

舗装性能評価法

—必須および主要な性能指標の評価法編—

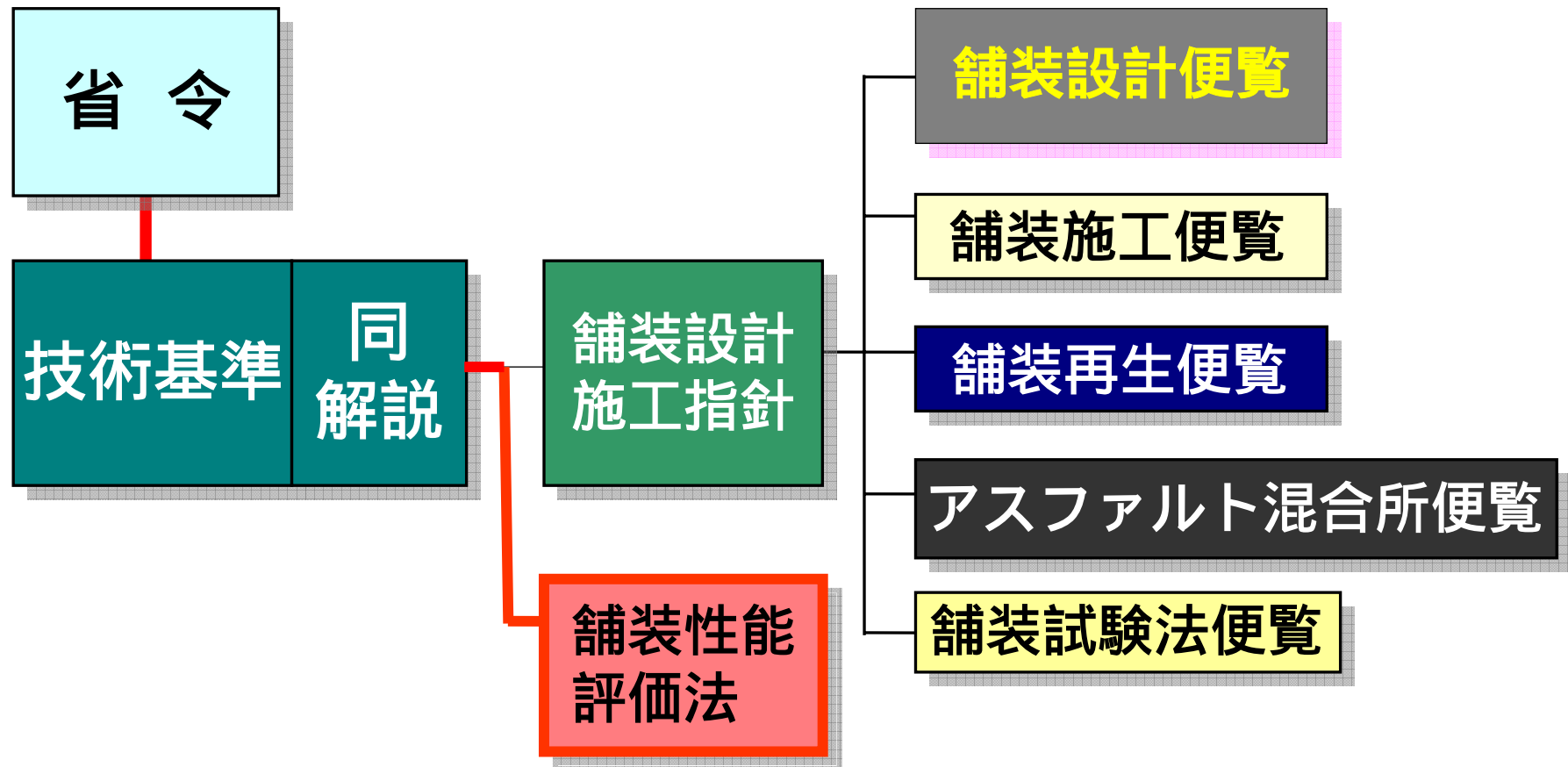
舗装性能評価法

〔必須および主要な性能指標の評価法編〕

平成18年1月

社団法人 日本道路協会

図書的位置付け



舗装の設計の性能規定化

- 設計期間
- 計画交通量
- 性能指標
- 性能指標の基準値



舗装性能評価法：

性能指標の値を測定し評価する方法

取り上げた性能指標

1) 必須の性能指標

疲労破壊輪数
塑性変形輪数
平坦性

2) 雨水浸透に関する性能指標

浸透水量

3) 必要に応じ定める性能指標

騒音値
すべり抵抗値

() 総論

各性能指標の解説、評価できる範囲、測定方法の種類とその選び方

() 基準値の考え方

基準値の解説、考え方

() 評価法

舗装の性状の計測値から性能指標の値を求める方法

() 測定方法

性能指標とした舗装の性状を計測あるいは試験して測定する方法

疲労破壊輪数

定 義

疲労破壊輪数は舗装道において、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、舗装にひび割れが生じるまでの回数をいう。

技術基準に示された測定方法

- 1) **促進載荷装置**を用いた繰り返し載荷試験
- 2) 舗装構成が同一である舗装の**供試体**による繰り返し載荷試験
- 3) **過去の実績**からみて確認されている場合は、その値とする。
- 4) 技術基準の**別表1**のアスファルト・コンクリート舗装は、適合するものとみなす。
- 5) 技術基準の**別表2**のセメント・コンクリート舗装は、適合するものとみなす。

技術基準に示された測定方法

1) 促進载荷装置を用いた繰り返し载荷試験



南アフリカのHVS

技術基準に示された測定方法

2) 実物大の供試体による促進載荷試験装置



土研・走行実験場(屋外)



JH・試験研究所(屋内)

測定方法の位置付け

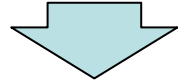
対象	位置付け	測定方法
車道	測定方法の本質 現実的ではない	促進載荷装置による 繰り返し載荷試験
供試体	実物大試験 汎用性に課題	舗装構成が同一である 舗装の供試体による 繰り返し載荷試験
車道	新しい材料や設計方法によるアスファルト系の 舗装に対応する方法	FWDによるたわみ 測定

疲労破壊輪数の基準値

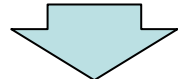
舗装計画交通量 (単位 1日につき台)	疲労破壊輪数 (単位 10年につき回)
3,000以上	35,000,000
1,000以上 3,000未満	7,000,000
250以上 1,000未満	1,000,000
100以上 250未満	150,000
100未満	30,000

FWDによるたわみの測定方法

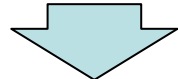
FWDの
測定準備



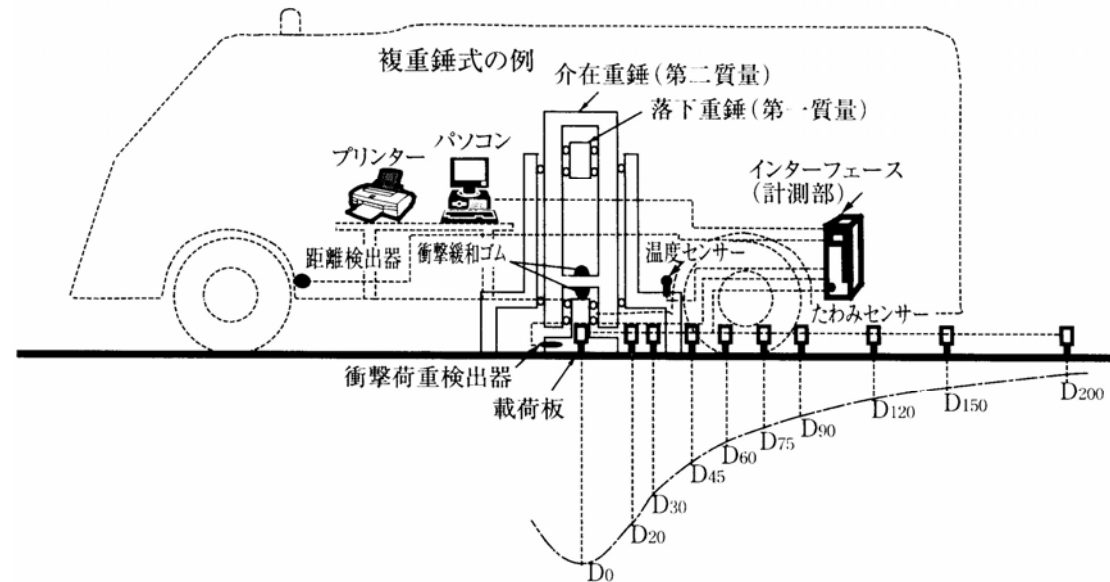
測定



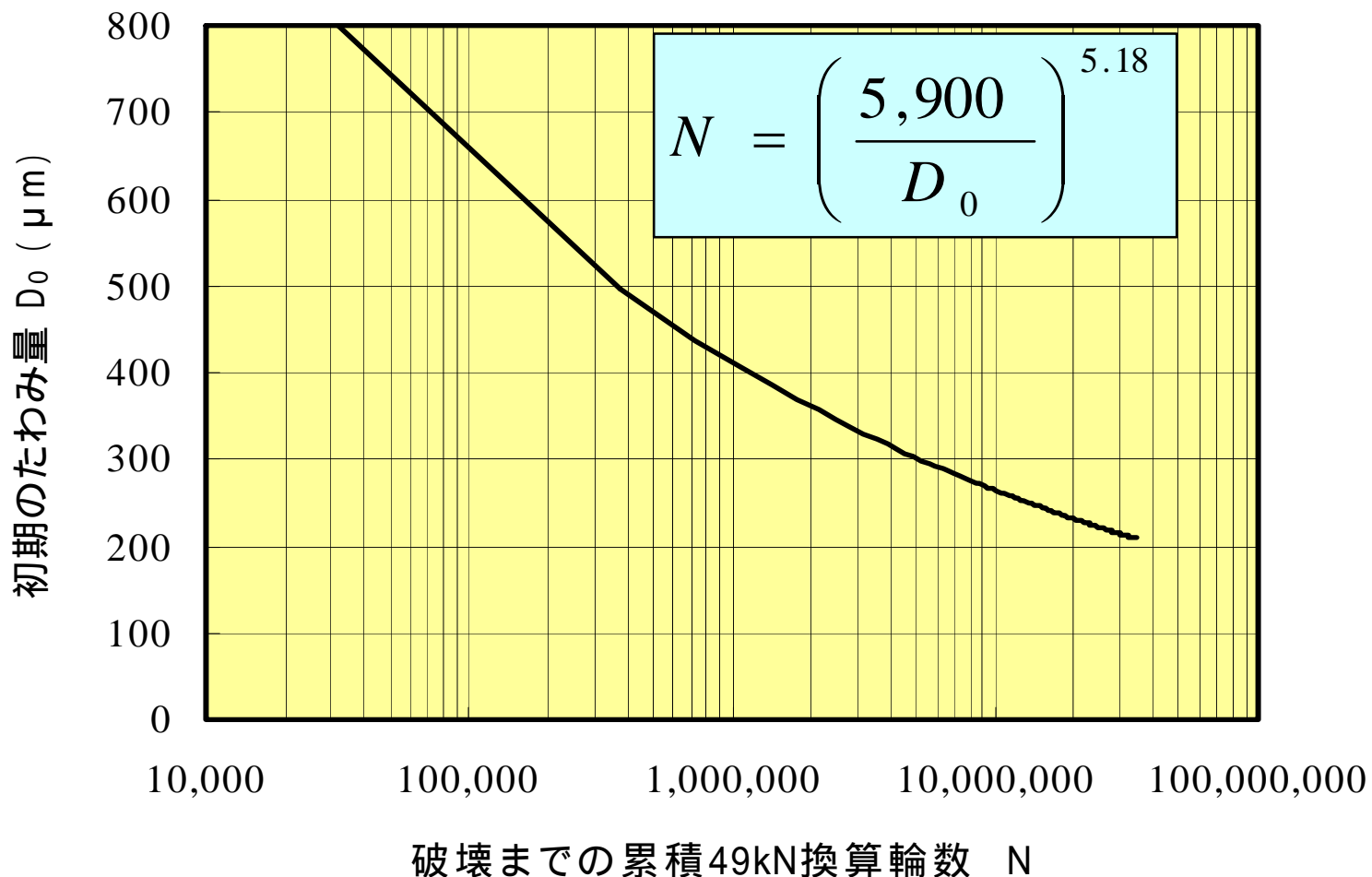
結果の整理



2 ~ 4 回目に測定したたわみ量を荷重・温度補正し、平均値を算出して D_0 たわみとする。



疲労破壊輪数の評価法



たわみ量 D_0 から累積49kN換算輪数を求める

FWDによるたわみ測定方法の選択

【要点1(1)】

新しい材料や新しい設計方法によるアスファルト系の舗装の疲労破壊輪数を測定する方法として、FWDによるたわみ測定方法を選択した。

適用限界 【要点1(2)】

FWDによるたわみ測定による疲労破壊輪数は、累積49kN換算輪数が3万輪から3,500万輪の範囲内で評価する。

T_A 法との使い分け 【要点1(3)】

疲労破壊輪数を求めるためのFWDによるたわみ測定方法は、 T_A 法で設計された舗装を除いたアスファルト舗装の評価にのみ用いる。

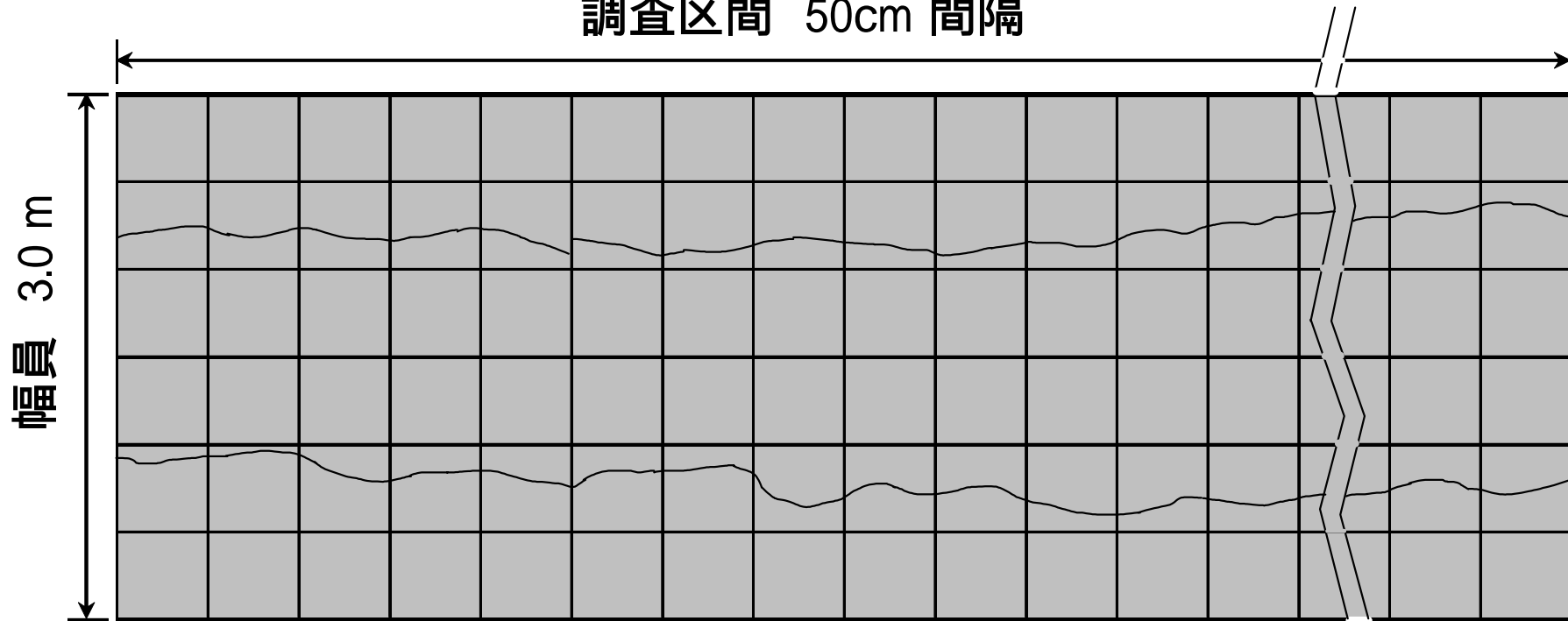
疲労破壊の定義 【要点1(4)】

疲労破壊輪数において想定している舗装のひび割れは、舗装の下面から上方に発達する疲労破壊によるものだけをさす。

疲労破壊はひび割れ率が20%発生したときと定義した。

ひび割れ率20%の例

調査区間 50cm 間隔



$$\frac{0.15\text{m}^2 \times 32\text{ます}}{0.25\text{m}^2 \times 16 \times 6} \times 100 = 20(\%)$$

ひび割れ部のコア



(a)表面からのひび割れ

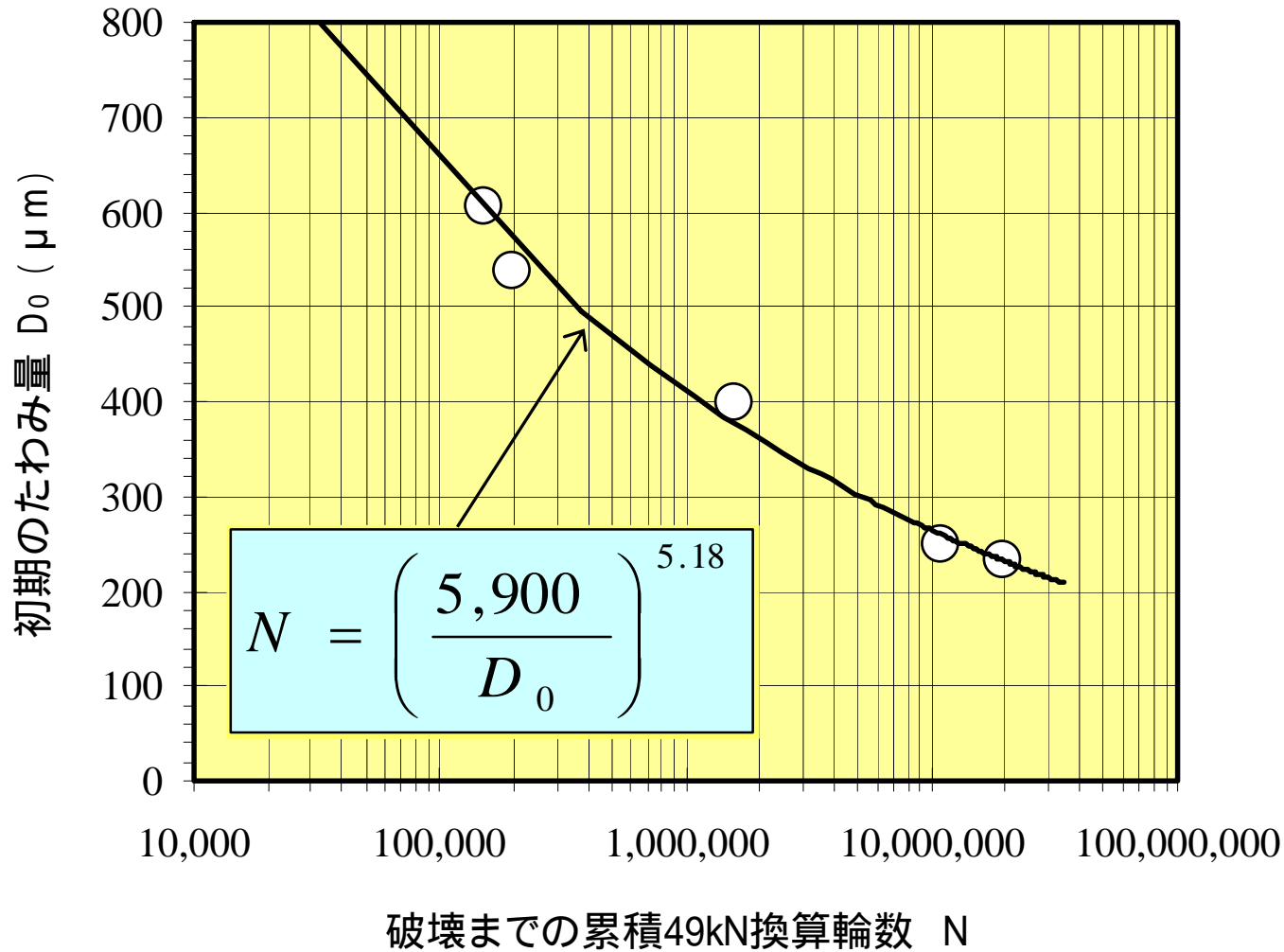
(b)下面からのひび割れ

推定式の算出 【要点1(5)】

FWDによる施工直後のたわみ量から、疲労破壊輪数を求めるための推定式を算出した。

$$N = \left(\frac{5,900}{D_0} \right)^{5.18}$$

たわみ量D0と 累積49kN換算輪数の関係

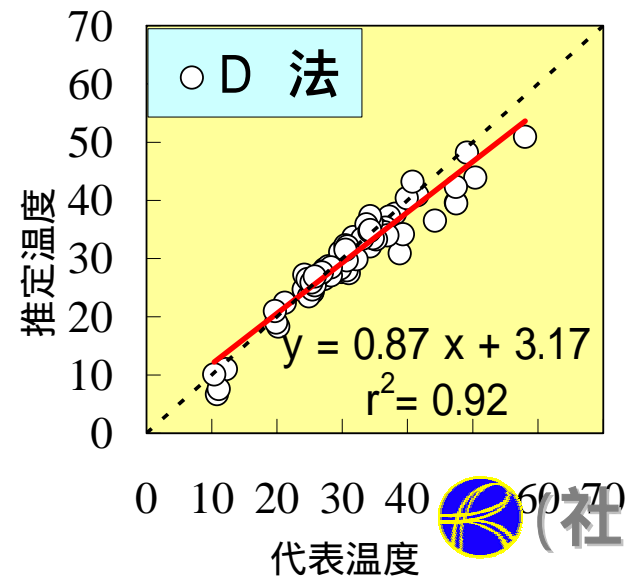
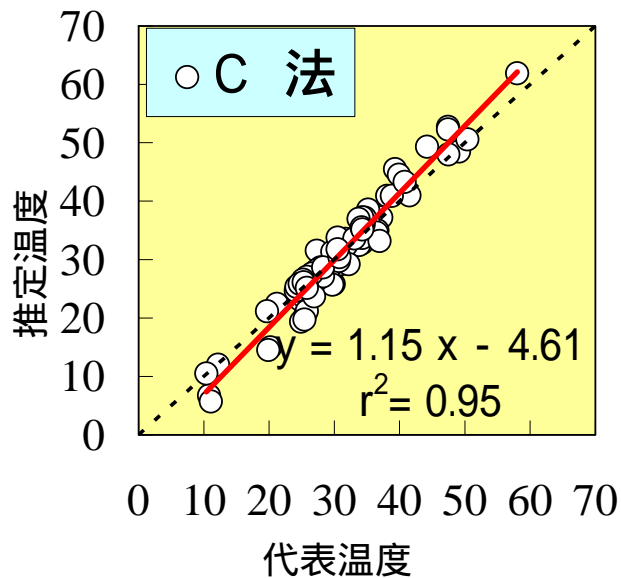
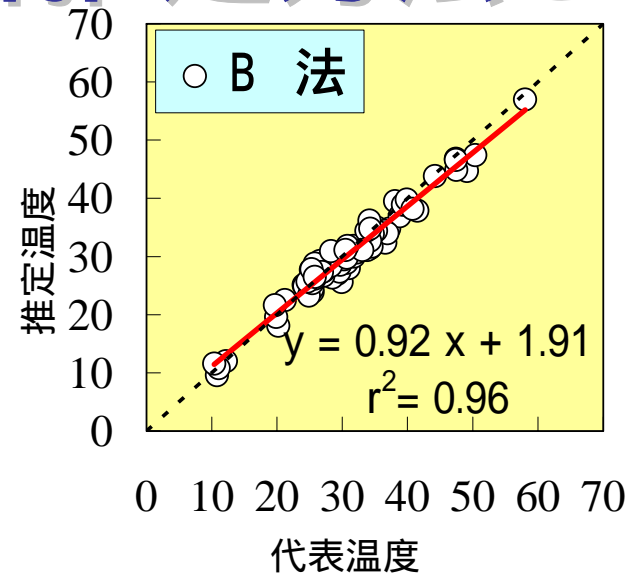
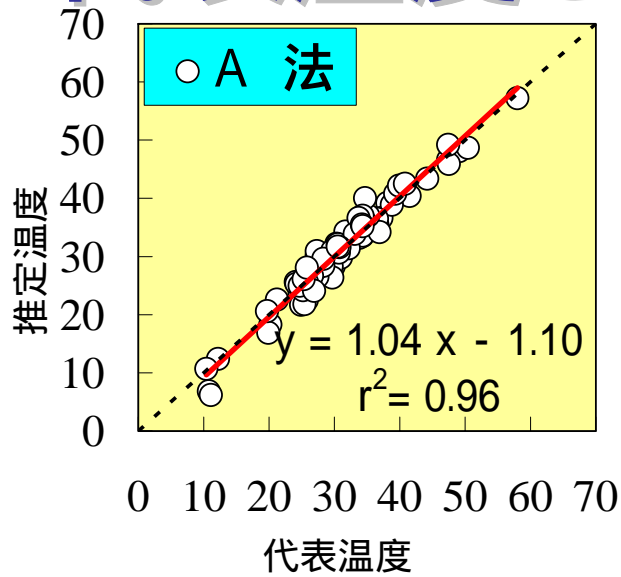


舗装体平均温度の推定方法

【要点1(6)】

FWDを用いた疲労破壊輪数の評価法におけるアスファルト混合物層の平均温度の推定方法を選定した。

代表温度と各推定方法との比較



平均温度の推定方法

$$T(s,t) = aX_1 + bX_2 + cX_3 + dX_4 + e$$

ここに、 s : 測定月 (1 ~ 12)

t : 測定時刻 (0 ~ 23)

$T(s,t)$: 測定月 s , 測定時刻 t におけるアスファルト
混合物層の平均温度 ()

X_1 : 測定時刻 t における路面温度 ()

X_2 : 測定時刻 t における気温 ()

X_3 : 測定時刻 t における気温と
その1時間前の気温との差 ()

X_4 : アスファルト混合物層の厚さ(cm)

a, b, c, d, e : 係数 (平均温度推定式の係数より読み取る)

塑性变形輪数

定 義

塑性変形輪数は、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、摩耗を含まず

技術基準に示された測定方法

- 1) **促進載荷装置**を用いた繰り返し載荷試験
- 2) 舗装構成が同一である舗装の**供試体**による試験温度60度とした繰り返し載荷試験
- 3) 試験温度60度とした**ホイールトラッキング試験**
- 4) 過去の実績からみて**確認**されている場合は、その値とする。
- 5) **セメント・コンクリート舗装は、適合するものとみなす。**

測定方法の位置付け

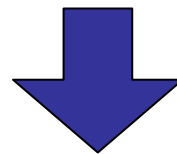
対象	位置付け	測定方法
車道	測定方法の本質 汎用性に課題	促進载荷装置による繰り返し 繰り返し载荷試験
供試体	実物大試験 汎用性に課題	舗装構成が同一である舗装の 供試体による繰り返し 繰り返し载荷試験
供試体	室内試験 汎用性が高い	ホイールトラッキング試験

評価法としてWT試験を採用 【要点2(2)】

[WT試験の利点]

「技術基準」に測定方法として示されている
試験機が普及している

試験が比較的容易にでき、精度を確保しやすい



WT試験が現実的である！

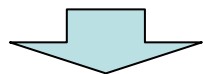
塑性変形輪数の基準値

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

WT試験による塑性変形輪数の測定

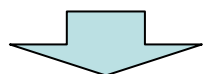
現場配合の決定

- ・基準値を考慮し、現場配合を決定



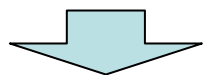
WT試験の実施
締固め度とDSの
関係(回帰曲線)

- ・プラント練り落とし混合物を使用
- ・締固め度3水準で試験を実施
- ・締固め度とDSの回帰曲線



施工の品質管理

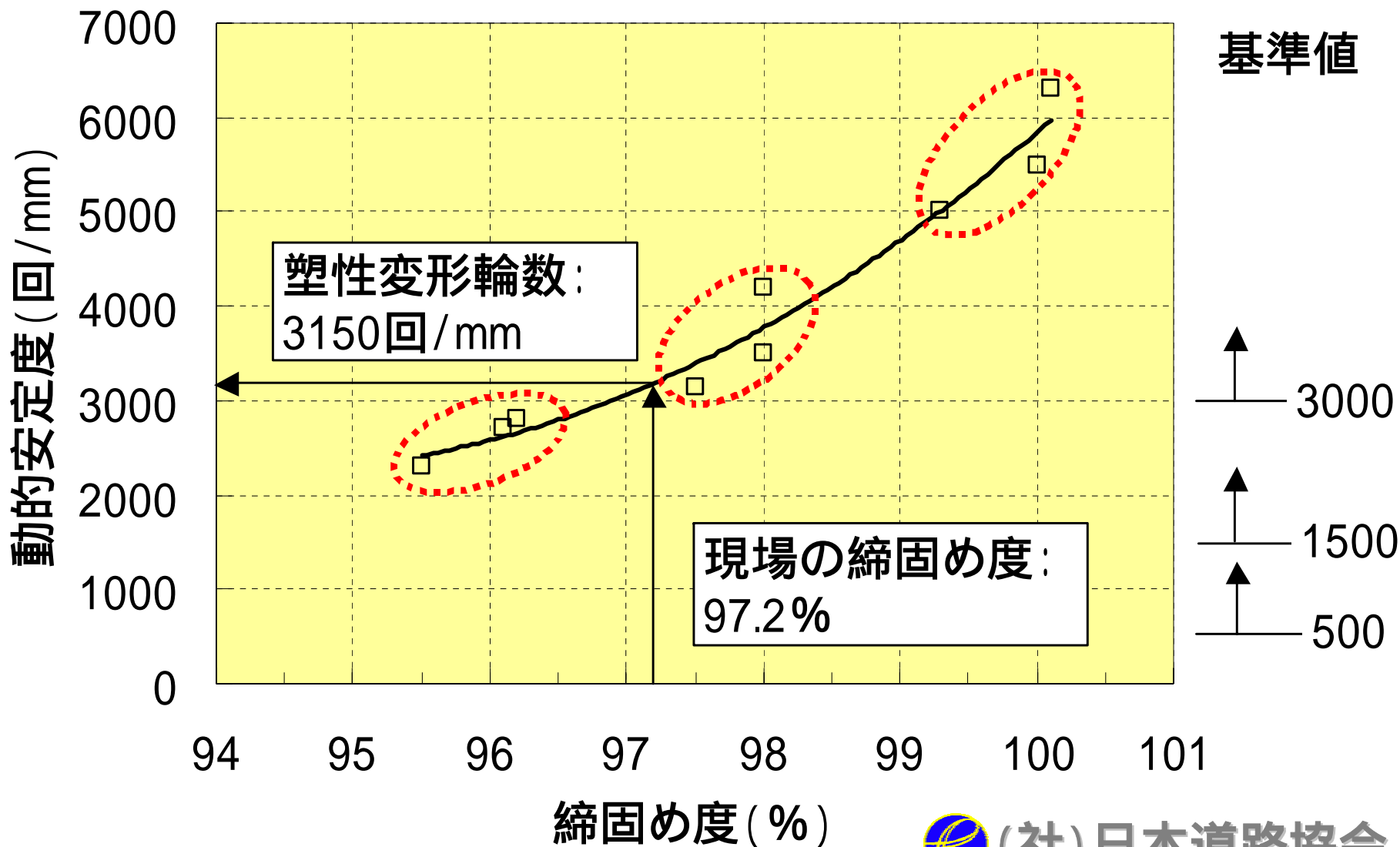
- ・現場切取りコアの締固め度を測定



塑性変形輪数の
読みとり

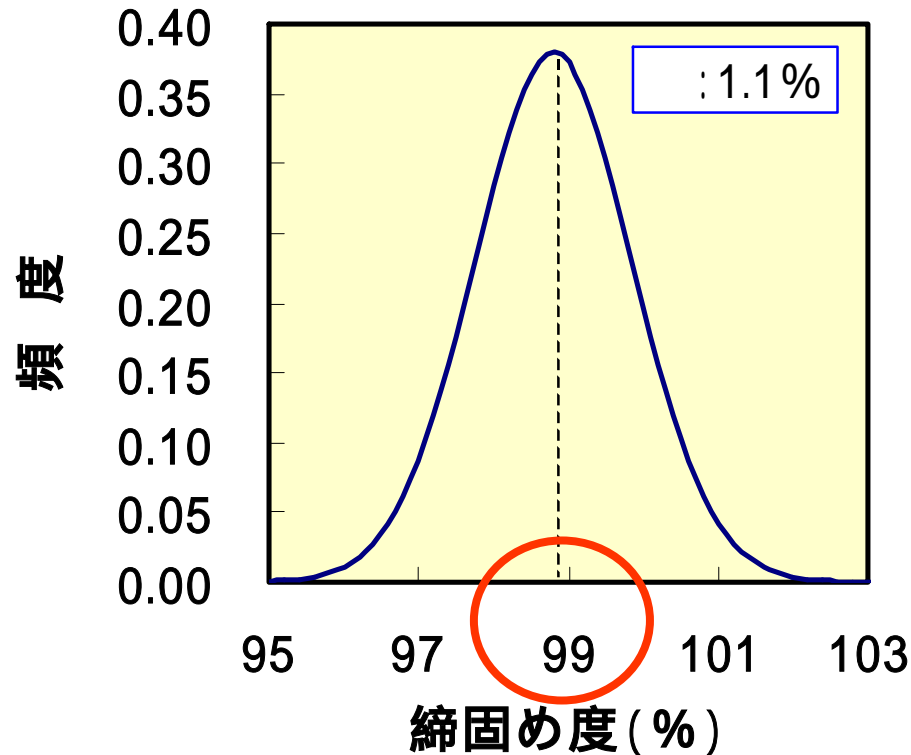
- ・回帰曲線に締固め度をプロット
- ・塑性変形輪数を読みとる

WT試験による塑性変形輪数の評価



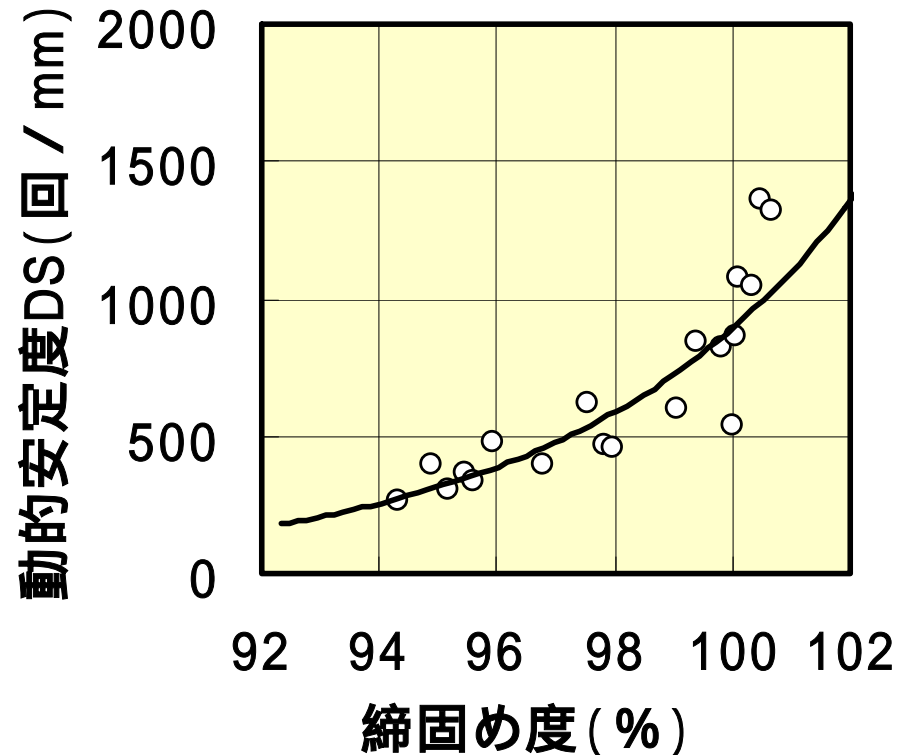
現地の締固め度にあわせた評価

【要点2(1)】



表層の締固め度の分布(例)

締固め度の低下

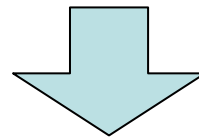


出典:「舗装」1991.10

DSの減少

供試体の厚さ条件【要点2(3)】

- ・ 塑性変形が生じる深さへの温度の影響
- ・ 基準値を定めた際の供試体厚さ (= 5cm)

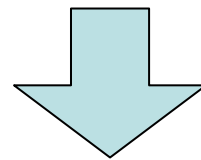


- ・ 現場の表層厚さによらず、一律5cm

大粒径混合物等、厚さを5cmとすると不都合な場合は、別途協議のうえ厚さを変更できる

荷重条件(49 kN)【要点2(4)】

- ・トラックのタイヤの種類 = ラジアルタイヤ
- ・複輪片側車輪 = 24.5 kN (= 49 kN ÷ 2)
- ・一般的な空気圧 0.7 MPa
- 接地圧 0.59 MPa (6.0 kgf/cm²)



・WT輪荷重 = 624 ± 10 N (64 ± 1 kgf)

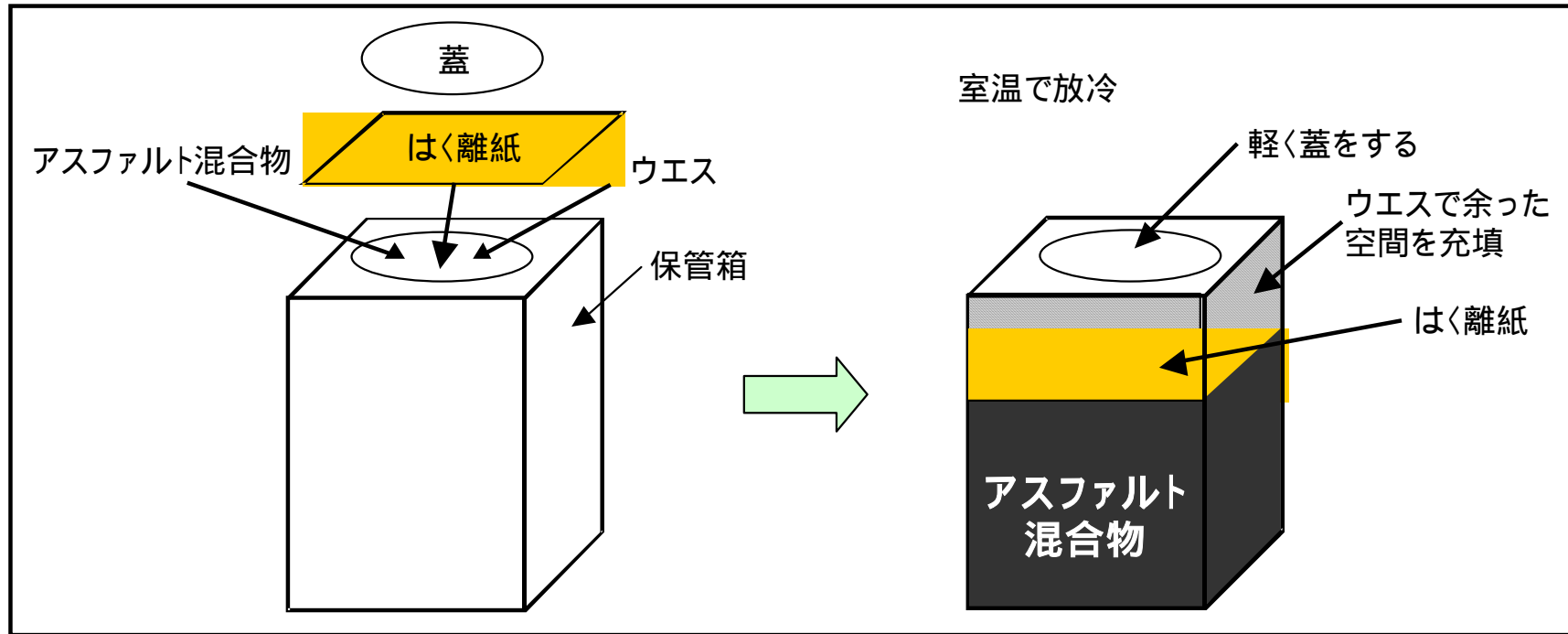
供試体の種類と締固め条件【要点2(5)】

- ・ プラント練落しの混合物
- ・ 3水準の締固め度

締固め度とDSの回帰曲線の省略【要点2(6)】

- ・ 過去に回帰曲線が作成済みで、材質が同一の場合

採取試料の放冷【要点2(7)】



試料の計量

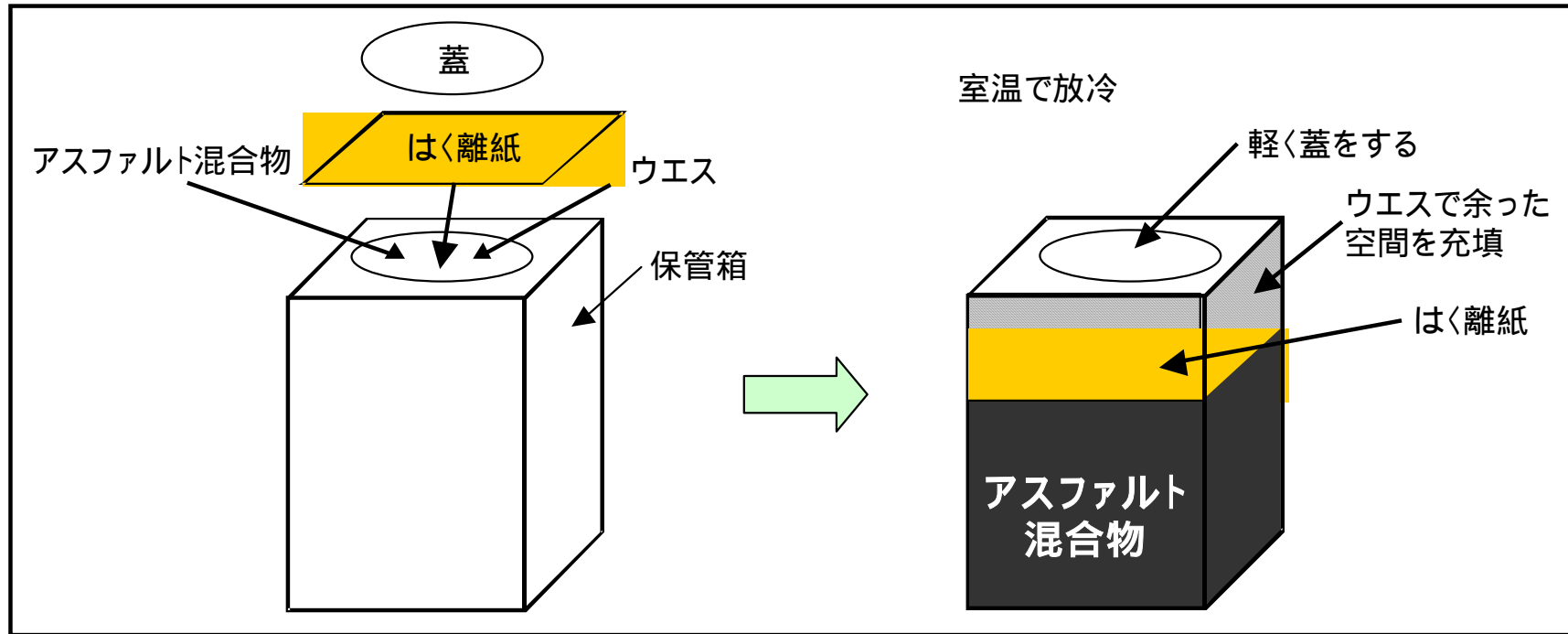


はく離紙



ウエス

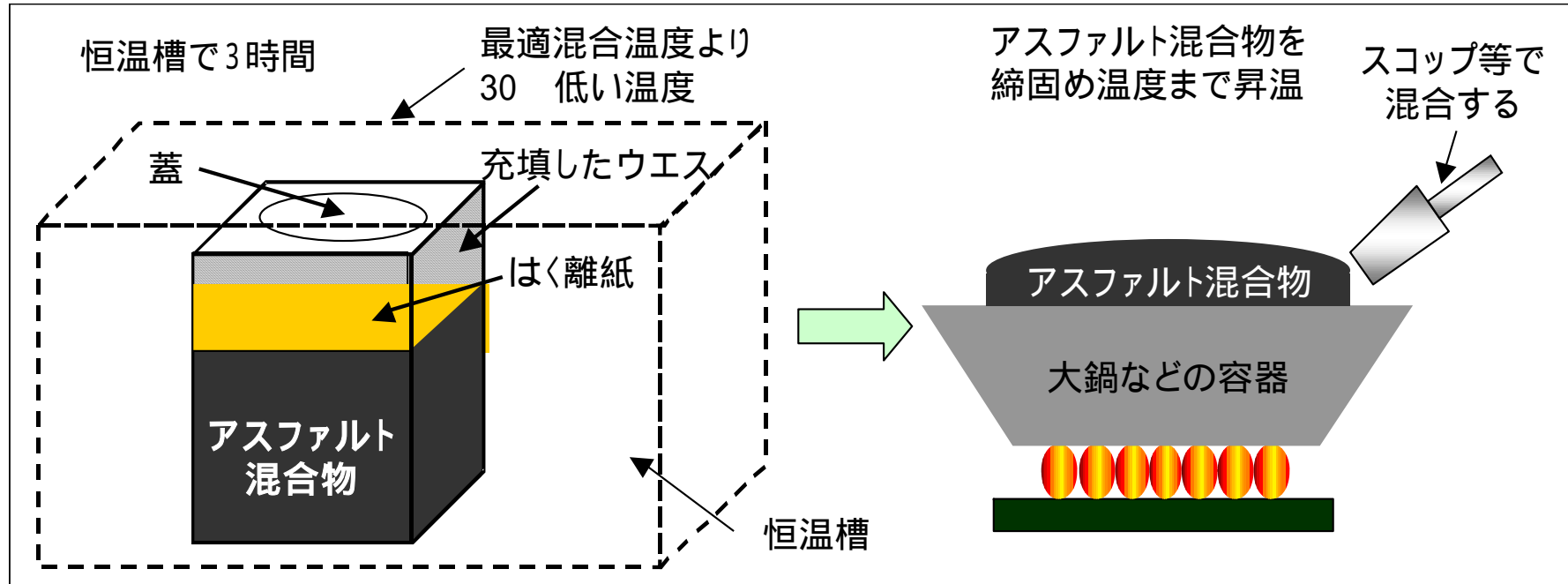
採取試料の放冷【要点2(7)】



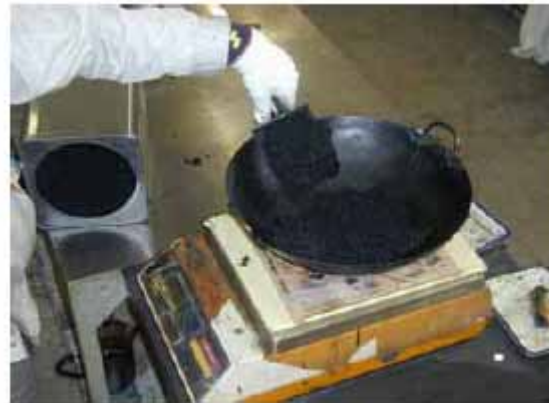
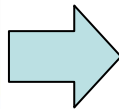
蓋をして放冷

プラントで採取した試料は、保管箱に入れて、一度室温まで放冷

採取試料の再加熱【要点2(7)】



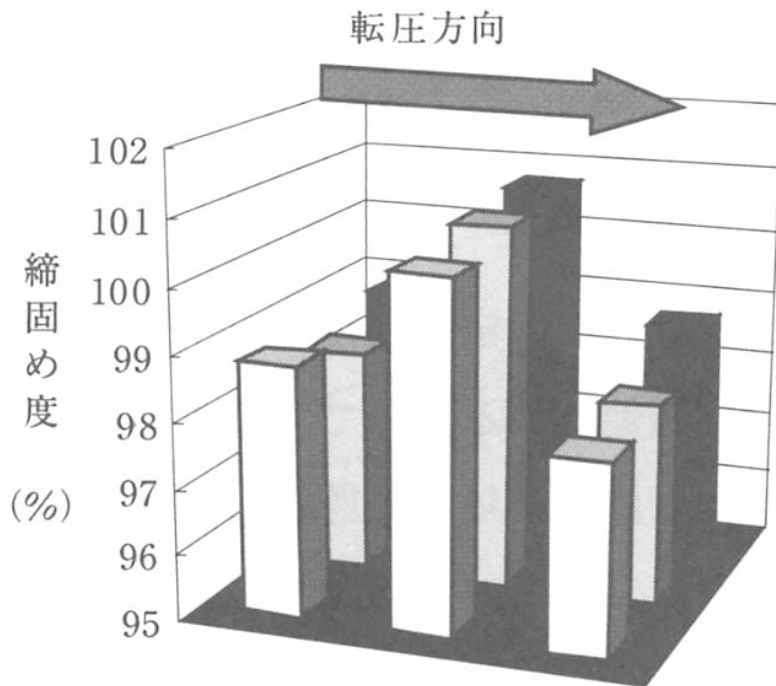
予備加熱



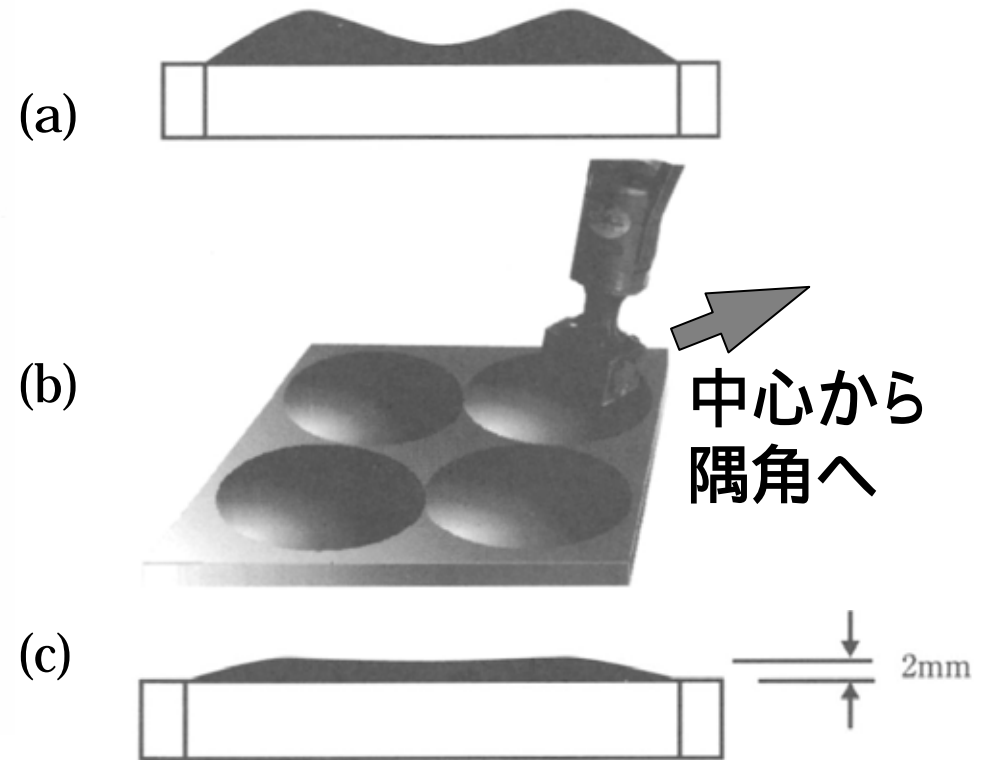
大鍋への量り取り

締固め度のばらつきを少なくする

【要点2(8)】



供試体内の密度分布

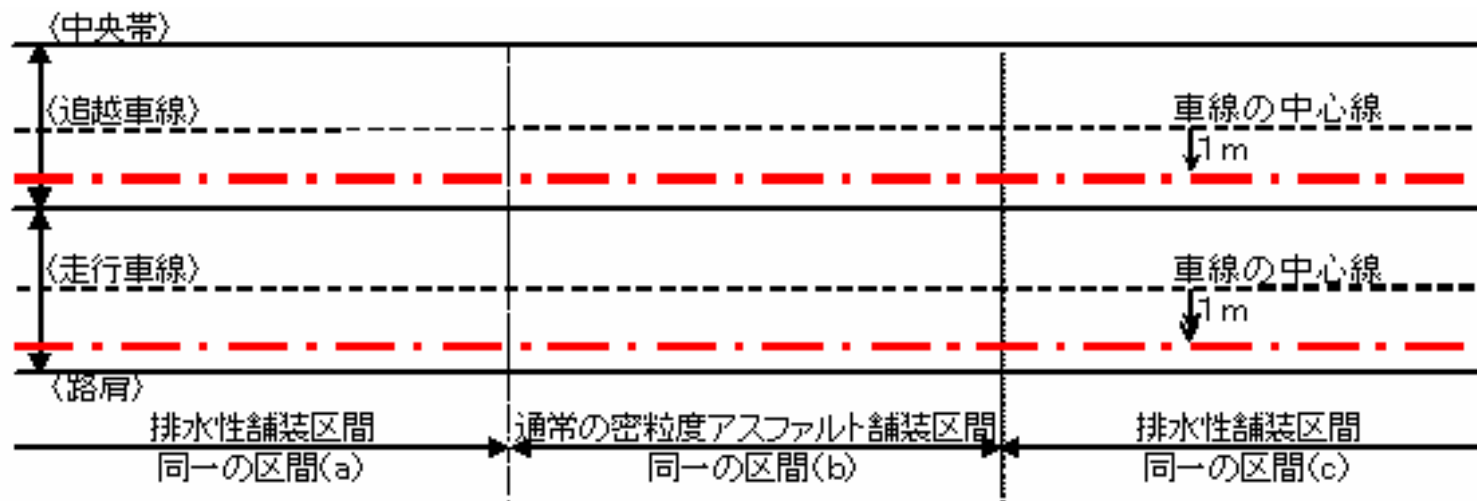


供試体内の予備転圧

平たん性

定義

平坦性は舗装道の車道において、中心線から1m離れた中心線に平行する線上に延長1.5mにつき・・・高低差を測定することにより得られる・・・標準偏差



①舗装の表層の厚さ及び材質が同一である区間

(例えば、通常の密粒度アスファルト舗装か、排水性舗装か)(この場合、(a)、(b)、(c)の3区間

②車線(車道)の中心線から1m離れた地点を結ぶ、中心線に平行する2本の線のいずれか一方の線

(例えば、右か左か)(この場合、図中の一点鎖線)

測定方法の位置づけ

対象	位置づけ	測定方法
車道	現場試験	3メートルプロファイルメータ
車道	現場試験	路面性状測定車

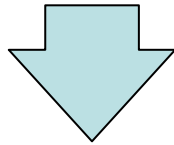


平坦性の基準値

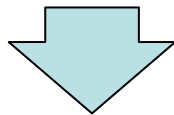
車道および側帯の舗装路面の施工直後の
平坦性は2.4ミリメートル以下

測定方法

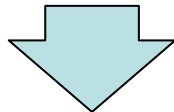
測定の準備



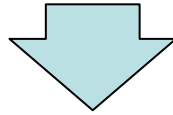
測定



結果の整理



- ・ 始終点の位置確認
- ・ マンホールや橋梁の伸縮装置等の位置を確認
- ・ 測定位置を定め、石やゴミを除去
- ・ 3メートルプロファイルメータを牽引し、路面の凹凸を記録
- ・ 記録された波形の読みとり (1.5m間隔)
- ・ 除外データの除去



評価法

平坦性の算出

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

ここに

σ : 平坦性(mm)

d : 高低差の測定値(mm)

n : データ数

により標準偏差を算出し平坦性を評価

基準値【要点3(1)】

舗装の種類に関わりなく2.4ミリメートル以下

評価の有効桁数【要点3(2)】

舗装の表層の厚さおよび材質が同一である区間ごとに小数第1位の値で評価する

平たん性の測定位置【要点3(3)】

車道の中心線から1メートル離れた地点を結び、中心線に平行する2本の線のいずれか一方の線上に延長1.5メートル間隔で選定された任意の地点

除外箇所【要点3(4)】

マンホールや橋梁の伸縮装置等、測定に影響する舗装以外の要素がある場合は、その位置を確認し、評価の対象から除外する

評価の区間延長【要点3(5)】

精度の良い平坦性の測定値を得るためには、区間延長は少なくとも100m以上とする必要がある

浸透水量

定義

直径15センチメートルの舗装路面の路面下に15秒間に浸透する水の量で、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

測定方法の位置づけ

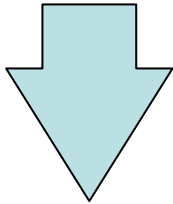
対象	位置づけ	測定方法
車道	現場試験	現場透水量試験による透水量測定

浸透水量の基準値

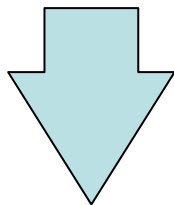
区 分	浸 透 水 量 (単位 15秒につき ミリリットル)
第1種、第2種、 第3種第1級及び第2級 ならびに第4種第1級	1,000
その他	300

測定方法

測定の準備

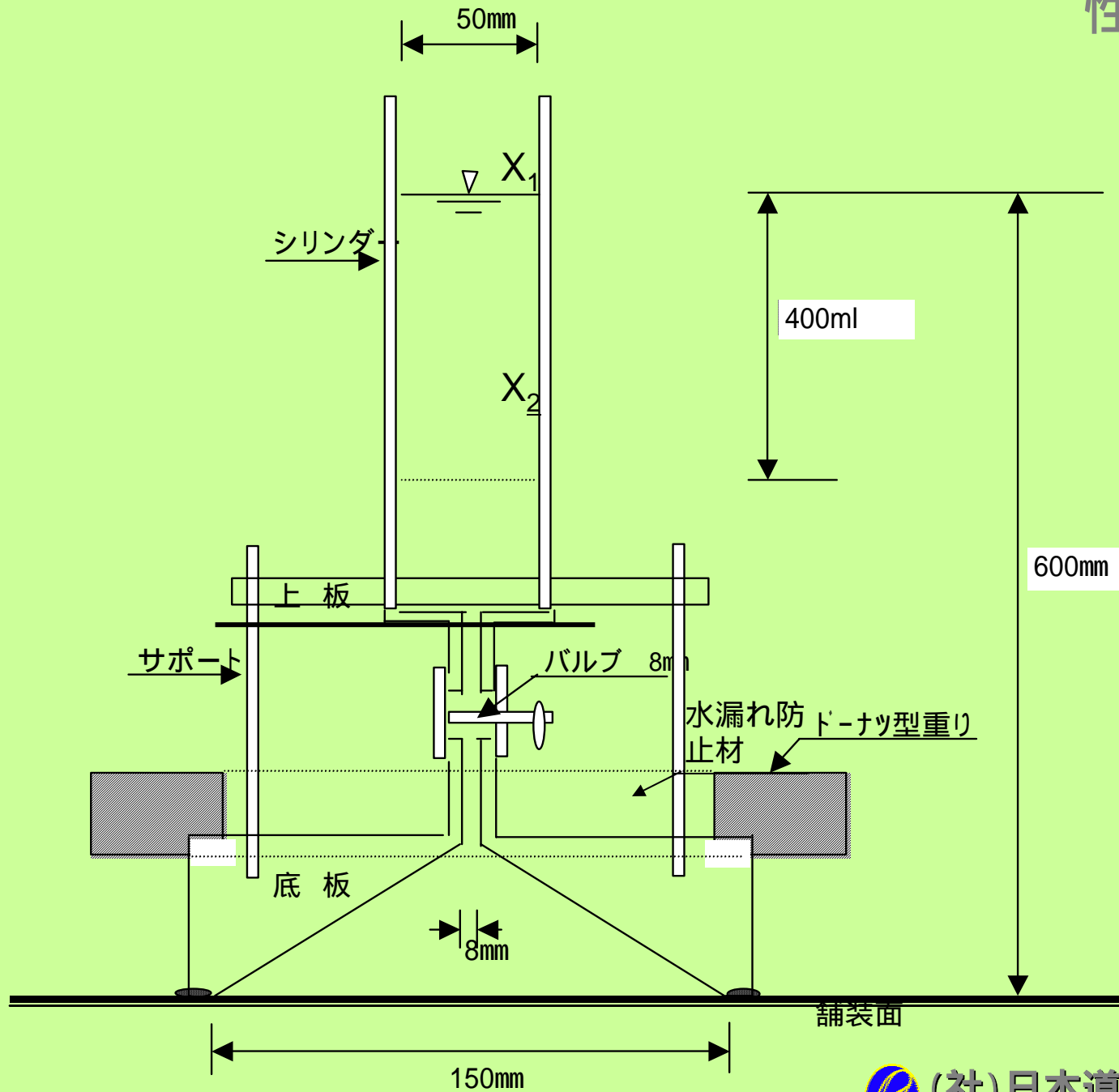


測定



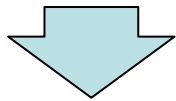
- 測定路面のゴミ等を除去
- 試験器を路面に圧着
- シリンダ - に注水

- バルブを一気に全開



測定方法

測定



結果の整理

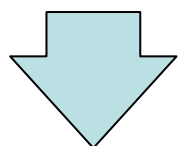
- ・ 水頭600mmから400mlの水量が低下する時間（秒）を測定
- ・ これを4回繰り返す
- ・ 2回目～4回目の
3データの算術平均

$$V w_i = (400 / t) \times 15 \text{秒}$$

$V w_i$: 測点*i*における透水量 (ml/15秒)

t : 流下平均時間 (秒)

浸透水量の評価法



浸透水量の
算出

- ・ 浸透水量は、10点の透水量の
平均値
(10,000m²以下を1ロット)

基準値 【要点4(1)】

浸透水量の基準値は、ポーラスアスファルトの浸透水量から示された。

- 空隙率15% : 300 ~ 400 ml / 15秒程度
- 空隙率20% : 1000 ~ 1500 ml / 15秒
- 空隙率17% : 800 ml / 15秒程度

試験器の高さ 【要点4(2)】

現場透水量試験器は高さに余裕のあるもの
を用いるとよい。



騒音値

背景

国土交通省が性能規定発注方式の工事を発注



性能指標に舗装路面騒音測定車で測定されるタイヤ / 路面騒音を採用



「騒音値」として採用



測定方法の位置づけ

対象	位置づけ	測定方法
車道	現場試験	舗装路面騒音測定車 によるタイヤ / 路面騒音

騒音値の基準値の考え方

「技術基準」には基準値が示されていない

国土交通省における騒音値の基準の例

< 性能規定発注方式 >

- ・ 施工直後の騒音値
- ・ 1年経過時の騒音値

実績等を踏まえた上で、適用する路線の立地条件等を考慮して基準値を検討する。

測定方法、評価法

測定の準備

- ・測定時の路面状態は乾燥状態
- ・始点，終点をカラーコーン等で明示
- ・交差点，信号等の交通条件を確認

測定

- ・所定の走行速度で測定
- ・測定位置はOWP(外走行部)
- ・発生するタイヤ/路面騒音をタイヤ近接部に設置したマイクロフォンで捉え，データレコーダに記録

結果の整理

- ・除外区間のデータを除き，各車線および各測定回数分の全てのデータを整理

騒音値の算出

- ・タイヤ/路面騒音の全データを平均した等価騒音レベルを算出し、数値を丸めて騒音値として評価

走行速度 【要点5(1)】

タイヤ / 路面騒音は走行速度の影響を受けるため一定の速度で計測。
法定速度等を考慮して任意に定める。

国土交通省：標準の走行速度

50km/h ± 0.5km/h

測定回数 【要点5(2)】

国土交通省：

整数値で評価する場合 3回

0.5dB単位で評価する場合 5回

[数値の丸め方]

整数値で評価する場合

小数点以下第1位を四捨五入

0.5dB単位で評価する場合

小数点以下第1位を二捨三入

特殊条件による除外区間 【要点5(3)】

交差点部(車の停止線から
交差点内側の車道部分)
橋面部, 路面標示部, マンホール部
天災等により路面に影響がある場合
降雪時のタイヤチェーン使用等により路面に
影響がある場合
交通事故等により路面に影響がある場合

すべり抵抗値

背景

「技術基準」では、必要に応じ、舗装の性能指標として「すべり抵抗」を追加すると規定されている

「すべり抵抗測定車によるすべり摩擦係数を用いる方法」と「DFテストによる動的摩擦係数を用いる方法」を併記

測定方法の位置付け

対象	位置付け	測定方法
車道	現場試験	すべり抵抗測定車によるすべり摩擦係数測定
車道	現場試験	DF テスタによる動的摩擦係数測定
車道	現場試験	振り子式スキッド・レジスタンス テスタによる測定

基準値の考え方

参考として旧日本道路公団の基準などを紹介。

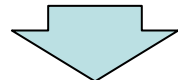
性能指標として採用する場合は、路線ごとに適切な値を検討。

すべり抵抗測定車の 測定方法と評価法

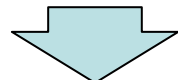
すべり抵抗測定
車の測定の準備



測定



結果の整理



同一区間，同一速度で測定した区間のすべり
摩擦係数の平均値を小数第2位にまるめすべ
り抵抗値を評価



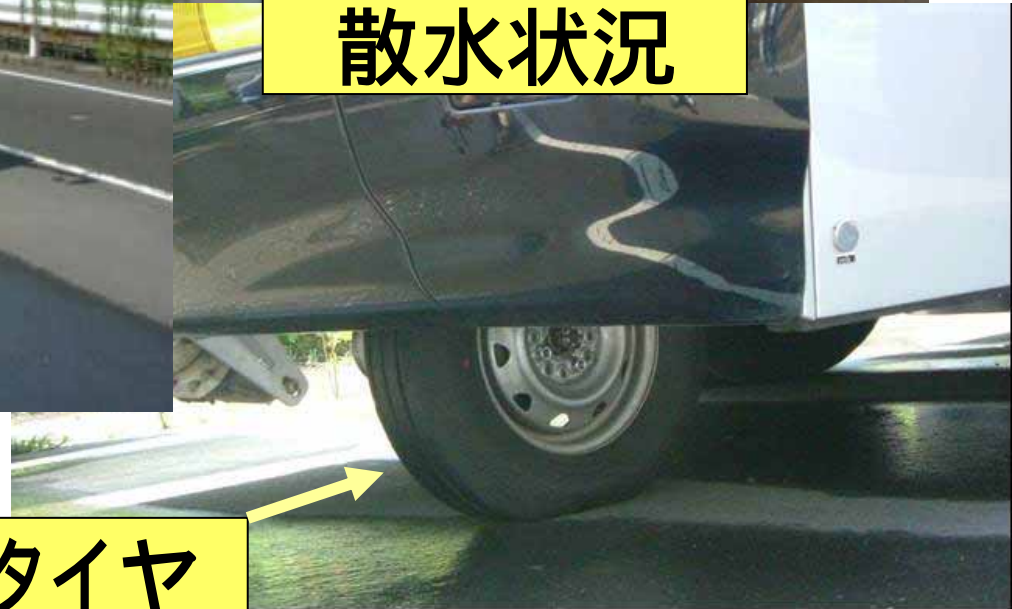
すべり抵抗測定車の測定状況



測定中



散水状況



試験タイヤ

DFテストの 測定方法と評価法



DFテストの測定状況



舗装のすべり抵抗値を評価できる装置

【要点6(1)】

実車を用いて直接的に舗装のすべり抵抗値を評価できるすべり抵抗測定車

性能規定発注方式の性能指標として実績のあるDFテスト

終

舗装性能評価法

—必須および主要な性能指標の評価法編—

ご静聴ありがとうございました

(社)日本道路協会 平成18年1月

舗装性能評価小委員会

社団法人 日本道路協会