

2021年6月22日

不適切な路盤材使用事案に関する技術調査会による調査報告書について

東京ガス株式会社

2020年11月18日付「弊社発注工事における不適切な路盤材の使用について」*においてご報告しましたとおり、弊社が発注した一部のガス導管敷設工事において、指定された材料以外の不適切な路盤材を使用した施工（以下、「本事案」）が行われ、その上で事実と異なる記載の工事完了届を行政に提出していたことが判明しました。

弊社は、本事案を受け、客観的かつ中立的な立場で技術的な検証を行う枠組みとして、外部の専門家を交えた技術調査会（以下、「本調査会」）を設置し、本事案による舗装の健全性について検証して参りました。

※プレスリリース内容：<https://www.tokyo-gas.co.jp/news/important/20201118-01.pdf>

本日、弊社は、本調査会より調査報告書を受領しましたのでご報告いたします。調査報告書によりますと、「不適切な路盤材が使用されているものの、現時点においては、急激に損傷が発生したり進行したりするような支持力不足が生じていると判断される箇所はないこと」が確認されております。また今後については、「適切な頻度での定期巡回を行い、道路管理者との個別協議に基づく適切な措置を実施することにより、中長期的な健全性を担保できると考えられる」と結論づけられております。報告書の概要は別紙の通りです。

弊社は、本調査会の提言を真摯に受け止め、着実に実行するとともに、本事案の工事箇所について、今後、各行政と対応方法等について協議して参ります。

弊社といたしましては、このような事態が生じたことを重く受け止めており、お客さまならびに行政をはじめ関係者の皆さまに大変ご迷惑をおかけしましたことを心からお詫び申し上げます。

以上

(別紙)

東京ガス株式会社の発注工事における
不適切な路盤材の使用について

技術調査結果報告書

2021年6月

技術調査会

1. 不適切な路盤材の使用の概要

2020年11月18日に東京ガス株式会社（以下「東京ガス」）より、東京ガス発注工事における不適切な路盤材の使用について報道発表がされた。本事案は、東京ガスが日鉄パイプライン&エンジニアリング株式会社（以下「日鉄 P&E」）に発注したガス導管敷設工事 463 件（2016年4月以降の工事全数）の内、337件において、「再生粒度調整砕石」を使用するよう指定された路盤部に「再生クラッシュラン」を使用した施工が行われ、その上で、事実と異なる記載の工事完了届を行政に提出していたことが判明したものである。

2. 技術調査会

2.1 委員名簿

本委員会の委員名簿を表1に示す。

表1 技術調査会名簿（2021年6月時点）

役割	所属	氏名
委員長	中央大学 理工学部 教授	姫野 賢治
委員	(国研)土木研究所 道路技術研究グループ 上席研究員	藪 雅行
委員	国土交通省 関東地方整備局 道路情報管理官	近藤 進
委員	東京都建設局 道路管理部 保全課長	三浦 和広
委員	東京ガス(株) 導管部長	串田 義一
委員	東京ガス(株) 基盤技術部長	根田 徳大
事務局長	長島・大野・常松法律事務所 弁護士	埜 尚義 ※
事務局	東京ガス(株) 技術革新部	小林 実央

※ 外部弁護士

2.2 開催経緯等

本調査会の開催経緯を表2に示す。

表2 技術調査会開催経緯

年月日	内容
2020年 9月26日	日鉄P&Eより、不適切な路盤材を使用した施工が行われていたと報告
2020年 10月	関係者に対する事実確認を実施
2020年 11月15日	日鉄P&Eが2016年4月以降に施工した463件の内、337件で同様の事象が発生していたことが判明
2020年 11月18日	本事案の報道発表を実施
2020年 12月16日	技術調査会立ち上げ
2021年 1月26日	第1回技術調査会
2021年 3月16日	第2回技術調査会
2021年 6月22日	第3回技術調査会

3. 調査の流れ

本調査会は、不適切な路盤材を使用した舗装の健全性について、舗装の「路面」および「構造」に着目して評価し、技術的に検証した。また、中長期的な道路の健全性を担保するための巡回方法についても、併せて検討を行った。図1に調査の流れを示す。なお、本報告書で用いた専門的な用語の定義については末尾に掲載する。

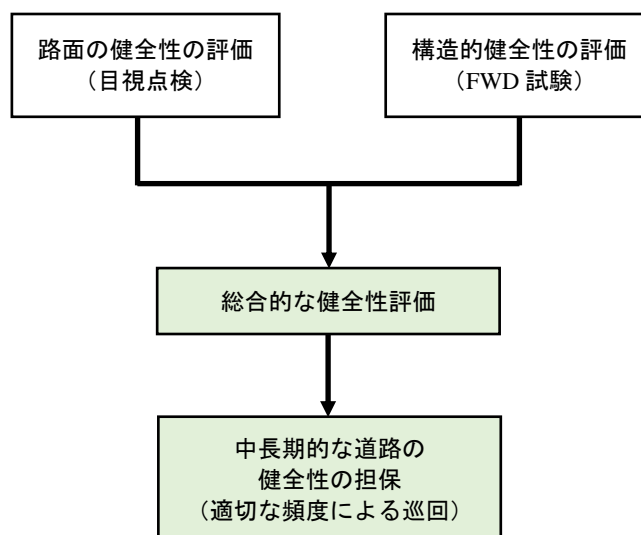


図1 調査の流れ

4. 路面の健全性の評価

路面の健全性については、舗装技術者により舗装の状態を確認し、その全数について舗装診断士が評価を行った。評価基準は、表 3 に示すように「損傷レベル：小」「損傷レベル：中」「損傷レベル：大」に分かれる。また、損傷レベルごとに必要な措置は、表 4（但し、長期のカテゴリは本調査では対象外）に記載のとおりである。

損傷レベルの評価は不適切部 337 件のうち、評価対象外箇所を除く 264 件に対して行った。その結果を表 5 に示す。「損傷レベル：小」と診断された 261 件については、表 4 により、現時点では「基本的に措置は不要」と判定できるレベルとなっており、路盤材料による影響と考えられる路面破損は生じていないと評価できる。「損傷レベル：中」の 3 件については、損傷の原因は交通荷重による表層（路盤の上の層）のアスファルト混合物の流動（2 件）、表層の上に塗布された遮熱性塗料の塗膜の収縮（1 件）と診断され、損傷の原因は路盤材料ではないと評価された。「損傷レベル：中」の件名については、路盤材料が原因でないと評価されたものの、その取扱いについては、道路管理者との個別協議を推奨する。

表 3 損傷レベルと評価基準（舗装点検要領^[1]より作成）

項目	損傷レベル		
	小	中	大
ひび割れ率	0～20%程度	20～40%程度	40%程度以上
わだち掘れ量 (わだち掘れ深さ)	0～20 mm 程度	20～40 mm 程度	40 mm 程度以上
IRI	0～3 mm/m 程度	3～8 mm/m 程度	8 mm/m 程度以上

表 4 損傷レベルと必要な措置の基本的な考え方（舗装点検必携^[2]より）

損傷レベル	表層の供用期間		
	早期	中期	長期
小	基本的に措置は不要	基本的に措置は不要	目標以上の耐久性を有している
中	過去に補修を行っていない場合は補修。過去に行っており、効果が乏しい場合は経過観察とし、「損傷レベル：大」に到達時に修繕	使用目標年数までの供用ができるように補修	目標以上の耐久性を有している。「損傷レベル：大」に到達時に切削オーバーレイを中心とした工法により修繕
大	早期劣化の原因を調査し、修繕設計に基づき修繕	早期劣化の原因を調査し、修繕設計に基づき修繕	表層などの切削オーバーレイを中心とした工法による修繕が基本となるが、路盤の損傷が懸念される場合は詳細調査および修繕設計に基づき修繕

表 5 目視点検結果

内訳		目視点検数
評価対象箇所	損傷レベル：小	261
	損傷レベル：中	3
	損傷レベル：大	0
評価対象外箇所	仮復旧 ^{※1}	49
	点検対象外箇所 ^{※2}	24
計		337

※1：仮復旧部は、別途本復旧工事を実施するため、損傷レベルの評価対象外とした。

※2：他企業もしくは自社工事による道路工事により適正路盤材に入換済または道路管理者が問題なしと判断した箇所

5. 構造的健全性の評価

本章では、構造的健全性を評価するために FWD 試験を行い、不適切部が隣接部に対し著しく劣っているかについて確認し、そのうえで、不適切部のたわみ量を当該箇所の許容たわみ量と比較した。FWD 試験は不適切部 337 件の内、試験が可能な箇所から、信号機手前やタイヤ走行位置など、最も構造破損が発生しやすいと考えられる 30 箇所を選定して実施した。この箇所の評価を以って構造的健全性の評価とした。

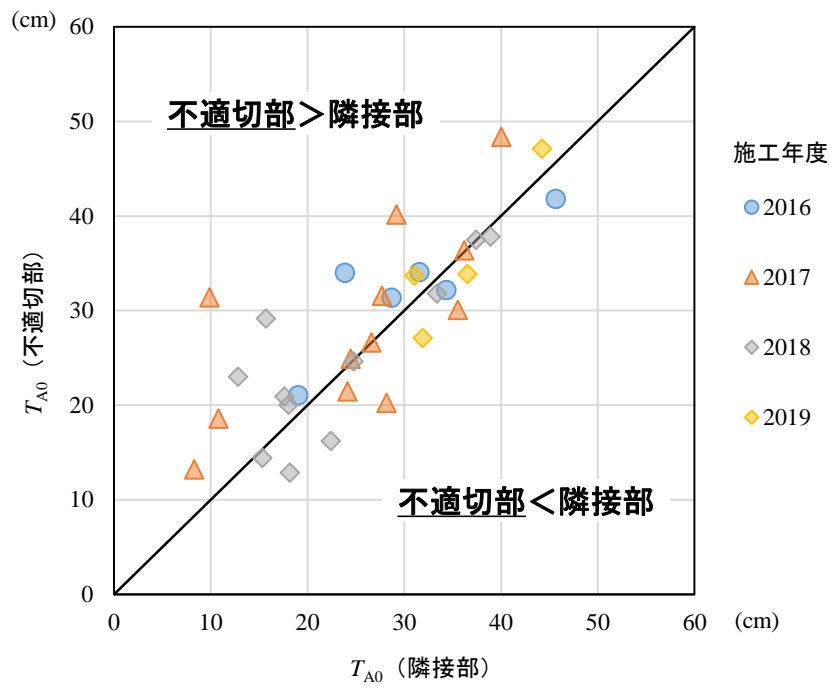
FWD 試験は舗装調査・試験法便覧^[3]S047 に準拠して実施した。FWD 試験結果を基に、 $D_0(\mu\text{m})$ たわみ量および $D_{1500}(\mu\text{m})$ たわみ量から、式 1 により残存等値換算厚 $T_{A0}(\text{cm})$ を算出した。

$$T_{A0} = -25.8 \log \left(\frac{D_0 - D_{1500}}{10^3} \right) + 11.1 \quad (\text{式 1}^{[4]})$$

なお、 D_0 は FWD 荷重直下のたわみ量を、 D_{1500} は荷重位置から 1,500 mm 離れた位置におけるたわみ量を指す。

現在、道路の一部分に不適切な路盤材が使用されている状況にあることから、不適切部の方が道路としての供用期間が短いものの、隣接部と比べ調査時点で著しく劣後していないかを確認することを目的に、残存等値換算厚の比較を行った。

残存等値換算厚 T_{A0} を不適切部と隣接部毎に平均し、不適切部と隣接部の T_{A0} を比較したところ、図 2 に示すような結果となった。この結果に対して「対応のある 2 標本 t 検定（両側検定）」を実施したところ、不偏分散 s^2 を用いる t 統計量（有意水準 α は一般的な 0.05 に設定）は棄却域に入っていないことから、最大 5 年程度経過した不適切部と隣接部の T_{A0} には統計的に有意な差があるとは言えないことがわかった。



(舗装構造毎にプロットしているため、全 30 件に対して 33 プロットとなっている)

図 2 T_{A0} プロット図

さらに試験を実施した 30 件全てについて、 D_0 たわみ量と交通量区分毎に決められた許容たわみ量（表 6）を比較した結果、図 3 のとおり全ての D_0 たわみ量は許容たわみ量を下回っていた。これより、現時点においては、不適切部においても、補修が必要な支持力の不足は発生していないと考えられる。

表 6 交通量区分毎の許容たわみ量の目安^[5]

交通量区分	許容たわみ量 (μm)
N ₃	1,300
N ₄	900
N ₅	600
N ₆	400
N ₇	300

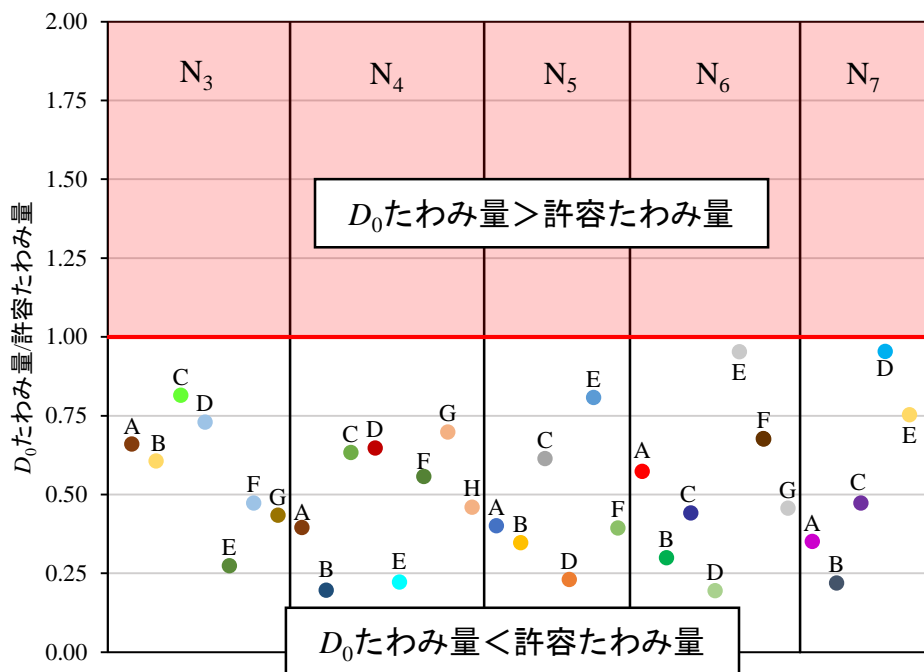


図 3 D_0 たわみ量と許容たわみ量の比較結果

6. 中長期的な健全性の担保

上記 4. および 5. における評価結果より、不適切な路盤材が使用されているものの、現時点においては急激に損傷が発生したり進行したりするような支持力不足が生じていると判断される箇所はないと評価できた。

なお、中長期的な舗装の健全性を担保するための、適切な維持管理を行うにあたり、定期巡回の項目、頻度についても検討した。文献^[6]によると、路盤の品質不良、支持力不足が主にひび割れの現象に進展していることから、定期巡回の頻度についてはひび割れに着目して検討を行うこととした。

ひび割れに着目した巡回頻度の設定に際しては、適切な路盤材の舗装構造に比べ、不適切部が早期に劣化する可能性を考慮し、安全性の観点からより保守的に検討するために、舗装点検要領^[1]の舗装劣化曲線(図 4)のうち最もひび割れが進行する曲線を参考とするとともに、「損傷レベル：小」から「損傷レベル：中」または「損傷レベル：中」から「損傷レベル：大」への 20%刻みの途中経過を捉えられるように、劣化進行の捕捉の目安を 10%と考えた。

上記の前提を基に検討した結果、図 4 の舗装劣化曲線のとおり、ひび割れの発生が認められない現場は、対象件名の最大供用期間 5 年からのひび割れ劣化進行を考慮すると、約 6 年に 1 回の巡回頻度となるものの、想定以上に損傷が進行する可能性を安全性の観点からより保守的に考慮して 3 年に 1 回と設定した。ひび割れが発生している現場は、約 2.5 年間に 1 回の巡回頻度となるが、同様に安全性の観点からより保守的に考慮して巡回頻度を 1 年に 1 回と設定した。

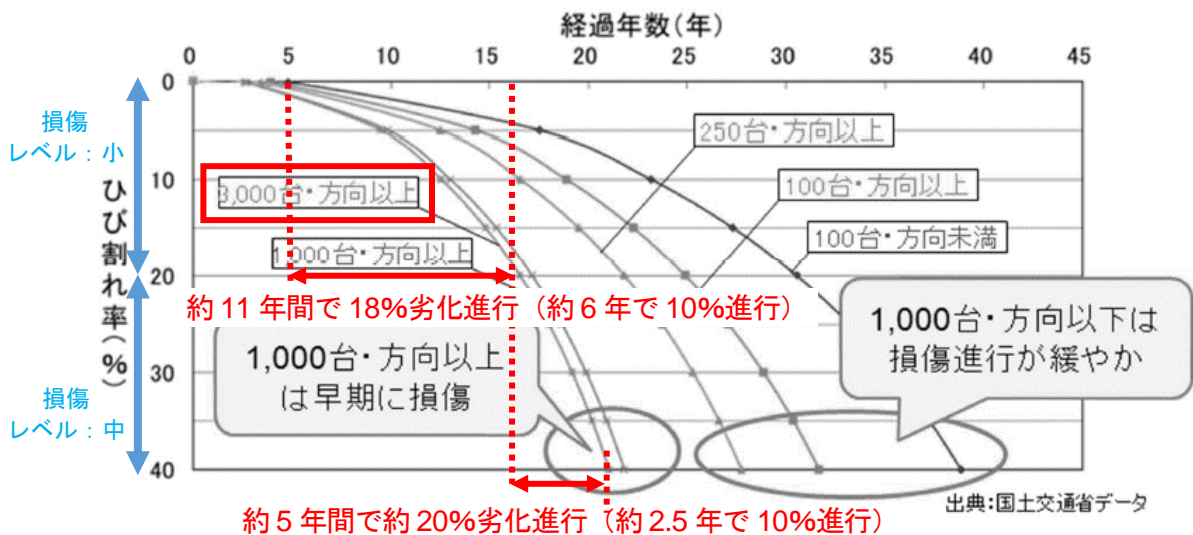


図 4 舗装劣化曲線(舗装点検要領^[1])に基づく劣化予測

上記検討結果を踏まえ、具体的な巡回フローを図5に示す。

- ・「損傷レベル：小」の現場においては、ひび割れの発生が認められない現場は3年に1回、ひび割れが発生している現場は、1年に1回の頻度により定期巡回を実施する。
- ・点検は国土交通省「舗装点検要領」を参考に、「舗装技術者」により体感・目視にて損傷レベルを確認する^{[1][2]}。
- ・点検項目は、ひび割れ率、わだち掘れ量、IRIとし、段差・沈下が発生していないことも確認する。
- ・「損傷レベル：中」以上に進行した現場は、道路管理者と措置方法等を個別に協議し、適切な措置を実施することを推奨し、適正路盤に入換済の現場は巡回対象から除く。
- ・定期巡回を実施した後、「舗装診断士」により再度損傷レベルの評価を行うとともに、実際の劣化速度と舗装劣化曲線の差異を確認する。

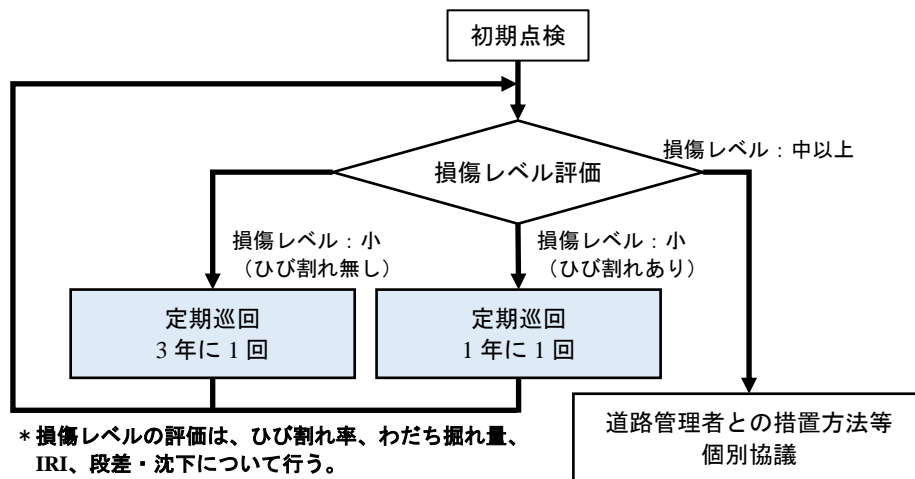


図5 中長期的な健全性に関わる評価を踏まえた定期巡回フロー

7. 技術調査会の検証結果

目視点検結果より、「損傷レベル：小」の現場においては、路盤材料による影響と考えられる路面破損は確認されなかった。「損傷レベル：中」の現場においては、路盤材料が損傷の原因でないと評価されたものの、その取扱いについては、道路管理者との個別協議を推奨する。さらに、FWD 試験結果より、不適切部であっても、5年程度で舗装の損傷が著しく進行しておらず、調査した30件全てにおいて交通量区分毎に決められた許容たわみ量を下回っていた。

以上より、現状考えられる技術的な調査を実施した限りにおいて「不適切な路盤材が使用されているものの、現時点においては、急激に損傷が発生したり進行したりするような支持力不足が生じていると判断される箇所はない」ことを確認した。また今後については、「適切な頻度での定期巡回を行い、『損傷レベル：中』以上の箇所については道路管理者との個別協議に基づく適切な措置を実施すること」により、中長期的な健全性を担保できると考えられる。

(参考) 用語の定義

用語の定義

用語	定義
不適切部	不適切な路盤材が使用された箇所。
隣接部	不適切部に隣接する適切な路盤材が使用された箇所。
定期巡回	技術調査会で決議された、技術的に健全性を担保するために必要な巡回。
表層	道路の舗装構造における、最上部にある層のこと。
上層路盤 ^[7]	路盤を2種類以上の層で構成するときの上部の層。粒度調整工法、瀝青安定処理工法、セメント安定処理工法などにより築造。
下層路盤 ^[7]	路盤を2種類以上の層で構成するときの下部の層。下層路盤は上部の層に比べて作用する応力が小さいので、経済性を考慮してクラッシュラン、切込み砂利などの粒状材料や安定処理した現地産の材料を使用。
再生アスファルト混合物	アスファルト舗装を破砕したものと、新しい骨材やアスファルトとを共に混合したもの。
再生粒度調整碎石(RM)	コンクリート等の建設廃材を破砕したものに、粒度調整材(破砕屑、砂等の細粒骨材)を入れているもの。
再生クラッシュラン(RC)	コンクリート等の建設廃材を破砕したもの。 アスファルト舗装を破砕したものを混ぜる場合もある。
仮復旧	施工当日の埋め戻し後、本復旧施工までの間、路床や路盤を安定させることを目的として、暫定的に舗装すること。
本復旧	仮復旧後、道路管理者が指示した舗装構造および協議した復旧範囲について舗装すること。
遮熱性塗料 ^[7]	舗装表面に到達する日射エネルギーの約半分を占める近赤外線を高効率で反射し、舗装への蓄熱を低減することによって路面温度の上昇を抑制するために、舗装に塗布するもの。
目視点検	舗装点検要領に則った点検。目視により問題がないか判断すること。
舗装診断士 ^[5]	国土交通大臣の登録を受けた資格。舗装の診断に関する一連の作業ができる高い専門知識を保有する技術者。
ひび割れ率 ^[7]	対象とするアスファルト舗装の面積に占めるひび割れしている路面面積の割合を百分率で表したものの。

わだち掘れ量 (わだち掘れ深さ)	交通荷重によるアスファルト混合物の変形などにより、道路舗装面の車輪走行位置が帯状に凹んだ横断方向の一断面内で、最高地点と最低地点の差(深さ)に相当する。 Rut Depth ともいい、直訳すればわだち掘れ深さとなるが、ここではわだち掘れ量と表現する。
IRI ^[2]	1989年に世界銀行が提案した路面の状態を表す指標。 ※この数値が大きいほど路面の縦断凹凸が大きく、乗り心地が悪いとされる。
T_A 法 ^[1]	アスファルト舗装の構造設計方法のひとつで、路床の設計 CBR と舗装計画交通量に応じて目標とする T_A (等値換算厚) を下回らないように、舗装の各層の厚さを決定する方法である。
等値換算係数 ^[1]	舗装を構成するある層の厚さ 1 cm が表層、基層用加熱アスファルト混合物の何 cm に相当するかを示す値である。
交通量区分	舗装の設計に用いられる指標で、設計期間における車両台数を 1 日 1 方向あたりの車両台数として平均したもの。 大型車交通量によって区分分け(下表参照)されており、本報告書では、 $N_3 \sim N_7$ を対象としている。
FWD 試験 ^[7]	FWD (Falling Weight Deflectometer) とは重錘を落下させたときの舗装のたわみ量を計測する装置で、舗装の支持力等を非破壊で診断し、舗装構成および温度等のデータを併せて、舗装の構造的な評価を行うことができる。
たわみ量	本報告書では、FWD 試験において重錘が落下した際に舗装が変形して生じた変化量を示す。
許容たわみ量	支持力が不足しているか否かを判断する目安。交通量区分ごとに定められている。
残存等値換算厚	既設舗装の補修時の構造評価に用いられる数値。等値換算厚と同様に、各層の厚さに換算係数を乗じた値の合計によって算出するが、この係数は各層の破損の状態によって変化する。破損の程度が大きいほど係数の値は小さくなり、残存等値換算厚も小さくなる。
2 標本 t 検定	2 つの独立した母集団があり、それぞれの母集団から抽出した標本の平均に差があるかどうかを検定すること。

交通量区分^[7]

交通量区分	大型車交通量	台/日・方向
N ₁		15 未満
N ₂	15 以上	40 未満
N ₃	40 以上	100 未満
N ₄	100 以上	250 未満
N ₅	250 以上	1,000 未満
N ₆	1,000 以上	3,000 未満
N ₇	3,000 以上	

参考文献

- [1] 国土交通省道路局：舗装点検要領，pp.29-46，2016.
- [2] 公益社団法人日本道路協会：舗装点検必携，pp.22-63，2017.
- [3] 公益社団法人日本道路協会：舗装調査・試験法便覧[1]，pp.292-299，2019.
- [4] 阿部長門，丸山暉彦，姫野賢治，林正則：たわみ評価指標に基づく舗装の構造評価，土木学会論文集，No.460/V-18，pp.41-48，1993.
- [5] 公益社団法人日本道路協会：舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針，pp.37-42，2018.
- [6] 永塚竜也，前川亮太，藪雅行：アスファルト舗装の損傷と要因の体系図（案），舗装，Vol.55，No.5，pp.45-46，2020.
- [7] 公益社団法人日本道路協会：舗装設計便覧，p.70，2006.