

由良川緊急治水事業における掘削・築堤工事の総合的なマネジメントについて

堀田 直之¹・北川 眞一¹

¹近畿地方整備局 福知山河川国道事務所工務第一課（〒620-0875京都府福知山市字堀小字今岡2459-14）

平成25年台風第18号により由良川では、福知山基準点水位が観測史上最高水位となる8.30mを記録し、直轄区間沿川で浸水家屋約1,600戸、浸水面積約2,500haとなる甚大な被害が発生した。このため、由良川緊急治水事業として、特に中流部では、河道掘削及び築堤をおおむね10年間実施することとしている。今後予定されている築堤計画や河道掘削等の緊急治水対策事業の実施にあたり、大きな課題となる工程管理及び工事発生材の有効利用方法等の総合的なマネジメントについて報告する。

キーワード コスト縮減，リサイクル，ゼロエミッション

1. はじめに

(1) 由良川の概要

由良川はその源を京都、滋賀、福井の府県境三国岳に発し、京都府南丹市美山町の山間部を西流しながら綾部市を経て、福知山市内において土師川を合わせて流れを北に転じ、宮津市及び舞鶴市を左右岸に望みながら日本海に注ぐ流域面積1,880km²、幹線流路延長約146kmの一級河川である。

(2) 緊急治水事業の概要

由良川では、過去より大きな洪水被害に度々見舞われているが、近年では2004年(平成16年)台風第23号と2013年(平成25年)台風第18号による大きな洪水被害が発生している(図-1)。これら浸水した区間を対象に緊急治水事業として築堤・宅地高上げ・河道掘削を実施中であり、無堤区間が多く残る中流部(図-2)で、これから本格化されることである。

本研究では、掘削土を築堤材にリサイクルし、残土処分費、築堤材料費のコストを出来る限り縮減するゼロエミッションを目指しながら事業を効率的に実施する方策を明らかにすることを目的としている。

2. 築堤及び河道掘削事業の進め方

(1) 中流部で予定している事業

今後、中流部の無堤区間に必要な築堤(図-3)は延長約



図-1. 2013年(平成25年)洪水時の被害状況(私市地区)



図-2. 位置図

6,840mで土砂量は約51万m³(表-1)、一方、河道掘削(図-3)で発生する土砂量は約58万m³と見込んでいる(表-1)。

また、過去に行った地質調査から、中流部の掘削土は粘性土が約45%、砂質土が約26%、礫質土が約29%で構成されていることがわかっている。表-1で示すように、築堤材を全て賄える掘削土量が発生するが、中流部では粘性土が多く、混合する際に砂質系の土砂が不足すると思われる。なお、築堤は上流側から、河道掘削は下流側から行う計画としており、発生する掘削土は築堤材に適した土質に混合して有効利用する。



図-3. 河道掘削及び築堤位置

表-1. 河道掘削及び築堤土量

距離標(km)	左岸		右岸			
	地区名	築堤量(万m ³)	掘削量(万m ³)	地区名	築堤量(万m ³)	掘削量(万m ³)
37.2						
37.4						
37.6						
37.8						
38.0						
38.2						
38.4						
38.6						
38.8						
39.0						
39.2						
39.4						
39.6						
39.8	前田	20.0	2.2			
40.0						
40.2						
40.4						
40.6						
40.8						
41.0						
41.2						
41.4						
41.6	戸田	11.5	16.6	川北	18.2	16.2
41.8						
42.0						
42.2						
42.4						
42.6						
42.8						
43.0						
43.2						
43.4	興・観音寺	-	7.8	私市	0.9	9.0
43.6						
43.8						
44.0						
44.2						
計		31.5	26.6		19.1	31.4
		掘削(万m ³)	58.0			
		築堤(万m ³)	50.6			

(2) 近傍の機関との調整

近傍では、他機関の道路拡幅工事で約16万m³の土砂、京都府による河川改修事業で約5万m³の土砂がそれぞれ発生する。また、大規模な圃場整備により約20万m³の土砂を必要としており、近傍では様々な事業により、土砂の需要と供給が発生している状況である。

築堤材として不足している粒径の土砂は他機関が粒径の調整を行った物を受け入れることとする。

3. 掘削土を有効利用する上の課題

掘削土を有効利用する上での課題を以下に述べる

(1) 土砂仮置きヤードの確保及び管理

河道掘削、土砂仮置き、土砂混合、築堤の工程調整を可能にするためには土砂仮置きヤードを確保する必要がある。しかし、保有している土地は、事業に必要な用地しかなく、一定のまとまった土砂仮置きヤードが新たに必要になり、地権者の同意や地区の加えて土砂仮置きヤードの適切な位置や使用方法の検討、また、一時仮置きをする際にこの地域が無堤区間であることから由良川の氾濫時についても土砂が流出しないようにする対策の検討が必要である。

(2) 事業を進めていく中で必要となる調整

効率よく、必要最小限の借地を行い、土砂仮置きヤードを確保するために、どのくらいの借地面積が必要かを検討する必要があるが、土地利用、地域特性を踏まえ、一定のまとまったヤードを確保するには、限度がある。

このため、河道掘削、仮置き、混合、築堤の事業サイクルと、実際に借地出来る仮置きヤードとのバランスを考え、事業スケジュールを検討する必要がある。

また、河道掘削は下流側から実施、築堤は上流側から実施することを基本として事業スケジュール管理を行うが、発生する土砂の性状、或いは、用地買収行程、その他事業者間の調整、地域からの要請、さらには、河川利用、管理、環境の観点からも、事業を進めて行く上での各種調整がその都度多岐に渡り発生することは想像に難くない(図-4)。

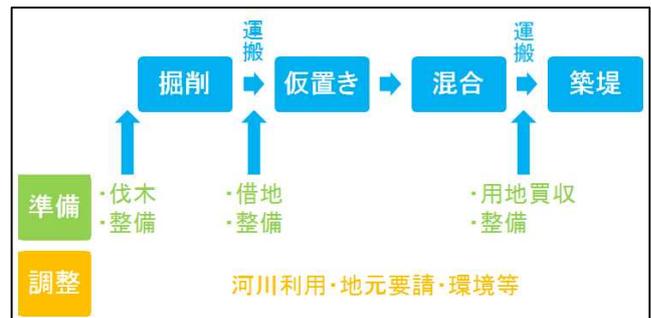


図-4. 事業行程及び調整事項

(3) 掘削土の質の改良及び品質確保

河道掘削で発生した土砂は、築堤に適した性状に混合して利用することを想定しているが、先に述べたとおり、掘削土の性状は、分布により性質にバラツキがあり、全量では築堤土量を満足しているものの、混合する際に余剰ないしは不足が予想される。

また、混合した土砂は、直ちに築堤に利用出来なければ、適正に保管する必要があり、ヤードと性状の維持が課題となる。

(4) 河道掘削予定地の樹木伐採

河道掘削を予定している箇所は、立竹木が群生している(図-5)ため、掘削前には、これらの伐採が必要となるが、土砂同様、有効利用を検討する必要がある。



図-5. 群生樹木(猪崎地区)

に掘削工事名、土質試験結果を記載した看板を設置する等の工夫を行う。加えて、搬入土を利用した大型土嚢で土砂仮置きヤードを囲むことにより出水時の土砂流失対策を行う(図-7)。



図-6. 土砂仮置き有効面積

4. 掘削土砂の有効利用検討

前章で抽出した課題を踏まえて掘削・築堤を行う上での総合的なマネジメントとして、以下の(1)から(4)について、検討を行った。

(1) 土砂仮置きヤードの確保・計画・管理

土砂仮置きヤードの借地は、中流部中心の極力非耕作地でまとまったエリアであり、由良川氾濫時の土砂流失リスクの少ないことを条件として検討した。その結果、川北橋の左岸地区で最大約14haの土地を選定した。土砂仮置きヤード内ではその土地の表土や混合機、通路等の必要面積を除くと、実際に土砂仮置きヤードとして使用できる有効面積は約8haであり、仮に約4m盛土を行うとすると、約24万m³の土砂を仮置きすることができる。

土砂仮置きヤード内では、土砂を発生場所や粒度ごとに小分けにしてブロック配置することにより、土砂を搬出しやすいよう計画した。また、搬出土や混合土の選定を行いやすくするために小分けにして配置した盛土の上

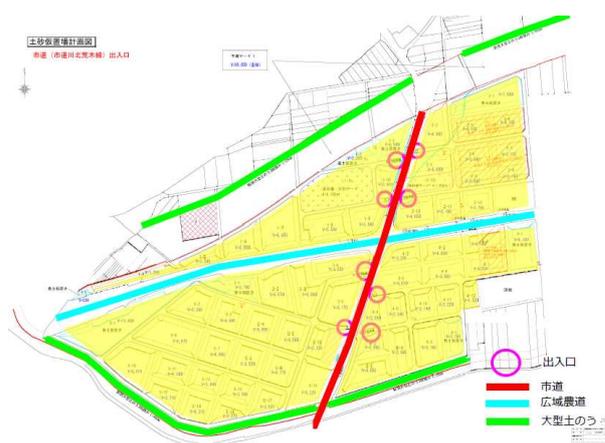


図-7. 土砂仮置きヤードの配置図

(2) 土砂仮置きヤードを最大限活かした事業間調整

土砂仮置きヤードには土砂を最大約24万m³仮置きすることができることがわかったが、発生する掘削土約58万m³を置くことは不可能であるため、河道掘削及び築堤の時期・規模を調整することにより土砂が常に仮置き最大量を超過しないようにする必要がある。また、掘削土の性状では、砂質・礫質系の土砂が不足する見込みであるため、砂質・礫質系が見込まれる他機関の道路拡幅工事の発生土を受け入れ、混合する際に粒度調整することで検討した。受入量は、最大で約16万m³を予定している。また、最終的に余剰となる土砂や築堤に適さない粒径の土砂などは、圃場整備事業等への搬出することを検討した。

土砂仮置きヤード内の土砂量収支を調整するために、土砂量シミュレーションを行った。6月から10月末まで

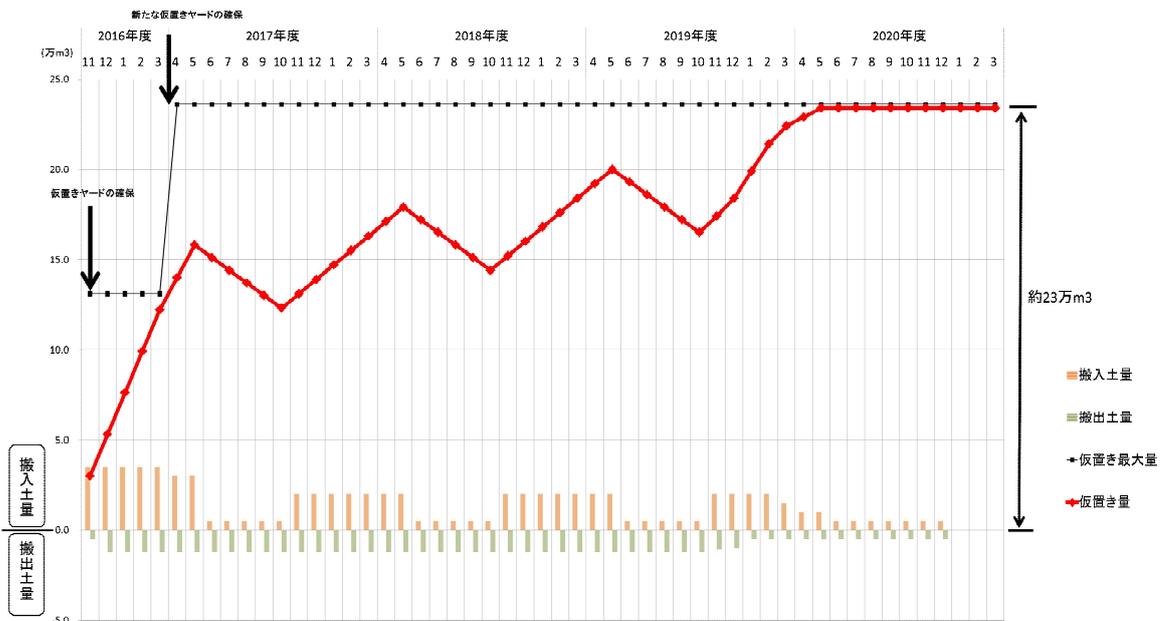


図-8. 土砂仮置きヤードでの土砂量シミュレーション

の期間は降雨が多い時期となっているので、作業効率の低下を予想し、それ以外の時期に比べて掘削量を少なくしている。トータル搬入量と搬出量の差は最終的な仮置き量約23万m³であり、仮置き最大量を下回っていることがわかる。先行して河道掘削を行い続けると仮置き最大量を超過する。シミュレーションでは、毎月の築堤を平滑して行うことにより、仮置き最大量の超過を防ぐことができたが、最終的に土が余剰している。土砂仮置きヤードは地権者に返還する必要がある、この残土は借地を行っている間に有効利用する必要がある。有効利用の方法としては、今後、予定している河川防災ステーション及び下流域での築堤の盛土材や、圍場整備の基盤材としての活用などが挙げられる。河道掘削を行った時点で他の土砂と混合を行っても明らかに使用できないと判断できる土についても、築堤以外の用途に使用できないか検討していく必要がある。

(3) 築堤材に適した粒径の土砂確保

現在の河道掘削計画では、下流側からの掘削を予定しているが、下流側の土砂の粒径に偏りがでている場合や、築堤材に適した土砂が掘削されない場合は、築堤を進めることができなくなり、中流側や上流側から異なった粒径の土砂を掘削する等の河道掘削計画に変更する等の計画変更を行う必要がある。河道掘削事業も今後、事業を進めていく上で土砂の確保が困難であると判断できた場合、早急に計画を見直し、他機関との調整を図る。

(4) 土砂混合の際の品質確保

河道掘削土砂は土質試験により掘削土層の粒度分布を確認し、土質ごとに分けて土砂仮置きヤードに配置する。

現場に搬入する際には工事業者が土の配合計画を定め、試験施工を行ってから使用する。各掘削地区からの発生土を築堤材料に転用する場合には、「河川土工マニュアル」に規定された要求品質を確保することとする。「本土工マニュアル」によれば、築堤材料として望ましい土は図-9のとおりとなっている。

- 条件1：粒度分布のよい土
(理由：様々な粒質が含まれていると粒子のかみあわせが良くなり強度を発揮できるため)
- 条件2：使用する材料の最大粒径：100mm～150mm 以下
(理由：大きな礫が混入していると、締め固めの効果が十分に発揮できない)
- 条件3：使用する材料の細粒分含有率：Fc=15～50%
(理由：不透水性を確保し、漏水を防ぐ)
- 条件4：シルト分のあまり多くない土
(理由：含水比の増加によるのり面崩壊を防ぐ)
- 条件5：細粒分のあまり多くない土
(理由：細粒分が多すぎるとクラックの入る危険性があるため)

図-9. 築堤材料に適する土

このため、発生土を築堤材料に使用する際には、粒径が150mmを超える巨礫等については除去し、細粒分含有率が15～50%の範囲内に入るように粒度調整を実施する

必要がある。土砂配合比については築堤業者が仮置きヤードの土砂を把握し、配合比を決定する。さらに、河川土工マニュアルによれば、堤体材料の適正範囲参考例として図-10の範囲が示されており、斜線部についてはクラックの危険のある範囲（≒Bの半透水性部材料の上限値）となっている。また、堤防の浸透に対する安全性の観点から、堤体の土質材料は「できるだけ不透水であること」と記載されている。したがって、築堤材料の粒度分布は、Bの半透水性部材料の上限値～Aの不透水性部材料の下限値の範囲（望ましい値：図-10 黄色ハッチング部）を目標に配合計画を行う。また、混合土の仮置きは、降雨等により品質低下となり、品質確保が困難となる場合があるので、作成した混合土は、仮置きせず、即日築堤工事に運搬することを基本とする。

知山河川国道事務所付近では、チップ化やバイオマス事業での燃料化を検討している企業も存在しているので、市を通して、今後、調整を図る必要がある。



図-11. 過去に市民に配布を行った伐木

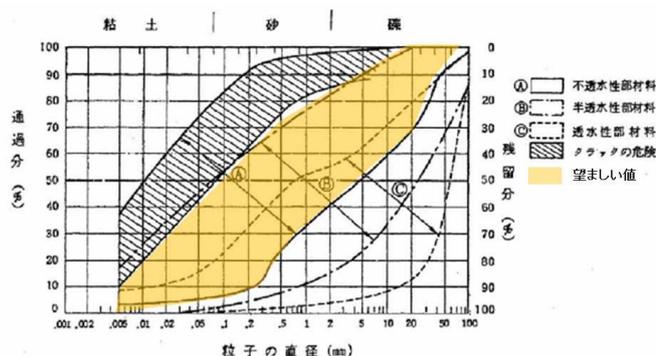


図-10. 堤体材料の適正範囲参考例（アメリカ開拓局1974に加筆）

(5) 伐木の仮置き場及び有効利用方法

樹木伐採の際に発生する伐木は、一時的に仮置きをする必要があるため、仮置きヤードを確保する必要がある。幹が10cm以上の伐木については無料引き取りを行っているリサイクルセンターの利用、幹が10cm以下の伐木については市民への無料配布を検討する。

市民への伐木無料配布等を行う上で必要となる一時仮置場は現在、福知山市と調整を図っている。

また、樹木伐採範囲には竹も多く植生しているが、福

5. まとめ

4章で検討を行った総合的なマネジメントを実施することにより、掘削土を築堤材へ有効利用する事業は、由良川においても十分に可能であることがわかった。

しかし、河道掘削で発生する土砂の性状の調査・分析が不十分であり、本研究では、量の検討は満足しているが、質を見た更なる検討が必要である。

また、伐木に関する一時仮置きヤードの選定を早急に行う必要がある、事業を進める上で、余剰土の使用先の選定と調整も必要になってくる。

一連の掘削・築堤・その他のリサイクルも含め、本事業がモデルとなり、他の同様事例の参考となるよう、今後、事業を行っていく上で、更に精度をあげ調査を進め管理マネジメントしていくと共に今後、新たな課題が発生すると思われるが、日頃から他機関や外部との調整を図り、円滑な事業展開となるよう努めて参りたい。

参考文献

1)河川土工マニュアル 平成21年4月