

堤体材料として建設発生土の活用について

辻 雅也

長浜土木事務所木之本支所 河川砂防課

昨今、建設副産物のリサイクルが課題となっており、木之本支所では建設副産物の中でも建設発生土の処理が課題となっている。その課題解決のために、本来その用途に適さない発生土に異なる土質の発生土を配合することで、適正な粒度分布、透水係数を調整し建設資材として使用できるようになれば、建設発生土の有効活用が図れる。本稿では、配合による建設発生土の有効活用の可能性について報告する。

キーワード 建設副産物、建設発生土、堤体材料、コーン指数、透水係数

1. はじめに

(1) 木之本支所の建設発生土の現状

当支所では建設発生土の多くは現場内利用や工事間流用、建設副産物情報センターの登録などにより積極的に活用されている。公共残土管理地に仮置きされてきた土砂は自然発生土のため用途が制限され、すぐに流用することができなかった。このため、今日まで仮置きしてある建設発生土の用途に合った有効活用が図れず、結果的に仮置きスペースが減少することになった。

(2) 公共残土管理地

施設名称：木之本公共残土管理地
(以下、「ストックヤード」という)
土地面積：45,572.39m²
完成年月：1996年7月

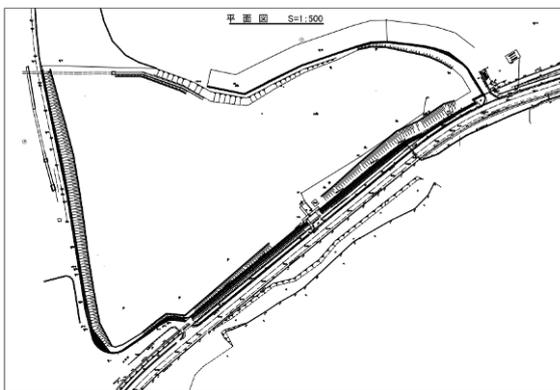


図-1 木之本公共残土管理地 平面図

(3) スtockヤードの現状

現在、管理は当支所が行い、搬出入業者に各種届出書の提出を求め、管理を行っている。

ストックヤード内の仮置き土砂量は、十数万m³にも膨れ上がっていることから、平成25年度から搬入は基本的に中止し、現在は搬出のみとしている。各工事で出た発生土については、有料処分地へ搬出や事業予定地などに仮置きすることになり、円滑な事業実施の支障となっている。

(4) 対象事業の目的と経緯

今年度、管内の河川工事の進捗により、築堤工事を行うことになった。築堤では大量に材料が必要となる。通常、築堤に適した土砂の確保は、他工事からの流用土、築堤する河川の現場内発生土または購入土を使用することが考えられる。

今回は築堤に適した土砂を大量に準備することが難しいことや、経済性、今後の他事業の施工性の観点から、ストックヤードにある大量の仮置土を使用することとした。ストックヤードに仮置きしてある建設発生土を配合することで、建設発生土の有効活用の可能性を検討した。

2. 建設発生土について

(1) 建設発生土の分類

発生土の土質は、コーン指数・土質材料の工学的分類で分けることができ、表-1の調査試験の結果を基に、表-2の土質区分基準により第1種～第4種建設発生土、泥土に分けることができる。

表-1 室内試験の規格・基準表¹⁾

試験項目(規格名,基準名)	規格番号	基準番号	
物理試験	土粒子の密度試験	JIS A 1202	JGS 0111
	土の含水比試験	JIS A 1203	JGS 0121
	土の粒度試験	JIS A 1204	JGS 0131
	土の液性限界試験	JIS A 1205	JGS 0141
	土の塑性限界試験	JIS A 1205	JGS 0141
安定化試験	突固めによる土の締固め試験	JIS A 1210	JGS 0711
	締固めた土のコーン試験	JIS A 1228	JGS 0716

表-2 土質区分基準¹⁾

区分 (国土交通省) ¹⁾	細区分 ^{2),3),4)}	コーン 指数 q _c ⁵⁾ (kN/m ²)	土質材料の工学的分類 ^{6),7)}	
			大分類	中分類 土質 (記号)
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	-	礫質土	礫 (G)、砂礫 (GS)
	第1種改良土 ⁸⁾		砂質土	砂 (S)、礫質砂 (SG)
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	800 以上	人工材料	改良土 (I)
	第2b種		砂質土	細粒分まじり礫 (GF)
	第2種改良土		砂質土	細粒分まじり砂 (SF)
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの)	第3a種	400 以上	人工材料	改良土 (I)
	第3b種		砂質土	細粒分まじり砂 (SF)
	第3種改良土		粘性土	シルト (M)、粘土 (C)
第4種建設発生土 (粘性土及びこれに準ずるもの(第3種建設発生土を除く))	第4a種	200 以上	火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 (V)
			砂質土	細粒分まじり砂 (SF)
	第4b種		粘性土	シルト (M)、粘土 (C)
	第4種改良土		火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 (V)
泥土 ^{9),10)}	泥土 a	200 未満	有機質土	有機質土 (O)
	泥土 b		人工材料	改良土 (I)
	泥土 c		高有機質土	高有機質土 (Pt)

(2) 建設発生土の利用基準

建設発生土利用基準の適用用途基準では使用できる目安としての分類については以下のとおりとなっている。

- ・第1種・第2種建設発生土...工作物の埋戻し，路床・路体盛土，構造物の裏込材，河川堤防，土地造成（宅地・公園・緑地造成）の何れの用途にも概ね使用可。
- ・第3種建設発生土...工作物の埋戻し，道路路床，構造物の裏込材には，施工上の工夫が必要．その他の用途には，概ね使用可。
- ・第4種建設発生土...道路路体，一般堤防，土地造成には，施工上の工夫が必要．その他の用途には，使用不可。

(3) 資源としての発生土

建設発生土を建設資材として利用する方法として「特段の処理を行わず直接利用する方法」と「適切な土質改良等の処理を行って利用する方法」とがある。¹⁾

土質改良等には石灰などの改良材混合があるが今回は堤体材料として使用することから，河川への環境負荷も考慮し，土砂のみを基本とした。

3. 今回の試験結果および配合例について

(1) 建設発生土の試験および着目点について

今回事業では，管内の建設発生土を河川堤防の堤体材料として使用するために調査試験・配合試験を行った。

仮置き地点の土砂（ストックヤード東，ストックヤード西 図-2・大川-1，大川-2 図-3）について室内試験7項目（表-1）と透水試験による試験値を基に，土質の工学的分類，適用用途標準の分類を行った。

第1種・第2種建設発生土については，評価基準上は堤体材料として概ね使用可となっているが，河川土工マニュアルにおいて，河川堤防に用いる土質材料の条件として「できるだけ不透水性であること．河川水の浸透により浸潤面がのり戻まで達しない程度の透水性が望ましい」とあることから，表-1の試験に加え透水試験についても試験項目に設定した。



図-2 位置図-1

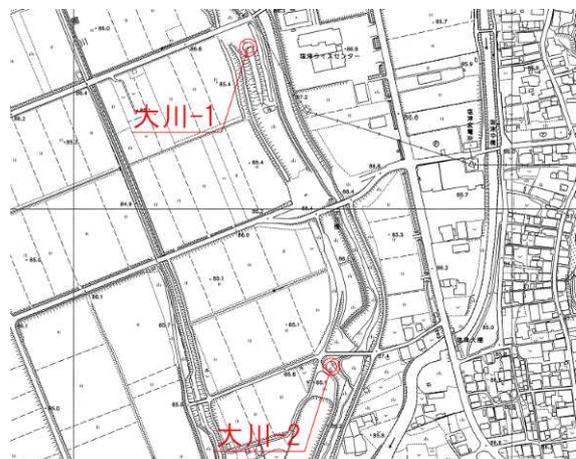


図-3 位置図-2

(2) 各箇所の評価

粒度分布，透水性，コーン指数について評価基準を設定し評価を行った。

評価基準のいずれかの項目に注意が必要な箇所は改良または他の土砂の配合が必要であることから，不適格とした。

・評価基準

粒度分布：別途適用範囲図を作成し判定。

透水性：1.0×10⁻³cm/s以下を標準とする²⁾。

トラフィカビリティ：コーン指数1200kN/m²以上を標準とする³⁾。

表-4 試験結果

調査採取箇所 室内試験結果	地点 1	地点 2	地点 3	地点 4
	ストックヤード 東	ストックヤード 西	大川-1	大川-2
シルト分(0.005~ 0.075mm) %	12.4	10.9	14.3	14.2
粘土分(.0.005mm未 満) %	9.1	5.0	9.4	5.7
コーン指数 Kn/m ²	633	1741(MAX)	904	867
透水係数 cm/s	1.6×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻³	4.2×10 ⁻⁶	1.33×10 ⁻⁶
土質材料の分類名	砂まじり 粘土質礫	シルト質 礫質砂	シルト質 砂質礫	粘性土質 砂質礫
分類記号	GS-S	SG	GS	GSs
土質区分基準 による分類	第3種建設発生 土第3a種	第2種建設発生 土第2b種	第2種建設発生 土第2a種	第2種建設発生 土第2a種

a) スtockヤード東

- ・粒度分布については，半透水性部材料の範囲にあり透水係数が1.6×10⁻⁴ cm/sとなっており標準より低いいため問題なし。
- ・コーン指数が633kN/m²と，標準以下であり，堤体材料として不適である。

b) スtockヤード西

- ・透水係数が1.1×10⁻³ cm/sとやや大きく，堤体材料としては使用に注意が必要。
- ・コーン指数の1741 kN/m²となっていることから堤体材料として使用可能である。

c) 大川-1

- ・透水係数が4.2×10⁻⁶ cm/sと小さいため，堤体材料としては使用可能である。
- ・コーン指数が904kN/m²であり，標準以下であり，堤体材料として不適である。

d) 大川-2

- ・透水係数が1.33×10⁻⁶ cm/sと小さいため，堤体材料としては使用可能である。
- ・コーン指数が867kN/m²と，標準以下であり，堤体材料として不適である。

評価基準で検討し，堤体材料の適正を判断した結果，箇所単体では，いずれかの項目で注意が必要または不適となり，すべての土質で不適格となった。

しかし，各箇所について一長一短あり，他の土砂を配合することで粒度分布が適正な範囲になり，堤体材料として使用できないかと検討した。

(3) 配合予測

配合土の決定にあたり，ダンプトラックの走行性の確保，透水係数1.0×10⁻³cm/s以下を満足させる土質にすることが必要である。そのため，試験結果を基に机上の計算にて配合種類および配合比の検討を行った。

検討の方法は粒径とコーン指数の試験結果を加重平均で算出し，作業性等も考慮し決定した。配合比は，現場内での攪拌・混合の施工性を考慮し，改良土A(配合比1:1)，改良土B(1:2)，改良土C(1:3)の3タイプとして検討した。表-5の結果からコーン指数が1200 kN/m²程度となる改良土A(1:1)が妥当と考えられる。粒度分布についても適正範囲内にあり透水係数も基準を満足する範囲となる。

表-5 配合試験の予測

試料の組合せ 方式	改良土A(1:1)		改良土B(1:2)		改良土C(1:3)	
	細粒分(%)	コーン指数 kN/m ²	細粒分(%)	コーン指数 kN/m ²	細粒分(%)	コーン指数 kN/m ²
1,ストック ヤード西 +ストック ヤード東	187	1187	196	1002	201	910
2,ストック ヤード西 +大川-1	198	1323	211	1183	218	1113
3,ストック ヤード西 +大川-2	179	1304	186	1158	189	1066

(4) 配合試験結果

試験結果は概ね配合予測のとおり，不足していた施工時必要コーン指数qu=1200kN/m²以上が確保でき，粒度分布についても適正範囲内にあり，また透水係数も砂質土の参考値より低い値を示しているため，堤体材料として適正であるという結果となった。

表-6 配合後の試験結果

調査採取箇所 室内試験結果	ストックヤード西×東 配合比(1:1)	ストックヤード西 ×大川-1 配合比(1:1)	ストックヤード 西×大川-2 配合比(1:1)
シルト分(0.005~ 0.075mm) %	13.2	12.9	10.2
粘土分(.0.005mm未 満) %	6.6	6.4	5.8
コーン指数 Kn/m ²	1741(MAX)	1741(MAX)	1741(MAX)
透水係数 cm/s	2.7×10 ⁻⁴	1.8×10 ⁻⁴	2.8×10 ⁻⁴
土質材料の分類名	粘土質砂質礫	粘土質砂質礫	粘土質砂質礫
分類記号	(GS)	(GS)	(GS)
土質区分基準による 分類	第2種建設発生土 第2a種	第2種建設発生土 第2a種	第2種建設発生 土第2a種

(5) 配合予測と配合後試験の結果

コーン試験ではメーターの読み値の最大値が $q_u=1741 \text{ KN/m}^2$ のため、実際は 2000 KN/m^2 なのか 3000 KN/m^2 かがわからない。このことから配合後の試験結果ですべてのコーン試験の結果が $\text{MAX}1741 \text{ KN/m}^2$ となったと考えられる。

しかし、配合予測はあくまで加重平均であり配合後結果とは誤差は生じるものの、その他の試験結果から配合種類・配合比の検討について有効な方法だと言える。

今回、各地点だけでは堤体材料としては適合性が低かったものが、「ストックヤード西」の試料と「ストックヤード東」、「大川-1」、「大川-2」の試料を配合することによって、コーン指数の不足、高い透水係数などが解消されて堤体材料として適合性が高いものとなることが明らかになった。

4. 今後の課題

(1) 木之本支所の課題

ストックヤードでの土砂は多方面からの現場発生土から構成されているため、同一箇所であっても場所（地点）や深度によっては構成土質が異なるものと想定される。

このため、今回試験での結果はあくまでも代表値としてとらえ、施工時（混合後）においては、堤体材料としての適否を確認する必要がある。

また、必要に応じ追加の調査を行うことが必要と考えられる。

(2) 今回調査からの課題

a) 調査

今回の土砂については発生場所がはっきりしているため、重金属の調査は不要であった。しかし、河川浚渫工事等の建設発生土を配合土として使用する際は、重金属等を含有している可能性も否定できない。

このため、堤体材料として利用するにあたり、人の健康への影響、自然環境への影響の恐れが発生すると判断された場合には、調査（地質調査・水分調査など）および試験（溶出含有量試験など）を行い、その結果に応じた対策を講じる必要がある。

b) 施工

配合方法についてはスタビライザー混合とバックホウ混合(スケルトン)が考えられる。今回の築堤工事では試験施工であるため、配合状況も目視確認もできるバックホウ混合を選択した。

今後、建設発生土の有効活用を進めるためにも、明確な施工方法の確立が必要と思われる。

5. おわりに

現在、今回の調査結果を基に、余呉川で築堤工事を行っている。

工事では普段行わない配合作業があるため若干作業性が損なわれているように思われるが、工事車両が盛土上を走行することが可能であることから目視では施工上でも成功といえる。

また、受注者からも本当に配合するだけで堤体材料として使用できるのかわからなかったが、実際に混合してみると土質が変わり、施工がしやすくなったと聞いている。

今後も他現場で、築堤工事を予定しており今回調査の結果が生かせるのではと思う。

今回のような建設発生土の使用の事例が増え、より一層の有効活用の方法が確立されるように願いたい。

ここで調査および工事、ならびに本稿作成にあたりご協力いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。



写真-1 工事状況



写真-2 スケルトンによる混合状況

参考文献

- 1) 土木研究所：建設発生土利用マニュアル
- 2) 国土技術センター：河川堤防の構造検討手引き
- 3) 国土技術センター：河川土工マニュアル
- 4) 滋賀県：滋賀県工事必携