

# 建設発生土の築堤材への有効活用について

土井 美里<sup>1</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 計画課 (〒620-0875京都府福知山市字堀小字今岡2459-14)

昨今、建設業界では多くの建設副産物が処分されていることが問題視されている。今後の河川治水事業、道路改築事業等の社会資本整備に伴い建設副産物の排出量が増大し、より多くの建設副産物が処分されることが予測されることから、公共建設工事において再生資源の利用及び再資源化施設の活用の推進に取り組む必要がある。

このような背景から、紀の川において、河道掘削工事で発生した建設発生土を築堤工事にて使用することで建設副産物の有効活用を図ることとした。

本論文では、建設副産物の有効活用で得られた効果と、今後の課題について報告する。

キーワード 建設リサイクル, 建設発生土, 再利用

## 1. はじめに

### (1) 紀の川概要

紀の川は、日本の中で最も多雨地帯として知られる大台ヶ原を水源に、支川を集めながら中央構造線に沿って流れ紀伊水道に注ぐ流域面積1,750km<sup>2</sup>、幹線流路延長136kmの一級河川である。

その流域は、上流は奈良県、下流は和歌山県にまたがり、和歌山市や橋本市、五條市など吉野・紀北地方の社会・経済・文化の基盤をなしている。

紀の川の水源である大台ヶ原は日本で有数の多雨地帯であり、台風等の影響で容易に氾濫を繰り返すことから治水事業を進めているところである。また、紀の川中下流部では狭窄部、紀の川上流部では無堤部が点在しており、流下能力が不足している。



図-1 紀の川流域図



図-2 奈良県五條市無堤部区間

### (2) 建設発生土の再利用

和歌山県橋本市神野々地区の河道掘削工事と、奈良県五條市野原西地区の築堤工事を対象として、建設発生土の再利用検証を行うこととする。

神野々地区と野原西地区の距離は約12kmあり、神野々地区は河川内に堆積した土砂の陸上掘削である。

## 2. 築堤材の品質について

### (1) 築堤材利用の条件

建設発生土を築堤材に再利用するにあたり、「河川土工マニュアル<sup>1)</sup>」に示される条件を満たす必要がある。

「河川土工マニュアル<sup>1)</sup>」に示されている築堤材として望ましい土の条件を表-1に、望ましい土の粒度分布範囲を図-3に示す。

表-1 築堤材に望ましい土の条件

項目	解説	望ましい土質分類
粒度分布のよい土 (半透水性部材料が望ましい)	締固めが十分行われるためにいろいろな粒径が含まれているのがよいのであるが、粗粒分は粒子のみ合わせにより強度を発揮させるのに効果があり、細粒分は透水係数を小さくするのに必要であるから、これらが適当に配合されていることが堤体材料としては好都合である。	{G.F},{S.F}, {M},{C}
最大寸法は10~15cm以下	施工時のまき出し厚の制限から決まるものであるが、粒径の最大寸法があまりにも大きくなると、締固めの効果が十分に発揮されないことも生ずるので注意が必要である。	
細粒分(0.075mm以下の粒子が土質材料(75mm以下の粒子)の15%以上)	不透水性を確保するための条件で、堤体漏水の多くはこの条件をはずれた材料の堤防にみられることが報告されている。	
シルト分のあまり多くない土	降雨による浸食、浸透土によるり面崩壊は水がある程度通しやすく、含水比の増加によりせん断抵抗の低下する土に起こった例が多いが、そのような状態になるのはシルト分の影響が大きいと考えられる。	
細粒分(0.075mm以下の粒子)のあまり多くない土	細粒分が50%以上のものは乾燥時にクラックの入る危険性があるので細粒分が50%以下のものが望ましい。	

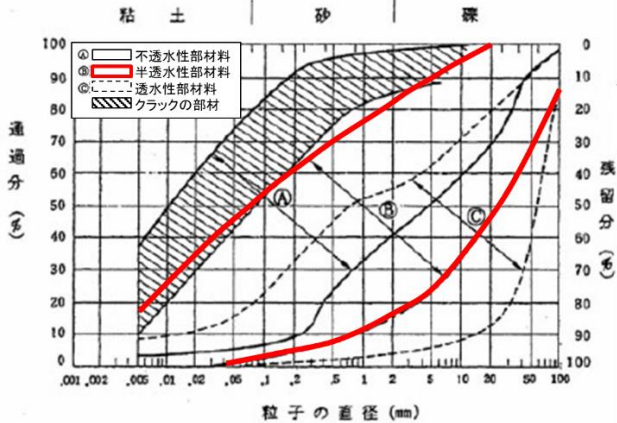


図-3 築堤材に望ましい土の粒度分布範囲

(2) 発生土の品質について

神野々地区の発生土について、4つのサンプルを採取し室内土質試験により物理特性を調べたところ、表-2の結果及び図-4のような粒度分布が得られた。表-2より、細粒分(0.075mm以下の粒子)が土質材料(75mm以下の粒子)の15%以下であることがわかった。また、図-4より半透水性部材料のレンジ内ではあるが細粒分(0.075mm以下の粒子)がほとんどないことがわかった。

上記より、神野々地区の発生土は細粒分が足りず、築堤材に望ましくない土砂という結果となった。

(3) 品質確保のための対応

対応として神野々地区の発生土を一部砕き細粒分を増やすもしくは細粒分を多く含んだ土砂と混合改良することが考えられたが、発生土を砕いた場合、発生土を砕くヤードとなる野原西地区が民家に近く騒音、粉塵が問題になることが懸念されたため、混合改良を採用することとした。

混合改良に使用する細粒分を多く含んだ土砂を確保するために、野原西地区の築堤施工箇所近傍の高水敷において試掘調査をしたところ、細粒分を含んだ粘性土を一定量採取することができた。したがって、図-5のフローに示すように粘性土と発生土の配合割合を検査し混合改良することとした。改良する築堤材のことを以下、リサイクル土という。

表-2 神野々地区発生土の室内土質試験結果

試料名	神野々No.1	神野々No.2	神野々No.3	神野々平均
	日本統一土質分類	GWS	GWS	GWS
土粒子の密度(g/cm <sup>3</sup> )				
含水比(%)	5.9	3.0	3.1	4.0
最大粒径(mm)	37.5	53	53	53
泥分(%)	67.9	80.7	70.2	72.9
砂分(%)	29.4	18.5	29.4	25.8
シルト分(%)	2.7	0.8	0.4	1.3
粘土分(%)				
75mm				
53mm		100.0	100.0	100.0
37.5mm	100.0	85.5	84.6	90.0
26.5mm	87.1	75.6	76.2	79.6
19mm	82.0	62.8	59.1	68.0
9.5mm	60.7	46.4	47.9	51.7
4.75mm	41.8	31.8	39.0	37.5
2mm	32.1	19.3	29.8	27.1
0.85mm	17.8	9.3	16.2	14.4
0.425mm	10.1	3.2	4.1	5.8
0.25mm	5.8	1.7	1.1	2.9
0.106mm	3.0	0.9	0.5	1.5
0.075mm	2.7	0.8	0.4	1.3
液性限界(%)				
塑性指数				
湿潤密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.197	2.098	2.079	2.125
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.075	2.037	2.016	2.043
コンクリート強度(kN/m <sup>2</sup> )	3411	2554	2057	-

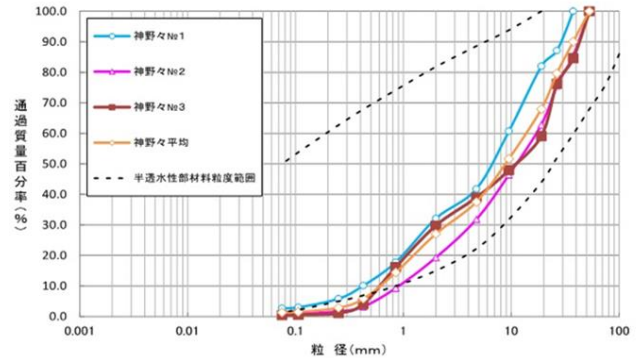


図-4 神野々地区発生土の粒度分布

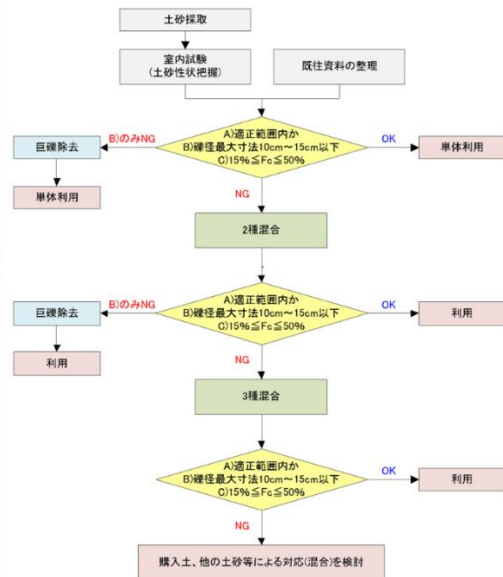


図-5 土砂配合割合検査フロー

3. リサイクル土の作製

(1) 配合割合の検討結果

野原西地区粘性土と神野々地区建設発生土の配合割合を表-2に示す4ケースを設定し、それぞれで室内土質試験を行った。試験から得られた数値を表-3に、粒度分布図を図-6に示す。

なお、土質試験においては、「河川土工マニュアル」

及び「建設発生土利用基準<sup>2)</sup>」に基づき試験・品質管理を行った。

表-2 配合割合

番号	野原西地区 粘性土	神野々地区 建設発生土
ケース1	30	70
ケース2	40	60
ケース3	50	50
ケース4	60	40

表-3 ケース1~4の室内土質試験結果

資料名	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	
含水比(%)	10	12.2	14.5	17	
礫分(%)	70.4	51	38.9	26.1	
砂分(%)	16.7	31.8	39.3	47.2	
シルト分(%)					
粘土分(%)	12.9	17.2	21.8	26.7	
室内土質試験結果 通過質量百分率(%)	75mm	100	100	100	100
	53mm	100	100	100	100
	37.5mm	92.4	93.3	94.2	95.2
	26.5mm	84.5	86.3	88.2	90.2
	19mm	75.6	78.4	81.4	84.7
	9.5mm	63.1	67.4	72	76.8
	4.75mm	52.3	57.9	63.8	70.1
	2mm	44.4	50.7	57.6	65
	0.85mm	2	42.1	50.1	58.6
	0.425mm	27.7	35.9	44.7	54
	0.25mm	23.4	31.1	39.3	48.1
0.106mm	13.7	18.3	23.2	28.4	
0.075mm	12.9	17.2	21.8	26.7	

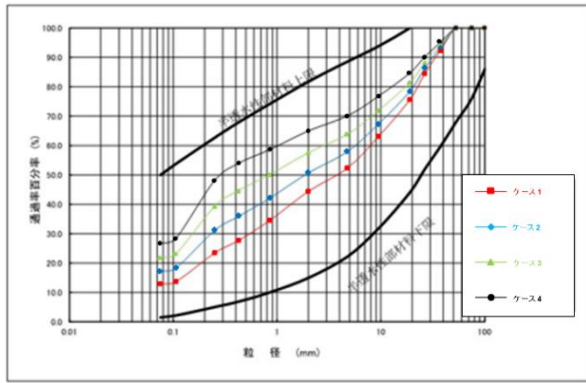


図-6 ケース1~4の粒度分布図

室内土質試験結果より、ケース1は細粒分(0.075mm以下の粒子)が土質材料(75mm以下の粒子)の15%以下となったため不採用とした。

ケース2~4については、3ケースとも細粒分(0.075mm以下の粒子)が土質材料(75mm以下の粒子)の15%以上50%以下となり、シルト分も多くないため築堤材として使用できる結果となったが、確保できる粘性土量が不明であることと、できるだけ多くの発生土を再利用することが重要であるため、3ケースの中で1番発生土の割合が高いケース2を採用した。

(2) 土砂混合方法及び品質管理

土砂混合には、混合精度、施工性及び経済性の観点からNETIS名「万能土質改良機による建設発生土再利用システム」を採用した。また、野原西地区築堤工事の築堤材作製ヤードを図-7に示すように配置計画した。

盛土は土を材料とするところから、本来的に均質性の確保の難しい工事対象物である。したがって、均質化を図るためには日常的な品質の確認が極めて重要である。

「河川土工マニュアル」によれば堤体材料については、あらかじめ土の締固め試験を行い最大乾燥密度、最適含水比を把握し、品質管理基準値を定め日々管理するよう記載されている。今回の築堤現場においても毎朝リサイクル土の含水比を測り日々管理を行いながら施工した。

4. 効果

(1) 再生資源の利用

今回野原西地区の築堤工事において、盛土量32,000m<sup>3</sup>のうち約20,000m<sup>3</sup>を他工事から発生した建設発生土を活用することで、再生資源の利用及び建設副産物の処分を抑えることができた。

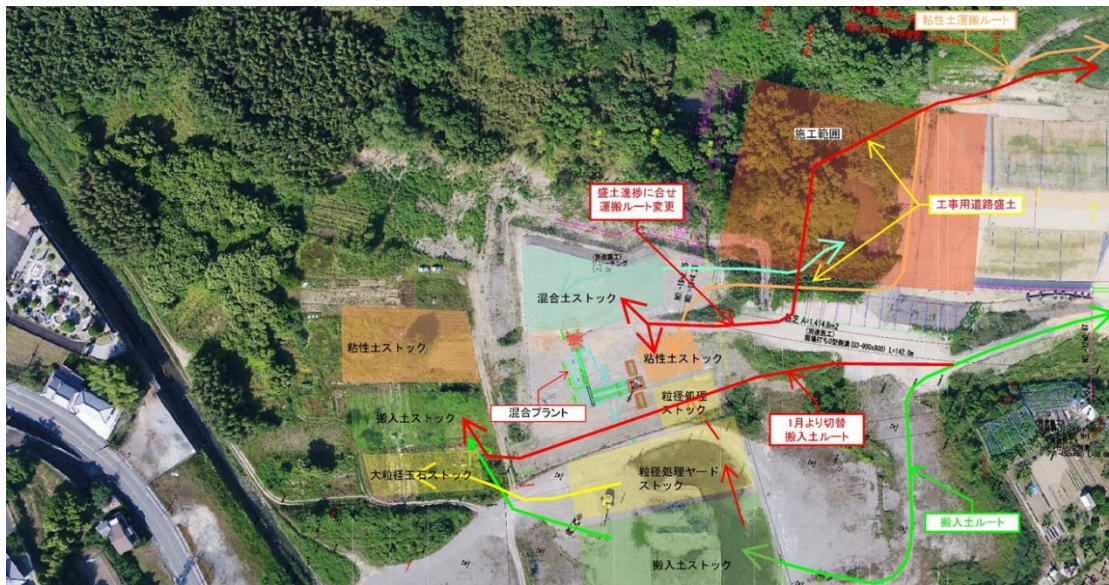


図-7 土砂混合ヤード配置計画図

(2) コスト縮減

従来築堤材に使用していた購入土の場合と、リサイクル土に変更した場合のコスト比較を表-3に示す。

表-3 コスト比較

	リサイクル土	購入土
盛土材料費	61,118,310円	97,905,000円

※リサイクル土には、粒径処理、粘性土採取、小運搬費用を含む。

購入土で盛土した場合と、リサイクル土で盛土した場合とでは、直接工事費で約3,500万円のコスト縮減をすることができた。

それ以外にも、河道掘削工事で発生した建設発生土の処分費を削減することができた。

5. 今後の課題

(1) 施工ヤード

リサイクル土を作製するのに大規模な施工ヤードが必要であった。現在、紀の川築堤事業をしている野原西地区及び二見地区については借地（民間）や敷地提供（県敷地）により施工ヤードを確保している状況である。今後は施工ヤード確保のさらなる検討及び施工ヤードの条件も把握した上で発注計画に反映する必要があると考える。

(2) 現地採取土（粘性土）の確保

今後紀の川上流の築堤事業の整備を進めるにあたり、紀の川中下流部に堆積した土砂は砂礫まじり土砂であることがわかったため、混合する細粒分を多く含んだ土砂の確保が必要となる。

今回築堤工事においては、結果として築堤施工箇所付近で粘性土を必要量確保できたが、工事発注されてから試掘して粘性土探すという作業をしては、工期を圧迫し大きな設計変更につながりかねない。

今後は、紀の川流域における粘性土採取可能箇所及び採取可能量の調査を行い、発注計画に反映する必要があると考える。

6. まとめ

本論文では、河道掘削工事の発生土を粘性土と混合することで、築堤材料に有効活用を図った。

有効活用から得られた効果は、下記のとおりである。

- ・約20,000m<sup>3</sup>の土砂を再利用することができ、建設副産物の処分を抑えることができた。
- ・築堤材料費において、従来築堤材に使用していた購入土の場合に比べ、リサイクル土を作製した場合は直工で約3,500万円のコスト縮減をすることができた。また、河道掘削工事で発生した建設発生土の処分費も同時に削減することができた。

また、課題として浮かび上がったのは下記のとおりである。

- ・リサイクル土の作製には大規模な施工ヤードが必要になるため、今後築堤工事におけるヤード確保のさらなる検討が必要である。
- ・今後リサイクル土を作製するにあたり、細粒分を多く含んだ粘性土の確保が必要となる。紀の川流域における粘性土採取可能箇所及び採取可能量の調査を行い、発注計画に反映していく必要がある。

異動に伴う対応

元和歌山河川国道事務所五條出張所、現在福知山河川国道事務所計画課在籍

参考文献

- 1)河川土工マニュアル：平成21年4月 財団法人国土技術研究センター
- 2)建設発生土利用基準：平成18年8月10日付け大臣官房技術調査課長、大臣官房公共事業調査課長、大臣官房官庁営繕部計画課長通達