

全地連「技術フォーラム2025」山形 河川改修工における発生土利用の事例

株式会社高田地研
○石澤 瑞穂

1. はじめに

2000年時点、工事現場で建設発生土が利用される割合は約61%と全体の2/3未満だったが、2018年時点で約89%と増加している⁴⁾。廃棄物の削減への関心は年々高まっており、2025年現在は「建設発生土は可能な限り再利用すべき」とする見方が主流である。他方で建設発生土の改良には購入土より時間と手間がかかり、現場では土質試験に煩わしさを感じる声も聞く。

そこで、今回はある地域の河川改修工にて、「建設発生土利用マニュアル」や「河川土工マニュアル」を参考に、工事現場の発生土を土質改善させて築堤盛土に使用した事例、並びにその過程で起きた問題に対して実施した対処法を紹介する。

2. 盛土材の条件

今回取り上げる河川改修工事で出た発生土は一般的な堤防盛土への利用を検討している。そのため、使用する材料には適度な遮水生と透水性を有していることに加え、施工する重機の走行に耐えうる強度が必要となる。具体的には、材料に含まれる細粒分（シルト・粘土）が $15\% \leq$ 、 $\leq 50\%$ ²⁾の範囲にあり、施工機械の走行に耐えうる $400 \sim 1000 \text{ kN/m}^2$ のコーン指数を有する状態¹⁾である。このそれぞれの条件を確認するために行う室内土質試験が、「土の粒度試験」「土のコーン指数試験」である。

3. 調査フローの設定（Ⅰ～Ⅲ）

発生土の特性を調べ、盛土材として利用までの簡易的なフロー図を作成した。図-1の各工程にⅠ～Ⅵの番号を付け、本文で対応する章にも番号をつけた。

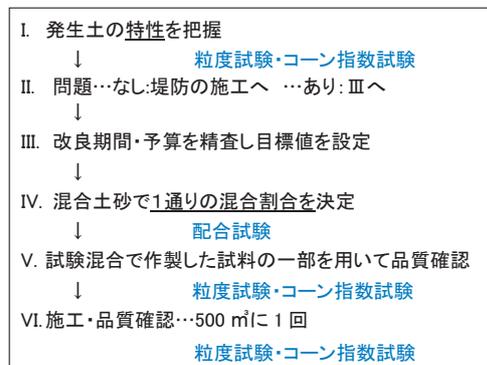


図-1 発生土の改良フロー

上述したフローに従い発生土で土質試験を行ったところ、細粒分の割合が69.9%と50%を超え、かつコーン指数が 228.4 kN/m^2 と軟らかい土性だった。細粒分が50%以上含まれる盛土は、乾燥時にクラックを生じる可能性があり、堤体材料として使用するの望ましくない。また、コーン指数 400 kN/m^2 未満の発生土は“第4種建設発生土”に当たり、盛土材としては○:何らかの改良が必要と判断される（表-1）。この結果より現況の発生土を表-1の盛土材に利用できる“第2～3種建設発生土”まで改善し、施工性を確保する方針となった。なお、施工担当者よりダンプトラックが走行可能な施工性がほしいと要望があり、対応するコーン指数 1200 kN/m^2 を目標に設定した。

表-1 発生土の分類 (簡易版)³⁾

建設発生土	発生土分類	土質/コーン指数	盛土材の適否 (一般堤防)
	第1種建設発生土	礫および砂状	-
第2種建設発生土	コーン指数 800kN/m ² 以上	◎	現況で利用可
第3種建設発生土	コーン指数 400kN/m ² 以上	◎	現況で利用可
第4種建設発生土	コーン指数 200kN/m ² 以上	○	改良が必要
泥土 (建設汚泥)	コーン指数 200kN/m ² 未満	△	改良に高コスト

※地盤改良マニュアル第5版より引用したものに著者加筆

4. 混合・配合比率の決定 (IV~V)

最初に、発生土の粒度分布と施工性を一度に改善するために山砂利 (岩ずり) と川砂利で配合試験を行った。まず、現場のヤード仮設に用いていた山砂利 (岩ずり) で配合試験を行った結果、細粒分は50%以下まで低下したものの、混合割合を増やしても、コーン指数が目標値まで改善する兆しがなかった。他工区の川砂利で同様の試験を行った結果、発生土:川砂利=1.0:1.1の割合で、細粒分の割合は36.6 ≤ 50%、コーン指数1200 ≤ 1256kN/m²といずれも目標値を満足する値が得られた。

よって室内試験では、発生土:川砂利=1.0:1.1で混合割合が決定したが、実際に使用するには現場で重機混合した場合も同じ品質になる必要がある。そのため、現場で発生土と川砂利の試験混合を実施し、作製した盛土材が室内と同等の品質を有していることを試験で確認した。

5. 現場施工と品質管理 (VI)

河川土工マニュアルでは、粒度調整による混合改良方法を用いた場合、500m³に1回の割合で土質試験を実施する²⁾と記載がある。今回の工事における総改良土量は1707m³あり、少なくとも4回の室内土質試験を実施する必要がある。表-3の通り、現場での混合開始から3回目の品質管理まで盛土材の品質に問題は見られず、改良は順調に進んでいた。しかし、その後の施工中に改良した盛土上をバツ

クハウが走行した際、キャタピラが地中に沈んで走行が困難になる事例が発生したため、改良を一時中断した。

沈下が発生した盛土材を確認したところ、今までより色が黒く軟質な印象を持った。採取した試料を室内試験で確認すると、粒度分布は目標の範囲まで改善していた (表-2)。しかし、コーン指数は目標値1200kN/m²と比べ、大幅に低い105.1kN/m²しか得られなかった。表-2より4回目の品質管理の結果を精査すると、今までの結果と比べて粒度分布に大きな変化はないが、含水比は上昇しており、乾燥密度については大幅に低下していた。これは土粒子よりも密度が軽く、水分を保持しやすい性質を持つ有機物の割合が増えたためと考えられた。

表-2 品質管理結果一覧表

項目	礫	砂	粘土	qc* ¹	ρ _d * ²	ωn* ³
単位	%	%	%	kN/m ²	g/cm ³	%
1回	39.5	26.9	33.6	1408.1	1.717	24.2
2回	32.5	33.0	34.5	-	-	20.3
3回	30.0	44.0	26.0	1413.3	1.807	20.2
4回	29.3	37.7	33.0	105.1	1.453	29.6

*1…qcはコーン指数を示す。品質管理の回数規定が無いため1/2回実施し、4回目のみ強度確認のため追加で実施した。

*2…ρ_dは乾燥密度で、コーン指数試験のデータを用いているため2回目は記録が無い。

*3…ωnは自然含水比のことを示す。

6. 混合土砂の改良

前章の通り、発生土に含まれる有機物の割合が増加したことで粒度分布の改善できても目標コーン指数を確保するのは難しいことが判明した。よって現場の施工では粒度調整した材料に、固化材を添加してコーン指数を確保する方針に転換した。なお、現場周辺は田畑として利用され、セメント系固化材では六価クロムによる汚染が懸念されたため改良材は石灰を用いた。石灰による追加の土質改良が行われたことでコーン指数が改善し、再び盛土の施工へ利用することができた。

7. 土質の変化に備えるために

今回の事例では、現場施工の進行に

よって、想定していなかった土質の変化が起こった。それに伴い、工事の工程がずれ込むなどの影響が生じた。今回紹介したような不測の事態に備えるため、現場で改良などを進める施工担当者と積極的にコミュニケーションを取ることの重要性を感じた。

今回の経験を踏まえ、再び同様の施工事例があれば次の2点を実行したい。第1に、土質改良を行う施工担当者に改良後の材料のイメージを共有することである（例：図-2）。例えば、改良後の理想的な土質状況について、写真や試験時のサンプル等を用いて視覚的に分かるようにしておく。施工担当者は、試験担当者より現場における材料の土質変化を肌で感じている。よって、改良の過程でサンプルと比較して異変を感じたら報告してもらうなど事前に協議することでリスクを下げる。

第2に、理想的な混合割合で改良した材料の含水比と乾燥密度を、施工管理時の測定値と比較することである。試料中に有機物の占める割合が増加しても、粒度分布にはその存在は反映されない。しかし、含水分の増加や色合い、締固め度の変化などから、有機物などの存在は容易に推測できる。



図-2 理想的な土質状況 図-3 有機物を含む土

8. 総括

土質試験は現場を安全・円滑に進めるために必要な試験である。そのため、試験を担当する者は採取した試料だけではなく、現場ごとに使う重機・施工環境、周辺の地盤の成り立ちをよく観察することでリスクを想定し、工事の工程・施工の負担が少なくなるよう様々な対応を検

討できるようにしたい。

最後に、土質改良は現場環境や発生土の性質によって対処法は違うが、未だ事例を載せた論文は少なく感じる。本論文をご覧いただき、土質試験がどのように現場の施工に関係しているか、理解の一助となれば幸いである。

《引用・参考文献》

- 1) 『建設発生土利用マニュアル 第4版』独立行政法人 土木研究所 編著2013年
- 2) 「河川土工マニュアル」一般財団法人 国土技術研究センター 平成21年4月 改訂版
- 3) 『セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第5版』一般社団法人セメント協会 擬報堂出版
- 4) 「建設リサイクル推進計画2020」国土交通省令和2年9月