

TPT_基層の健全度評価WG

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化（設計図書等に記載）されている
 A: 実用化（業務で適用、NETIS等でV評価）されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路（試験ヤードの実大舗装）等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評価手法
1	アスファルト舗装	路面	ポットホール	電磁波	C	3次元地中レーダを用いるポットホールの予兆の検出方法の検討	光谷 小関 建山	第27回舗装工学講演会 2022年 4月	路面下空洞探査や埋設物の調査に用いられる3次元地中レーダ（電磁波）により、路面下の滞水を検出
				赤外線	B	赤外線熱画像を活用したポットホールの事前検知に向けた取組み	大庭 神馬 仲谷	第34回日本道路会議 2021年 11月	舗装路面の熱画像を撮影し、局所的な温度差を抽出健全部と比較して温度差0.4℃以上温度が低いひび割れ箇所を抽出することで、ポットホールを事前に検知することが可能
				赤外線	A	赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査	前田 黒須	建設機械施工 66 (7), 43-46, 2014-07 2014年 7月	赤外線熱計測法により道路構造の内部損傷を検査する
				打音	D	打音検査を用いたアスファルト内部欠陥検出へのAI手法の導入に関する実験報告	佐々木 横山 光谷	第34回日本道路会議 2021年 11月	ハンマー打撃を単一指向性コンデンサーマイクロフォンで収録し、Deep Learningを用い舗装内部欠陥を判定
				路面性状測定車 MMS	B	MMSで計測された点群データを用いたポットホールの発生リスクの評価	佐野 亀山 松井晋 櫻庭 小野寺	土木学会論文集 (2023) 2023年	MMSで取得された路面の点群データからベビーポットホール（BPH）の発生箇所の標高値を明らかにし、路面上の滞水の傾向を推定これをBPHの位置と照らし合わせ危険度を評価（危険度については、1～5段階で評価）
2	アスファルト舗装	路面	骨材飛散	路面性状測定車	B	路面性状測定車による排水性舗装の骨材飛散評価手法の提案	青木 橋本 明石	第30回日本道路会議 2013年 10月	横断形状が高精度に測定できる装置にて、面的な骨材飛散の評価
3	アスファルト舗装	舗装全体	たわみ	MWD	B	移動式たわみ測定装置（MWD）のたわみ量解析手法の提案	梅田 塚本 山口 綾部 寺田	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol77, No. 2 (舗装工学論文集 第26巻) 2021年	中型車両に路面のたわみを検知するドップラ振動計を搭載し、輪荷重で発生するたわみ速度を測定し、たわみ速度曲線から最大たわみ量を算出
				路面性状測定車	B	高速走行に対応した移動式たわみ測定装置：光切断法による路面たわみ量測定に関する基礎的研究	中村 林 岡崎 松本 小濱ら	第28回舗装工学講演会 2023年 8月	高速で移動しながらたわみ量を測定できる装置（HSWD: High Speed Wheel Deflectometer）は、路面性状調査車両に実装されている光切断法を用いて、たわみ量を測定
				小型FWD	S	FWDおよび小型FWD運用の手引き IV 小型FWD編 3.2簡易アスファルト舗装	社団法人 土木学会	舗装工学 ライブラリー2 FWDおよび小型FWD運用の手引き 2002年 12月	「小型FWDの載荷重はFWDと比べて小さいため、小型FWDは主に比較的薄い舗装を対象とする」と記されており、簡易アスファルト舗装への適用が示されている。解析等はFWDと同様に評価可能
				小型FWD	B	小型FWDを用いた舗装の調査方法の検討	三田村	近畿地方整備局 研究発表会 論文集 調査・計画・ 設計部門 2017年 6月	小型FWDの載荷重を25kgfとし、載荷版をΦ200とすることによりFWDとの相関が得られた。
			弾性係数	表面波	D	表面波を用いた舗装構造診断への理論的アプローチ	小澤 松井 松枝	土木学会 舗装工学論文集 第6巻 2001年12月	舗装表面に衝撃を与え、舗装表面に設置した2個の受信子で表面波を測定する。層状構造ではこの2点間を伝播する表面波速度（位相速度）が周波数により異なることから、層状構造の評価を実施
4	アスファルト舗装	舗装全体	舗装厚	電磁波	A	電磁波技術を活用した適切な舗装補修構造に関する検討	永塚 伊藤	第30回日本道路会議 2013年 10月	電磁波装置により、媒質境界面で反射した電磁波をとらえることで、舗装構成を把握可能
				電磁波	A	舗装構造物を非破壊で調査する三次元地中レーダ探査	東亜 道路 工業 (株)	https://www.hkd.mlit.go.jp/kv/iz/rlivutu/ud49z7000000keir-att/08.pdf	周波数200MHz～3GHzの電磁波を用い、周波数を段階的に上げながら調査を行い、中心周波数の異なるパルスレーダアンテナを複数個使用した場合と同等のデータを一度の測定で取得できる。橋梁床版調査にも適用可能である。舗装厚、舗装断面変化点、橋梁床版のかぶり不足、床版砂利化を検出
				電磁波	A	U3V system	(株) ウォール ナット	https://walnut.co.jp/walnut/wp-content/uploads/2021/09/u3v.pdf	3Dレーダにより空洞および舗装厚等を測定、橋梁床版調査にも適用可【NETIS登録番号：KT-180092-A】
				電磁波	A	ストラクチャスキャンSIR-EZ	KEYTEC	https://www.keytec.co.jp/resources/rader-data/rader-data02/	電磁波により、アスファルト舗装の舗装厚、砕石層を、コンクリートでは版厚、ひび割れ、空洞を探索可能
5	アスファルト舗装	舗装全体	空洞	電磁波	A	電磁波技術を活用した適切な舗装補修構造に関する検討	永塚 伊藤	第30回日本道路会議 2013年 10月	電磁波装置により、媒質境界面で反射した電磁波をとらえることで、舗装厚さを測定
				電磁波	A	路面下空洞調査	(株)ジオ サーチ	第32回日本道路会議 2017年 10月	マイクロ波を照射し、反射を利用するマイクロ波地中レーダ法を用い、道路内の空洞を調査
				電磁波	A	ロードエスパー3D	アイレック 技建 (株)	https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-180010z20	電磁波による空洞検出→グランドカップル型アレイアンテナにより探査深度と分解能が向上【NETIS登録番号：KT-180010-A】
				電磁波	A	U3V system	(株) ウォール ナット	https://walnut.co.jp/walnut/wp-content/uploads/2021/09/u3v.pdf	3Dレーダにより空洞および舗装厚等を測定、橋梁床版調査にも適用可【NETIS登録番号：KT-180092-A】
				電磁波	A	符号化多チャンネル地中レーダシステム	株式会社 RSダイ ナミック ス	https://www.rsdynamics.co.jp/item_detail.php?item_id=201	自動車牽引式の符号化多チャンネル地中レーダシステムを用いることにより最高速度70km/hにて測定可能で、地下埋設や路面下空洞を探査【NETIS登録番号：KT-170067-A】
				電磁波	A	GeoScope MKIV	越前屋 試験工業 (株)	https://www.echizen-ya-geo.co.jp/category/1731774.html	地中レーダは土層や地質、空洞・変状の地下情報を提供する装置で、3Dレーダシステムは縦断面、横断面、深度断面の3断面を高精度に測定、橋梁床版調査にも適用可能【NETIS登録番号：HK-130010-A】

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化(設計図書等に記載)されている
 A: 実用化(業務で適用、NETIS等でV評価)されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路(試験ヤードの実大舗装)等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評 価 手 法	
5	アスファルト舗装	舗装全体	空洞	加速度計	B	空港アスファルト舗装の調査技術	坪川	舗装 48-8 (2013)	2013年 8月	鉛直加速度(振動ローラ)を使用し舗装内部の空洞を面的に評価
				FWD 電磁波	B	舗装の健全性を考慮した重交通路線の路面下空洞の評価	佐藤秋葉 加納赤津	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol71, No.3 (舗装工学論文集 第20巻)	2015年	地中レーダによる空洞探査結果とFWD試験結果を分析し、空洞の簡易評価手法を提案
				小型FWD 電磁波	B	小型FWDと地中レーダを併用した路面下空洞調査方法に関する検討	城本青木 竹内	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol69, No.3 (舗装工学論文集 第18巻)	2013年	小型FWDと地中レーダ(GPR)を併用することで、路面下40cm以内で空洞が存在する場合、提案判定式で空洞を判断することが出来る。
6	アスファルト舗装	混合物	劣化 損傷	電磁波	B	電磁波レーダによるアスファルト混合物舗装体の健全度評価検討	濱岡川波	土木学会第69回 年次学術講演会 (平成26年9月)	2014年 9月	電磁波レーダアンテナを搭載した車両を走行させ、反射波の最大反射強度を数値化して損傷状態を評価 評価基準として反射強度±5~15%で軽微、15%以上で著しい損傷としている。
				電磁波	D	電磁波レーダの最大反射波抽出による上層路盤の劣化判断について	浜田高砂 垂水	第35回日本道路会議	2023年 11月	電磁波レーダで得られたデータを数値化しアスファルト安定処理路盤の劣化度(土砂化)を評価 最大反射波の閾値を0.005に設定すると、乾燥間隙なら5.0mm以上、湿潤間隙なら2.0mm以上の間隙厚さを抽出可能
				電磁波	B	車載式電磁波レーダを使用した舗装内部のひび割れ検出事例と特徴	高砂陸山 荒川森田 橋本	舗装 58-9 (2023)	2023年 9月	電磁波レーダの特徴である物質の持つ電気的特性の違いにより、反射波の強度や極性が変わる特性を生かし、比誘電率の差が大きいほど解析画像にはっきりと投影される。 アスファルト舗装内部のひび割れ(深さ方向)の有無を評価
				電磁波	B	アスファルト舗装の層間剥離箇所の詳細調査	佐々木新田	土木学会論文集 (2023)	2023年	透気・透水試験：ひび割れの貫通状況の評価 電磁波レーダ探査：滞水箇所を評価
				局所振動	B	局所振動試験によるアスファルト舗装の損傷度評価に関する実験的検討	前島渡邊 内藤岩城	舗装 58-9 (2023)	2023年 9月	局所振動試験により得られた舗装体の共振周波数と健全なアスファルト舗装における共振周波数の予測値を比較することで、舗装体内の損傷深さや大きさを定量的に評価し得る。
				FWD	C	FWD散逸仕事量によるアスファルト舗装の疲労ダメージ評価	丸山熊谷	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol67, No.3 (舗装工学論文集 第16巻)	2011年	FWD測定によって得られるD0たわみ量の時系列データを用いて、荷重たわみ量プロットした際にグラフ上で描かれるヒステリシスループに囲まれた面積をFWD散逸仕事量として算出 FWD散逸仕事量と疲労破壊時期との関係は認められるものの、今後データ蓄積し検証が必要。
				FWD	C	地下水位の高さと舗装の疲労蓄積の関係に関する実験的検証	渡邊久保	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol71, No.3 (舗装工学論文集 第20巻)	2015年	地下水位が高い場合において、載荷試験を実施して、各載荷段階において、FWD試験を実施。試験結果をもとに、D0たわみ量および各層(アスコン層、路盤層、路床層)の弾性係数の経時変化による舗装の疲労蓄積等を確認した。
				FWD	B	アスファルト舗装の層間はく離が内部応力やたわみに及ぼす力学的影響に関する検討	若林川名 渡邊	土木学会論文集E1、 Vol76, No.2 (舗装工学論文集 第25巻)	2020年	FWDたわみ量データにおける逆解析を行うと、舗装モデルで計算した時と類似した推定誤差が生じる。またはく離を考慮して逆解析を実施することで現実的な値が得られる。
				超音波	D	超音波アレイ探触子を用いたアスファルト舗装内部の映像化	中畑丸山 武藤橋爪	令和3年度 土木学会全国大会 第70回年次 学術講演会	2021年 9月	表面からは可視できない損傷を超音波でイメージングする (複数の圧電素子をアレイ状に配置した低周波探触子の適用)
				超音波法 共鳴振動法	D	超音波法と共鳴振動法の併用によるアスファルト舗装体の動弾性係数の推定	尾崎緒方 兵頭坂本 五伝木	平成28年度 農業農村工学会大会 講演会講演要旨集	2016年 8月	超音波法にて測定した超音波伝播速度より一次共鳴振動数の理論値を計算し、供試体温度による補正を加えることで、共鳴振動法から得られる一次共鳴振動数から動弾性係数を推定する。
7	アスファルト舗装	混合物	層間剥離	電磁波	B	アスファルト舗装の層間剥離箇所の詳細調査	佐々木新田	土木学会論文集 (2023)	2023年	透気・透水試験：ひび割れの貫通状況の評価 電磁波レーダ探査：滞水箇所を評価
				電磁波	B	車載式電磁波レーダを使用した舗装内部のひび割れ検出事例と特徴	高砂陸山 荒川森田 橋本	舗装 58-9 (2023)	2023年 9月	電磁波レーダの特徴である物質の持つ電気的特性の違いにより、反射波の強度や極性が変わる特性を生かし、比誘電率の差が大きいほど解析画像にはっきりと投影される。 アスファルト舗装内部の層間剥離の評価
				電磁波	D	非破壊調査による空港舗装体の評価方法に関する一検討	安倍上野 木村	国研 土木研究所 寒地土木研究所 データベース (平成26年度)	2015年 2月	電磁波レーダによる探査技術を用いて、プリスタリング現象の発生要因となる舗装体内の層間剥離や水分を検査する。
				赤外線 電磁波	B	空港アスファルト舗装剥離の非破壊探査方法の提案	前川蘇凱 水上坪川	港湾空港技術報告書 第48回第4号 (2009.12)	2009年 12月	層間剥離の有無を路面温度の違いで検出(浅い位置の損傷) 電磁波による探査(深い位置の損傷)
				赤外線	A	赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査	前田黒須	建設機械施工 66(7), 43-46, 2014-07	2014年 7月	赤外線熱計測法により道路構造物の内部損傷を検査する
				赤外線	B	空港アスファルト舗装の調査技術	坪川	舗装 48-8 (2013)	2013年 8月	熱赤外線調査：剥離部表面の温度と健全部表面の温度が異なる特性を利用した調査方法
				赤外線	D	層間剥離を有するアスファルト混合物層の表面温度分布特性に関する実験的検討	早野水上 鈴木	地盤工学ジャーナル Vol.2, No.1, 1-10	2007年 3月	人工的に剥離した供試体を作製し、環境試験装置を用いて昼夜の変化を再現し、赤外線カメラを用いて夜間等の赤外線画像の温度変化調査
				赤外線	B	連続式赤外線撮影による空港アスファルト舗装の層間剥離探査の試み	早野前川 鈴木橋爪	地盤工学ジャーナル vol.3, No.1, 13-23	2008年 3月	赤外線カメラによる撮影し、打音調査で層間剥離と推定された箇所を斑点状に表面温度が低下していることを確認

TPT_基層の健全度評価WG

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化 (設計図書等に記載) されている
 A: 実用化 (業務で適用、NETIS等でV評価) されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路 (試験ヤードの実大舗装) 等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評価手法	
7	アスファルト舗装	混合物	層間剥離	局所振動	C	局所振動試験による空港滑走路アスファルト舗装の層間剥離評価手法の検討	内藤夏目 白井前島	令和2年度 土木学会全国大会 第75回年次 学術講演会	2020年 9月	加振機により、舗装上から局所振動を励起し、共振周波数 (剛性) の低下によって、構造物内部のひび割れを推定
				超音波	D	超音波アレイ探触子を用いたアスファルト舗装内部の映像化	中畑丸山 武藤橋爪	令和3年度 土木学会全国大会 第76回年次 学術講演会	2021年 9月	表面からは可視できない損傷を超音波でイメージングする (複数の圧電素子をアレイ状に配置した低周波探触子の適用)
8	アスファルト舗装	混合物	アスファルト量	X線	D	X線CTを用いたアスファルト舗装材料の定量的評価に関する研究	谷口小川 大谷西崎	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol.67, No.3 (舗装工学論文集 第16巻)	2011年	密粒度アスファルト混合物にX線CT試験を実施し、締固め度・粒度・アスファルト量を効率的に評価できる可能性がある
9	アスファルト舗装	混合物	密度	電磁波	B	電磁波によるアスファルト混合物の非破壊密度測定に関する一検討	富澤岡部 山口	第28回日本道路会議	2009年 10月	電磁波により、設定した舗装厚の密度を測定する。 (温度補正式が必要)
				電磁波	A	Pave Tracker Plus (ペイトラッカー)	エフティ ーエス (株)	https://www.fts-web.jp/product/?id=1603427643-845405		※上記同様【NETIS登録番号: KT-160019-VE】
				電磁波	A	PQ1380	SHOJI	https://shoji-r.co.jp/wp-content/uploads/2020/08/202008_mailmagazine_2.pdf		※上記同様【NETIS登録番号: KT-120124-VE】
				電磁波	A	PQ1301	NISHIO	http://www.tekizai2.nishio-rent.co.jp/n-tokyo/product/item/pgi.pdf		※上記同様
				電磁波 放射線	B	舗装の非破壊密度測定器の施工管理に向けた活用	黒毛利 落合立花	第35回日本道路会議	2023年 11月	RI密度計や電磁波を用いた密度計から得られる値は補正值 (現場定数やオフセット値) を把握・入力することで精度よく密度測定が実施できる
				放射線	C	「転輪型RI計器」を用いた面的な締固め測定技術の舗装工への適用について	佐々木 青木森	第35回日本道路会議	2023年 11月	転輪型RI密度水分計を用い、アスファルト混合物の締固め度を評価
				放射線	A	RI計器による締固め管理のアスファルト舗装への適用性	皆方 七五三 神谷	舗装 32-8 (1997)	1997年 8月	線源から放射されたガンマ線や中性子が 測定物質内にて減衰、変化する性質を利用したもの
				放射線	A	FT-107	フィール ドテック	https://www.fieldtech.co.jp/products/ft107/		ガンマ線を用いたアスファルト密度測定器 【NETIS登録番号: KK-140021-VE】
10	アスファルト舗装	路盤	K30	小型FWD	S	小型FWD	社団法人 日本道路 協会	舗装調査・試験法便覧 S O 4 3 - 3 T	2019年 3月	重錘を落下させ、そのときに発生する最大荷重と荷重中心の最大たわみ量を測定し、補正式を用い載荷版30cm相当のK値に補正
11	アスファルト舗装	路盤	CBR							
12	アスファルト舗装	路盤	含水比	電気抵抗	C	電気抵抗による粒状路盤材の含水比の推定に向けた検討	齋藤 馬場 左近 上松	第34回日本道路会議	2021年 11月	※穿孔の必要有 粒状路盤材に一定の電流を流した際にかかる電圧を測定し、電気抵抗を求め、含水比を推定
				電気抵抗	C	路盤水分センサー 「はかりちゃん」	東洋アル ミニウム (株)	https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KK-210052&2Q		※上記同様 【NETIS登録番号: KK-210052-A】
				電磁波	B	電磁波による砕石路盤の密度測定例	松葉 塚本 増戸	第31回日本道路会議	2015年 10月	電磁波を利用して密度と含水比を測定する。
				電磁波	B	土壌 (ソイル) 密度測定器 SDG200	Trans Tech社	https://nishio-rent.co.jp/ts/item/item_detail.php?item_id=105		※上記同様
13	アスファルト舗装	路盤	密度	電磁波	B	電磁波による砕石路盤の密度測定例	松葉 塚本 増戸	第31回日本道路会議	2015年 10月	電磁波を利用して密度と含水比を測定する。
				電磁波	B	土壌 (ソイル) 密度測定器 SDG200	Trans Tech社	https://nishio-rent.co.jp/ts/item/item_detail.php?item_id=105		※上記同様
				放射線	C	「転輪型 RI密度水分計」を用いた面的な路盤の締固め測定技術に関する検討	佐々木 後藤 森	第34回日本道路会議	2021年 11月	転輪型RI密度水分計を用い、上層路盤の締固め度を評価
				衝撃加速度 土壌硬度計 簡易貫入試験 小型FWD キャスボル	D	路床と路盤の締固め状態を評価できる簡易な測定方法の検討	寺田 岩永 藪	平成29年度 土木学会全国大会 第72回年次 学術講演会	2017年 9月	※従来技術を使用した基礎検討 (RI計測による締固め度との相関とばらつきを評価)

TPT_基層の健全度評価WG

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化(設計図書等に記載)されている
 A: 実用化(業務で適用、NETIS等でV評価)されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路(試験ヤードの実大舗装)等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評 価 手 法	
14	アスファルト舗装	路盤	たわみ	レーザー トラッカー	C	レーザートラッカーによるブルー フローリングのデジタル化の検討	梅田 藤森 笠屋 藤島 眞田ら	第35回日本道路会議 2023年 11月	レーザートラッカー(3次元座標計測システム)を用いて、地盤の変状を定量的に把握する。ベンケルマンビーム試験の代替えとして期待される。	
				3次元カメラ	C	情報化技術によるブルーフロー リング試験の働き方改革	立花 駒坂 門田 相田	舗装 58-10 (2023) 2023年 10月	タイヤローラに3次元カメラを設置し、タイヤの通過前・直下・通過後をリアルタイムで計測することにより変形を検出する。習熟した試験員による目視判定と同等の不良個所の検出が可能、変位量3mm以上では実際の変形量と差異の無い判定が可能。	
				FWD	B	直轄国道の FWD データを用いた路 盤の圧縮ひずみ評価	山本 渡邊 若林 竹内	第35回日本道路会議 2023年 11月	アメリカのNCHRPで報告されている粒状路盤層上面の圧縮ひずみをFWDより得られるD30、D60を用い評価し、逆解析を行わない路盤層の簡易な評価手法を検討 NCHRPでは路盤の圧縮ひずみによる路盤の損傷判定の基準値として温度補正値でBDI720以上と示されている。	
				FWD	C	地下水位の高さと舗装の疲労蓄積 の関係に関する実験的検証	渡邊 久保	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol71, No. 3 (舗装工学論文集 第20巻)	2015年	地下水位が高い場合において、載荷試験を実施して、各載荷段階において、FWD試験を実施。試験結果をもとに、D0たわみ量および各層(アスコン層、路盤層、路床層)の弾性係数の経時変化による舗装の疲労蓄積等を確認した。
15	アスファルト舗装	路盤	凍結融解	電気抵抗測定 機	C	路床・路盤材料の電気抵抗による 凍結融解評価に関する検討	上野 丸山	国研土木研究所 寒地土木研究所月報 : monthly report (793) 2-10, 2019-06	2019年 6月	電気抵抗値測定で凍結融解の判定が可能 電気抵抗値 $1.0 \times 10^4 \Omega$ 未満: 未凍結 $1.0 \times 10^2 \text{K}\Omega$ 以上: 凍結
16	アスファルト舗装	路床	K30	小型FWD	S	小型FWD	社団法人 日本道路 協会	舗装調査・試験法便覧 S O 4 3 - 3 T	2019年 3月	重錘を落下させ、そのときに発生する最大荷重と荷重中心の最大たわみ量を測定し、補正式を用い載荷版30cm相当のK値に補正する。
				加速度計	S	簡易支持力測定器【キャスポル】	社団法人 日本道路 協会	舗装調査・試験法便覧 S O 4 3 - 2 T	2019年 3月	ランマーを自由落下させ、ランマー内臓の加速度計にてインパクト値(1a)を測定することにより、CBR値・K30・土の粘着力C・土のせん断抵抗角φを推定する。
17	アスファルト舗装	路床	CBR	落球探査法	B	落球探査法による 上部路床CBRの測定	國谷 田口 岡 大木 川野	土木学会 第68回年次 学術講演会	2019年 9月	落球探査法は、1地点での計測時間が1~2分で、重錘落下直後にCBR値の判定可能。
				加速度計	S	簡易支持力測定器【キャスポル】	社団法人 日本道路 協会	舗装調査・試験法便覧 S O 4 3 - 2 T	2019年 3月	ランマーを自由落下させ、ランマー内臓の加速度計にてインパクト値(1a)を測定することにより、CBR値・K30・土の粘着力C・土のせん断抵抗角φを推定する。
18	アスファルト舗装	路床	含水比	電磁波	B	土壌(ソイル)密度測定器 SDG200	Trans Tech社	https://nishio-rent.co.jp/ts/item/item_detail.php?item_id=105		電磁波を利用して湿潤密度と含水比を測定する。
19	アスファルト舗装	路床	密度	放射線	C	非接触移動式RI測定器による盛土 の品質管理手法の検討	後藤 池永 石井 松浦 小林	土木学会 第73回年次 学術講演会	2018年 8月	散乱型RI測定器を台車に載せ、表面から浮上させた状態で測定を行い、密度の測定を行う。 既存の散乱型と同程度の精度で種々な計測結果が得られる。
				加速度計	B	振動ローラの加速度応答を利用し た転圧地盤の剛性評価手法	藤山 建山	土木学会論文集 No. 652, III-51, 115-123, 2000-06	2000年 6月	振動ローラの加速度計測により締固め度を判定する
				電磁波	B	土壌(ソイル)密度測定器 SDG200	Trans Tech社	https://nishio-rent.co.jp/ts/item/item_detail.php?item_id=105		電磁波を利用して湿潤密度と含水比を測定する。
				衝撃加速度 土壌硬度計 簡易貫入試験 小型FWD キャスポル	D	路床と路盤の締固め状態を評価で きる簡易な測定方法の検討	寺田 岩永 敷	平成29年度 土木学会全国大会 第72回年次 学術講演会	2017年 9月	※従来技術を使用した基礎検討 (RI計測による締固め度との相関とばらつきを評価)
20	アスファルト舗装	路床	たわみ	レーザー トラッカー	C	レーザートラッカーによるブルー フローリングのデジタル化の検討	梅田 藤森 笠屋 藤島 眞田ら	第35回日本道路会議 2023年 11月	レーザートラッカー(3次元座標計測システム)を用いて、地盤の変状を定量的に把握する。ベンケルマンビーム試験の代替えとして期待される。	
				3次元カメラ	C	情報化技術によるブルーフロー リング試験の働き方改革	立花 駒坂 門田 相田	舗装 58-10 (2023) 2023年 10月	タイヤローラに3次元カメラを設置し、タイヤの通過前・直下・通過後をリアルタイムで計測することにより変形を検出する。習熟した試験員による目視判定と同等の不良個所の検出が可能、変位量3mm以上では実際の変形量と差異の無い判定が可能。	
				FWD	C	地下水位の高さと舗装の疲労蓄積 の関係に関する実験的検証	渡邊 久保	土木学会論文集E1 (舗装工学) Vol71, No. 3 (舗装工学論文集 第20巻)	2015年	地下水位が高い場合において、載荷試験を実施して、各載荷段階において、FWD試験を実施。試験結果をもとに、D0たわみ量および各層(アスコン層、路盤層、路床層)の弾性係数の経時変化による舗装の疲労蓄積等を確認した。
				FWD 表面波探査	C	FWDと2次元表面波探査による舗装 と路体の一体型ハイブリッド点検 手法	苅谷 八嶋 村田 遠藤 岩崎	第32回日本道路会議 2017年 10月	FWDの震源を利用して地盤探査手法の表面波探査を実施 FWDより舗装と路盤を評価し、表面波探査からより深い地盤の剛性を評価	
21	アスファルト舗装	路床	凍結融解	電気抵抗測定 機	C	路床・路盤材料の電気抵抗による 凍結融解評価に関する検討	上野 丸山	国研土木研究所 寒地土木研究所月報 : monthly report (793) 2-10, 2019-06	2019年 6月	電気抵抗値測定で凍結融解の判定が可能 電気抵抗値 $1.0 \times 10^4 \Omega$ 未満: 未凍結 $1.0 \times 10^2 \text{K}\Omega$ 以上: 凍結
				電磁波	B	地中レーダによる凍結深さの探査	鈴木 長嶺 豊田 原田	物理探査 第60巻 第4号, 315-326, 2007	2007年	・地中レーダ探査(GPR) ・プロファイルと電磁波速度の両方に変化があった地点でアイスレンズ(間隙水の凍結)を確認

TPT_基層の健全度評価WG

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化 (設計図書等に記載) されている
 A: 実用化 (業務で適用、NETIS等でV評価) されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路 (試験ヤードの実大舗装) 等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評価手法	
22	橋面舗装	Co床版	はく離	電磁波	A	橋面舗装・床版上部非破壊調査 (3次元電磁波技術) 【床版キャッチャー】	ニチレキ (株)	https://www.nichireki.co.jp/product/consult/consult_list09/consult09_02.html	電磁波解析手法を改善した床版劣化調査技術 【NETIS登録番号: CB-150004-VE】 RC床版上の損傷の検出、舗装厚、鉄筋のかぶり厚の推定、鋼床版の添接板の位置、中空床版のポイド管の浮きの検出	
				電磁波	A	スケルカー	ジオサーチ (株)	http://www.geosearch.co.jp/service/04.php	電磁波を用い、舗装路面から床版内部の劣化・損傷を検知・診断する技術	
				電磁波	A	舗装構造物を非破壊で調査する三次元地中レーダ探査	東亜 道路 工業 (株)	https://www.hkd.mlit.go.jp/kv/ig/giyu/tu/ud49g700000kcir-att/08.pdf	周波数200MHz～3GHzの電磁波を用い、周波数を段階的に上げながら調査を行い、中心周波数の異なるパルスレーダアンテナを複数倍使用した場合と同等のデータを一度の測定で取得できる。橋梁床版調査にも適用可能である。 舗装厚、舗装断面変化点、橋梁床版のかぶり不足、床版砂利化を検出	
				電磁波	A	U3V system	(株) ウォール ネット	https://walnut.co.jp/walnut/wp-content/uploads/2021/09/u3v.pdf	3Dレーダにより空洞および舗装厚等を測定、橋梁床版調査にも適用可 【NETIS登録番号: KT-180092-A】	
				電磁波	A	GeoScope MKIV	越前屋 試験工業 (株)	https://www.echizen-ya-geo.co.jp/category/1731774.html	地中レーダーは土層や地質、空洞・変状の地下情報を提供する装置で、3Dレーダーシステムは縦断面、横断面、深度断面の3断面を高精度に測定、橋梁床版調査にも適用可能【NETIS登録番号: HK-130010-A】	
				打音	A	機械式打音検査装置を利用した床版等の剥離の検知について	辻本 齋田 晋根	第32回日本道路会議	2017年 10月	機械式打音検査装置で橋面上を叩いて得た打撃点の音を高速フーリエ変換し、周波数スペクトル分析をすることにより、健全部と異常部を判定する【T.Toae NETIS登録番号: CB-120029-A】
23	橋面舗装	Co床版	ひび割れ	超音波	D	アスファルト舗装面からの探傷によるRC床版内の水平ひび割れ検出	平尾 鈴木 木村 北 森山	土木学会論文集A2 Vol. 73No.2 (応用力学論文集 Vol. 20)	2017年	アスファルト表面から低周波の超音波を入射して計測した波形の内、水平ひび割れおよびそれに形状を準ずる面状境界から得る反射波形データに基づき、複素型実信号マザーウェーブレットを作成し、反射波を信号処理し分析する。
24	コンクリート 舗装	Co版	Co厚	電磁波	B	ハンディサーチ NJJ-200	JRCモビリティ (株)	https://www.jrc-m.co.jp/products/lineup/nij200/index.html	電磁波レーダを用いて鉄筋探査やコンクリートの厚みや浮き・はく離を探査可能	
				電磁波	B	ストラクチャスキャンSIR-EZ	KEYTEC	https://www.keytec.co.jp/resources/rader-data/rader-data02/	電磁波により、アスファルト舗装の舗装厚、砕石層を、コンクリートでは版厚、ひび割れ、空洞を探査可能	
				超音波	B	ソニックエスパー3	アイレック 技建 (株)	https://www.airec.co.jp/products/espar/sonic_espar3.html	超音波によるコンクリート版厚、ひび割れ深さの測定	
25	コンクリート 舗装	Co版	圧縮強度	衝撃弾性波	B	衝撃弾性波によるコンクリートの圧縮強度推定方法に関する基礎的研究	立見 中田 河谷	日本建築学会 構造系論文集 第58号、15-21、 2005年1月	2005年 1月	強度を測定する部分に振動検知器を当て、その近傍をハンマで軽くたたくことにより発生する弾性波がコンクリートに伝播する速度(弾性波速度)を計測することによりコンクリートの圧縮強度を推定する。
				電磁波	B	コンクリート強度推定器	(株) アミック	https://www.amic-pro.co.jp/?page_id=21#_03	電磁パルスにより発生させた弾性波の伝播速度を測定することにより、コンクリート圧縮強度を推定する。【NETIS登録番号: KT-160060-A】	
				打撃	B	コンクリートテスター (OTS-02)	日東建設 (株)	https://nittokensetsu.co.jp/technology/cts.html	ハンマーにて打撃を与えた際に発生する打撃力波形を測定し、圧縮強度を推定する。	
				超音波	B	エルソニックII	(有)ネク ストリー ム	http://www.nextream.co.jp/products/doc/elsonic2.pdf	超音波によるコンクリート強度測定器	
26	コンクリート 舗装	Co版	ひび割れ	電磁波	B	ストラクチャスキャンSIR-EZ	KEYTEC	https://www.keytec.co.jp/resources/rader-data/rader-data02/	電磁波により、アスファルト舗装の舗装厚、砕石層を、コンクリートでは版厚、ひび割れ、空洞を探査可能	
				赤外線 カメラ	B	HIVIDAS (ヒビダス)	清水建設 (株)	https://www.shimz.co.jp/solution/tech266/	熱画像と可視画像を同時撮影し、画像処理によりひび割れや浮き・はく離を抽出する。	
				超音波	B	ソニックエスパー3	アイレック 技建 (株)	https://www.airec.co.jp/products/espar/sonic_espar3.html	超音波によるコンクリート版厚、ひび割れ深さの測定	
				衝撃弾性波	A	FISTA 非破壊試験(SIBIE法)によるコンクリート内部欠陥探査およびひび割れ深さ調査	(株)富士 ビー・エ ス	https://www.fujips.co.jp/download/pdf/fista.pdf	弾性波を用いてコンクリート中の内部欠陥(浮き・空洞・ひび割れ深さ等)を調査する技術 【NETIS登録番号: KT-160088-VR】	
27	コンクリート 舗装	Co版	浮き・はく離	電磁波	B	ハンディサーチ NJJ-200	JRCモビリティ (株)	https://www.jrc-m.co.jp/products/lineup/nij200/index.html	電磁波レーダを用いて鉄筋探査やコンクリートの厚みや浮き・はく離を探査可能	
				電磁波	B	ストラクチャスキャンSIR-EZ	KEYTEC	https://www.keytec.co.jp/resources/rader-data/rader-data02/	電磁波により、アスファルト舗装の舗装厚、砕石層を、コンクリートでは版厚、ひび割れ、空洞を探査可能	
				赤外線 カメラ	B	HIVIDAS (ヒビダス)	清水建設 (株)	https://www.shimz.co.jp/solution/tech266/	熱画像と可視画像を同時撮影し、画像処理によりひび割れや浮き・はく離を抽出する。	

T P T 基層の健全度評価WG

舗装の健全性等を把握するための非破壊調査・試験に関する文献調査

※S: 基準化 (設計図書等に記載) されている
 A: 実用化 (業務で適用、NETIS等でV評価) されている
 B: 実道での評価
 C: 構内道路 (試験ヤードの実大舗装) 等
 D: 供試体レベル

番号	舗装種別	大分類 調査対象	中分類 現象・ 状態	小分類 非破壊測定 技術等	実用 評価※	題名【論文名等】	著者	記 載	評価手法
27	コンクリート舗装	Co版	浮き・はく離	衝撃弾性波	A	FISTA非破壊試験(SIBIE法)によるコンクリート内部欠陥探査およびひび割れ深さ調査	(株)富士ビー・エス	https://www.fujijs.co.jp/download/pdf/fista.pdf	弾性波を用いてコンクリート中の内部欠陥(浮き・空洞・ひび割れ深さ等)を調査する技術【NETIS登録番号:KT-160088-VR】
28	コンクリート舗装	Co版	空洞	電磁波	B	ストラクチャスキャンSIR-EZ	KEYTEC	https://www.key-t.co.jp/resources/rader-data/rader-data02/	電磁波により、アスファルト舗装の舗装厚、碎石層を、コンクリートでは版厚、ひび割れ、空洞を探査可能
				衝撃弾性波	A	FISTA非破壊試験(SIBIE法)によるコンクリート内部欠陥探査およびひび割れ深さ調査	(株)富士ビー・エス	https://www.fujijs.co.jp/download/pdf/fista.pdf	弾性波を用いてコンクリート中の内部欠陥(浮き・空洞・ひび割れ深さ等)を調査する技術【NETIS登録番号:KT-160088-VR】
				打音	B	デジタル打音検査を用いた背面空洞・路面下空洞の診断技術開発	尾崎竹内 木村栗山 宮城ら	第34回日本道路会議 2021年11月	AEセンサーを用いたデジタル打音検査技術を用い、固有振動ピークの形状を評価する。周波数分布の形状に着目することにより、背面空洞・路面下空洞を検出する。
29	コンクリート舗装	Co版	鉄筋腐食	電磁波	D	電磁波レーダを用いたコンポジット舗装内部の鉄筋腐食状況に関する非破壊評価手法の検討	城本澤口 寺田内田	舗装 55-8 (2020) 2020年8月	電磁波を用い、鉄筋の腐食の有無やその程度を評価する鉄筋の腐食度合で反射率が変化する
30	コンクリート舗装	Co版	鉄筋破断	磁石・磁気	C	磁気計測によるダウエルバー破断の非破壊検査	新山大原 高倉綾部	第35回日本道路会議 2023年11月	磁気ストリーム法(鋼材に磁気を印加したとき破断がある場合は磁力の流れが分断され、急激に磁力が減衰する原理)を用い、ダウエルバーの破断を判定
31	コンクリート舗装	Co版	鉄筋かぶり	電磁波	B	ハンディサータ NJJ-200	JRCモビリティ(株)	https://www.jrc-m.co.jp/products/li-neup/njj200/index.html	電磁波レーダを用いて鉄筋探査やコンクリートの厚みや浮き・はく離を探査可能