

ダクタイル鉄管の水道工事における 発生土利用の研究

○奥村 勇太(クボタ)
飯出 淳(クボタ)
横溝 貴司(クボタ)
飛田 哲男(関西大学)

1. はじめに

一般的な水道管路布設工事では、掘削した発生土を処分し、埋戻し時には砂系の購入土を使用している。発生土を埋戻し土として活用することは、発生土処分に伴う環境負荷及び埋戻しに係わるコストの低減に大きな効果が期待できる。平成 18 年に国土交通省から通達された「発生土利用基準¹⁾」では、そのまま埋戻しに使用可能な発生土を土質区分^{注1)}により指定しているが、煩雑な室内試験を実施しなければ道路沈下が懸念される。さらに工事施工基準が各水道事業体に委ねられていることから、発生土活用は一部事業体を除き普及していないのが現状である。

今回、発生土活用における課題である道路沈下について、現場で簡易に実施できる発生土使用可否判定手法を用いた技術的解決を試みた。ここでは、関西地区の水道管路布設工事で使用されている FK 法を、道路沈下しない土の判定手法として適用できるか評価したので報告する。

注1) 室内試験で求まる土質材料の工学的分類(礫質、砂質、粘性土等)及びコーン指数(土の強度の指標)で分類

2. FK 法

FK 法は、関西地区の複数発生土の土質データをもとに開発され、発生土の設計 CBR^{注2)}の値が埋戻し土として適切かを現場で簡易に判定できる手法である。煩雑な室内試験を省略し、図 1 の自然含水比の判定(A)、及び細粒分含有率の判定(B)により、通常の道路で使用可能とされる設計 CBR 4%以上の発生土(細粒分含有率は 20~25%未満)を判定する。

これまで FK 法で判定した発生土で埋戻した路線が沈下し問題となった事例はないが、改めて FK 法と道路沈下との関連性を調査するため、以下に示す土の締固め実験を行った。

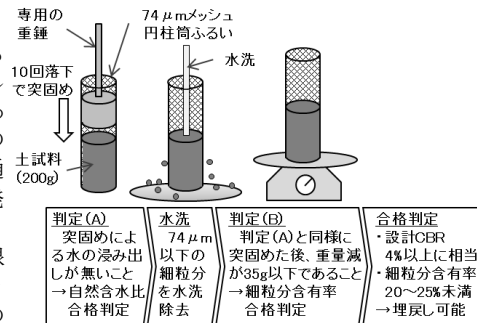


図 1 FK 法判定手順

注2) 室内試験で求まる路床土の強度の指標。アスファルト舗装厚の設計に用いられる。

3. 道路沈下判定手法としての FK 法の適用可能性評価

(1) 土の締固め実験方法

真砂土(1種類)及び全国から収集した発生土(発生土利用基準¹⁾で第1種から第3種に分類される13種類)について、自然含水状態における締固め実験及び各種土質試験を行った。鋼製土砂箱に真砂土を転圧して高さ 20 cm の土台を作り、その上に路床部の基準として一般的である仕上がり高さ 20 cm 以内(15~20 cm)となるよう発生土を敷き均し、60 kg ランマーで締固めた(図 2)。締固め度は土砂箱の中央部で砂置換法により測定し、FK 法判定は砂置換法で掘り出した土で実施した。

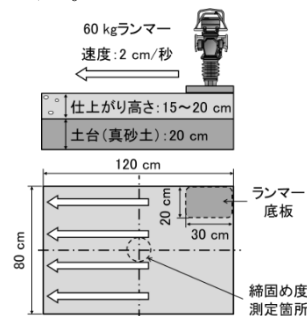


図 2 土の締固め実験方法

(2) 土の締固め実験結果

各種土質指標測定結果を表 1 に、粒径加積曲線及び三角座標を図 3 及び図 4 に、FK 法判定(B)の重量減、締固め度、設計 CBR の関係を図 5 に示す。実験の結果、次のことが分かった。

①いずれの発生土も、締固め度は真砂土(No 1)と同等で、水道事業体で採用されている路床部の基準値として一般的な 90%以上²⁾を満足した。いずれの発生土も、自然含水比が最適含水比に近く(表 1)、真砂土と同等な広い粒度分布を持っていたため(図 3)、高い締固め度となったと考えられる。このことから、良好な締固め特性を有するものの再利用されていない発生土が存在することが示唆される。

ダクタイトル鉄管の水道工事における発生土利用の研究

表1 各種土質指標測定結果 (色を付けた項目は合格基準を満たさなかったものを示す)

No	土の種類	FK法と道路沈下に関する土質指標				発生土利用基準 ¹⁾		その他土質指標		
		FK法 合否 ^{※1}	設計CBR (%)	細粒分含有率 (%)	締固め度 (%)	コーン指数 (kN/m ²)	土質区分	自然含水比 (%)	最適含水比 ^{※3} (%)	最大乾燥密度 ^{※3} (g/cm ³)
	合格基準	○	4以上	20~25%未満	90以上 ²⁾	800以上 ^{※2}	第1,2種 ^{※2}	-	-	-
1	真砂土	○	103.1	15.1	92.0	16253	第2b種	8.5	10.8	1.957
2	KO市①	○	53.7	14.4	92.2	8675	第1種	11.5	16.2	1.829
3	KO市②	○	6.3	3.7	99.9	3355	第1種	10.4	10.9	1.999
4	KY市①	○	48.5	9.5	95.3	11438	第1種	9.3	9.7	2.082
5	KI市	○	84.1	16.4	93.6	12697	第2b種	10.6	12.9	1.869
6	N市①	○	69.4	13.9	96.4	13409	第1種	12.1	12.6	1.949
7	M市	○	4.5	14.1	99.2	2905	第1種	13.1	11.6	1.961
8	KO市③	×	3.0	35.7	100.4	1005	第2b種	14.5	14.9	1.855
9	N市②	×	2.0	29.3	101.4	740	第3a種	15.5	13.7	1.852
10	F市①	×	1.9	64.7	90.5	1224	第3b種	76.3	81.1	0.756
11	F市②	×	9.1	23.8	90.9	5119	第2b種	23.6	22.3	1.571
12	KA市①	×	10.1	21.1	94.8	4591	第2b種	14.2	12.6	1.877
13	KA市②	×	9.1	30.2	90.4	8390	第2b種	13.3	14.0	1.802
14	T市	×	2.8	76.0	※4	494	第3b種	23.8	28.6	1.449

※1 自然含水比の判定(A)はいずれも水の浸み出しが無く合格であった

※2 最大粒径や粒度分布に留意すればそのまま使用可能な第1,2種建設発生土(コーン指数800 kN/m²以上の礫質、砂質土)を合格とした

※3 乾燥法・非繰り返し法(B-b法)

※4 ランマーが沈み締固めできず計測不可

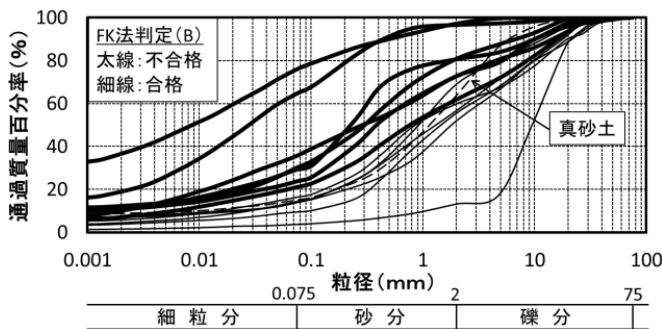


図3 粒径加積曲線

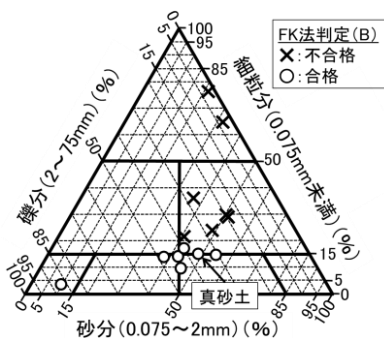


図4 三角座標

②FK法で合格であれば(No 1~7)、設計CBRは4%以上(図5)、細粒分含有率は20~25%未満(表1)であった。

③設計CBR(4%以上)や国土交通省の定める土質区分(第1,2種建設発生土)では埋戻し土としてそのまま使用可能であっても、FK法では不合格と判定することがある(No 8, 11~13)が、安全側の判定となるため、使用上問題ないと考えられる。

以上より、原位置での発生土使用可否判定手法としてのFK法の適用性が確認できた。

4. おわりに

発生土使用可否判定手法(FK法)を用いることで、路床土として十分な締固め度及び強度が得られる発生土を判別でき、道路沈下に対し安全側の評価となることを示した。今後はさらに全国の発生土を広く収集し、本手法の適用可能性を様々な土質で確認する必要がある。

【参考文献】

- 1) 国土交通省, 発生土利用基準について, 2006
- 2) 東京都水道局, 配水管工事標準仕様書, 2018

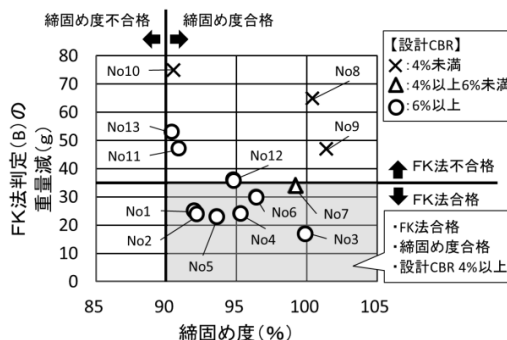


図5 FK法判定(B)の重量減、締固め度、設計CBRの関係