

1. 舗装点検技術の性能評価

1-1. 性能評価項目

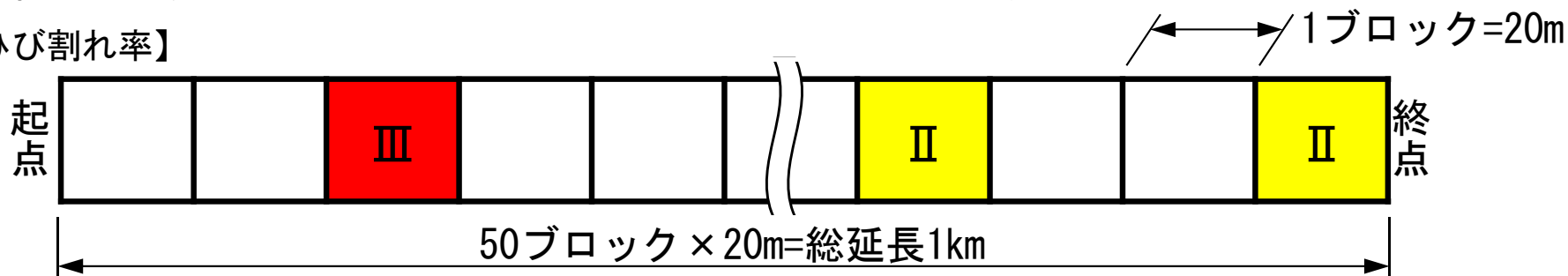
アスファルト舗装における健全性診断の判定指標となる「ひび割れ率」「わだち掘れ量」「IRI」を性能評価項目とし、舗装点検要領に基づく診断区分Ⅱ、Ⅲの区間を抽出する能力・精度を確認する。

区分		ひび割れ率	わだち掘れ量	IRI	状態
I	健全	20%未満	20mm未満	3mm/m未満	損傷レベル小:管理基準に照らし、劣化の程度が小さく、表層表面が健全な状態である。
II	表層機能保持段階	20%以上	20mm以上	3mm/m以上	損傷レベル中:管理基準に照らし、劣化の程度が中程度である。
III	修繕段階	40%以上	40mm以上	8mm/m以上	損傷レベル大:管理基準に照らし、それを超過している又は早期の超過が予見される状態である。

1-2. 提出する試験結果

試験区間(一般国道(直轄管理区間)、総延長L=1km、幅員W=3.0~3.15m程度)における測定結果を基に、L=20mに分割されたブロックごとに診断を行う。

(例)【ひび割れ率】



1-3. 評価指標

正解値^{※1}に対する、応募者の測定試験における診断区分Ⅱ、Ⅲの区間の抽出能力における精度、効率性等を確認するため、「検出率」「的中率」^{※2}を評価指標とする。

また、「その他の評価指標」として、コスト(点検に要する費用)、時間効率性(測定時の走行速度、測定回数、報告までに係る期間)等を加える。

※1. ひび割れ率は「スケッチによる方法」、わだち掘れ量は「横断プロフィールメーターによる方法」、IRIは「ディップスティックによる計測方法」による実調査を行い、試験区間における損傷区分の正解値とする。

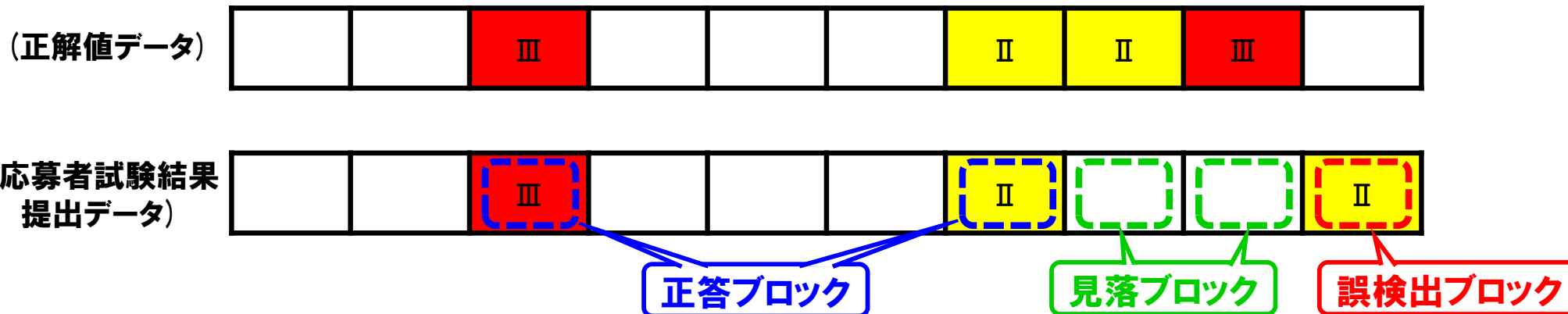
※2. 検出率及び的中率については、「診断区分Ⅱ以上(診断区分Ⅱ及びⅢ)」「診断区分Ⅲ」それぞれにおいて評価を行う。尚、「診断区分Ⅱ以上」については『管理基準に照らし、劣化の程度が中程度以上である区間を検出できるか否か』、「診断区分Ⅲ」については『修繕段階となる損傷を検出できるか否か』を目的とする。

指標	算出方法	備考
検出率	検出率 = $\frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{正解値を基にした実損傷ブロック数}}$	確実に損傷を発見できるか確認する
的中率	的中率 = $\frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{応募技術により検出されたブロック数}}$	検出結果の精度を確認する
その他	コスト = 測定区間(延長L=100km、片側1車線)における舗装診断に係る費用	<ul style="list-style-type: none"> ・同一路線、連続する区間等の条件は無し ・測定路線をL=20mの区間に分割し、区間ごとに路面の健全性の判断指標(ひび割れ率、わだち掘れ量、IRI)について評価を行った場合における、準備及び測定、分析(診断)、報告までに必要となる費用
	時間効率性 = 測定時の走行速度、測定回数、及び報告までに係る期間 等	<ul style="list-style-type: none"> ・測定時の最高及び平均速度、測定可能な速度帯、現地測定及び報告までに係る期間等

1-4. 評価方法及び評価結果

検出率及び的中率の算出方法及び評価結果の事例を以下に示す。

(例) 【ひび割れ率の評価：A技術】



(例) 検出率について

$$\text{検出率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{正解値を基にした実損傷ブロック数}} = \frac{\text{正答ブロック数}}{\text{実損傷ブロック数}} \quad \text{より}$$

$$\text{診断区分 II 以上の検出率} = \frac{2\text{ブロック(正答ブロック数)}}{4\text{ブロック(実損傷ブロック数)}} = 50\%$$

$$\text{診断区分 III の検出率} = \frac{1\text{ブロック(正答ブロック数)}}{2\text{ブロック(実損傷ブロック数)}} = 50\%$$

(診断区分 II 以上における正答表)

診断区分		応募者試験結果		
		無	II	III
正解値	I	対象外	誤検出	誤検出
	II	見落	正答	正答
	III	見落	正答	正答

(診断区分 III における正答表)

診断区分		応募者試験結果		
		無	II	III
正解値	I	対象外	対象外	誤検出
	II	対象外	対象外	誤検出
	III	見落	見落	正答

(例) 【ひび割れ率の評価：A技術】

(正解値データ)



(応募者試験結果
提出データ)



正答ブロック

見落ブロック

誤検出ブロック

(例) 的中率について

$$\text{的中率} = \frac{\text{応募技術における正答ブロック数}}{\text{応募技術により検出されたブロック数}} = \frac{\text{正答ブロック数}}{\text{正答ブロック数} + \text{誤検出ブロック}} \text{より}$$

$$\text{診断区分 II 以上の的中率} = \frac{2\text{ブロック(正答ブロック数)}}{2\text{ブロック(正答ブロック数)} + 1\text{ブロック(誤検出ブロック)}} = \underline{67\%}$$

$$\text{診断区分 III の的中率} = \frac{1\text{ブロック(正答ブロック数)}}{1\text{ブロック(正答ブロック数)} + 0\text{ブロック(誤検出ブロック)}} = \underline{100\%}$$

指標	ひび割れ率	
	II 以上	III のみ
A技術	検出: 50% 的中: 67%	検出: 50% 的中: 100%

路面性状を簡易に把握可能な技術

(正解値を算出した各性能評価項目ごとの測定方法等の説明)

舗装点検技術 ひび割れ率の測定及び整理方法

1. 舗装路面のひび割れの測定方法 【「舗装調査 試験法便覧」(平成19年6月、日本道路協会発行)、以下便覧という】便覧S029(スケッチによる方法)

20m区間毎に観測者が路面に生じたひび割れを写生し、ひび割れ率を算出する方法

1)測定方法

路面上のひび割れにチョークでマーキング、路面上に0.5mごとのます枠を設置し、センターライン側レーンマークの内側から路肩側レーンマークの内側まで、各ます目のひび割れ状況を撮影記録する。

2. 舗装調査・試験法便覧に記載のスケッチによる方法の整理方法

1)試験法便覧:S029「5.結果の整理」(p[1]-159)

・線状ひび割れ 1本	0.15m ²	} ひび割れ面積
・線状ひび割れ 2本以上	0.25m ²	
・パッチング 0%以上25%未 満	0.00m ²	
・パッチング 25%以上75%未 満	0.125m ²	
・パッチング 75%以上	0.25m ²	

・ひび割れとパッチングの両方ある場合は、ひび割れのマス目として数える。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{\text{ひび割れ面積(m}^2\text{)}}{\text{調査対象区画面積(m}^2\text{)}} \times 100$$



この値が、20or40%を超えるか否かで、1ブロック(20m)毎に診断区分を判定

2)試験法便覧:S029 「注意事項」(p[1]-162)

- ・埋設復旧の跡や構造物周りの擦り付けは、パッチングとは考えない。
- ・車線幅いっぱい、または延長方向が数mにわたる小規模補修は打ち換えとみなし パッチングとしては計上しない。

3)試験法便覧:S029 「解説」(p[1]-164,165)

- ・メッシュ境界に沿った線状ひび割れは2重計上しないように処理。
- ・20cmを下回るような独立した微小なひび割れがメッシュ内に1本生じている場合はひび割れとしてカウントしない。
- ・一部不連続でもほぼ1本とみなせる場合は連続したものとして処理。

舗装点検技術 ひび割れ率の測定及び整理方法

3. 便覧のみでは整理方法は大まかなため、詳細な整理方法を舗装業者にヒアリングし、便覧の整理方法に加え、結果を取りまとめた。

＜ヒアリングによる補足＞

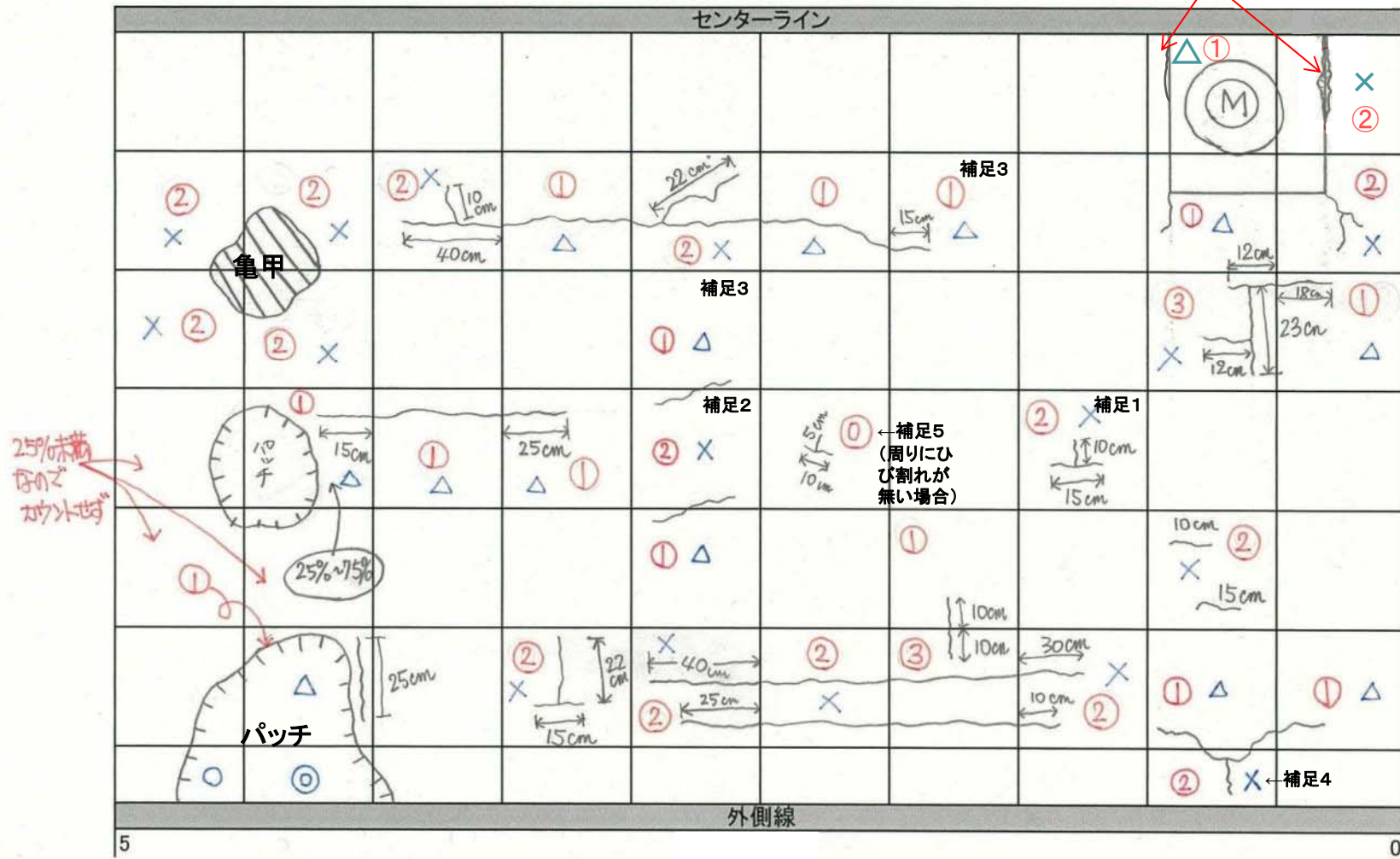
- 1) 途中で枝分かれしているひび割れは2本として計上。
- 2) 20cmを下回る計上しないひび割れとは、単独で発生している1本のみのひび割れを除外できると捉え、同じマス内に20cm以下のひびが2本あった場合は、2本として計上。
- 3) 長い1本のひびが複数マスにまたがり、途中、起終部分が僅かにマスにかかった場合も当該のマスで1本のひび割れとして計上。
- 4) 路肩付近の20cmマスに満たないマスにおいても、マス内を横切るひび割れが、単独で発生している1本のみのひび割れでない限り、通過する全てのマスに1本ひびがあるものとして計上。
- 5) 周辺にひび割れがなく共に10cm未満のy字型のひび割れの場合は、計上しない。

＜ヒアリングによる補足 図示＞

ひび割れスケッチ図(国道192号)

マンホール等の補修時のカッター跡に沿ったひび割れ(角割れ等)は計上する。

ひび 1本	△
ひび 2本	X
100% 25%以上 25%未満	○
75% 以上	◎



① = 1本
② = 2本

スケッチ



メッシュ設置



ひび割れ確認



ひび割れ確認



撮影

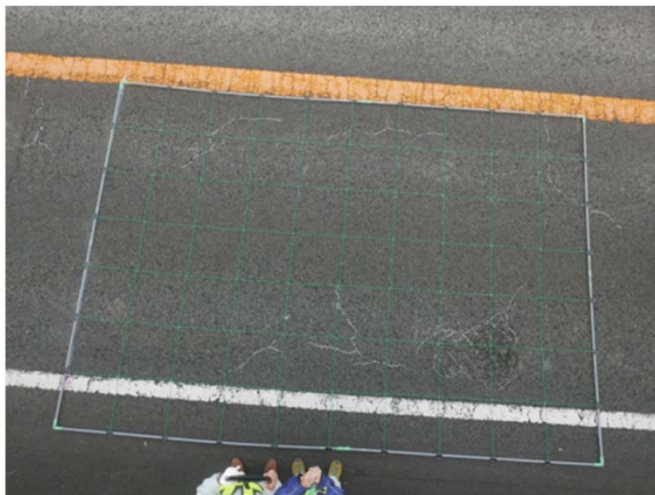


上空からの写真

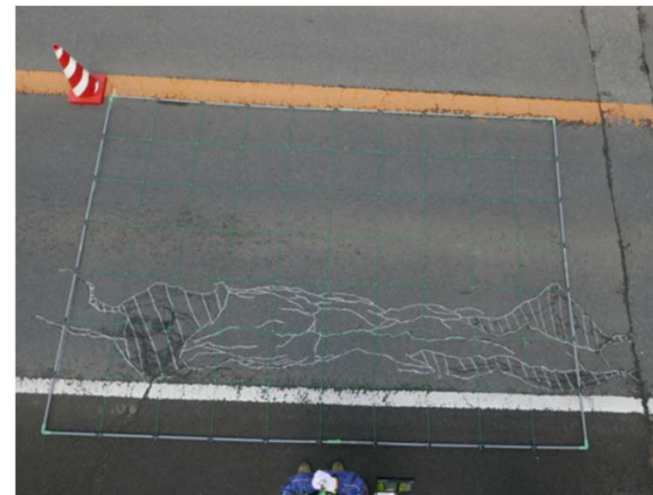


診断区分Ⅱ

ひび割れ率 26.5%



ひび割れ率 32.5%

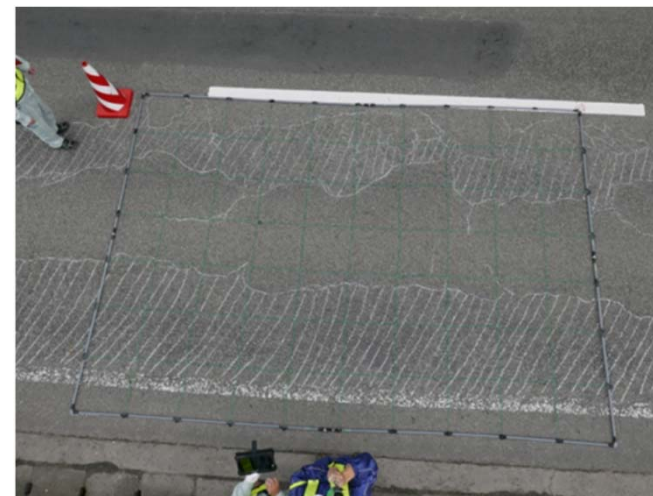


診断区分Ⅲ

ひび割れ率 59.7%



ひび割れ率 77.6%



舗装点検技術 わだち掘れ量の測定及び整理方法

1. 舗装路面のわだち掘れ量の測定方法

便覧S030「舗装路面のわだち掘れ量測定方法」(1)横断プロファイルメーターによる方法にて、20m毎に各区内中央位置の横断測線におけるわだち掘れ量を測定した。

2. 舗装調査・試験法便覧に記載の横断プロファイルメーターによる方法の整理方法 以下に示す便覧:S030「5.結果の整理」(p[1]-170)に基づき行った。

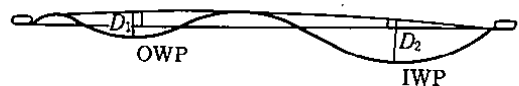
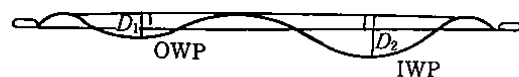
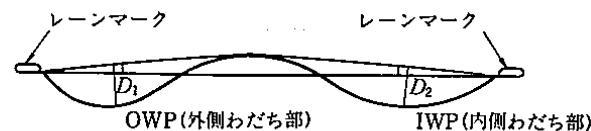
1)車線中央の凸部が、両側の凸部より高い場合には、**図-S030・5a)**によってわだち掘れ量 D_1 、 D_2 をmm単位で読み取る。

2)車線中央の凸部が、両側の凸部より低い場合には、**図-S030・5b)**によってわだち掘れ量 D_1 、 D_2 をmm単位で読み取る。

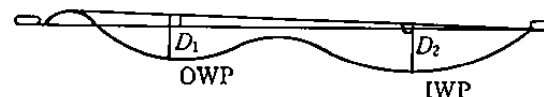
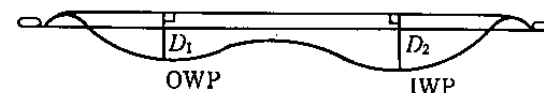
3) D_1 、 D_2 のうち、大きい方の値を測定断面のわだち掘れ量とする。



この値が、20or40mmを超えるか否かで、1ブロック(20m)毎に診断区分を判定



a) 主に流動によって生じたわだち掘れ



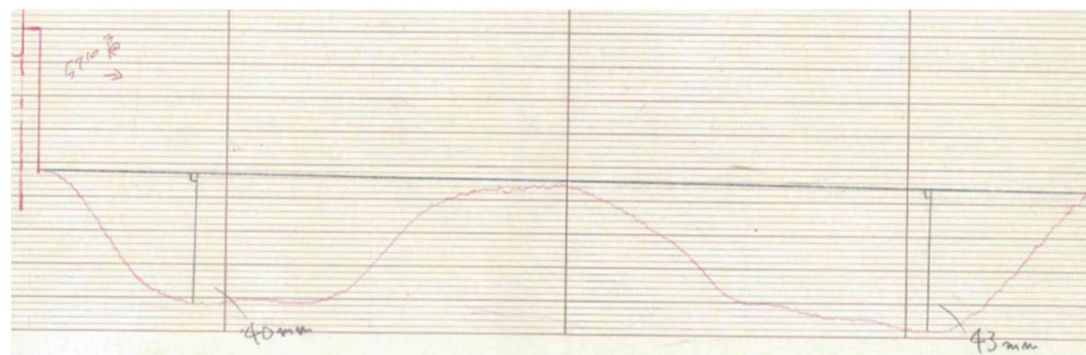
b) 主に摩耗によって生じたわだち掘れ

図-S030・5 わだち掘れ量の定義

横断プロフィールメータ



測定結果印字



測線マーキング



測定器セット



測定



診断区分Ⅱ

わだち掘れ量 38mm



わだち掘れ量 30mm



診断区分Ⅲ

わだち掘れ量 43mm



わだち掘れ量 40mm



舗装点検技術 IRIの測定及び算出方法

1. 舗装路面の I R I の測定方法

便覧S032T「国際ラフネスの調査方法」(3)ディップスティックによる計測方法(クラス1相当)による方法にて実施し、縦断プロフィールデータを得てQCシミュレーションにて20m毎にIRIを算出した。車道上の測定位置は、外側線内側から0.5m。

2. 舗装調査・試験法便覧に記載の I R I の算出方法

以下に示す便覧:S032T「5.IRIの算出方法」(p[1]-182)に基づき行った。

クラス1, 2の縦断プロフィールデータを用い、QC(Quarter Car)シミュレーションによりIRIを算出する。QCシミュレーションは、通常用いられている2軸4輪の車両の1輪だけを取り出し抽象化したクォーターカーモデルであり、図-S032・2に示すような力学系で表現される。IRIは、QCシミュレーションを一定の速度で路面上を走行させたときの車が受ける上下方向の運動変位の累積値(mm)と走行距離の比であり、QCシミュレーションの一連の運動方程式である式(S032・1)～式(S032・3)によりIRIを算出する。

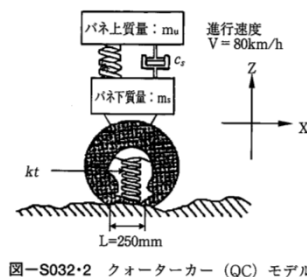


図-S032・2 クォーターカー (QC) モデル

$$x = A_s + B h_p \dots\dots\dots (S032 \cdot 1)$$

$$x = [z_u, z_s, z_w, z_c]^T$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ -k_s & -c & k_s & c \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ k_s/\mu & c/\mu & -(k_t+k_s)/\mu & -c/\mu \end{pmatrix}$$

$$B = [0, 0, 0, k_t/\mu]^T \dots\dots\dots (S032 \cdot 2)$$

ここに、 h_p : 平滑化されたプロフィール高

この値が、3or8mm/mを超えるか否かで、1ブロック(20m)毎に診断区分を判定

ここに、 c_s : サスペンションのダンピング

k_s : サスペンションのばね係数

k_t : タイヤのばね係数

m_s : ばね上質量 (車輪1個によって支持された車体の質量)

m_u : ばね下質量 (車輪/タイヤの各質量と車体懸架装置/車軸の各1/2質量)

h_p : プロファイル

L : プロファイル長

h_p を入力して、式(S032・1)を解き、式(S032・3)によってIRIを計算する。この時の速度は80km/hを標準とする。

$$IRI = \left| \int_0^L |z_w - z_c| dt \right| / L \dots\dots\dots (S032 \cdot 3)$$

z_s : ばね上質量の高さ (縦座標)

z_u : ばね下質量の変位 (縦座標)

また基準化されたパラメータを以下に示す。

$$c = c_s/m_s = 6.0$$

$$k_1 = k_t/m_s = 653$$

$$k_2 = k_s/m_s = 63.3$$

$$\mu = m_u/m_s = 0.15$$

ディップスティック



測線位置出し



測線マーキング



測定



診断区分Ⅱ

IRI 7.7mm/m



IRI 4.1mm/m



診断区分Ⅲ

IRI 11.5mm/m



IRI 10.0mm/m

