局部的で軽度な修理）	目地材のはく脱飛散、目地部やひび割れ部の角欠け、穴あきなど	パッチング工法、シーリング工法、注入工法、表面処理工法
修繕（路面および構造的な修理）	ひび割れ、目地部の破損	打換え工法、オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法、局部打換え工法
	わだち掘れ	オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法、局部打換え工法
	平たん性の低下	オーバーレイ工法
	段差	オーバーレイ工法
	すべり抵抗値の低下	オーバーレイ工法、切削オーバーレイ工法

# 付着オーバーレイ(CO)

- 付着が重要
  - 経済性の点から

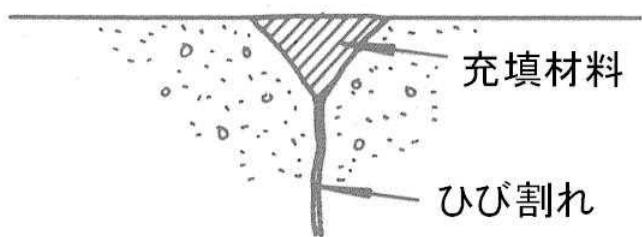
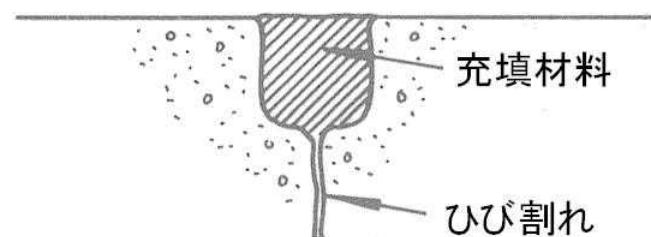
確実な付着



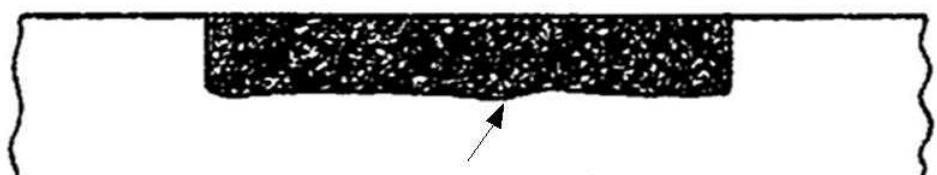
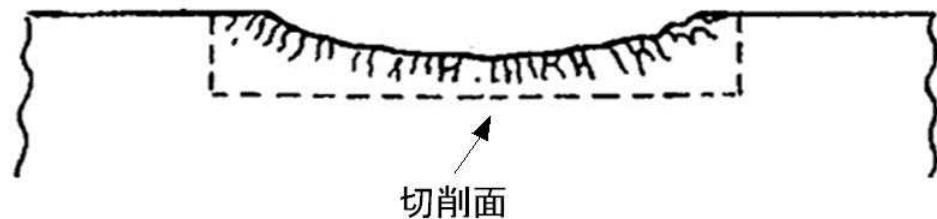
- マクロテクスチャ
  - ウォータージェット
- ミクロテクスチャ
  - ショットブラスト

# 維持 (AS)

方法	対象となる破損	方法の概要
ひび割れ充填	線状ひび割れ、 リフレクションクラック	アスファルト系材料を充填
パッチング	ポットホール、段差、 局部的なひび割れ	補修材料を充填



ひび割れ充填



パッチング

# 維持 (CO)

方法	対象となる破損	方法の概要
ひび割れ充填	コンクリート版のひび割れ 段差, 変形, 摩耗, 目地部やひびわれ部の角欠け, 穴あき, 座屈	シール材を注入する  補修材料を充填する
角欠け修正	コンクリート版の隅角部・目地 付近で開き幅の大きいひび割れ	破損部分のコンクリート を取り除いて, 補修材に より打ち換える
目地修正	目地材のはみ出しや脱落があつ たり, 老化などにより破損した りした目地	破損した目地に注入目地 材を再充填する

# ひび割れ充填

- 舗装のひび割れにシール材を充填して補修
  - ひび割れから舗装内部への雨水浸透を防いで、性能低下を防止
  - 材料は二種類
    - 常温型(樹脂系材料等)
    - 加熱型(アスファルト等)