

## 第7講 : 舗装の評価とその方法

大成ロテック(株) 野村健一郎  
鹿島道路(株) 金井 利浩  
ニチレキ(株) 野村 敏明  
前田道路(株) 吉村 啓之  
大林道路(株) 光谷 修平

登壇順

1

## 内 容

- 総論
- 演習・・・実戦に即した例題での解説
  - 1) 舗装の性能指標の確認  
塑性変形輪数
  - 2) 供用中の舗装の評価  
路面性状  
舗装構造
  - 3) 機能を付与した舗装の評価  
騒音低騒能力
- 質疑応答

2

## 「評価」の使われ方

- 日大ペーパネット文献検索「表題」 -

- URL : <http://nichidaipave.net>
- 「評価」で559件ヒット
- 表題での使用例
  - ・材料の評価 ・路面の評価 ・ひび割れの評価
  - ・支持力の評価 ・明るさの評価
  - ・供用性の評価 ・乗り心地の評価 ・景観の評価
  - ・主観的评价 ・客観的评价
  - 総合評価落札方式 ・道路環境評価
  - ・公共事業の評価 ・事前評価 ・事後評価 等

3

## 「評価」とは

- 広辞苑  
優劣や可否などを判断して定めること
- 舗装工学(土木学会)  
路面評価 : 表面に現れる破損が、利用者にとの  
程度影響を与えるか判断  
構造評価 : 疲労の程度、破損の進行状況を判断
- 評価は調査試験で終わりではない!  
調査試験結果を利用  
何らかの基準に基づき判断  
適切な調査試験項目・基準の設定が必要

4

## 舗装設計施工指針での「舗装の評価」 - 2-4-2 舗装の評価方法と破損原因 -

- 路面性能の評価  
単項目 : ひび割れ率, わだち掘れ量, 平坦性等  
複数項目 : MCI等の評価式
- 舗装構造の評価  
残存等値換算厚 : 加熱As混合物の等値換算厚  
で評価・・・路面の破損状況, たわみから求める  
表面たわみ : FW D等・・・実績との比較, 弾性係  
数の算定  
疲労度 : 疲労ダメージの累積量を指標 (C<sub>舗装</sub>)

5

## 評価結果の利用

- 路面と舗装構造の性能の確認
- 将来における性能の推移予測
- 工事箇所を選定
- 優先順位付け
- 工法の選択
- 実施時期などの維持・修繕計画の立案

6

## 性能 (指標の値) の確認

- 施工直後に実施 -

### ■ 必須の性能指標

・疲労破壊輪数 ・塑性変形輪数  
・平坦性

### ■ その他の性能指標

・浸透水量 ・すべり抵抗 ・騒音値  
・すり減り量 ・骨材飛散抵抗性

### ■ 性能指標 (その値)

地質、気象、交通状況  
沿道の土地利用状況等  
を勘案して道路管理者が任意に設定

7

## 舗装の評価

### ■ 供用中の舗装の評価

目的 : 維持修繕計画の策定等

供用条件、沿道環境等を踏まえ

調査・試験項目、評価基準を設定

### ■ 機能を付与した舗装の評価

目的 : 性能 (指標の値) の確認

性能を適切に評価できる

性能指標の値、調査・試験項目を設定

8

## 演習 舗装の性能の確認

- 塑性変形輪数 -

### ■ 例題 施工直後に舗装の性能を評価

- 1) 技術基準別表 1 に基づき設計
- 2) 積雪寒冷地

### ■ 内容

- 1) 確認すべき性能指標 = 塑性変形輪数
- 2) 塑性変形輪数の定義、技術基準に示される評価方法
- 3) W 試験による塑性変形輪数の評価法

一案

9

## 演習 供用中の舗装の評価

- 路面性状 (平坦性・わだち掘れ) -

### ■ 例題 管内の舗装補修計画

供用4~7年、対象10km

### ■ 内容

- 1) 路面性能の評価・・・単項目、評価式
- 2) 路面性能の低下と舗装の維持修繕
- 3) 舗装の定量調査方法
- 4) 路面性状測定車による調査・ひび割れ区間
- 5) 維持修繕要否判定基準・・・道路維持修繕要綱等
- 6) 補修要否の検討

10

## 演習 供用中の舗装の評価

- 舗装構造 (表面たわみ : FWD) -

### ■ 例題 : の「ひび割れ発生区間」補修要否・工法

### ■ 内容

- 1) 構造評価方法の概要・・・FWD採用
- 2) FWDの概要・・・わかること、利用方法
- 3) FWDによる構造評価  
たわみ特性、補正式、残存TA、  
A層の弾性係数、路床のCBRの推定  
D<sub>0</sub>による支持力の評価  
補修工法の検討

11

## 演習 機能を付与した舗装の評価

- 騒音低減性能 -

### ■ 例題 騒音低減性能の評価方法を検討

### ■ 内容

- 1) 舗装本来の機能と付与される機能
- 2) 低騒音舗装の概要
- 3) 騒音・・・沿道騒音の現状、単位、計測方法
- 4) タイヤ/路面騒音での評価・・・支配因子、利点
- 5) RAC車・・・特殊タイヤの特徴、測定・評価方法
- 6) RAC測定値による性能評価例

12

# 車道舗装における性能指標の例

舗装設計施工指針より

路面の機能	路面への具体的ニーズ	路面の要件	舗装の性能	性能指標
安全な交通	所定距離で制動停止	すべらない	すべり抵抗	すべり抵抗値
	操縦性良好	わだち握れが小さい	耐塑性変形	塑性変形輪数
	ハイドロブレンクがない		耐摩耗	すり減り量
	水はねがない		耐骨材飛散	ねじれ抵抗性
路面の視認性良好	明るい	明色	輝度	
円滑な交通	疲労破壊していない	ひび割れがない	耐久	疲労破壊輪数
快適な交通	乗り心地がよい	平たんである	平たん	平たん性
	荷痛みしない			
	水はねがない			
環境の保全と改善	沿道等への水はねがない	排水・透水する	透水	浸透水量
	地下水を涵養	透水する		
	騒音が小さい	騒音が小さい	騒音低減	騒音値
	振動が小さい	振動が小さい	振動低減	振動レベル
	路面温度の上昇緩和	温度が低い	保水	蒸発水量

## おわりに

- 舗装の評価：一般に舗装の維持修繕のため
  - ・路面と構造の性能を把握し推移を予測
  - ・工事箇所選定、優先順位、工法の選択等
- この場合の切り口
  - ・舗装の破損、路面や構造の評価
- 今回は違った切り口を試みた
  - ・舗装の性能指標の確認
  - ・供用中の舗装の評価
  - ・機能を付与した舗装の評価
  - 評価：調査試験結果と基準で判断

## 演習 舗装の性能指標の確認 - 塑性変形輪数 -

### 演習課題

技術基準の別表1に基づき設計した、積雪寒冷地に位置する舗装計画交通量3,000(台/日)未満の自動車専用道路の「アスファルト舗装工事」において、舗装の性能を評価することになった。

## 0.確認すべき舗装の性能

- ・別表1に基づくため、**疲労破壊輪数**は基準に適合するとみなすことができる。
- ・積雪寒冷地の舗装であり、雨水が浸透しない構造を採用しているため、**浸透水量**の評価は不要である。



確認すべき舗装の性能指標  
**塑性変形輪数、平たん性**

## .塑性変形輪数とは(1/2)

用語の定義：技術基準「同解説」第1章 総則

### 【塑性変形輪数】

舗装道において、舗装の表層の温度を60度とし、舗装路面に49キロニュートン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1ミリメートル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られるものをいう。

ただし、路面の下方への変形とは・・・  
塑性変形に限定したわだち掘れで、摩耗等含まず

## .塑性変形輪数とは(2/2)

目的と基準値：技術基準「同解説」第2章 設計

- 1)目的 :わだち掘れを起し易い表層材料の排除
- 2)基準値 :本事例では、1,500(回/mm)以上

区分	舗装計画交通量 (1日につき台)	塑性変形輪数 (1mmにつき回)
第1種、第2種、第3種第1級及び第2級並びに第4種第1級	3,000以上	3,000
	3,000未満	1,500
その他		500

## .塑性変形輪数の評価方法(技術基準「」)

- (1)現地における促進荷重装置による方法
- (2)供試体による、試験温度60度の繰り返し荷重試験による方法
- (3)ホイールトラッキング試験による方法
- (4)過去の実績による方法
- (5)表層のセメント・コンクリートは基準に適合

## .評価方法の選択(1/3)

- (1) 現地における促進荷重試験装置(例)



写真-1 現地用(南ア・HVS) 舗装」表紙

出典 写真-1,2

日本では導入実績なし

## 評価方法の選択 (2 / 3)

### (2) 実物大の供試体による促進载荷試験装置 (例)



写真-2 実物大・屋外  
(土研・走行実験場)

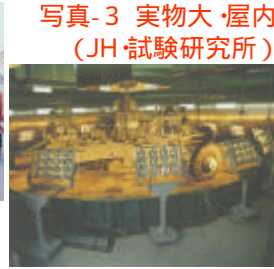


写真-3 実物大・屋内  
(JH 試験研究所)

汎用性、温度設定等 現実的でない!

## 評価方法の選択 (3 / 3)

### (3) ホールトラッキング試験 (W T試験) の活用

#### [W T試験の利点]

- 耐流動性の評価方法として定評がある
- 試験方法および試験機が普及している
- 試験方法が簡便、試験時間も比較的短い



W T試験が現実的である!

## 「現場」の性能を確認するために (1 / 6)

### 基本的な考え方とW T試験条件の見直し

#### 1. 「技術基準」の基本的な考え方

- 49 kNの輪荷重を繰り返し加えた際の表層の変形
- 現場の舗装と厚さ及び材質が同一な供試体

#### 2. W T試験条件の見直し

- 49 kN 荷重条件
- 材質が同一 供試体の種類、締固め条件
- 厚さが同一 供試体の厚さ条件

## 「現場」の性能を確認するために (2 / 6)

### (1) W T試験における荷重条件 (49 kN輪の接地圧)

#### タイヤの種類

- トラック、バス用タイヤでは、ラジアルタイヤが8割

#### ラジアルタイヤの輪荷重と空気圧

- 複輪片側の輪荷重 = 24.5 kN、空気圧 = 0.7 MPa

#### 49 kN荷重が作用するタイヤの接地圧

- 池田らの式に、輪荷重と空気圧を入力
- 接地圧 0.59 MPa (6.0 kgf/cm<sup>2</sup>) を得る

## 「現場」の性能を確認するために (3 / 6)

### (2) W T試験における供試体の種類、締固め条件

#### 1) 供試体の種類

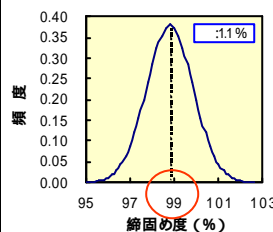
- 現場で施工された表層と、使用材料、配合が同一の供試体 (ただし、現場切取り供試体は不可)
- そこで、プラントで練り落としした混合物で作製

#### 2) 供試体の締固め条件

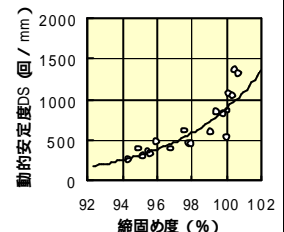
- 現場で施工された表層と同一の密度で性能確認
- 毎回、同一密度の供試体をつくるの大変!
- 3水準の締固め度で作製、DSの変化を把握

## 「現場」の性能を確認するために (4 / 6)

### 密度 (締固め度) と動的安定度 (DS) の関係



表層の締固め度の分布 (例)



出典：舗装'1991.10

締固め度の低下 DSの減少

## 「現場」の性能を確認するために (5 / 6)

### (3) W T試験における供試体の厚さ条件

【原則】供試体の厚さ= 現場の表層厚であるが ...

【対応】供試体の厚さは一律5 cmとする。

その理由は、

- ・表層厚によらず、塑性変形が生じる深さはほぼ一定
  - ・DSが小さい混合物ほど、厚さが薄いとDS増加傾向
- 塑性変形輪数を過大に評価してしまう懸念がある。

## 「現場」の性能を確認するために (6 / 6)

### 「塑性変形輪数」のためのW T試験条件 (まとめ)

#### (1) 荷重条件

- ・接地圧 0.59MPa (6.0 kgf/cm<sup>2</sup>)
- ・走行輪荷重 = 624±10N (64±1kgf)

#### (2) 供試体の種類と締固め条件

- ・プラント練落しのアスファルト混合物で供試体作製
- ・3水準の締固め度で作製し、密度とDSの関係把握

#### (3) 供試体の厚さ条件

- ・現場の表層厚さによらず、一律5 cm

## W T試験による塑性変形輪数の評価 (案) (1 / 2)

### 評価の流れ

現場配合の決定 基準値を考慮し、現場配合を決定

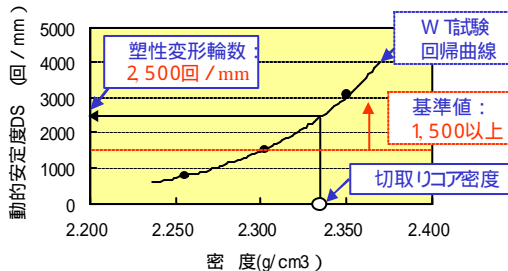
W T試験の実施  
密度とDSの関係把握 (回帰曲線) ・プラント練り落し混合物を使用  
・密度3水準で供試体作製、試験  
・各水準の密度とDSの回帰曲線

施工の品質管理 現場切りコアの密度を測定

塑性変形輪数の評価  
・回帰曲線に密度データをプロット  
・塑性変形輪数を読みとる  
・基準値と比較して結果を評価

## W T試験による塑性変形輪数の評価 (案) (2 / 2)

### 塑性変形輪数の読み取りと判定



基準値: 1500回/mmより大きい。性能を満足!

END

## 演習 :供用中の舗装の評価 - 1

### ■ 路面性状に関する評価

#### 演習課題

供用4~7年経過した管内の舗装10kmにおいて路面性状の低下(特に、わだち掘れと平坦性による)が顕著に見られるようになった。維持修繕の要否を判断するにあたり、舗装の評価方法について検討することとした。」

## 路面性能の評価

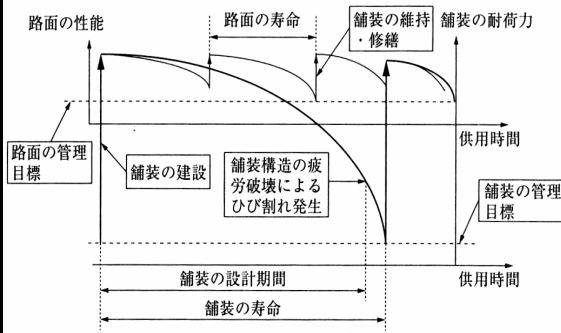
### ■ 単項目による評価

- ・ひび割れ率(老化、疲労破壊など)
- ・わだち掘れ量(流動・摩耗など)
- ・平坦性(コルゲーション、 $\Delta$ ぼみ、より)
- ・その他:段差量、浸透水量、すべり抵抗値

### ■ 複数項目の組み合わせによる評価

- ・PSI(AASHTO道路試験)
- ・PSI(日本)
- ・MC I(日本)

## 舗装の性能の低下と維持・修繕の関係



## 舗装の維持・修繕

舗装の性能が供用に伴い低下  
舗装の延命

ライフサイクルコストの観点から、  
適切な時期、早めの維持・修繕

### PMS (舗装マネジメントシステム)

舗装の状態を適時に調査・把握

・日常点検、路面の定量調査

・破損原因の調査

適切で効果的な維持・修繕

## 定量調査の試験方法

- (1)ひび割れ率  
・スケッチ法、路面性状測定車
- (2)わだち掘れ量  
・横断プロフィルメータ、路面性状測定車
- (3)平坦性  
・3mプロフィルメータ、路面性状測定車  
・RI(国際ラフネス指数、1989年世界銀行提案)

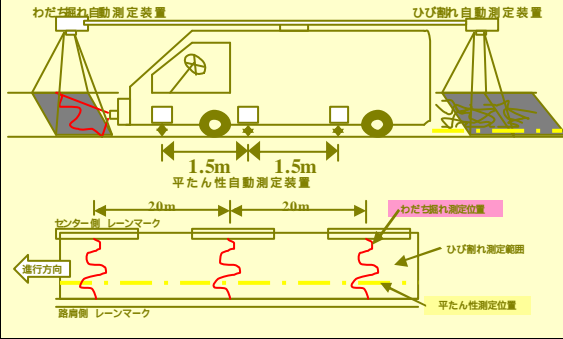
## 路面性状測定車



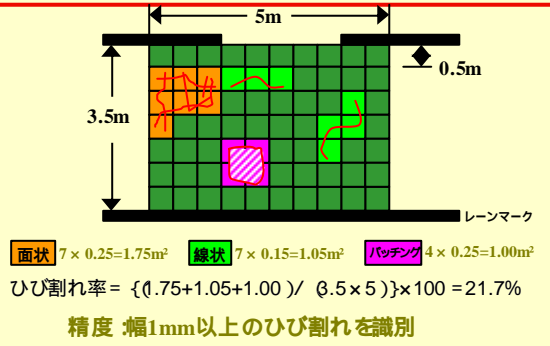
測定速度 : 40 ~ 100 km/h

測定項目 : ひび割れ、わだち掘れ、平坦性

## 路面性状自動測定装置の概略図



## ひび割れ率の算出

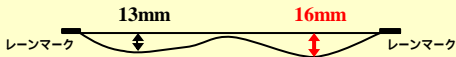


## わだち掘れ量の算出

### 流動タイプ

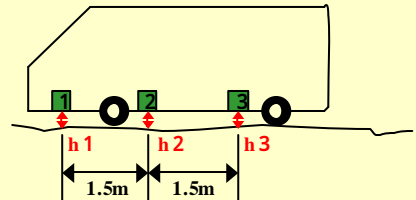


### 摩耗タイプ



精度 : 横断プロファイルメータの測定値に対し  $\pm 3\text{mm}$ 以内

## 平坦性の算出



波高の測定値(mm) :  $H = (h1 + h3) / 2 - h2$

平坦性(mm) :  $= 0 \{ \sum H^2 - (\sum H)^2 / n \} / (n - 1)$

精度 : 縦断プロファイルメータの測定値に対し  $\pm 30\%$ 以内

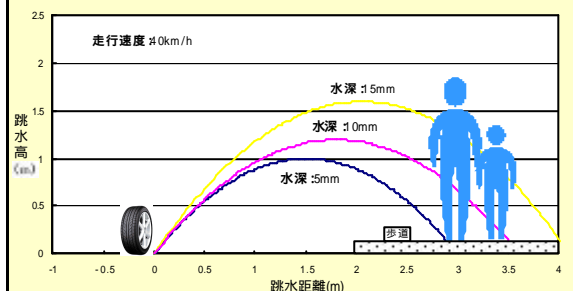
## 維持修繕要否判断の目標値

### 単項目による評価 (道路維持修繕要綱)

道路の種類	項目	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	わだち掘れおよびラベリング (mm)	25	20	30	0.25	8mプロファイル 90 (Pr1) 3mプロファイル 3.5 (σ)	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
交通量の少ない一般道路		40	30	—	—	—	40~50

## わだち掘れによる水はね

路面のわだち掘れと段差の影響 (商標 土木技術資料、1974)





## 評価基準の参考値

舗装の管理水準と維持修繕工法に関する総合的研究(第40回建設省技術研究会報告 S61) 等より

舗装計画交通量 : 500台/日・方向  
 設計速度 : 40km/h  
 車線数 : 上下各1~2車線  
 沿道 : 歩道あり

### (1) わだち掘れ量

操舵性 40mm  
 歩行者への水はね 20mm

### (2) 平たん性

乗り心地 4.0mm  
 沿道への騒音、振動 3.0mm

## 維持修繕要否判断の目標値

### 維持管理指数 (MCI) による評価

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47 \text{平たん性} \quad (1式)$$

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

$$MCI = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (3式)$$

$$MCI = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (4式)$$

C: ひび割れ率 (%), D: わだち掘れ量 (mm), 平たん性 (mm)

MCI: (1式) ~ (4式) の最小値

MCI	MCIと管理水準
5以上	補修の必要なし(望ましい管理水準)
3~5	補修が必要
3以下	早急に補修が必要

## MCに基づく要補修箇所

### MC区分の路線図



補修計画に反映する早急に補修を要する箇所の評価図

## 演習 : 供用中の舗装の評価 - 2

### 演習課題

ひび割れが発生した300m区間での補修の要否等を、FWDの測定結果を用いて検討することになった。

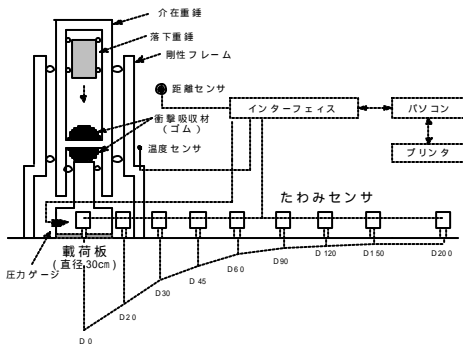
## 舗装構造の評価

- 路面の破損状況、支持力、疲労抵抗性などで評価する
- 評価方法
  - 残存等値換算厚
  - 表面たわみ **FW D試験**  
ベンケルマンビーム試験
  - 疲労度

舗装設計施工指針 P.30

## FWD 概観図

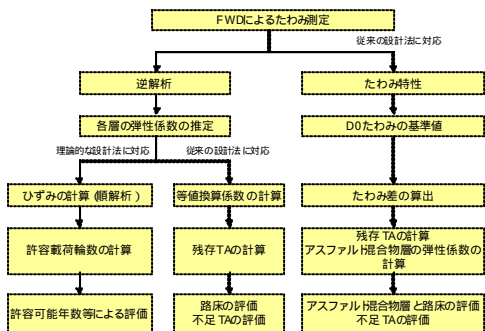
(Falling Weight Deflectometer)



## FWDの主な使い方

- 既設のアスファルト舗装の構造評価
- コンクリート舗装の荷重伝達率
- 路床の支持力評価

## 舗装の構造評価の流れの例



土木学会 舗装工学ライブラリー 2

## FWDによる構造評価 (1)

- たわみ特性
- $D_0$  : 表層以下の全層の強度
- $D_{150}$  : 路床の支持力
- $(D_0 - D_{150})$  : 路床面以上の舗装構造の特性
- $(D_0 - D_{20})$  : アスファルト混合物層の特性

## FWDによる構造評価 (2)

- 測定回数 1測点で3回を標準とする
- 測定間隔 20m間隔を基本とする
- 測定位置 車輪通過位置
- 構造評価の評価区間 100 ~ 300 m

## FWDによる構造評価 (3)

- 荷重補正式

$$\text{修正後のたわみ} = \text{測定たわみ} \times \frac{\text{基準荷重 (設定荷重)}}{\text{測定荷重}}$$

活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (4)

- 温度補正式

$$\log CF_0 = (-4.914 \times 10^{-4} H_{as} + 2 \times 10^{-4}) \times (T - 20)$$

$$\log CF_{20} = (-4.829 \times 10^{-4} H_{as} + 2 \times 10^{-4}) \times (T - 20)$$

ここに、 $CF_0$  :  $D_0$ に対する補正係数

$CF_{20}$  :  $D_{20}$ に対する補正係数

$H_{as}$  : アスファルト層の厚さ (cm)

$T$  : アスファルト層の平均温度 ( )

$D_0$  : 載荷板中心のたわみ量 ( $\mu\text{m}$ )

$D_{20}$  : 載荷板中心より20cm離れた位置のたわみ量 ( $\mu\text{m}$ )

温度補正たわみ量 (mm) =  $CF \times D'$

ここに、 $D'$  : 荷重補正後のたわみ量 (mm)

活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (5)

- 不足TAの計算

$$\text{不足TA} = \text{必要TA} - \text{残存TA}$$

必要TAは現状のCBRと舗装設計交通量からTAを求める

$$\text{残存TA (cm)} = -25.8 \log((D_0 - D_{150}) / 10^3) + 11.1$$

活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (6)

- アスファルト混合物層の弾性係数の推定

$$E_{AS} \text{ (MPa)} = (2,352 \times ((D_0 - D_{20}) / 10^3)^{1.5}) / h_1$$

ここに、 $h_1$  : アスファルト混合物層の厚さ (cm)

活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (7)

- 路床のCBRの推定

$$\text{現状のCBR} = 1000 / D_{150}$$

ここに、 $D_{150}$  : 載荷中心から150cm位置のたわみ量 ( $\mu\text{m}$ )

活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (8)

- $D_0$  たわみによる舗装体の支持力の評価

許容たわみ量の基準値 ( $\mu\text{m}$ )

舗装計画交通量 (台/日・方向)	100 未満	100以上 250未満	250以上 1,000未満	1,000以上 3,000未満	3,000 以上
旧設計交通量の区分	L	A	B	C	D
許容たわみ量の基準値	1,300	900	600	400	300

「活用しよう! FWD」(案) 道路保全技術センター

## FWDによる構造評価 (9)

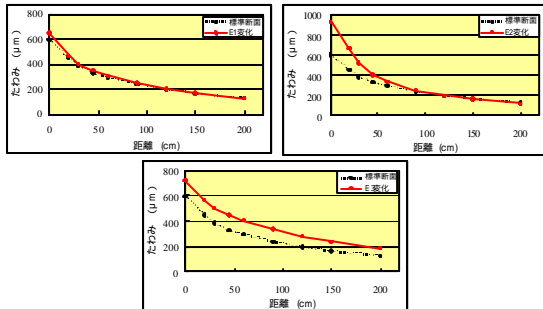
- 各層の弾性係数を変化させたときのたわみ曲線 (1)

	厚さ (cm)	弾性係数 (MPa)			
		標準	E1変化	E2変化	E3変化
アスコン層	5	6,000	2,000	6,000	6,000
路盤	45	500	500	200	500
路床		60	60	60	40

載荷荷重 : 49 kN、接地半径 : 15cm  
ポアソン比 : 各層 0.35

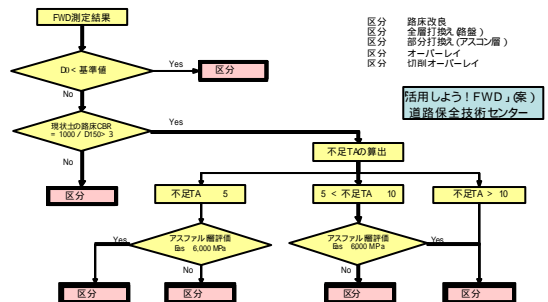
## FWDによる構造評価 (10)

- 各層の弾性係数を変化させたときのたわみ曲線 (2)



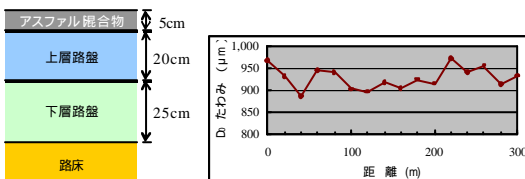
## FWDによる構造評価 (11)

- 補修工法選定チャートによる工法の選定



## FWDによる構造評価 (12)

- 構造評価を行うアスファルト舗装



既設舗装の構造

測定した $D_0$ たわみ

## FWDによる構造評価 (13)

- 具体例

FWDの測定結果および設計条件

平均値

$D_0$  : 928  $\mu\text{m}$  (荷重、温度補正済み)

$D_{20}$  : 805  $\mu\text{m}$  (荷重、温度補正済み)

$D_{150}$  : 185  $\mu\text{m}$  (荷重、温度補正済み)

舗装計画交通量 : 200 (台/日・方向)

アスファルト層の厚さ : 5cm

## FWDによる構造評価 (14)

$D_0$ たわみ 928 > 900 路床より上の問題

現状土のCBR = 1,000 / 185 = 5.4

路床CBR = 4 舗装計画交通量 :200台

必要TA = 18

・アスファルト層の弾性係数 =  $(2,352 \times ((928 - 805) / 1,000)^{1.25}) / 5 = 6,458 \text{ MPa}$

・残存TA =  $-25.8 \times \log((928 - 185) / 1,000) + 11.1 = 14.4 \text{ (cm)}$

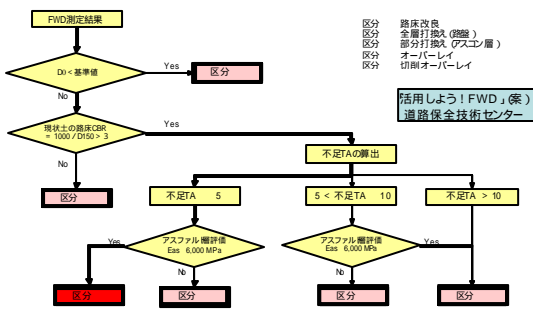
不足TA = 18 - 14.4 = 3.6

## FWDによる構造評価 (15)

- $D_0$ たわみ : 基準値より大
- 不足TA : 3.6 cm ( 4 cm)
- アスファルト層の弾性係数 : 6,458 MPa
- 補修工法のフロー図より  
4 cmのオーバーレイ工法が選定される

## FWDによる構造評価 (16)

- 補修工法選定チャートによる工法の選定結果



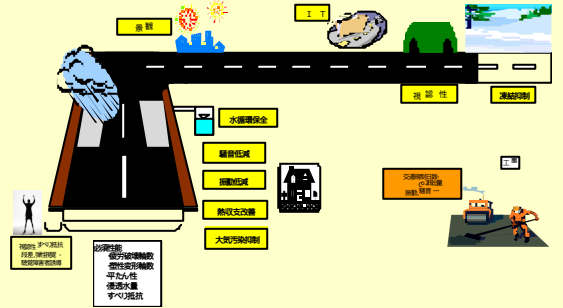
# 演習 機能を付与した舗装の評価

— 低騒音舗装 (RAC, 環境騒音) —

## 演習課題

民家が連担する路線の道路舗装に「騒音を低減する機能」を付与することとなり、これに伴い騒音低減性能の評価方法を検討することになった。

# 舗装に付与する機能



## 低騒音舗装

- 空隙率が大きい(20%前後)舗装
- タイヤポンピング音(気柱共鳴音)の発生を抑制
- 吸音効果あり
- 沿道騒音を2~5dB (LAeq)低減する



密粒度アスファルト舗装



低騒音舗装

## 沿道騒音の現状

要請限度 (夜間 70 dB)	全 国 (12,967km)	達成 62%
	大都市地域 (2,967km)	達成 61%
	そ の 他 (10,347km)	達成 63%
環境基準 (夜間 65 dB)	全 国 (12,967km)	達成 32%
	大都市地域 (2,967km)	達成 25%
	そ の 他 (10,347km)	達成 34%

雑誌「道路」2002-11より

## 音の計測単位 : dB

最小可聴音の倍数を対数表示  $L(dB) = 10 \log(A/A_0)$

人間の耳で聞き分けられる音の差3dBはエネルギーで倍

聴覚の鋭鈍で周波数補正したA特性を使用

音の強さ	W / m <sup>2</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>
音圧	Pa	2 × 10 <sup>-5</sup>	2 × 10 <sup>-4</sup>	2 × 10 <sup>-3</sup>	2 × 10 <sup>-2</sup>	2 × 10 <sup>-1</sup>	2	20	2 × 10 <sup>2</sup>
音圧レベル	dB	0	20	40	60	80	100	120	140
音の目安		やっと聞こえる音	低いささやき (距離1m)	静かな公園・住宅地	ふつうの会話 (距離1m)	繁華街 (昼間)	高架線ガード下	飛行機のエンジン	の近く

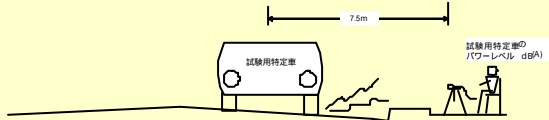
## 環境騒音で評価



直接的ではあるが

舗装以外の影響要因が多い!

## 特定試験車のパワーレベルで評価



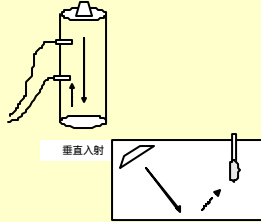
環境騒音へ換算可能だが、測定がたいへん！

## 舗装の性能を評価する方法は

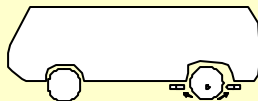
- 騒音に係る舗装以外の要因を排除できる
- 性能指標は絶対値である
- 同じものは、何時、何処で誰が計っても同じ評価となる
- 環境騒音の低減効果を担保できる
- 供用中の道路を評価しやすい (交通規制不要)
- 連続的に評価できる

## 吸音性 or タイヤ/路面騒音

特定音を路面に放射し  
反射する音量を測定



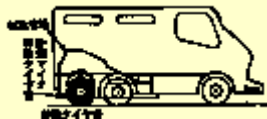
走行中のタイヤが発する  
音量を測定



## タイヤ / 路面騒音で評価

- タイヤ直近で計測した音は、タイヤ / 路面騒音に支配される
- タイヤ他、路面への作用が同一な場合のタイヤ / 路面騒音は、舗装の性状に支配される
- 定常走行時の自動車騒音はタイヤ / 路面騒音に支配される
- 舗装を連続的に評価 (全数評価) できる
- 交通規制なしで測定できる

## 路面騒音測定車 (RAC) の活用



## 特殊タイヤのトレッドパターン

1000 Hz 付近のタイヤポンピング音  
(気柱共鳴音) が強調される

環境騒音の低減効果が確認されている排水性舗装と密粒度アスコンを用いた一般の舗装を明確に識別できる。

- 発生音量が大きく 暗騒音を拾い難い
- 人間の聴覚が敏感に働 管域で評価できる



## 測定～評価手順

路面騒音測定車を外側車輪通過位置に特殊タイヤを合わせて、50km/hrで走行させる。

特殊タイヤと路面の接触により発生する音をピックアップし騒音計にてその大きさを0.1秒間隔でA特性で計測。

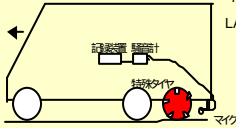
計測後、対象となる区間のデータを切り出してエネルギー平均(式・付3.1)した等価騒音レベル(LAeq)をもって騒音値とする。

$$LAeq = 10 \log [1/n (10^{LA1/10} + 10^{LA2/10} + \dots + 10^{LAN/10})]$$

LAeq ; 騒音値 [単位 ; dB(LAeq)]

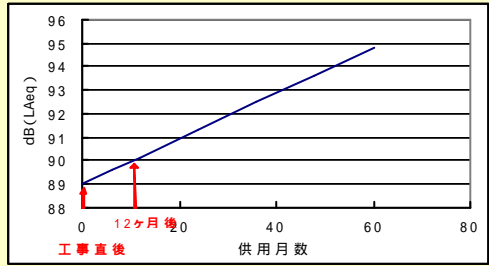
n ; データ個数

LA1 , LA2 … LAN ; 計測した瞬間値

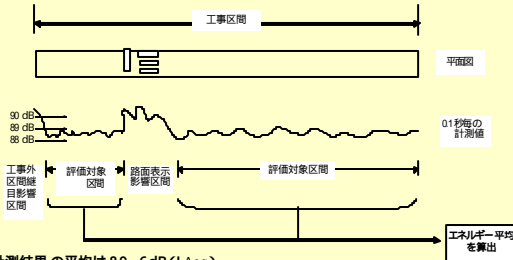


## 規格値の設定 ;実績の平均的な性能を求める

例 ;工事完成時89dB(LAeq) ,供用1年後90dB(LAeq)



## 測定結果による性能評価



全計測結果の平均は89.6dB(LAeq)

評価対象区間の平均は89.4dB(LAeq)

**89 dB(LAeq)と評価される**

計測速度他計測条件を記録

FIN