

# 舗装構造調査(FWD 調査)の手引き

令和3年4月

新潟市



# 目 次

1. はじめに .....	1
<b>【広域調査（簡易 FWD 調査）】 .....</b>	<b>1</b>
2. 目 的 .....	1
3. 対象路線および車線 .....	1
4. 調査項目 .....	2
4-1 舗装たわみ量測定 .....	2
4-2 切取供試体採取 .....	2
5. 評 価 .....	2
5-1 路床の評価 .....	2
5-2 舗装たわみ量の評価 .....	2
5-3 アスコン層の評価 .....	3
5-4 残存 T <sub>A</sub> の評価 .....	3
5-5 既設舗装の評価 .....	4
5-6 舗装の破損度評価 .....	5
<b>【詳細調査（詳細 FWD 調査）】 .....</b>	<b>6</b>
6. 目 的 .....	6
7. 対象路線および車線 .....	6
8. 調査項目 .....	6
8-1 路面状況確認調査 .....	6
8-2 舗装たわみ量測定 .....	6
8-3 開削調査 .....	7
8-4 切取供試体採取 .....	7
9. 評 価 .....	7
10. 調査数量 .....	8
11. 修繕断面の設計 .....	8
12. そ の 他 .....	8
付録-1 広域調査と詳細調査の詳細仕様 .....	9



## 1. はじめに

本手引きは、路面性状の悪化した既設舗装の修繕にあたり、効率的な舗装補修を実施するための調査として、舗装構造調査(FWD 調査)方法や評価について定めるものである。FWD 調査には、2層以上の修繕が必要とされる舗装の構造的破損箇所を把握する広域調査(簡易 FWD 調査)と補修工法やその範囲及び修繕断面を決定する詳細調査(詳細 FWD 調査)がある。なお、舗装の種別は大別するとアスファルト舗装とコンクリート舗装に分けられるが、新潟市が管理する舗装のほとんどがアスファルト舗装であるため、一般的なアスファルト舗装を対象として記している。

### 【広域調査(簡易 FWD 調査)】

## 2. 目的

広域調査(簡易 FWD 調査)は、長寿命化に向けた舗装の効率的な修繕(路盤の構造的な健全性が失われないように表層等を適時修繕すること、また路盤の構造的な健全性が失われている場合は路盤を含めた修繕を行うことが求められる)を目的とした「2層以上の修繕が必要とされる舗装の構造的破損箇所の把握」を目的とする。

## 3. 対象路線および車線

調査対象路線は、新潟市が管理する国県道及び市道で、大規模修繕(概ね修繕延長 200m)かつ事前に実施した路面性状調査で路面性状の悪化が確認された路線や、道路管理者が指定した路線とする。

なお、新潟市ではこれまで「根本的かつ全面的な補修(修繕)が必要」と判断される「MCI がおおむね 4 以下(ひび割れ率およびわだち掘れ量単項目で、おおむね 30%および 30mm に相当)」を目安に大規模修繕計画の対象としてきたが、これらの約 4 割が構造的破損と判定されていることから、調査対象路線を選定する際には参考とすることが望ましい。

調査対象車線は路面性状が悪いと思われる上下いずれか 1 車線を原則とするが、複数車線においては路面性状調査結果を踏まえ適切に設定することが望ましい。

## 4. 調査項目

### 4-1 舗装たわみ量測定

非破壊調査（FWD 測定車）にて、たわみ量を測定する。

測定車は、国立研究開発法人土木研究所における検定で認定された車両を用いる。測定方法は、「舗装調査・試験法便覧（公社）日本道路協会 S047 ⑤フォーリングウェイトデフレクトメータ（FWD）によるたわみ量測定方法」に準拠し、次の①～④のとおりとする。

- ① 舗装のたわみ量は、FWD たわみ測定車を用いて測定する。
- ② FWD の載荷重は、49kN (5tf) を標準とする。
- ③ 測定間隔は 100m（路線）を標準とし、1 地点の測定回数は 4 回とする。1 回目のデータは破棄し、2 回目から 4 回目のデータの平均値をその地点の代表値とする。
- ④ FWD 測定時には、測定日時、距離、たわみ量（7 個以上）、載荷重・外気温路面温度を同時に測定する。

### 4-2 切取供試体採取

FWD 調査により得られるたわみ量の補正を行うため、調査 1 区間あたり 1 個以上の供試体を採取し、アスファルト層の厚さを確認する。なお、既存資料等で、アスファルト層の厚さが既知の場合は、切取供試体採取を省略できる。

## 5. 評価

### 5-1 路床の評価

路床の評価は、路床の支持力を CBR にて評価する。FWD たわみ量  $D_{150}$  は、路床の支持力を簡易的に示しており、CBR を式-5.1 により算出する。

$$\text{路床の CBR(\%)} = 1/D_{150} \quad \dots \dots \dots \quad \text{式-5.1}$$

ここに、 $D_{150}$ ：載荷点から 150cm の位置のたわみ量(mm)

### 5-2 舗装たわみ量の評価

舗装たわみ量の評価は舗装支持力の健全度を載荷点直下のたわみ量 ( $D_0$ ) およびたわみ量にて評価する。交通量区分別許容たわみ量を表-5.1 に示す。

なお、載荷点直下のたわみ量 ( $D_0$ ) は、路床を含めた舗装全体の支持力を表しており、交通量区分別許容たわみ量と比較することで、舗装体全体の支持力の過不足状態を簡易的に判断する。

表-5.1 交通量区分別許容たわみ量

交通量区分	$N_3$	$N_4$	$N_5$	$N_6$	$N_7$
$D_0$ (mm)	1.3	0.9	0.6	0.4	0.3

不足たわみ量は、荷重・温度補正を行った載荷点直下のたわみ量および交通量区分別許容たわみ量より、下記の式にて分類を行う。なお、100%未満については、支持力に問題ない状態、100%以上については支持力が不足状態と評価する。

$$\text{不足たわみ量(\%)} = \frac{\text{補正後載荷点直下たわみ量(mm)}}{\text{交通量区分別許容たわみ量(mm)} \times 100} \quad \dots \quad \text{式-5.2}$$

### 5-3 アスコン層の評価

アスコン層の評価はアスコン層の健全度を弾性係数 ( $E_{AS}$ ) にて評価する。 $E_{AS}$  は式-5.3により算出する。

$$\text{弾性係数 } (E_{AS}) = 2,352 \times (D_0 - D_{20})^{-1.25} / h_{as} \quad \dots \quad \text{式-5.3}$$

ここに、 $E_{AS}$  : アスコン層の弾性係数(MPa)  
 $D_0$  : 載荷点直下の位置のたわみ量(mm)  
 $D_{20}$  : 載荷点から 20cm の位置のたわみ量(mm)  
 $h_{as}$  : アスファルト混合物層の厚さ(cm)

一般に、20°Cにおけるアスコン層の弾性係数が6,000MPa程度といわれており、この値以上であればアスコン層は健全であると判断することができることから、6,000MPa以上で健全と評価する。

なお、評価においてはアスファルト混合物層の厚さが必要であり、コア採取供試体による実測および舗装台帳等の既存資料で厚さが既知である場合はその値を用いる。

### 5-4 残存 $T_A$ の評価

残存  $T_A$  の評価は、既設舗装の支持力を残存等値換算厚 ( $T_{A0}$ ) で評価する。FWD たわみ量  $D_0$  と  $D_{150}$  のたわみ量差は、路床面より上の舗装体の特性を示すとされており、 $T_{A0}$  を式-5.4により算出する。

なお、残存等値換算厚とは、舗装の破損状況に応じて既設舗装の残存価値を表層・基層用加熱アスファルト混合物の等値換算厚で評価したものである。

$$\text{残存等値換算厚 } (T_{A0}) = -25.8 \text{Log } (D_0 - D_{150}) + 11.1 \quad \dots \quad \text{式-5.4}$$

ここに、 $T_{A0}$  : 残存等値換算厚(cm)  
 $D_0$  : 載荷点直下の位置のたわみ量(mm)  
 $D_{150}$  : 載荷点から 150cm の位置のたわみ量(mm)

### 5-5 既設舗装の評価

既設舗装の評価は、FWD 調査で得られた路床 CBR と調査時の大型車交通量より必要  $T_A$  を整理し、不足  $T_A$  を求める。

なお、不足  $T_A$  は必要  $T_A$  と FWD 調査で得られた残存  $T_A$  と比較することで、既設舗装が構造的な破損の進行状態か、もしくは機能的破損の状態であるかを判断する。

大型車交通量は、最新の全国道路・街路交通情勢調査結果（以下、交通センサス）もしくは貸与資料を用い、単年度の大型車交通量より交通量区分を求める。

必要  $T_A$ （設計期間 20 年）は、表-5.2 に示すとおりである。なお、参考として設計期間 10 年における必要  $T_A$  を表-5.3 に示す。

$$\text{不足 } T_A(\text{cm}) = \text{必要 } T_A(\text{cm}) - \text{残存 } T_{A0}(\text{cm}) \quad \dots \quad \text{式-4.5}$$

表-5.2 必要  $T_A$ （設計期間 20 年）

交通量区分	信頼度	設計 CBR					
		3	4	6	8	12	20
$N_6$	90%			32	29	26	22
	75%			28	26	23	20
$N_5$	90%	29	26	23	21	19	
	75%	26	24	21	19	17	
$N_4$	75%	19	18	16	14	13	
$N_3$	50%	13					
$N_2$	50%	11					
$N_1$	50%	8					

表-5.3 必要  $T_A$ （設計期間 10 年）

交通量区分	信頼度	設計 CBR					
		3	4	6	8	12	20
$N_6$	90%			28	26	23	20
	75%			25	23	21	18
$N_5$	90%	26	24	21	19	17	
	75%	23	21	19	17	15	
$N_4$	75%	17	16	14	13	11	
$N_3$	50%	12					
$N_2$	50%	10					
$N_1$	50%	8					

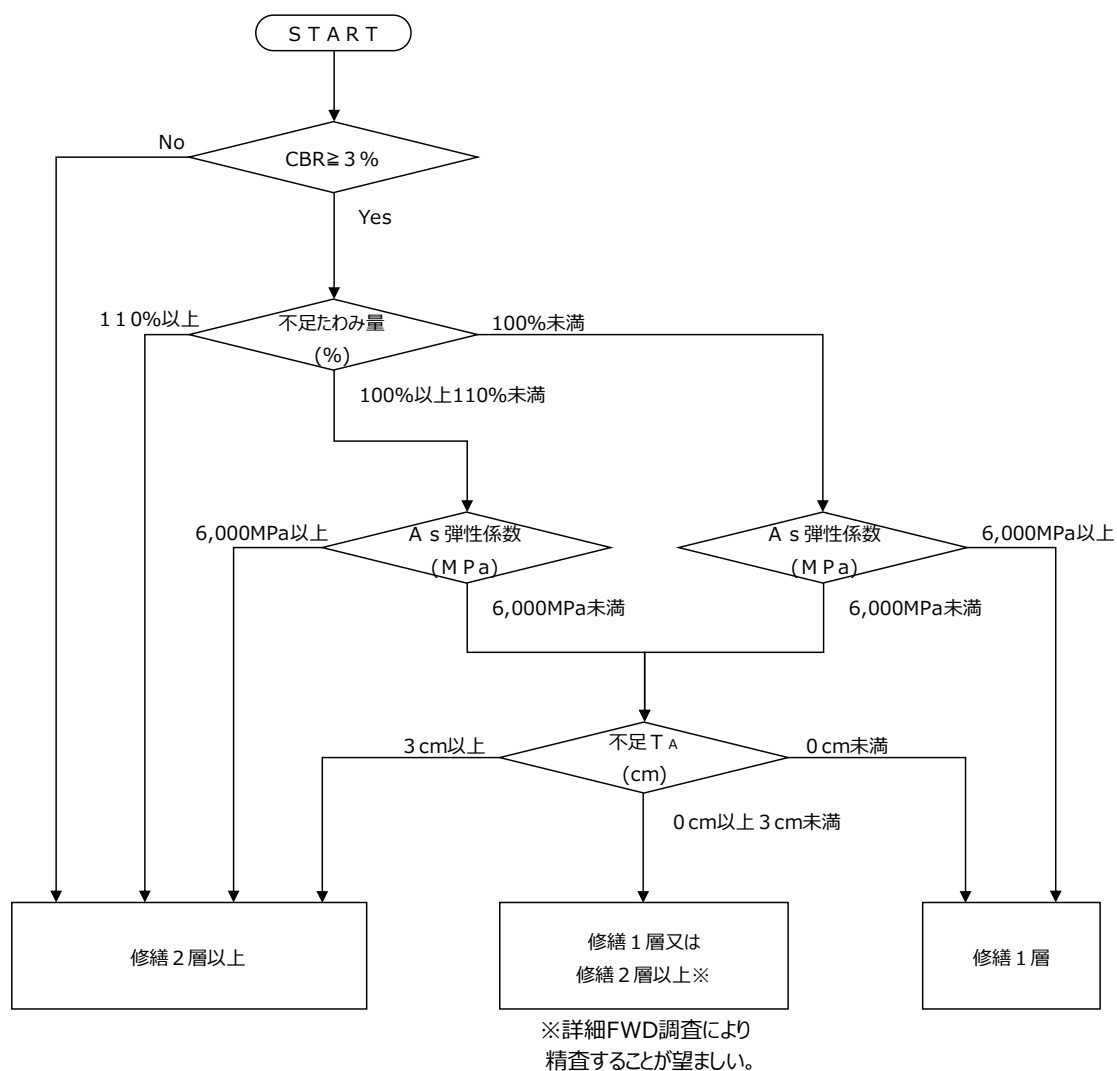


## 5-6 舗装の破損度評価

舗装の破損度評価は、新潟市における過去の実績により<sup>1)</sup>破損度評価フローに基づき調査箇所の舗装の破損度を評価し、「機能的破損」と「構造的破損」の2つに分類する。

なお、「機能的破損」は破損度評価フローにより修繕工法1層と分類された修繕箇所とし、「構造的破損」は修繕工法2層以上、修繕工法1層又は2層以上に分類された修繕箇所として分類する。

舗装の破損度評価フロー図を図-5.1に示す。



渡辺ほか：新潟市における FWD 調査結果を基にした舗装評価手法の検討事例  
第 14 回北陸舗装会議、平成 30 年 5 月

図-5.1 舗装の破損度評価フロー図

## 【詳細調査（詳細 FWD 調査）】

### 6. 目 的

詳細調査（詳細 FWD 調査）は、構造的破損が疑われる既設舗装の修繕にあたり、効果的な舗装修繕を実施するための調査として、既設舗装の状況、修繕工法やその範囲及び修繕断面の決定を目的とする。

### 7. 対象路線および車線

対象路線は新潟市が管理する国県道及び市道で、大規模修繕（概ね修繕延長 200m）かつ広域調査で構造的破損が疑われている路線を対象とする。

調査対象車線は原則上下線の全車線とする。なお、表層 1 層で構築されたと思われる路線(N4 以下の路線等)で舗装構造強化を目的としない時は、舗装打換工法を修繕工法とし調査を省略する場合もある。

### 8. 調査項目

#### 8-1 路面状況確認調査

路面の状況を確認するため、路面状況確認調査により現地を確認し、写真帳にて路面状況等の記録を整理する。破損状況や破損位置が確認できるよう、破損の状況（ひびわれ、わだち、パッチング）ごとに整理を行うものとする。

#### 8-2 舗装たわみ量測定

非破壊調査（FWD 測定車）にて、たわみ量を測定する。

測定車は、国立研究開発法人土木研究所における検定で認定された車両を用いる。測定方法は、「舗装調査・試験法便覧（公社）日本道路協会 S047 ⑤フォーリングウェイトデフレクトメータ（FWD）によるたわみ量測定方法」に準拠し、次の①～④のとおりとする。

- ① 舗装のたわみ量は、FWD たわみ測定車を用いて測定する。
- ② FWD の載荷重は、49kN（5tf）を標準とする。
- ③ 測定間隔は 20m（車線）を標準とし、1 地点の測定回数は 4 回とする。1 回目のデータは破棄し、2 回目から 4 回目のデータの平均値をその地点の代表値とする。
- ④ FWD 測定時には、測定日時、距離、たわみ量（7 個以上）、載荷重・外気温路面温度を同時に測定する。

### 8-3 開削調査

舗装断面各層の確認を行うため、調査 1 区間あたり 1 か所程度以上の開削調査を実施する。

開削位置は、FWD 調査のたわみ縦断図を参考とし、極端なたわみ量を示す箇所はさけるものとする。

### 8-4 切取供試体採取

舗装厚の確認、FWD 調査により得られるたわみ量の補正、クラック深の確認を行うため、調査 1 区間あたり 3 個程度以上の供試体を採取する。採取の位置は FWD 調査のたわみ縦断図やひび割れ状況を参考に決定する。

## 9. 評 価

現地調査から得られた情報により既設舗装の評価を行う。

評価方法は次の①、②のとおりとする。

#### ① 路床の評価

FWD測定で得られるたわみ量よりC B R値を推定する。

#### ② 舗装体の評価

既設舗装体の評価は、残存等値換算厚（cm）で行う。残存等値換算厚は、たわみ量より推定する方法や、多層弾性理論に基づき層毎の弾性係数を求めて残存等値換算係数により評価する。

## 10. 調査数量

調査頻度と目的は、表-10.1 に示すとおりとする。

表-10.1 調査頻度と目的（1 区間あたり）

調査項目	内容	頻 度	目 的
路面状況 確認調査	・現地確認 写真撮影	50mに1枚程度以上の写真 撮影	・路面性状の記録
たわみ量 測定	・FWD調査	@20m/車線	・設計 CBR の特定 ・構造的破損範囲の抽出 ・破損している層の特定
断面確認	・開削調査	1 箇所程度以上	・舗装断面の確認
コア採取	・切取供試体採取	3 箇所程度以上	・アス層厚の確認 (たわみ量の温度補正に使用) ・クラック深の確認 (打換厚決定の参考とする)

## 11. 修繕断面の設計

効果的な舗装補修を実施するため、想定できるいくつかの工法により比較検討を行い修繕断面の検討を行う。

路床の評価で得られた設計 CBR や最新の交通量区分等の補修時における設計条件を整理し、補修における目標  $T_A$  を求める。調査で得られた残存  $T_A$  と比較して、 $T_A$  不足が見られれば再度  $T_A$  法により補修断面の再設計を行なう。なお、補修断面を検討する際は、クラック深の測定結果も考慮し修繕後の舗装にクラックを残さないほうが望ましい。

## 12. その他

本調査項目以外に、他項目調査の必要性が生じた場合は、必要に応じて調査を実施すること。

## 付録-1 広域調査と詳細調査の詳細仕様

	広域調査（簡易 FWD 調査）	詳細調査（詳細 FWD 調査）
目 的	構造的破損の判定	舗装修繕設計
調査対象	路面性状調査でひび割れ率が大きいと評価された区間	広域調査にて構造的破損が疑われる延長 200m 以上の区間
対象車線	上下いずれか 1 車線	上下全車線
測定頻度	1 回/100m	1 回/20m・車線
コア採取	1 個/区間	3 個/区間
試掘調査	不要	1 箇所/区間