

アスファルト舗装修繕における工法検討について

- 「FWD」を用いた舗装修繕工法検討-

鹿児島国道事務所 加治木維持出張所長 ◎ 瀬戸口弘治
 加治木維持出張所 ○ 池田 敏彦

1. はじめに

アスファルト舗装は、交通荷重と自然環境の作用に耐えうる必要な厚さと品質をもち、表層、基層および路盤により構成し、路床の支持力に応じて各層が荷重を相応に分担するよう力学的にバランスのとれた構造となるよう設計しなければならない。

舗装の設計は、「設計条件（設計期間、計画交通量等）」に基づき「路面設計（舗装の性能指標、表層材料等）」と「構造設計（TA法）」を行い、路面に求められる性能指標値を満足し、舗装構成と各層の厚さを決定する必要がある。

新設、改築および大規模な修繕におけるアスファルト舗装設計においては、「疲労破壊輪数」、「塑性変形輪数」および「平坦性」などの舗装の性能指標を設定するとともにTA法により舗装構成と各層の厚さを決定しているが、既設舗装における舗装修繕設計においては、「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」にて路面性状の評価を行い、修繕工法および範囲を決定している。

路面の表面的な変状のみで判断した場合、最終的な決定は現場技術者の経験に委ねられ、現場によって修繕範囲の設定や表面に現れにくい変状が把握できない事による修繕工法のバラツキが懸念され、「コスト」や「補修後の耐久性」などに問題が生じる可能性がある。

今回、既設舗装における舗装修繕設計において、従来から実施している「路面性状評価」に加え、舗装構造の健全度を現場で測定・評価できる「FWD」を用いた舗装修繕工法検討について報告する。

2. 検討の背景と目的

舗装補修の目的は、（1）路面の走行を確保し、交通の安全と快適性を保つこと。（2）舗装の耐久性を確保し、舗装機能を保つこと。（3）主として舗装に起因する沿道環境の悪化を防ぐこと。等であり、補修は構造機能の低下を招かないように適切な時期に実施する必要がある。

工法においては「修繕候補区間の選定と同区間における工法選定の手引き（案）（図-1）」に基づき「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」により選定を行っているが、舗装の破損状態の形態は様々であり、工法選定にあたっては、現場における技術的な判断が重要となり、各現場技術者が現場の条件に適した工法選定を行う必要がある。

ひび割れ率	0mm以上 10mm未満	10mm以上 20mm未満	20mm以上 30mm未満	30mm以上 35mm未満	35mm以上 40mm未満	40mm以上
0%以上				切削工法 ②		
10%未満				④		
10%以上				④		
20%未満				④		
20%以上				④		
30%未満				④		①
30%以上	シール材注入工法 ③		シール材注入工法+切削工法			
35%未満	シール材注入工法 ③		シール材注入工法+切削工法			
35%以上	シール材注入工法 ③		シール材注入工法+切削工法			
40%未満	シール材注入工法 ③		シール材注入工法+切削工法			
40%以上	修繕工法適用区間(切削オーバーレイ等)					



 修繕候補区間
 予防的修繕工法適用区間

図-1 修繕候補区間における工法選定の目安（密粒度舗装）

「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」における路面の表面的な変状のみで「修繕候補区間の選定」と「同区間における工法選定」を判断した場合、各現場における「表面に現れない変状」、「既設舗装のTA0」および「路床上の設計CBR」が不明確で「コスト」や「補修後の耐久性」などに問題が生じる可能性がある。

よって、従来から実施している「路面性状評価」に加え、舗装構造の健全度を現場で測定・評価できる「FWD」を用いた舗装修繕工法検討を行い、コスト縮減および品質確保を目的とする。



写真-1 工事着手前の状況



写真-2 路面切削後の損傷状況

3. 検討の内容

今回、平成22年度国道10号吉野地区外舗装修繕工事において舗装修繕区間の選定と工法の検討を行った。

工事発注時は、「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」のみで舗装修繕区間の選定と工法選定していたため、「修繕区間」および「切削オーバーレイ」、「打ち替え工」等の工法における根拠が曖昧であった。

3. 1 舗装修繕工法検討フロー

舗装修繕工事において従来から実施している「路面性状調査」に加え、舗装構造の健全度を現場で測定・評価できる「FWD」を用いた舗装修繕工法検討（図-2）を行った。

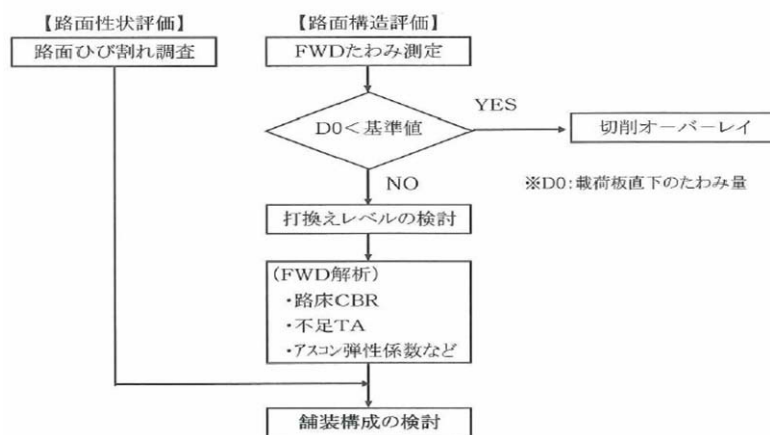


図-2 舗装修繕工法検討フロー

3. 2. 1 路面性状調査

路面性状調査においては、「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」と併せて、既設舗装のコア採取を行い、「既設舗装厚」、「ひび割れ深さ」を調査し、中間層以下のひび割れについても確認した。

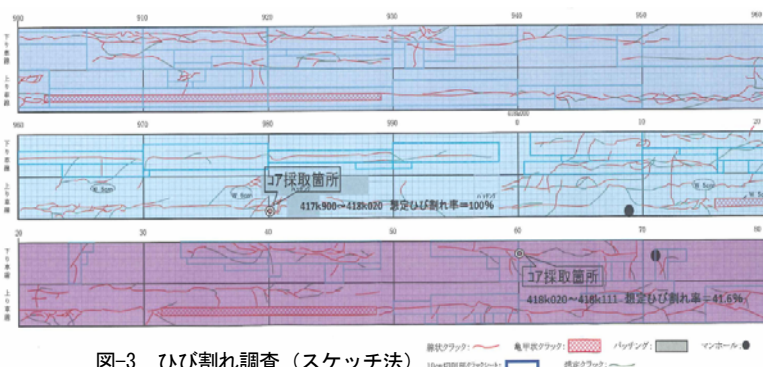


図-3 ひび割れ調査（スケッチ法）



写真-3 ひび割れ部のコア（表面からのひび割れ）

3. 2. 2路面構造調査 (FWDたわみ測定)

路面構造調査においては、「FWD (Falling Weight Deflectometer)」を用いて行った。

FWDは、荷重発生装置「落下重錘」により路面上の「荷重板」に衝撃荷重を与え、その時に生じる路面のたわみ量を各位置に設置した「たわみセンサー」にて測定を行い、「路床を含めた舗装全体の健全度 (μm)」、「現状のCBR (%)」、「現況の等値換算厚 T_{A0} (cm) 」および「アスファルト混合物層の弾性係数 (MPa) 」を推定することができ、舗装の健全度が判定できる。

図-4にFWDにおける、主要な構成装置を示す。D₁₅₀とは、荷重点から150cm離れた位置のたわみ量を示す。

測定は、非破壊で舗装を傷つけることなく、一箇所毎に2～3分と短時間で可能である。

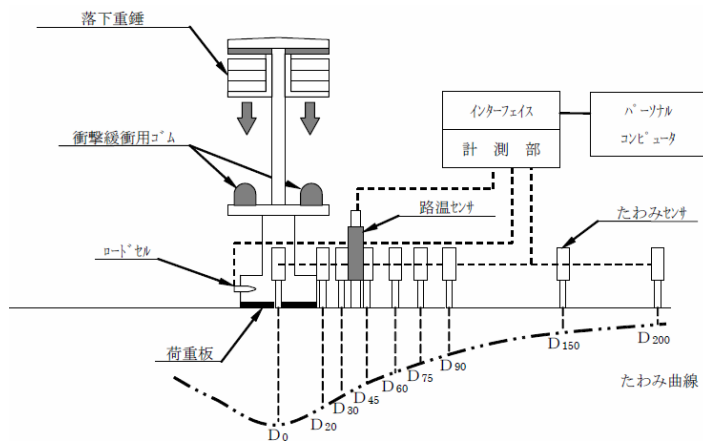


図-4 FWDの主要な構成装置



写真-4 車載型FWDの外観及び車内

距離 (m)	たわみ差法										修繕断面														
	たわみ量			CBR (%)	設計CBR (%)	目標TA (cm)	残存TA (cm)	不足TA (cm)	AS弾性係数 (MPa)	修繕レベル	等値換算係数				舗装構成					等値換算係数				TA	判定
	D0 (μm)	D20 (μm)	D150 (μm)								1層目	2層目	3層目	4層目	新規AS	既設AS	新規路盤	既設路盤	計	1層目	2層目	3層目	4層目		
426k845	506	415	89	11.2	8	26	20.9	5.1	2,241	レベルⅢ	0.73	0.19			20	1	0	30	51	1.00	0.73		0.19	26.38	OK
426k880	266	219	96	10.4	8	26	31.0	-5.0	5,118	レベルⅣ	0.88	0.35			5	16	0	30	51	1.00	0.88		0.35	29.66	OK
426k910	409	341	107	9.3	8	26	24.5	1.5	3,225	レベルⅤ	0.80	0.25			10	11	0	30	51	1.00	0.80		0.26	26.54	OK
426k940	488	389	91	11.0	8	26	21.5	4.5	2,017	レベルⅤ	0.71	0.22			20	1	0	30	51	1.00	0.71		0.22	27.38	OK
426k963	505	409	101	9.9	8	26	21.3	4.7	2,096	レベルⅤ	0.71	0.21			20	1	0	30	51	1.00	0.71		0.21	27.03	OK
426k970	243	191	60	16.7	8	26	30.1	-4.1	4,510	レベルⅣ	0.86	0.35			5	16	0	30	51	1.00	0.86		0.35	29.27	OK
426k995	422	336	96	10.4	8	26	23.7	2.3	2,405	レベルⅤ	0.74	0.27			10	11	0	30	51	1.00	0.74		0.27	26.30	OK

現状のCBR

$$\text{現状のCBR(\%)} = \frac{1,000}{D_{150}}$$

D₁₅₀: 載荷中心から150cm位置のたわみ量 (μm)

残存TA

$$TA_0 = -25.8 \log \left(\frac{D_0 - D_{150}}{10^3} \right) + 11.1$$

TA₀: 残存等値換算厚 (cm)
 D₀: 載荷中心直下のたわみ量 (μm)
 D₁₅₀: 載荷中心から150cm位置のたわみ量 (μm)

アスファルト弾性係数

$$E_1 = \frac{2,352 \times \left(\frac{D_0 - D_{20}}{10^3} \right)^{-1.25}}{h_1}$$

E₁: アスファルト安定処理層を含めたアスファルト混合物層の弾性係数 (MPa)
 D₀: 載荷中心直下のたわみ量 (μm)
 D₂₀: 載荷中心から20cm位置のたわみ量 (μm)
 h₁: アスファルト安定処理層を含めたアスファルト混合物の厚さ (cm)

表-1 FWDたわみ測定結果

3. 3 舗装修繕区間の選定と工法選定

「路面性状調査」及び「路面構造調査」における結果に基づき、「ひび割れ率」、「わだち掘れ量」と併せて、「路床を含めた舗装全体の健全度(μm)」、「現状のCBR (%)」、「現状の等値換算厚 T_{A0} (cm)」および「アスファルト混合物層の弾性係数(MPa)」により、舗装構造の健全度を含めた舗装修繕区間の選定と工法選定が可能となる。

また、「部分打替」、「切削オーバーレイ」においては、表層からのひび割れ深さや基層面のひび割れ率によりコストおよび補修後の耐久性を勘案し、より詳細な舗装修繕工法の選定を行った。

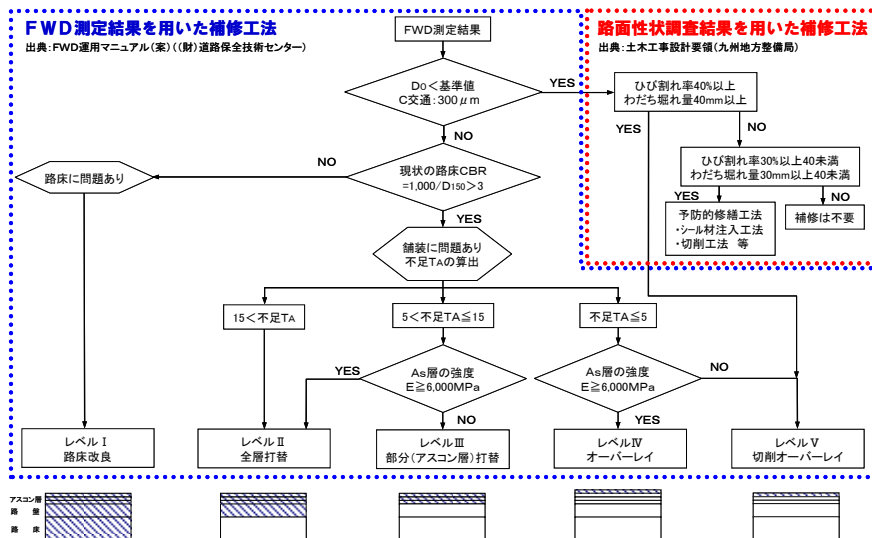


図-5 舗装修繕区間の選定と工法選定

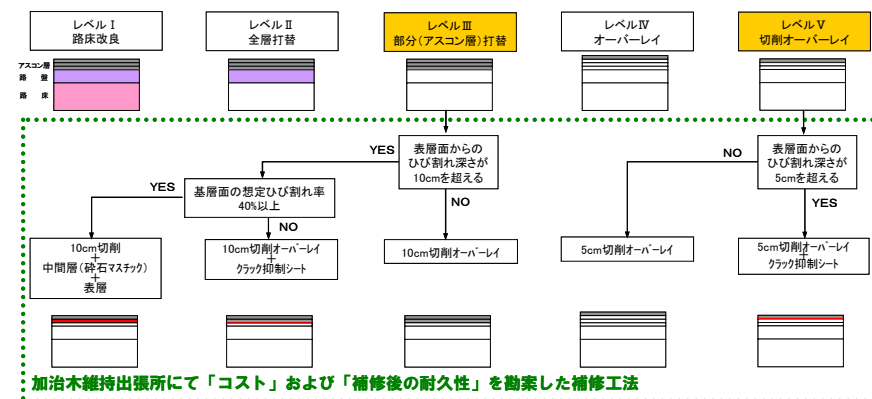


図-6 ひび割れによる詳細工法選定

4. 検討の結果

今回の舗装修繕区間の選定と工法選定に基づき設計を見直した結果、「舗装修繕区間の縮小」及び「舗装修繕工法(10cm切削オーバーレイから5cm切削オーバーレイ)の変更」が必要な箇所が判明し、コスト縮減が図れた。一方で「補修後の耐久性」を確保するために「5cm切削オーバーレイから10cm切削オーバーレイ」に変更が必要な箇所も確認された。

5. さいごに

舗装修繕工事において従来から実施している「路面性状調査」に加え、舗装構造の健全度を現場で測定・評価できる「FWD」を用いることにより「舗装修繕区間」および「舗装修繕工法」が明確化され「コスト縮減」と「品質確保」に効果的な工法検討であった。

また、今回施工箇所においてはモニタリングを定期的に行い、「ひび割れ」や「わだち掘れ」等の変状について確認し、効果の確認を実施するように考えている。

最後に、今後の舗装修繕工事においてもこのような技術の積極的な活用により「コスト縮減」、「品質確保」に効果的な工法検討を行うよう努めていきたい。