

13.5 既設舗装の長寿命化手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：道路技術研究グループ（舗装）

研究担当者：久保和幸、渡邊一弘、堀内智司

【要旨】

効率的な舗装管理に向け、既設舗装の修繕に関して従来の原形復旧一辺倒ではなく、道路の性格や管理レベルに応じた戦略的な維持管理手法が必要となっている。本研究においては、路面性状の効率的取得技術、既設舗装の構造的健全度評価方法、幹線道路におけるライフサイクルを見据えた維持修繕手法、及び生活道路における簡略的な維持修繕手法の提案を通じ、効率的な舗装管理の実現に寄与することを目的としている。

平成 26 年度は、土圧計等各種計測機器を埋設した舗装の実大供試体における繰り返し載荷試験を地下水位の条件を変えて継続して行った他、生活道路における簡略的な補修工法を開発して試験施工を行った。また、路面性状の効率的取得技術として MMS を用いた手法及び簡易計測車を用いた手法について引き続き検討を進めた。その結果、繰り返し載荷試験に関しては、路面が湛水しない条件下でも高い地下水位下では早期に構造的健全度が失われることが、簡略的な補修技術に関しては、良好な供用性を示した工法もあったが一部においては試験条件によって路面の状態が不良となった箇所もあり、今後、追跡調査や施工方法の改善が必要なことが、路面性状の効率的取得技術に関しては、MMS の三次元点群データによる路面の凹凸体積はわだち掘れ深さや路面コンターと十分な関係性を示すものであることが、また、簡易測定車を用いた路面評価手法としてはわだち掘れ形状把握システムを後付装置として開発し、MRP によるわだち掘れ形状とよい一致を示す結果を得られることが分かった。

キーワード：舗装、構造的健全度、繰り返し載荷、補修、路面性状

1. はじめに

国内の道路延長は 120 万 km を超えるに至り、ストックとして蓄積された舗装面積も膨大なものとなっている。また、生活道路から幹線道路に至るまで、道路の性格・特性も様々である。一方で、人口・社会構造の変化に伴う予算的制約も顕在化し、舗装も新設から維持修繕の時代へととなっている。このような中、幹線道路については既設舗装を効率的に調査し、その構造的健全度を適切に評価し、ライフサイクルを見据えた修繕を実施することが、また生活道路については簡略的な維持管理技術を適用することにより、効率的に舗装管理をしていくことが求められている。本研究は、舗装管理のこれら各段階での適用手法の検討や技術開発を通じ、従来の原形復旧一辺倒ではなく、道路の生活や管理レベルに応じた戦略的な維持管理手法の適用を通じた効率的な舗装管理の実現に資することを目的としている。

平成 26 年度は、既設舗装の構造的健全度の評価方法の提案に向け、土圧計等各種計測機器を埋設した舗装の

実大供試体における繰り返し載荷試験を地下水位の条件を変えて継続して行った。生活道路における簡略的な補修技術としては、舗装面を加熱・かきほぐし転圧するだけで舗装面を改善するワンパス施工による補修技術、特殊な機械を必要とせずに簡単に施工できるポリマーセメント系常温型補修技術を開発した。路面性状の効率的取得に関する技術としては、高精度な三次元点群データの取得を通じた定量的な指標としての路面の凹凸体積の精度検証及び簡易測定車に後付するわだち掘れ形状把握システムを開発した。

2. 実大供試体の繰り返し載荷試験

2.1 試験概要

舗装の修繕としては、ひび割れやわだち掘れの進行に伴い切削オーバーレイを実施するのが一般的である。路盤まで打換えることは少なく、いわば原形復旧の考え方を適用している。一方で、雨天後にひび割れに沿った路盤材の細粒分の噴き上がりの発生など、舗装の破損の進

行に伴う路盤以下へも損傷も懸念される。ライフサイクルコスト最小化の観点から設定する管理上の目標値の設定にあたっては、舗装の構造的健全度に関するパフォーマンスカーブが必要である。路面の性能（例えば、ひび割れ率、わだち掘れ量等）を指標としたパフォーマンスカーブの設定は古くから取り組まれており、実績による一回帰式¹⁾や、近年では、舗装の劣化の不確実性を考慮し、確率的劣化予測モデルを用いる手法²⁾も提案されている。しかし、舗装の構造的健全度に関しては、疲労破壊に至る直前からたわみが増加するという報告³⁾や、供用とともにFWD たわみ量は小さくなり、ひび割れが20%以上に達すると逆に大きくなるという報告⁴⁾等はあるものの、舗装の構造的健全度を指標とするパフォーマンスカーブが設定されるには至っていない。

そこで、舗装各層に土圧計等の各種計測機器を埋設した舗装の実大供試体を作製し、繰り返し载荷試験に伴う舗装内の荷重伝達状況の変化・疲労蓄積傾向等を確認することとした。試験装置は写真-1に示す土木研究所内の「舗装繰り返し载荷試験装置」であり、同写真の下半分にあるピット内に実物大の舗装供試体を構築し、実際の車道で舗装が受けるものと同様な荷重を繰り返し载荷するものである。なお、本装置は舗装の実大供試体内に任意の高さまで地下水位を発生させることが可能なものである。

作製した実大供試体は、図-1、2に示すものである。平成26年度は、昨年度に引き続き、舗装計画交通量N5（大型車方向別日交通量250台以上1,000台未満）断面の1载荷点（図-2における载荷点No.3）において、約102百万回の繰り返し载荷試験を行った。繰返し载荷試験にあたっては、最大荷重を49kNとし、载荷板の接地圧として49kN輪荷重（複輪）における接地圧0.59MPaとなるように载荷板の径を調整（ $\phi=32.5\text{cm}$ ）した。载荷波形は正弦波（振幅1~49kN）、载荷周期は加振機の能力の最大値である2Hzとした。

実大舗装供試体および繰返し载荷試験装置はテントに覆われており、雨水は原則として路面に湛水しない条件である。また、地下水位については試験開始時点から最終段階（97.6百万回）まで与えていなかったが、97.6百万回以降は環境条件変化の一環として上層路盤上面まで与えた。なお、試験期間中、暴風時にテント入り口（スライドカーテン）のぼたつきにより、計5回の载荷点部の路面の雨水湛水が認められたが、継続的な雨水湛水ではなく、それぞれ1日程度で乾燥したものと想定され、試験期間の長さと比較してその影響は軽微なものと考え



写真-1 繰返し载荷試験装置

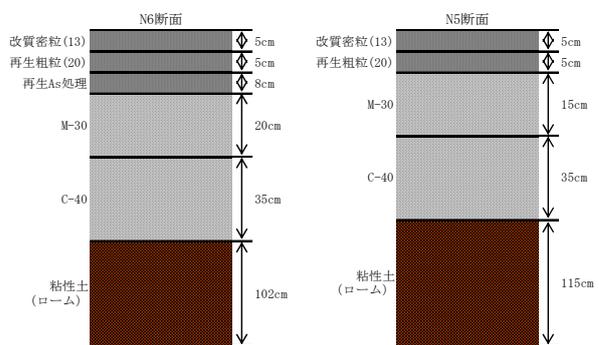


図-1 実大供試体舗装断面図

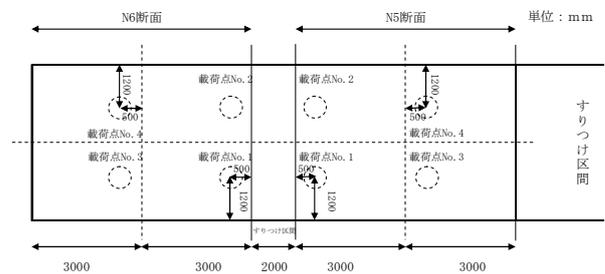


図-2 実大供試体舗装平面図

ている。

2.2 試験結果

2.2.1 試験前後の载荷点の状況

载荷点における路面沈下量の推移を図-3に示す。なお、既報⁵⁾における路面に雨水が湛水しうる条件下での類似の実験結果を併記している。既報⁵⁾の路面に雨水が湛水しうる条件下では急激に沈下が進むことに対し、路面に雨水が雨水が湛水しない条件下ではその進行が緩やかである。また、97.6百万回の载荷以降、路盤上面まで地下水を与えて試験を継続した結果、急激に路面の沈下が進行した。これらのことより、水の介在の有無の影響が载荷点の路面の沈下に極めて大きな影響を与えることが分

かる。

なお、約 40 百万回載荷時以降、試験停止時には目視で確認できない極めて微細なひび割れが確認されている。写真-2 に約 40 百万回載荷時点のひび割れ確認状況を示す。写真-2 ではチョークは実際の微細なひび割れから 1cm 程度ずらしてひいており、写真のとおり試験停止状態ではひび割れは目視で認識できない。繰返し載荷試験中の載荷・除荷に応じ、ひび割れ部がわずかに開いたり閉じたりすることにより微細なひび割れが確認できた状況である。これらの微細なひび割れは地下水位を与える前までは多少の延伸はあるものの大きな変化は示さなかった。一方、ほぼ試験終了時の 102 百万回載荷時点の載

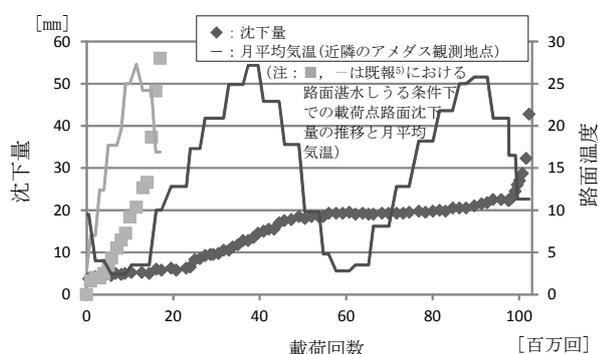


図-3 載荷点における路面沈下量の推移



写真-2 微細なひび割れ発生状況



写真-3 約 102 百万回載荷時の路面状況

荷点近傍の状況を写真-3 に示す。上層路盤上面まで与えた地下水により路盤の細粒分やはく離によるアスコンのフィラー分などによる噴出跡が確認でき、これらの現象と共に載荷点の路面の沈下が急激に進行したこととなる。このことから、舗装の損傷に水の介在が大きく影響することが分かる。

2.2.2 FWD たわみ量 D_0 の推移

試験期間中に、随時載荷点で FWD たわみ量調査を行った。FWD たわみ量 D_0 の推移と FWD たわみ量調査時点の路面温度を図-4 に示す。なお、「舗装性能評価法—必須および主要な性能指標編—」に示されている手法に従い、荷重補正及び温度補正（路面温度等から舗装体温度を推定する方法）を行っている。温度に関するデータは路面、気温共に熱電対で計測したデータである。FWD たわみ量 D_0 についても図-4 に示す載荷点における路面沈下量の推移と同様、97.6 百万回の載荷以降、路盤上面まで地下水位を与えて試験を継続したところ、急激に大きくなる傾向を示した。FWD たわみ量 D_0 は、路床を含めた舗装全体の支持力を表すとされていることから、舗装の構造的健全度についても水の介在の有無が大きな影響を与えることが分かる。

2.2.3 各層弾性係数の推移

試験期間中に、随時載荷点で FWD たわみ量調査を行い、その FWD たわみ量をもとに多層弾性理論に基づく静的逆解析プログラム (BALM) より舗装各層の弾性係数を求めた。その結果をおを図-5～7 に示す。各層のポアソン比は、解析等で一般的に用いられている数値（アスコン層：0.35、路盤：0.35、路床：0.4）としている。なお、アスコン層弾性係数は、静的逆解析によって得られた弾性係数を丸山らの手法⁶⁾にて 20°C 温度補正を行う処理をしている。

図-5 に示すアスコン層の弾性係数は、初期の変動はあるものの約 15 百万回載荷前後まで概ね 6,000MPa 以上を保った後、40 百万回載荷前後まで低下傾向を示し、その後は 97.6 百万回載荷以降の地下水位を路盤上面まで与える前は 2,000MPa 強程度のまま大きな変動はない。一方で、路盤上面まで地下水位を与えた 97.6 百万回の載荷以降は急激な低下を示した。既報⁶⁾にて、路面に雨水が湛水しうる場合は押し抜きせん断状にアスコン層が破壊され、弾性係数も 100MPa 程度以下まで低下したことを報告しているが、路面の雨水湛水がない場合なく、地下水位も与えない間はアスコン層の弾性係数は 2,000MPa 程度で下げ止まる可能性があると言える。路盤上面まで地下水位を与えた 97.6 百万回以降は、写真-3

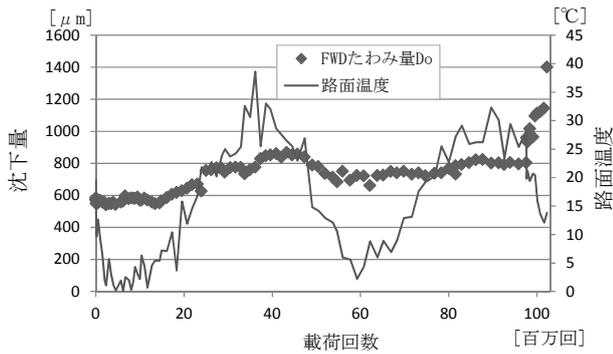


図-4 FWDたわみ量 D0 の推移

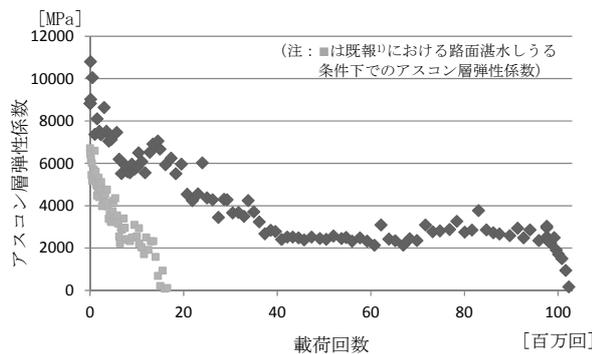


図-5 アスコン層弾性係数の推移

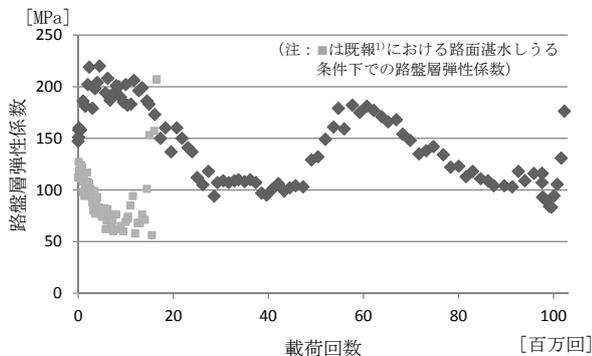


図-6 路盤層弾性係数の推移

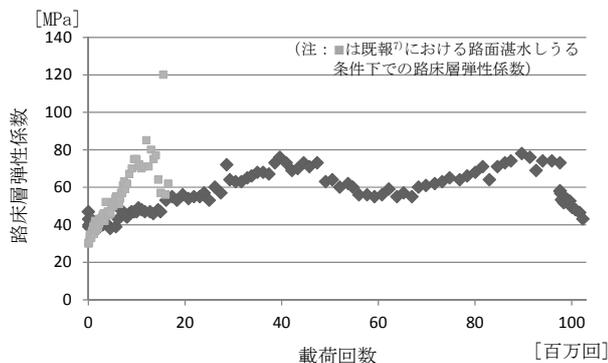


図-7 路床層弾性係数の推移

で示したとおり、路盤の細粒分やはく離によるアスコンのフィラー分などによる噴出跡が最終的には確認されており、路盤上面まで与えた地下水が 2.2.1 節で報告したアスコン層に入った微細なひび割れに表面張力等により浸透し、アスコンのはく離が進行したことにより弾性係数が急激に低下したものと考えられる。このことから、舗装の構造的健全度について水の介在の有無が大きな影響を与えることが分かる。

図-6 に示す路盤層の弾性係数は、アスコン層の弾性係数の低下と同様、15 百万回載荷前後から 30 百万回載荷前後まで低下傾向を示し、その後安定するも 50 百万回載荷前前から 55 百万回載荷前後まで反転して上昇し、65 百万回載荷前後から再び低下する傾向を示した。図-3、4 を参照すると、ちょうど冬季に路盤層の弾性係数が上昇したこととなるが、アスコン層内（深さ方向に中間の位置）の熱電対による温度計測では氷点下の温度は観測されておらず、その下の層の路盤の自然含水比分の水分が凍結・融解したことによる見かけの弾性係数の変動とは考えられない。あくまで逆解析から算出した弾性係数であるが、この理由は現時点では説明できず、今後、新たな解析方法や供試体路盤の材料試験の面からも検討していきたい。また、地下水位を路盤上面まで与えた 97.6 百万回以降では不安定な解析結果となったが、これはアスコン層が押し抜きせん断状に破壊したこと、また最終的には偏心載荷となったことによるものと考えている。

図-7 に示す路床層の弾性係数は、概ね路盤層を反転したような傾向を示しているが、路床が下面をピット（コンクリート底面）に拘束されていることから、逆解析の特徴上一方の層の弾性係数が上がればもう一方の弾性係数が下がることを意味していると考えられる。

2.2.3 試験結果まとめ

本舗装の疲労は繰返し載荷とともに蓄積するが、条件によってその傾向は異なり、特に、路面の雨水湛水の有無や路盤への地下水の付与の有無は大きな影響を与えることが分かった。よって、実道において雨天後も路面湛水状態がしばらく続くような路面の凹みや高い地下水位の条件下では構造的健全度が早期に失われる可能性が高いと言える。本試験から、水の介在の有無がアスコン層の弾性係数等の推移に大きな影響を及ぼすことは明らかであるが、そのメカニズムの解明には至っておらず、今後、室内試験等を通じて弾性係数の推移や疲労特性における雨水の影響に関して検討を進めていきたい。

3.生活道路を対象とした簡略的な補修技術の開発①

3.1 開発技術

コスト削減・工期短縮の観点から路上表層再生工法に着目し、新たに生活道路を対象とした簡易な原位置加熱路面補修工法を開発した。具体的な工法としては、舗装面を加熱・かきほぐし、転圧するだけで舗装面を改善するもので、特殊施工機械1台と転圧ローラを用いたワンパス施工が特長である(図-8)。

3.2 試験施工

開発工法はひび割れを対象とした補修の効果は確認ができていたが、段差や大きなわだち掘れへの適用を目的として平成27年1月に土木研究所構内の外周道路および舗装走行実験場内の2箇所を試験施工を実施した。外周道路(幅員2.7m、延長30m)は埋設管復旧舗装による平均16mm程度の段差がある箇所であった。また舗装走行実験場(幅員3.2m、延長32m)は最大わだち掘れ量が50mmと大きな凹凸がある箇所であった(写真-4)。なお、本試験施工については、大成ロテック(株)との

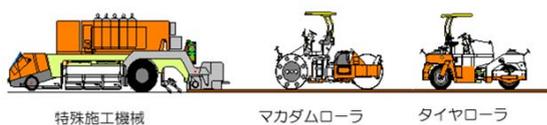


図-8 機械編成



写真-4 施工箇所(左:外周道路、右:舗装走行実験場)



写真-5 外周道路の施工状況(左)と施工後(右)



写真-6 舗装走行実験場の施工状況(左)と路面状況(右)

表-1 施工前後の路面性状結果

	平坦性 (mm)		横断形状測定 (mm)		MPD (mm)	
	施工前	施工後	施工前	施工後	施工前	施工後
外周道路	251	224	-9	3	0.68	0.71
舗装走行実験場	3.13	2.59	-18	-9	0.82	

共同研究の一環として実施したものである。

3.3 試験施工結果

試験施工時の気象条件は気温10~20℃程度、風速1~2m/s程度であった。施工速度は路面の加熱・かきほぐし具合を考慮して0.5m/minで行った。外周道路の施工では路面の加熱・かきほぐし・整正は良好であった。

舗装走行実験場の施工では、大きなわだち掘れの影響とクラック箇所を補修したAs系注入材の加熱による着火の影響により、路面の加熱具合およびかきほぐし深さが不均一となり、またスクリーン前に抱え込むかきほぐし材の量が十分に確保できないなどの不具合が生じた。

外周道路の施工状況と施工後状況を写真-5に、舗装走行実験場の施工状況と施工中の路面状況を写真-6に示す。また、施工前後の路面性状結果を表-1に示す。

外周道路および舗装走行実験場ともに、表-1に示すとおり施工後の平坦性および横断形状の改善は見られたが、多くの課題が残る結果となった。

外周道路では埋設管復旧舗装による段差(平均16mm)は修正されたものの、路面のきめが施工後に大きくなり、仕上がりが粗面となった。

また、舗装走行実験場では写真-6に示した通り、大きなわだちに対応できずに、かきほぐしの溝やポットホールが残る粗悪な路面となった。

3.4 まとめ

段差や大きなわだち掘れへの適用性の確認を目的とした構内試験施工で得られた知見を以下に示す。

- 1) 最大わだち掘れ深さ50mm程度の大きなわだち掘れ箇所への適用は、現状の工法では困難であることが確認された。しかし、埋設管復旧舗装の段差16mm程度には対応ができており、今後は適用可能な凹凸の程度を把握する必要があると考える。
- 2) クラック箇所を補修したAs系注入材は加熱による着火の危険性があるため、開発工法の補修はAs系注入材を施工する前に実施する必要があると考える。これらより、開発工法はひび割れの補修には適用できるが、段差および大きなわだち掘れ箇所への適用には多くの課題が残っている。大きなわだち掘れ箇所へ適用する場合、適用可能な凹凸程度の把握の他、かきほぐし材を均一に均す方式に改良(ロータリー方式など)するこ

とや凹箇所を埋めるための常温合材等による補足材の適用などを考える必要がある。

今後は試験施工箇所の耐久性を追跡していくとともに、試験施工で抽出された課題に対して検討を実施していく予定である。

4. 生活道路を対象とした簡略的な補修技術の開発②

4.1 開発技術

耐流動性とひび割れ抵抗性がともに高い補修材料を開発する観点から、セメント由来の高い耐流動性に、母体アスファルトへの追従性を付与することが可能なポリマーセメントに着目し、特殊な機械を必要とせず簡単に施工できるポリマーセメント系常温型補修工法を開発した。この補修工法の特徴は①簡易に施工することが可能で②耐久性が高く③早期の交通解放が可能である、という3点である。

簡易性について、本工法の補修材料は、ハンドミキサで混合することが可能であり、少量の場合は粉体部のポリ袋に混和液を混入して手で混合することも可能である。また、施工時に転圧を必要としないため、プレート等の施工機械が不要である。

耐久性について、本工法はポリマーセメント系の材料を使用したことで、動的安定度 (DS) 3000 以上の耐流動性がありながら、既設舗装への追従性も高いため、ひび割れに対する抵抗性にも優れている。

施工後は、約1時間と早期での交通解放が可能である。

4.2 試験施工

舗装走行実験場内中ループにて試験施工を行った。施

表-2 施工概要

施工日	2015年2月6日	
施工面積	1 工区(ポリマーセメントモルタル)	3m ²
	2 工区(砕石入りポリマーセメントモルタル)	3m ²



図-9 施工位置



写真-7 舗設状況



写真-8 完成

工概要を表-2に、施工位置を図-9に、施工状況を写真-7,8に示す。なお、本試験施工については、日本道路(株)等との共同研究の一環として実施したものである。

4.3 試験施工結果

試験施工区間について、これまで施工直後を含め2度の調査を行っている。調査日時を表-3に、調査項目を表-4に示す。

ひび割れ率の測定結果を表-5に、わだち掘れ深さの測定例を図-10に、BPNの測定結果を表-6に示す。

表-3 調査日時

1 回目(施工直後)	2015年2月6日
2 回目(3週間後)	2015年2月27日

表-4 調査項目

評価項目	評価指標
ひび割れ抵抗性	ひび割れ率 (%)
耐流動性	わだち掘れ深さ (mm)
すべり抵抗性	BPN

表-5 ひび割れ率の測定結果

工区	ひび割れ率 (%)		
	施工前	施工直後	3週間後
1 工区	0.2	0.0	0.0
2 工区	0.6	0.0	0.0

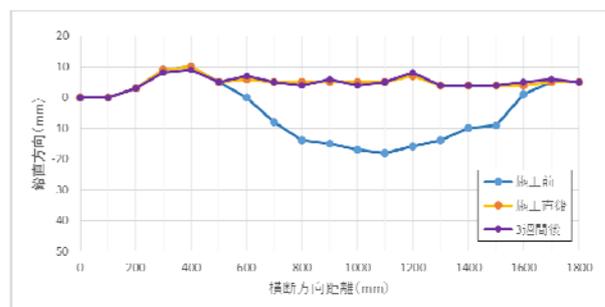


図-10 わだち掘れ深さの測定例

表-6 BPNの測定結果

工区	BPN 値 (WET)	
	施工直後	3 週間後
1 工区	44	48
2 工区	57	53

表-5、図-10 から施工後3週間の時点では、ひび割れ、わだち掘れの発生は確認できていない。BPNに関して、表-6 に示すとおり問題無く推移している。

今後追跡調査を実施して、開発技術の適用性を検証していく予定である。

5. 高度な管理の実現に向けた路面の面的把握手法

5.1 背景及び把握手法概要

幹線道路における路面性状調査は、路面性状測定車により調査し、区間内のひび割れ率、わだち掘れ量及び平坦性を指標としたデータを取得することが一般的である。しかし、人力調査を前提とした指標に関するデータを機械（路面性状測定車）調査により取得するものであり、以下の課題が挙げられる。

- ・ わだち掘れ量及び平坦性については測線上の調査であり、局所的な損傷を検出できない場合がある
(平坦性：通常、左車輪通過部付近の縦断測線、わだち掘れ量：通常 20m 間隔の横断測線)
- ・ ひび割れ率の算出については調査後人力での画像解読が通常必要であり、時間・コストがかかる

本研究では、路面性状の効率的取得技術に関して民間各社と共同研究を実施しているが、その一つとして、MMS (Mobile Mapping System) を用いた路面管理手法について検討を行っている。MMS とは、車両に GPS、IMU (慣性計測装置)、カメラ、レーザースキャナなどのセンサを搭載した移動計測装置であり、装置周辺の構造物等を三次元点群としてとらえることができ、地図・台帳の整備等に近年活用されている⁷⁾。本研究では、MMS の技術を応用活用し、路面を対象に高精度な三次元点群データを取得し、それを自動処理することにより省力化しながら路面の各種データを取得するものである。いわば、路面を線ではなく面として捉えた形としての舗装の評価手法のあり方を検討している。

5.2 三次元点群データを用いた路面評価指標案の検証

路面管理用に改良した MMS (写真-9) について、路面の mm 単位の変状を把握可能かどうか検証すること等を目的として、舗装走行実験場中ループで高精度な三次元点群データを取得した。過年度報告にて高精度な三次



写真-9 改良型 MMS

元点群データの定量指標として路面の凹凸体積量を提案しているが、今年度はわだち掘れ量との比較を通じた凹凸体積量の妥当性の検証を行った。なお、凹凸体積の算出手法は以下のとおりである。

- ・ 両側の白線を基準とし、各測点ごとに仮定の平面を作る。(図-11)
- ・ 仮想平面を 10cm×10cm のメッシュに分割する。
- ・ 分割されたメッシュにおいて、仮想平面と計測された凹部および凸部の点群データから生成された面で囲まれた部分の体積を算出する。
- ・ 全ての凹部・凸部のメッシュ体積を合計したものを凹凸体積とする(凹凸体積は仮想平面からの変動体積(絶対値)の総和)。

舗装走行実験場内で、改良型 MMS の点群データから得られた路面の凹凸体積量と路面性状測定車のわだち掘れ量の結果を図-12 に示す。この結果から路面の凹凸体積量は当該区間のわだち掘れ量と良い一致を示しており、

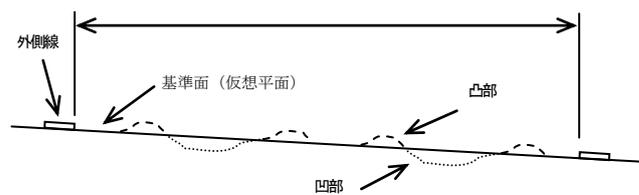


図-11 路面の凹凸部及び基準面

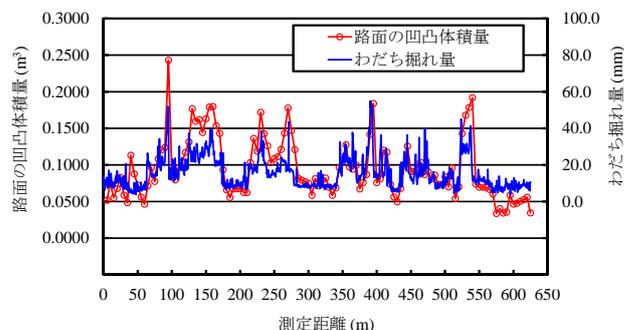


図-12 路面の凹凸体積量とわだち掘れ量の関係

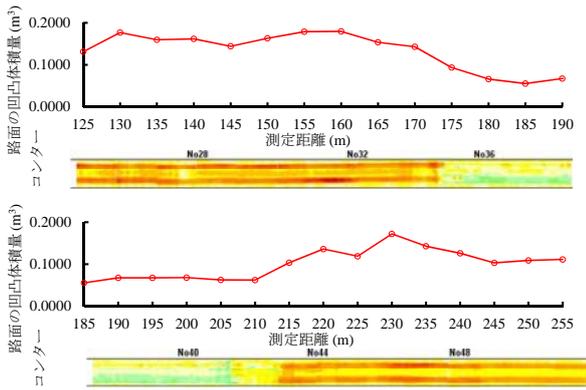


図-13 路面のコンターと凹凸体積量の関係

改良型MMSから得られる点群データにより面的な道路管理が可能であることを示している。さらに路面の凹凸体積量とコンターを図-13に示すように上下に重ねると、コンターの色分けが定量化できていることが分かる。

6. 地方自治体管理道路を想定した路面の簡易把握手法

6.1 背景及び把握手法概要

道路法上の道路は、市町村道が約85%を占める。道路の区分のみで分類されるものではないが、道路を幹線道路と生活道路に分類した場合、その多くは生活道路であることが言える。このように、生活道路はストック量が多く、また、相対的に交通量が少なく舗装の劣化速度も遅いため、幹線道路を中心に行っているように路面性状測定車を用いた調査に必要な費用は少なくなく、維持修繕費用の縮減効果が得られないおそれのある道路である⁸⁾。そこで、本研究では、一般の乗用車に加速時計などの汎用測定機器を搭載した簡易測定車⁹⁾を活用したより簡易な路面の把握手法について検討している。

簡易測定車は、図-14に示すように走行しながら路面のモニタリング（ビデオ撮影・静止画）、車両応答（車軸における鉛直方向の振動加速度・タイヤ/路面騒音）、車両位置情報（GPS）を同期して収録することにより、舗装路面の健全度評価を行うものである。測定は、一般に普通乗用車に各種測定装置を搭載して行いが、ベースと



図-14 簡易測定車の装置構成例

なる車両の種類は必要に応じて自由に選択できるものである。なお、運転席や助手席等車両内で振動加速度を計測した場合、車両のサスペンションによる振動の緩和により路面の縦断凹凸の評価に影響を及ぼすことが考えられるため、振動加速度は車軸に取り付けることとしている。

6.2 わだち掘れ形状の簡易計測

過年度報告にて、車軸における延長方向の振動加速度に着目することにより縦断凹凸の評価しうることを明らかにしている。一方で、路面の3要素の一つであるわだち掘れの評価には至っておらず、またわだち掘れ評価に対するニーズも依然として高いことから、その後の検討にて、わだち掘れ評価システムを後付けシステムとして開発することとした。わだち掘れ評価システムの概要と設置状況の外観を図-15および写真-10に示す。このシステムの概要は以下のとおりである。

- ①計測装置は、車両のルーフキャリアを使用し、車両後部にレーザスキャナを設置。
- ②レーザスキャナは走行距離データと連動して制御。
- ③パソコン画面でわだち掘れ形状をモニタリング可能。

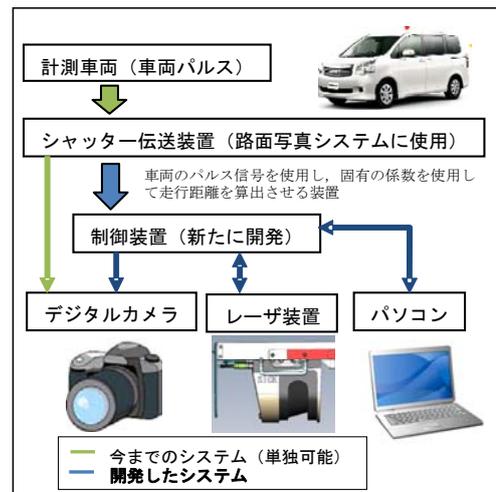


図-15 わだち掘れ評価システムの概要



写真-10 測定車へ踏査したわだち掘れレーザ装置

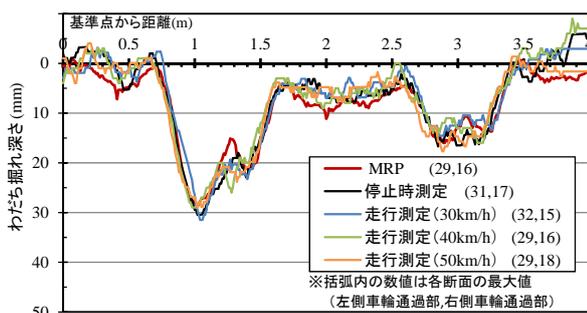


図-16 測定したわだち掘れ形状の精度確認

舗装走行実験場内で、開発したわだち掘れ評価システムにより様々な走行速度で計測したわだち掘れ深さとMRPにより計測したものの比較を図-16に示す。開発システムのわだち掘れ形状は若干ノイズによる値の乱れはあるものの、走行速度によらずわだち形状をよく捉えていることが分かる。

7. まとめ

平成 26 年度の研究より得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 本舗装の疲労は繰返し载荷とともに蓄積するが、条件によってその傾向は異なり、特に、路面の雨水湛水の有無や路盤への地下水の付与の有無は大きな影響を与えることが分かった。よって、実道において雨天後も路面湛水状態がしばらく続くような路面の凹みや高い地下水位の条件下では構造的健全度が早期に失われる可能性が高いと言える。
- 2) 生活道路の簡略的な補修技術として、舗装面を加熱・かきほぐし転圧するだけで舗装面を改善するワンパス施工による技術、特殊な機械を必要とせず簡単に施工できるポリマーセメント系常温型補修技術を開発し、それぞれ舗装走行実験場内及び構内道路にて試験施工を行った。その結果、良好な供用性を示したのものや、試験条件によっては粗悪な路面となった箇所もあった。今後、追跡調査や施工方法を改善し、これら技術の適用性を検証していく必要がある。
- 3) 路面を対象に高精度な三次元点群データを取得し、コンターで路面高さを表すことにより路面の変状の面的な把握が可能となる。過年度に提案した本手法による定量的な指標としての路面の凹凸体積は、わだち掘れ深さや路面コンターと十分な関係性を示すものであった。
- 4) 簡易測定車を用いた路面評価手法にわだち掘れ形

状把握システムを後付装置として開発した。MRP によるわだち掘れ形状と比較したところ、走行速度によらずわだち掘れ形状を表現するものであった。

次年度は、引き続き繰返し载荷試験や路面性状の効率的取得技術の開発等を行い、舗装の構造的健全度の評価手法及びライフサイクルを見据えた維持修繕手法の提案をする予定である。

参考文献

- 1) 例えば、小長井彰祐、伊藤正秀、新田弘之：コストパフォーマンスを考慮した排水性機能回復手法の検討、土木学会舗装工学論文集、Vol. 10、pp. 205-212、2005. 12
- 2) 青木一也、小田宏一、児玉英二、貝戸清之、小林潔司：ロジックモデルを用いた舗装長寿命化のベンチマーキング評価、土木技術者実践論文集、Vol. 1、pp. 40-52、2010. 3
- 3) Lister, N. W., Kennedy, C. K. and Feme, B. W. : The TRRL Method for Planning and Design of Structural Maintenance, Fifth International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, pp. 709-725, 1982
- 4) 寺田剛、吉村啓之、坂本康文、伊藤正秀：FWD によるアスファルト舗装の疲労破壊輪数の評価に関する検討、土木学会舗装工学論文集、No. 10、pp. 69-76、2005. 12
- 5) 渡邊一弘、堀内智司、久保和幸：繰返し载荷試験装置を用いた舗装の疲労蓄積に関する一考察、土木学会論文集 E1 (舗装工学)、Vol. 69、No. 3、pp. 1_109-116、2013. 12
- 6) 丸山暉彦、阿部長門、雑賀義夫、姫野賢治：FWD による舗装の構造評価および補修設計システムの開発、土木学会論文集、No. 484、V-22、pp. 61-68、1994. 2
- 7) 今西暁久：MMS (Mobile Mapping System) による道路空間 3 次元計測と公共測量への適用、測量、Vol. 61、No. 3、pp. 12-15、2011. 3
- 8) (公社) 日本道路協会：舗装の維持修繕ガイドブック 2013、2013. 11
- 9) 遠藤哲雄、富澤健、大島智彦、岡部俊幸、金井利浩：路面モニタリングのための加速時計等を搭載した簡易型測定車の開発、舗装、Vol. 45、No. 3、pp. 25-29、2010. 3

A STUDY ON METHOD FOR EXTENSION OF LIFE CYCLE ABOUT EXISTING PAVEMENT

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Road Technology Research Group
(Pavement)

Author : KUBO Kazuyuki

WATANABE Kazuhiro

HORIUCHI Satoshi

Abstract : The purpose of this study is contribution to realization of effective pavement management through suggestion of the effective technology of the road surface investigation, the evaluation method of durability about existing pavement, the maintenance repair method on the life cycle, and the simple repair method in light traffic road.

In fiscal year 2013, it was re-confirmed that not only the water intrusion but also the high groundwater level significantly affects fatigue damage development. And new simple repair methods for right traffic road pavement were developed and applied on the test course. Also a new evaluation method of the road surface survey using MMS was checked its precision, a simple method using general vehicles was adopted the rutting depth measurement system.

Key words : pavement, durability, repetitive loading, repair method, road surface survey

舗装、構造の健全度、繰り返し載荷、補修、路面性状