

10. 歩道掘削工事における小型 FWD による埋戻し確認

Backfill Confirmation in Construction of Digging in Pavement by Small FWD

技術調査課 小林一雄、上野慎一郎

1. はじめに

東京都では、歩道上での道路占用工事において、占用企業者の技術的判断による現場発生土埋戻しについて、平成 17 年度より 3 年間で試験施工を行っている。

本試験施工での試験項目として、占用企業者は各箇所 1 点の土質試験、3 点の土研式円錐貫入試験、10mピッチでの沈下量の測定を行い、東京都は小型 FWD の測定を舗装上で行うこととしている。

写真-1 は、歩道舗装上における小型 FWD によるたわみ量測定状況を示した。

本文では、掘削影響範囲外（埋設管上から掘削深さだけ離れた地点）と埋設管上の舗装面で小型 FWD によるたわみ量調査を行い、両者のたわみ量の比較により施工状態を評価する方法について検討を行ったので報告する。

また、道路占用企業者へのアンケートの結果、設



写真-1 小型 FWD によるたわみ量測定状況

計時に発生土を利用するかの判断が必要であるが、判断が難しいとの意見もあり、歩道の透水性舗装上における小型 FWD によるたわみ量から良質土と非良質土とを区分する方法についても検討を行ったので報告する。

2. 歩道掘削工事における発生土による埋戻し状況

①発生土で埋戻した箇所で開催の検討対象とした箇所は 17 年度施工箇所で 12 箇所、18 年度施工箇所で 6 箇所の合計 18 箇所であった。

②都における良質土の基準値（土質分類は砂又は砂質土、75 μ mふるい通過質量百分率が 25%以下、CBR3%以上）を満たした箇所は、表-1 に示すよう

表-1 調査箇所と土質試験結果一覧

No.	施工箇所	細区分	コーン指数	土質中分類	75 μ mふるい通過質量百分率	CBR	含水比	都の基準
17-1	中野区鷺宮	第1種	1860	[S]	8.1	13.7	10.0	良質土
17-2	西東京市富士町	第3種	3018	[M]	70.1	2.2	52.6	非良質土
17-3	東大和市蔵敷	第1種	5231	[GS]	9.6	61.2	4.7	良質土
17-4	町田市小川	第3種	1860	[M]	53.0	1.9	39.0	非良質土
17-5	足立区鹿浜	第1種	5982	[GS]	12.5	20.0	13.0	良質土
17-6	世田谷区赤堤	泥土b	179	[M]	63.7	0.4	98.5	非良質土
17-7	杉並区浜田山	第1種	4595	[GS]	14.8	48.5	10.2	良質土
17-8	豊島区東池袋	第1種	1131	[S]	28.3	2.3	33.6	非良質土
17-10	渋谷区鉢山	第1種	2000	[GS]	6.5	17.3	13.3	良質土
17-11	新宿区戸山	第1種	2274	[S]	6.9	12.0	14.1	良質土
17-12	練馬区関町南	第1種	2000	[SG]	13.0	27.8	15.0	良質土
17-13	台東区竜泉	第1種	2000	[S]	7.7	17.4	10.3	良質土
18-1	港区南青山	第2種	2043	[GF]	8.1	8.0	18.0	良質土
18-3	江戸川区南小岩	第1種	1054	[S]	14.2	3.0	19.8	良質土
18-4	町田市能ヶ谷	第2種	4446	[SF]	16.8	4.3	17.3	良質土
18-5	町田市真光寺	第2種	7032	[SF]	18.6	11.3	16.5	良質土
18-6	町田市四師	第3種	731	[GF]	23.0	3.0	19.9	良質土
18-7	立川市砂川	第2種	908	[SF]	44.8	1.6	40.1	非良質土

に 13 箇所であり、試験施工箇所の 7 割程度あった。

③良質土と非良質土は、表-1 に示すように含水比でほぼ区分でき、良質土は 20%以下、非良質土は 33%以上となっていた。

④埋戻し前後の土研式円錐貫入試験の打撃回数 Nd は、図-1 に示した。良質土の埋戻し後の Nd は、都におけるしゃ断層用砂による埋戻し基準の 16 回/10cm 以上をほぼ満足できたが、非良質土は満足できなかったものが多かった。

⑤都における良質土の基準を満足する発生土は、建設発生土利用マニュアル¹⁾の第 1 種から第 3 種であった。但し、第 3 種の土は、コーン指数が 731kN/m² と第 2 種の 800kN/m² 以上に近い状態であった。したがって、都における良質土は、建設発生土利用マニュアルの第 1 種から第 2 種が大半と考えられる。

3. 小型 FWD の調査方法の検討

(1) センサ設置位置²⁾

①アスファルト舗装のセンサ設置位置は、後述する弾性理論解析における平均的一致度と弾性係数の変化が少ない荷点から 0、20、45、120cm の位置とした。

②道路延長方向の測定間隔は 2.5m ピッチを原則とした。

③掘削影響範囲外に当たる位置が植樹マス直近の場合は、測定対象から除いた。ただし、植樹マス間では影響が見られなかった。

(2) 载荷重

平成 17 年度は、载荷板Φ10cm で、载荷重 4.9kN で調査を行ったが、荷点から 120cm 離れた地点でのたわみ量が小さい箇所もあったので、平成 18 年度は、以下の理由から载荷板Φ30cm、及び舗装設計施工指針に示す小型道路に用いる設計荷重 17kN³⁾ (小型貨物自動車の最大輪荷重) で調査を行った。

(3) 载荷板の大きさと Do たわみの正常波形率

载荷板の大きさと Do たわみの正常波形率との関係を最大路面勾配別に示したのが図-2 である。

正常波形率は、①発生した衝撃荷重の波形が半サイン波又はハーバーサイン波に類似して滑らかなピークを有している。②载荷からピークまでの時間

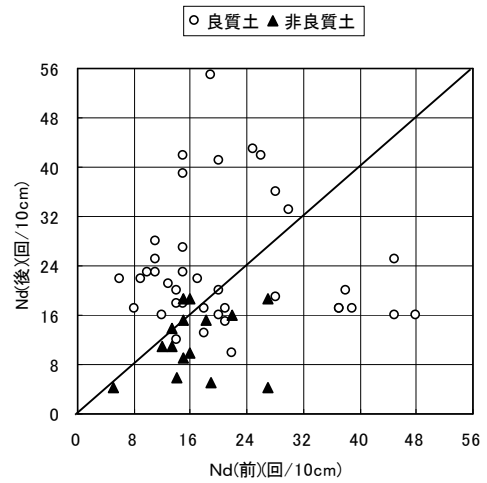


図-1 埋戻し前後の Nd の分布

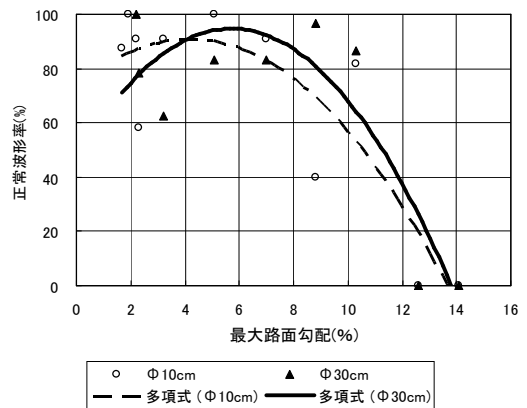
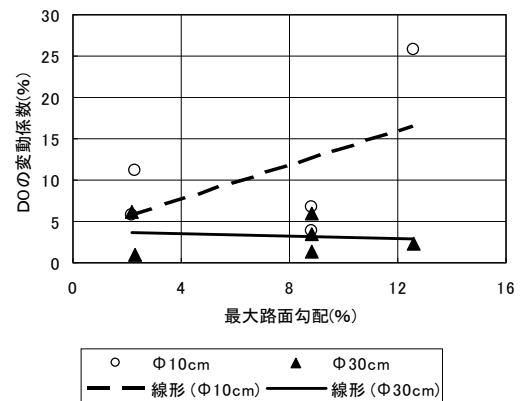


図-2 最大路面勾配と正常波形率



(10) 7.1~10ms) の範囲を、その中に有し、計測回数に対する (波形が 3k₀ の変動係数 7~15ms) にある割合を求めた⁴⁾。

正常波形率が 80%以上の最大路面勾配は、载荷板

Φ30cmで10%以下、Φ10cmで8%以下であった。したがって、小型FWDの測定は、歩道において特別な理由によりやむを得ない場合に設置できる最大路面勾配8%以下の箇所が望ましい。

(4) 載荷板の大きさとDoたわみの変動係数

載荷板の大きさと載荷回数5回におけるDoの変動係数との関係を最大路面勾配別に示したのが図-3である。

Doの変動係数は、載荷板Φ30cmでは6%以下であり、Φ10cmでは10%以上示すものがあつた。

路面勾配が大きい箇所では、載荷板Φ10cmではずれるので、変動係数が小さい載荷板Φ30cmの使用が望ましい。

(5) 掘削前と掘削影響範囲外のDoたわみ

図-4は、たわみ量が特に大きいMT18地点の測定データを除いた9点の移動平均を表したものである。この図を見る限りでは掘削前と影響範囲外のたわみ量はほぼ同じような傾向にあることが判る。

図-5は掘削前と影響範囲外の関係を図示したもので、45°の線上に集中することが望ましいが、結果は白丸で示した個々のデータでは概ね均等に散らばっているように見受けられる。また、黒丸で示した移動平均では掘削前のデータが0.5～0.8mmの範囲にたわみ量が変化に対して影響範囲外では0.7～0.8mm間に集中していることが判る。

以上のことから、影響範囲外を掘削前の地盤と仮定したことは概ね正しいものと判断できる。

4. 埋戻し状況と小型FWDによるたわみ量との関係

(1) 管上と掘削影響範囲外でのDoたわみ

管上と掘削影響範囲外での載荷点でのたわみ量および9区間の移動平均を図-6,7に示す。

なお、図中のP1～P3は土研式円錐貫入試験を行った箇所を示す。

図-6は良質土であつた江戸川区南小岩の例であり、管上のたわみ量は0.5mm程度であり、掘削影響範囲外のたわみ量は0.4mm程度と埋戻し後のたわみ量がやや大きいことを示している。

一方、図-7は非良質土であつた立川市砂川の例

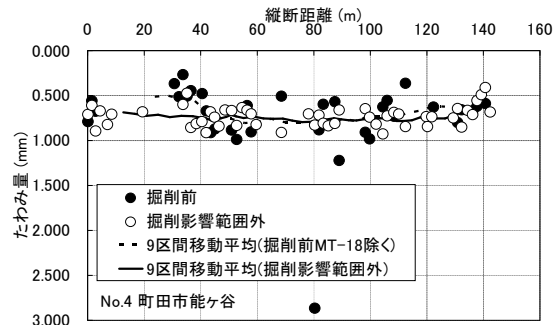


図-4 掘削前と掘削影響範囲外のたわみ量 D_0

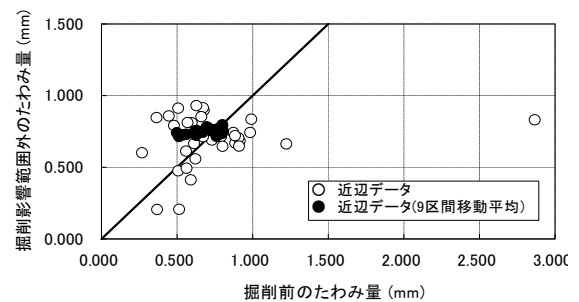


図-5 掘削前と掘削影響範囲外のたわみ量 D_0

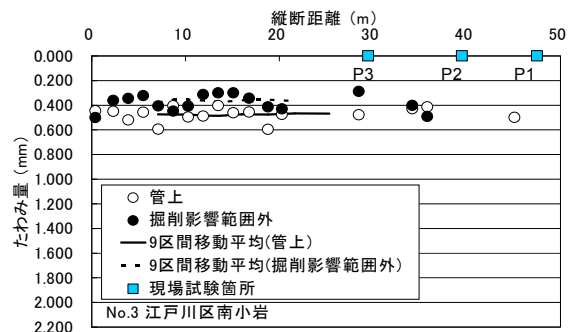


図-6 江戸川区南小岩でのたわみ量 D_0

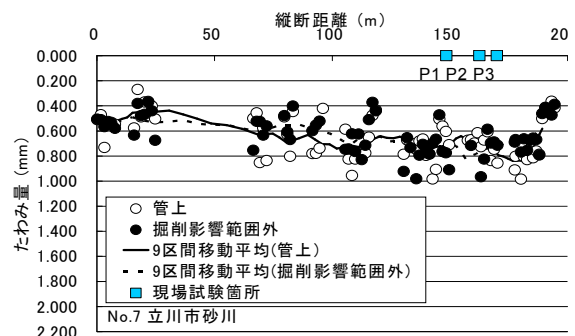


図-7 立川市砂川でのたわみ量 D_0

であり、管上のたわみ量は0.5~0.8mm程度であり、掘削影響範囲外のたわみ量は0.5~0.7mm程度と埋戻し後のたわみ量は場所により大きい箇所もある。しかし、たわみ量は良質土であった江戸川区南小岩に比べて大きいことを示している。

(2) 歩道の透水性舗装における埋戻し前後の Nd 差と管上と掘削影響範囲外における平均たわみ量比

東京都における透水性舗装は、街路樹の育成環境改善や地下水の涵養、雨天時の歩行性の向上等を目的として歩道を対象に、昭和48年から試験的に開始した。昭和58年からは、治水対策の一助となることから流域貯留浸透事業として、さらに占用工事の復旧舗装として利用している。

透水性舗装の平成18年度までの累積施工面積は3,301,237m²となっている。

東京都管理道路の舗装面積は39,019,511m²、舗装延長は2,188,022mとなっており、透水性舗装の面積率は8%、舗装延長で除した平均的施工幅員は1.5mとかなりの施工延長が想定されるので、透水性舗装上での調査結果をまとめることとした。

歩道の透水性舗装における埋戻し前後の Nd 差と管上と掘削影響範囲外における平均たわみ量比（平均 Do 比という）との関係は図-8 に示した。平均たわみ量は、原則として9点の平均を求めたが、やむを得ない場合は3点とした。

重相関係数は0.62であり、Do 比0.9以下で Nd 差が0以上となり、現状復旧できたと考えることが可能である。

5. 沈下量と小型 FWD によるたわみ量との関係

(1) 4ヶ月後の沈下量の縦断方向の分布

図-9 は、立川市砂川での4ヶ月後の沈下量の縦断方向の分布である。黒丸は車乗り入れ部、白丸は一般部の測定結果である。

4ヶ月後では、車乗り入れ部の沈下量が特に大きいという結果は得られなかった。

(2) 4ヶ月後の沈下量と Do 比との関係

歩道の透水性舗装における4ヶ月後の沈下量と Do 比との関係を示したのが図-10 である。

良質土は、Do 比が大きくなると沈下量が増える傾

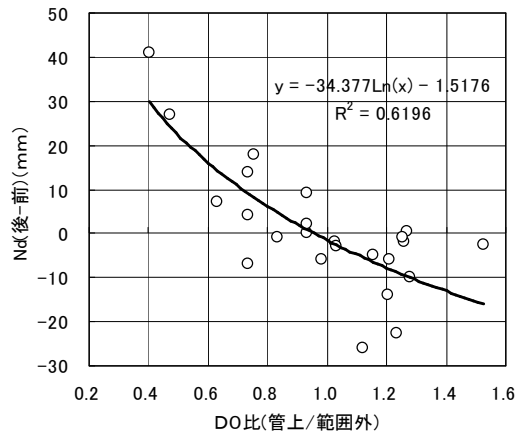


図-8 埋戻し前後の Nd の差と平均 Do 比

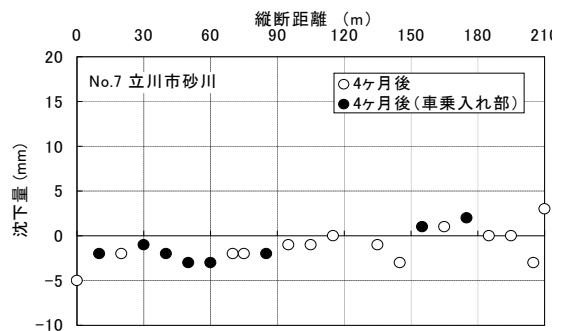


図-9 立川市砂川における4ヶ月後の沈下量

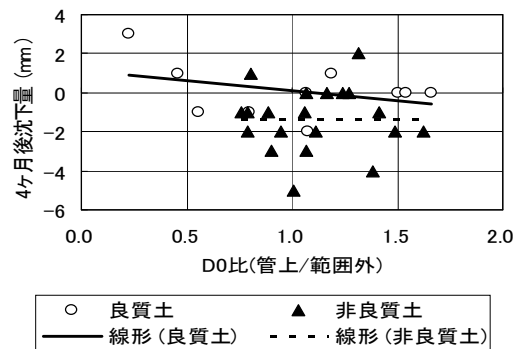


図-10 4ヶ月後の沈下量と Do 比

向に見えるが沈下量はほぼ0mmであった。一方、非良質土は Do 比に関係なく沈下量は平均的には1mmであり、良質土より沈下量が多かった。

6. 土研式円錐貫入試験の打撃回数 Nd と平均 Do との関係

良質土の判定は、試掘調査の時点で土質試験を行うことが望ましいが、調査費用もかかることから、

歩道の透水性舗装におけるNdと平均Doとの関係を求めたのが、図-11である。データが少なく精度も低いが、たわみ量が小さければNdが大きいという傾向が読み取れる。

図-12は、載荷重を17kNに換算した場合の平均DoとNdとの関係を示したものであり、平均Doが0.6mm以下では良質土が多いといえる。

7. 弾性係数の推定

(1) 弾性係数の求め方

ここでは、測定により得られたたわみ量を用いて、各層（アスファルト混合物層、路盤、路床等）の弾性係数を推定する。

舗装構成層の弾性係数の逆解析は、静的逆解析プログラム“BALM'99”（Back Analysis for Layer Moduli'99）を用いて行う。

BALM'99は順解析部分に軸対称多層線形ソフトAAMESを用いており、Gauss・Newton法、または一般化逆行列法の理論より、未知パラメータを無次元化し、弾性係数を推定する。また、逆解析に潜在的に潜む不適切性を緩和させるため、連立方程式を解くのに適切化手法を導入している。

BALM'99の入力条件は下記のとおりである。

- ① 層数：3層、
- ② 弾性係数初期値，ポアソン比
 - 1層：アスファルト混合物 ($E=100,000\text{kg/cm}^2$),
コンクリート ($E=300,000\text{kg/cm}^2$)
 - 2層：路盤 ($E=1,500\text{kg/cm}^2$)
 - 3層：路床 ($E=1,000\text{kg/cm}^2$)
 - ・ポアソン比：0.35 各層共通
- ③ たわみ測定点4地点：載荷地点からの離れ、
 $D_0=0\text{cm}$, $D_1=20\text{cm}$, $D_2=45\text{cm}$, $D_3=120\text{cm}$
- ④ 各地点の換算たわみ量（17kNに換算）
- ⑤ 載荷半径：15.00cm
- ⑥ 舗装表面温度：計測温度
- ⑦ 適切化パラメータ：3層以下0.001

(2) 舗装構成

解析に用いた舗装構成は、開粒度アスファルト混合物2号4cm、再生クラッシュラン(RC-30)10cm、しゃ断層用砂5cmの透水性舗装を対象とした。

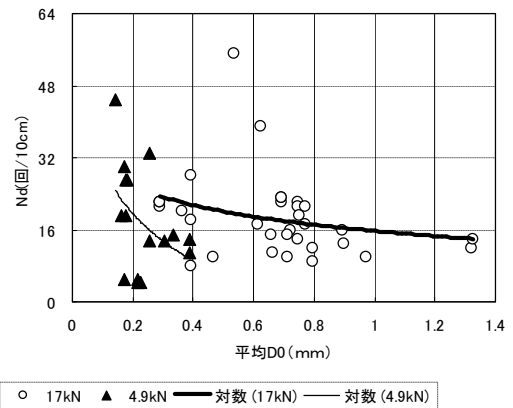


図-11 埋戻し前後のNdと平均Do

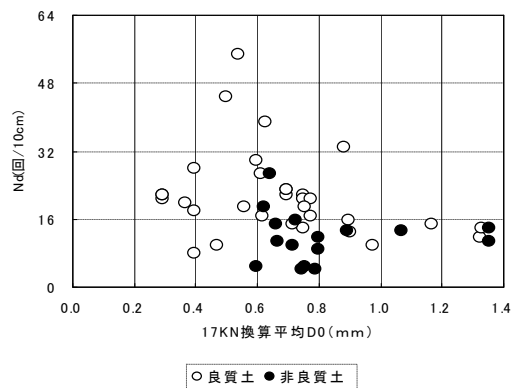


図-12 17kN換算平均DoとNd値

表-2 弾性係数の平均・平均的一致度の範囲一覧

路線名	条件	弾性係数 (MPa)			平均的一致度の範囲		
		As	路盤	路床	最小	平均	最大
No. 2 目黒区上目黒	管上	5,169	280	61	0.916	0.980	1.017
	影響範囲外	4,520	262	62	0.889	1.007	1.142
No. 3 江戸川区南小岩	管上	5,704	235	81	0.975	1.020	1.149
	影響範囲外	3,875	508	106	0.877	0.974	1.120
No. 4 町田市能ヶ谷	施工前	2,628	271	74	0.862	1.045	1.129
	管上	2,520	381	41	0.827	0.995	1.137
No. 5 町田市真光寺	管上	4,226	351	47	0.872	0.989	1.198
	影響範囲外	4,724	262	70	0.949	0.989	1.055
No. 6 町田市園師町	管上	2,340	343	60	0.950	1.023	1.108
	影響範囲外	2,868	428	47	0.845	1.007	1.120
No. 7 立川市砂川	管上	3,877	347	53	0.889	1.004	1.183
	影響範囲外	3,468	246	63	0.847	0.972	1.103
	管上	4,192	286	61	0.844	0.966	1.108
	影響範囲外						

解析断面は第一層4cm、第二層10cm、第三層無限の三層構造とした。

(3) 計算結果

表-2は、平均的一致度の範囲を0.80~1.20に限定したときのアスファルト舗装の弾性係数の全平均ならびに平均的一致度の範囲を示した。なお、コンクリート部分は除いている。

平均的一致度は1に近いほど、信頼性の高い逆解

析弾性係数が得られていることを示している。

弾性係数は、アスファルト混合物で 2,300～5,700MPa、路盤で 230～510MPa、路床で 41～110MPa という結果になった。

舗装各層に使用する材料の弾性係数とポアソン比の例⁵⁾によるとアスファルト混合物で 600～12,000MPa、粒状材料で 100～600MPa、クラッシュランで 200MPa となっており、今回の解析結果の妥当性が示された。

路床の弾性係数と乱した試料による CBR との関係は図-13 に示した。弾性係数は CBR 試験箇所付近での値を採用した。

舗装設計便覧⁵⁾によれば CBR から弾性係数を推定するには CBR 値の 2～10 倍の値を用いることがあると示されている。今回の結果では弾性係数は CBR 値の 5～20 倍の値になっていた。

8. 占用企業者へのアンケート結果

道路占用企業者 5 企業(以後 A～E 社という)に試験施工箇所ごとのアンケートおよび道路占用企業者へのアンケートを行い、今後の方向性についてまとめた。

(1) 試験施工箇所ごとのアンケート結果

1) アンケート回収と発生土による埋戻し状況

道路占用企業者が歩道上における掘削土による埋戻しの試験施工を平成 17～19 年度に年間 50 箇所程度行う計画を立てたが、平成 17～18 年度の 2 年間で当初の計画が立てられたのは図-14 に示すように平均で 16 箇所であった。

アンケートの回答が得られた箇所数は平均で 8.4 箇所であり、アンケート回収率は 53% であった。

発生土で埋戻した箇所は平均で 4.2 箇所と回答が得られた箇所数の 50% を占めていた。しかし、発生土で埋戻した箇所は当初計画箇所数の 26% であり、発生土による埋戻しの実施が難しいことが想定できる。なお、発生土で埋戻した箇所数は、A 社でほぼ 100%、B 社で 33% を占めているが、他社はほぼ 5% 以下と会社によってバラツキがあった。

2) 発生土を利用できた理由 (複数回答可)

アンケート結果は下記のとおりであり、特に多い

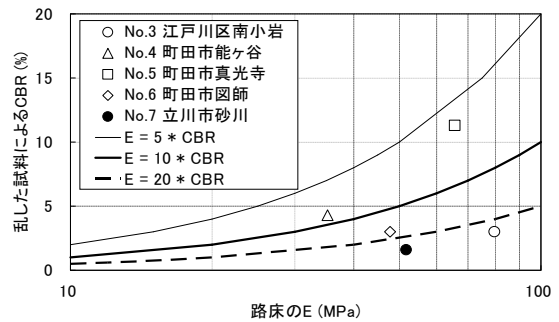


図-13 路床の弾性係数と乱した試料による CBR

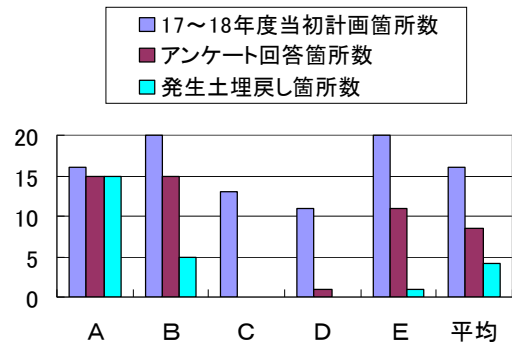


図-14 アンケート回答箇所数等

理由はなかった。

①設計段階で良質土が発生する箇所を概ね予測できた (22%)、②請負業者は発生土の良否判断に関する技術的能力を持っていた (25%)、③発生土を仮置きするための施工箇所の条件が整っていた (22%)、④請負の契約上の問題はなかった (31%)、⑤その他 (0%)

3) 発生土が利用できなかった理由 (複数回答可)

発生土が利用できなかったのは、①設計段階で良質土が発生する箇所を予測するのが困難だった (51%)、④試行であり、各種の試験を行うので工程上の問題があった (17%) という理由が多かった。

その他の理由は、②請負の契約上の問題 (3%)、③請負業者の発生土の良否判断に関する技術的能力の問題 (0%)、⑤各種の試験がなければ問題はなかった (0%)、⑥発生土を仮置きするための施工箇所の問題 (6%)、⑦その他 (23%) であった。

4) 設計段階で良質土が発生する箇所を予測するのが困難だった箇所の試掘結果

設計段階で良質土が発生する箇所を予測するのが困難だった箇所の試掘結果は、①不良土が発生した

(49%)、④良質土と不良土を分類して仮置きできなかつた(28%)、③良否が判断できなかつた(17%)という理由が多かつた。

その他としては②良質土（遮断層用砂含む）が発生したが利用できなかつた(6%)という結果があつた。

(2) 道路占用企業者へのアンケート結果

道路占用企業者へのアンケート結果は、選択式の結果を表-3に、記述式の要約した結果を表-4に示した。

1) 発生土の現場内利用の本格実施を開始するに当たつたの問題点・課題点

① 設計上又は請負の契約上の問題

A社は問題点がないとしているがB～E社は何らかの問題点があるとしている。特に復旧後の沈下等が生じた場合の責任問題が不明確という問題には3社が回答している。

② 現場担当者等の技術力向上に関する課題

発生土で埋戻すことができる箇所を選定することが難しいと考え、試行を続けて能力を向上させることや企業独自で路線又は箇所を決めて試行することなどを考えている企業がそれぞれ1社あつた。

2) 歩道上の道路占用工事における発生土の現場内利用の試行

①発生土利用の観点から全占用企業者が引き続き試行を続けるべきである。②メリットのある占用企業者のみが引き続き試行を続けるべきであるという引き続き試行を続けるという企業が3社あつた。し

かし、現場担当者が発生土の良否を判断できない以上、現行の良質土の基準があればよいという企業も2社あつた。

3) 本格実施後の施工確認試験に関する希望

事前の室内試験は行わないという意見が3社あり、施工確認試験は不要又は最小限の確認という意見が3社あり、施工時に土研式円錐貫入試験を行うという意見が1社あつた。

今回行っている仮復旧後の小型FWDによるたわみ量調査で埋戻しの良否判定を行うという意見に賛同する企業はなかつた。

設計時に発生土を利用するかの判断が必要という意見が多かつた。

4) 本格実施後、この手法を活用した場合に生ずる占用企業者としてのメリット、デメリット

① メリット

コスト及び環境負荷の低減を挙げている企業が3社、環境負荷の低減またはコスト削減を挙げている企業がそれぞれ1社あり、企業としてメリットがあることを示している。

② デメリット

A社を除いて、コスト面、請負契約、埋戻しの可否判定、占用手続き等のデメリットを挙げている。

5) 本格実施を開始した場合、実際に占用工事において活用は見込めますか。また、どの程度の施工規模、施工数量が考えられますか。

A社は年間約5000mの規模で適用が見込めると

表-3 道路占用企業者へのアンケート結果（選択式）

アンケート項目 / 道路占用企業者		A	B	C	D	E	
2. 発生土の現場内利用の本格実施を開始するに当たつたの問題点・課題点	1. 設計上又は請負の契約上の問題	1 事前に発生土の良否が不明な場合の砂等を用意する費用の取扱い	-	○	○	-	-
		2 砂等を使用しなかつた場合の費用の取扱い	-	○	○	-	-
		3 設計変更理由が難しい	-	-	○	-	-
		4 現場担当者の責任が重く、発生土の良否の判断をできない	-	○	○	-	-
		5 復旧後の沈下等が生じた場合の責任問題が不明確	-	○	○	-	○
2. 現場担当者等の技術力向上に関する課題	1. 請負者を指定できず、現場担当者の技術力向上は図れない	1 請負者を限定する	-	-	-	-	-
		2 試行を続けて能力を向上させる	-	-	-	○	-
		3 企業独自で路線又は箇所を決めて試行する	-	-	-	-	○
2. 発生土で埋戻すことができる箇所を選定することが難しい	-	○	-	-	○	-	
3. 歩道上の道路占用工事における発生土の現場内利用の試行	1. 発生土利用の観点から全占用企業者が引き続き試行を続けるべきである	-	-	○	○	-	
	2. メリットのある占用企業者のみが引き続き試行を続けるべきである	1 継続を希望する	○	-	-	-	-
		2 継続は希望しない	-	-	-	-	○
3. 現場担当者が発生土の良否を判断できない以上、現行の良質土の基準があればよい	-	○	-	-	○	-	
4. 本格実施後の施工確認試験に関する希望	1. 事前の室内試験は行わない	-	○	○	-	○	
	2. 施工時に土研式円錐貫入試験を行う	-	-	○	-	-	
	3. 仮復旧後の小型FWDによるたわみ量調査で埋戻しの良否判定を行う	-	-	-	-	-	

表-4 道路占用企業者へのアンケート結果（記述式-要約）

項目/企業者		A	B	C	D	E	
2. 発生土の現場内利用の本格実施を開始するに当たっての問題点・課題点		導入推進できる企業 ○しっかりした方針を持っている企業 ○資格認定等で特定工事会社が施工する企業	-	-	○設計時点で判定するシステム（判定基準の設定）とすべきである	-	
3. 歩道上の道路占用工事における発生土の現場内利用の試行		○試行継続を希望 ○確認試験省略 ○ローム使用可となるよう、要綱修正	○占用許可条件に「可能な場合は発生土を再利用」等とし、本格実施に移行する	○支障移設及び小規模お客様供給工事で再掘削（他企業と競合）されるため試行箇所の選定困難	-	-	
4. 本格実施後の施工確認試験に関する希望		○不要	○不要または最小限の確認	-	○不要または最小限の確認	-	
5. 本格実施後、この手法を活用した場合に生ずる占用企業者としてのメリット、デメリット	メリット	項目	コスト及び環境負荷の低減	コスト及び環境負荷の低減	環境負荷の低減	コスト及び環境負荷の低減	コスト削減
		理由	○山砂の採掘減やダンプ走行減による環境負荷低減及び交通渋滞の緩和 ○土砂運搬車両の回送時間短縮による工事期間短縮 ○掘削土再利用によるコスト削減	○小規模現場ではコストや作業時間の短縮 ○山砂掘削の削減や産廃の減少等環境面負荷低減	○運搬車両低減による温暖化防止に向けた二酸化炭素の排出抑制、沿道環境改善 ○資源の有効利用 ○環境保全へ寄与 ○効率化による工期の短縮等	○発生土・埋戻し材の運搬が大幅に削減され、コスト及び環境負荷の低減	○土質試験と購入費、運搬費との比較で多少安価になる
	デメリット	項目	-	コスト面	請負契約	埋戻しの可否判定	占用手続き
		理由	-	○仮置きスペースがない場合、ダンプ等の手配も必要となり、今後の課題として工夫必要	○発生土の良否予測ができず、掘削時の良否判断も困難であり、小規模工事には馴染まない	○簡易な事前調査で判定可能な基準が規定されているか、適用可能地域の設定が必要	○設計時、発生土使用とし、施工時、発生土否となった場合、占用変更の手続きが煩雑になる
6. 本格実施を開始した場合、実際に占用工事において活用は見込めますか。また、どの程度の施工規模、施工数量が考えられますか		○年間約5000mの規模で適用が見込める	○現状では、数m～十数mの小規模が対象となる ○電線共同溝に伴う引込み連系管などに適用すると効果が期待できる	○施工規模が小さい工事が多く、現状では対応できない ○企業の設備更新時期、共同施工の推進のため、本格実施願いたい	-	○このままでの発生土現場内利用条件があると実際の施工の活用は見込めない	

いう回答があったが、他社では期待される条件は考えられるが現状では対応が難しいという意見と考えられる。

9. まとめ

(1) 土質試験結果

①都における良質土の基準値（土質分類は砂又は砂質土、75 μ mふるい通過質量百分率が25%以下、CBR3%以上）を満たした箇所は13箇所であり、試験施工箇所の7割程度あった。

②良質土と非良質土は含水比ではほぼ区分でき、良質土は20%以下、非良質土は33%以上となっていた。

③良質土の埋戻し後の土研式円錐貫入試験の打撃回数Ndは、都におけるしゃ断層用砂による埋戻し基

準の16回/10cm以上をほぼ満足できたが、非良質土は満足できなかったものが多かった。

④都における良質土は、建設発生土利用マニュアルの第1種から第2種が大半と考えられる。

(2) 小型FWDの調査方法

①小型FWDの測定は、歩道において特別な理由によりやむを得ない場合に設置できる最大路面勾配8%以下の箇所が望ましい。

②路面勾配が大きい箇所では、変動係数が小さい載荷板 Φ 30cmの使用が望ましい。

(3) 歩道の透水性舗装における調査結果

①埋戻し前後のNd差と管上と掘削影響範囲外における平均たわみ量比（平均Do比という）との関係は、重相関係数が0.62であり、Do比0.9以下でNd

差が0以上となり、現状復旧できたと考えることが可能である。

②良質土は、Do比が大きくなると4ヶ月後の沈下量が増える傾向に見えるが沈下量はほぼ0mmであった。一方、非良質土はDo比に関係なく沈下量は平均的には1mmであり、良質土より沈下量が多かった。

③載荷重を17kNに換算した場合の平均Doが0.6mm以下では良質土が多いといえる。

④弾性係数は、アスファルト混合物で2,300～5,700MPa、路盤で230～510MPa、路床で41～110MPaという結果になり、解析結果の妥当性が示された。

⑤路床の弾性係数はCBR値の5～20倍の値になっていた。

(4) 試験施工箇所ごとのアンケート結果

①アンケートの回答が得られた箇所数は平均で8.4箇所であり、アンケート回収率は53%であった。

②発生土で埋戻した箇所は平均で4.2箇所と回答が得られた箇所数の50%を占めていた。しかし、発生土で埋戻した箇所は当初計画箇所数の26%であり、発生土による埋戻しの実施が難しいことが想定できる。

③発生土が利用できなかったのは、設計段階で良質土が発生する箇所を予測するのが困難だった(51%)、試行であり、各種の試験を行うので工程上の問題があった(17%)という理由が多かった。

④設計段階で良質土が発生する箇所を予測するのが困難だった箇所の試掘結果は、非良質土が発生した(49%)、良質土と非良質土を分類して仮置きできなかった(28%)、良否が判断できなかった(17%)という結果が多かった。

(5) 道路占用企業者へのアンケート調査結果

①A社とB～E社とでは発生土による埋戻しに対する企業方針が異なっており、今回の小型FWDによる調査を行った箇所もほとんどA社の箇所であった。

②B～E社では、設計上又は請負の契約上の何らかの問題点があり、特に復旧後の沈下等が生じた場合の責任問題が不明確という問題点を挙げている。

③本格実施後の施工管理試験に関する希望でみると、事前の室内試験は行わず、施工確認試験は不要又は最小限の確認という意見が多い。

④設計時に発生土を利用するかの判断が必要という意見が多かった。

10. おわりに

舗装復旧後の管上と掘削影響範囲外における平均たわみ量比で、施工状況を評価することが可能であることが分かった。また、歩道の透水性舗装上における小型FWDによるたわみ量が小さければ良質土が多いということも分かった。

今後は、3年目の最後の試験施工箇所のうちの透水性舗装での調査を中心にして、埋戻しの施工状態の確認および発生土再利用可能箇所の推定に関する上記の2課題に対するデータを増して精度の向上を図る予定である。さらに3年後の沈下量を確認することにより、今回の試験施工箇所の7割程度で発生した良質土を想定した現場発生土による埋戻し方法を検討していきたい。

本調査では、道路管理部保全課、各道路占用企業者の多大なご協力を得たことを感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 土木研究センター (2004) : 建設発生土利用技術マニュアル (第3版)
- 2) 小林一雄、大野正宏 (2006) : 歩道における埋戻し評価方法の基礎的検討、平成18年、東京都土木技術センター年報、59-66
- 3) 日本道路協会 (2006) : 舗装設計施工指針、27-32
- 4) 土木学会 (2002) : 舗装工学ライブラリー2、FWDおよび小型FWD運用の手引き、65-68
- 5) 日本道路協会 (2006) : 舗装設計便覧、113-118