

掘削発生土を築堤盛土材に流用する際の留意点

REPORT：技術第2部 道路構造地質グループ

加藤 貴文 RCCM(土質及び基礎)
宿田 浩司 技術士(総合技術監理部門/建設部門/応用理学部門)



加藤 貴文 宿田 浩司

洪水時に河川断面が不足している河川では、流下能力確保を目的とした河道掘削と堤防高上が行われる。このとき掘削発生土が築堤盛土材料に流用可能か判定するためには、各種土質試験等を行い基準値を満足する材料であるかを確認する必要がある。

また、調査で流用可能と判定された掘削発生土が、実際の工事で流用不可となった場合、スケジュールに大きな遅れが生じる。これを避けるためには、調査段階で流用不可の土を適正に見極める必要があり、そのためには調査地点を増やさなければならず、全ての地点で必要試験項目を実施するのは、コストや時間の面からも効率的とは言えない。

本報告では、河道の掘削発生土を築堤盛土材として流用する計画である河川で、過去に実施した500試料以上の土質試験結果から、掘削対象土の性状を整理した上で、盛土材料として流用不可とされる材料を土質と含水比で整理した。

概要

キーワード ●築堤盛土 ●流用 ●土質試験 ●締固め度 ●土質区分判定の基準

1. 現状の技術と問題点

(1) 築堤盛土材として流用可能な土の条件

堤体材料として望ましい土は、表-1に示すように、「土質」、「現場密度」、「コーン指数」に関する条件を満足しなければならない。特に現場密度は、平成25年度に規格値が、平均締固め度 $D_c=85\%$ 以上→ 90% 以上に変更され、流用不可と判定されるケースが増えた。

表-1 築堤盛土材料の規格値¹⁾

品質規格	規格値・管理値	備考
(1) 土質	泥炭を除く細粒分含有率が $F_c=15\%$以上の土 GF、SF、M、Cに相当	<ul style="list-style-type: none"> 不透水性を有すること 締固めが容易であること クラックなどが生じにくいこと
(2) 現場密度	最大乾燥密度(ρ_{dmax})の 90%以上(締固め度$D_c=90\%$以上)	H25に $D_c=85\%$ から改訂
(3) コーン指数	$qc=400kN/m^2$以上	トラフィカビリティの確保 必要トラフィカビリティは 普通ブル(15t) : $500kN/m^2$ 湿地ブル : $300kN/m^2$

※ GF(細粒分質礫), SF(細粒分質砂), M(シルト), C(粘土)
なお、表-1を用いた判定を行うためには、表-2の試験を行う必要がある。

表-2 流用土判定を行うために必要な土質試験

試験項目	単位	1試料当り 単価	土質試験費用		必要土量
			①土質判定 ②コーン指数 ③締固め特性		
土粒子の密度試験	試料	5,900	97,640		0.5kg程度 ($\phi 66$ ボーリング0.2m分)
土の含水比試験	試料	1,510			
土の粒度試験 沈降分析	試料	13,000			
土の液性限界試験	試料	7,570			
土の塑性限界試験	試料	3,660			
力学試験					
締固めた土のコーン指数試験	試料	23,000			3.0kg程度 ($\phi 66$ ボーリングで0.9m分)
突き詰めによる土の締固め試験(非乾燥法)	試料	43,000			25.0kg程度 ($\phi 66$ ボーリングで7.4m分)
モールド径10cm ランマー2.5kg	試料				

一般に沖積低地を流下する河川の掘削発生土は、粘性土であることが多く、このような土を自然状態で築堤盛土材として流用しようとした場合、「現場密度」もしくは「コーン指数」により、適用不可と判定される可能性が高い。

(2) 土の判定に関する問題点

このような流用不可と判定される可能性が高い材料に対して、所定の頻度(一般に掘削延長200mに1箇所以上)で必要試験項目全てを実施することは、コストや時間の面からも非効率的である。

また、既往調査では各調査地点に対して、表-2に示す土質試験は行われていたが、調査全域を評価する全体的なとりまとめは十分に行われておらず、掘削土の性状の傾向を把握しきれていない事が問題であった。

2. 対策と技術的提案

これらの問題を解決するため、過去に行われた土質試験結果から、土質毎にグループ分けし、コーン指数 $qc \geq 400kN/m^2$ と締固め度 $D_c \geq 90\%$ に対応する含水比等を算出・整理した。

(1) 土質毎のグループ分け

過去に行われた土質試験結果から、調査地に分布する土質について、表-3のようにグループ分けを行った。

表-3 土質毎のグループ分け(n:サンプル数)

グループ (地層名)	土質区分		特徴
	土質記号	土質分類名	
Ap 泥炭 (n=37)	Pt	泥炭	高有機質土
Apc 有機質粘土 (n=49)	OH	有機質粘土	有機質土が多く混入 含水比200%以下
	OH-S	砂混じり有機質粘土	
	OHS	砂質有機質粘土	
Ac 砂混じり粘土 (n=220)	MH	シルト	粘性土主体で 若干の砂分
	MH-S	砂混じりシルト	
	CH	粘土	
	CH-S	砂混じり粘土	
	CH-SG	砂礫混じり粘土	
	CHS	砂質粘土	
Asc 砂質粘土～ 粘性土質砂 (n=197)	CLS	砂質粘土	粘性土と砂分 が混在
	CLS-G	礫混じり砂質粘土	
	Scs	粘性土質砂	
As 砂質土 (n=107)	S-Cs	粘性土混じり砂	砂分主体で粘 性土混じる

表-4 目標含水比wtgの算定

グループ (地層名)	目標含水比の算定					目標 含水比 wtg(%)	備考
	サンプ ル数 n	最小値 (%)	平均値 μ (%)	標準偏差 σ	$\mu - \sigma$		
Ap 泥炭	37	—	—	—	—	—	—
Apc 有機質粘土	49	55.5	70.63	17.61	53.0	55	最小値
Ac 砂混じり粘土	220	27.2	40.52	6.83	33.7	33	—
Asc 砂質粘土 粘性土質砂	197	21.8	29.73	3.18	26.6	26	—
As 砂質土	107	11.3	19.38	4.50	14.9	—	Fc<25

3. 目標含水比wtgと自然含水比wnの関係の分析

対策を行わない自然状態で流用可能な土質を把握するため、目標含水比wtgと調査地全域で確認している地山の自然含水比wn(Apを除く全573試料)を対比した結果を図-2に示す。

これによると、ほぼすべての試料の自然含水比wnは、目標含水比wtgよりも大きく、自然状態で流用可能な土はほぼ存在しないことが明らかになった。

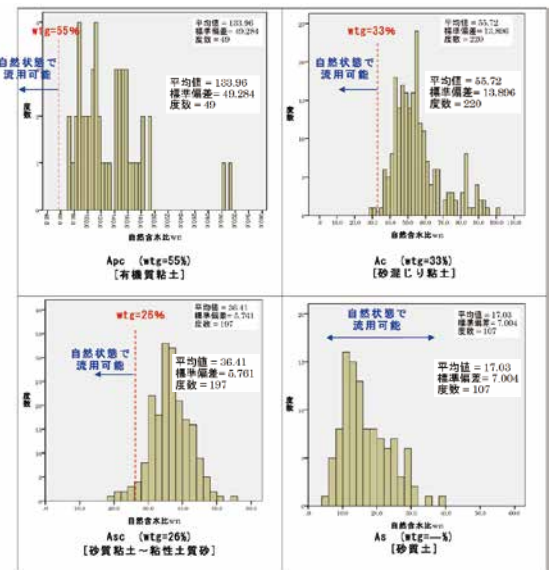


図-2 目標含水比wtgと自然含水比wnの分布図

4. おわりに

今回の検証はある程度のデータ数を基に行ったものであることから、明らかに流用不可となる土に関しては、特定できるものと考えられる。

今後は、流用の可否判定の精度を高めたり、異なる河川での流用土判定も視野に入れ、データを蓄積するとともに、より精度の高い統計手法の確立に努めたい。

参考文献

- 1)財団法人国土研究センター:河川土工マニュアル,p74,平成21年4月
- 2)社団法人土質工学会:土質データのばらつきと設計,p2,昭和63年9月

(2) $qc \geq 400kN/m^2$ と $Dc \geq 90\%$ を満足する含水比

図-1は、ある土質の締固め試験(上グラフ)、コーン指数試験(下グラフ)を示したものである。

このグラフから、 $qc = 400kN/m^2$ に対応する含水比(44.3%)と $Dc = 90\%$ に対応する含水比(40.5%)の読み取りを行う。この作業を全ての試料に対して実施し、両方の規格値(管理値)を満足する含水比(より小さい含水比→40.5%)を決定した。

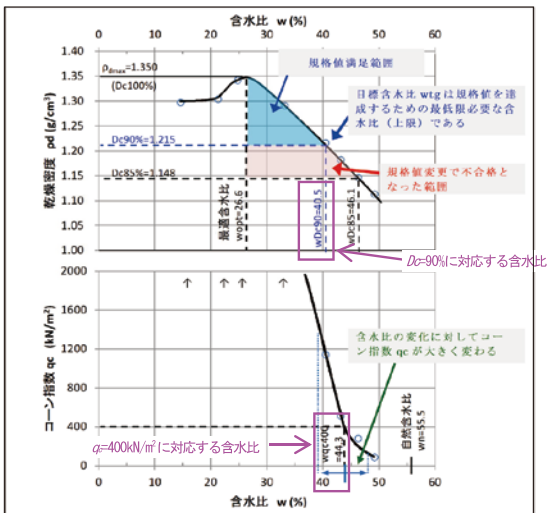


図-1 コーン試験と締固め試験と含水比の説明

表-4は、図-1から読み取ったコーン指数 qc 、締固め度 Dc の両方を満足する含水比を土質グループ毎に整理し、目標含水比を算定した結果を示したものである。

なお、目標含水比は、データのばらつきを統計処理し、標準偏差を用いて平均値を補正する次の手法²⁾で設定した。

$$\text{目標含水比wtg} = \text{平均値}\mu - \text{標準偏差}\sigma$$