

## 微細粒子を含んだ濁水の処理

(社)北海道土木施工管理技士会  
岩田地崎建設株式会社

石本 孝 広<sup>○</sup>  
Takahiro Ishimoto

監理技術者  
小田 雅 司  
Masashi Oda

現場代理人  
増田 祐 二  
Yuji Masuda

### 1. はじめに

本工事は、ダム本体築造箇所の堤体掘削を行う工事である。堤体掘削工区は、左右岸に分割されて発注されており、当工区は左岸側1工区の施工である。当別ダムは、ダムサイトの材料を有効利用する事を主眼とした、台形CSGダムである。本工事で採取した材料は、来年度からの本体CSG打設に流用する事から、全量中ノ沢ストックヤードへ運搬堆積する。

主な工事内容を以下に示す。

#### 工事内容

- (1) 工 事 名：〇〇ダム建設  
材料採取工事（1工区）
- (2) 工事場所：石狩郡当別町青山
- (3) 工 期：平成20年6月23日～  
平成20年10月30日
- (4) 発 注 者：北海道札幌土木現業所
- (5) 施 工 者：岩田地崎・廣野・東邦特定建設  
工事共同企業体（60：20：20）
- (6) 主要工事：掘削工  
建設発生土処理  $V = 96,200\text{m}^3$   
母材仮置  $V = 136,000\text{m}^3$   
雑 工 一式  
仮設工 一式

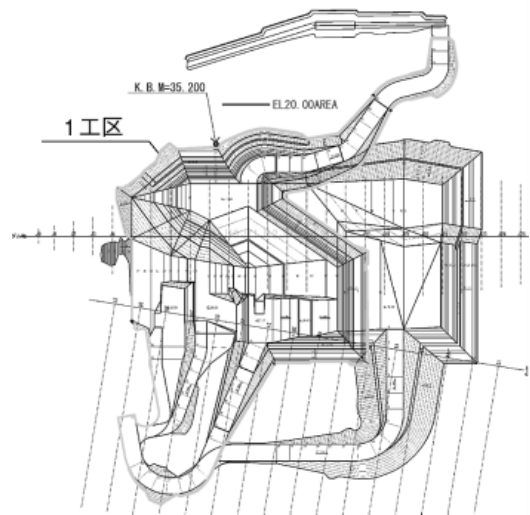


図-1 堤体平面図

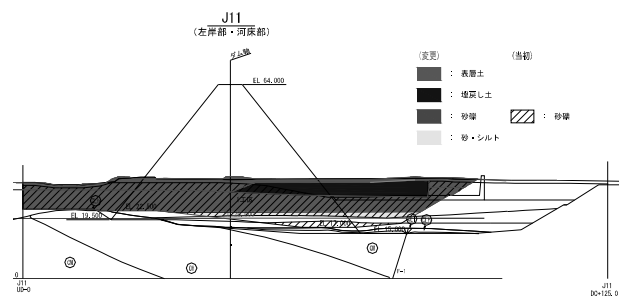


図-2 標準断面図



写真-1 全景（右岸側から）

## 2. 現場における問題点

### (1) 微細粒子を含んだ濁水処理の提案

最大20mの掘削深さのうち、地下水位以下を10m程度掘削する計画であった。掘削時には5 $\mu$ 以下の微細粒子が多く含まれる濁水の発生が懸念されていた。(湧水量200m<sup>3</sup>/h)

当初設計の濁水処理は自然沈殿方式だったが、原水(濁度3,000)を採取し、100時間以上放置しても濁度500以下にならなかった。このことから、原水に微細粒子が多く、土粒子が沈降しないことがわかった。

上記より、処理水は放流基準(SS50mg/l以下)を満たすことが出来ないため、高分子凝集剤

を使用した簡易式の濁水処理施設の追加を提案した(表-1、図-3参照)。

### (2) 注薬量や貯留池容量の設定

高分子凝集剤は、ベントナイト系濁水の凝集フロック沈降状態に優れていることから、「ソリュション FX-982」を採用した。(以下、高分子凝集剤と記述)高分子凝集剤の注薬量は、現場と室内におけるジャーテスト(表-2、3参照)の結果から、200ppmが最適と判断した。

貯留池の容量は、以下のよう設定した。

・貯留池1の容量3,000m<sup>3</sup>:30mm/日降雨パターンの時、降雨時間7時間当りの貯留量累積は2,500m<sup>3</sup>であり、貯留池周囲の雨水流入も考慮した。(原水池として使用)

表-1 濁水処理比較表

比較項目	処理方式	A案(当初設計)	B案(代替案)	C案(代替案)
		自然沈殿方式	機械処理沈殿方式(PAC、高分子)	自然沈殿池方式+簡易濁水処理(高分子 FX-982)
基準値		SS:50mg/l以下 PH:6.0~8.5	SS:25mg/l以下 PH:6.0~8.5	SS:50mg/l以下 PH:6.0~8.5
施工の概略		濁水を沈殿池(地上型水槽)に導入~自然沈降させ、上澄水を放流	濁水を濁水処理機に導入~凝集沈殿させ、上澄水を放流	濁水を濁水処理機に導入~凝集沈殿させ、上澄水を放流
施工性		21,450m <sup>2</sup> 沈殿池(地上型水槽)の設置	200t/h処理シックナーによる機械式設備が必要となり、施工も大型クレーン等規模が大きい	一液凝集設備となる為、機械設備の規模は小さく、施工も比較的容易
		△	△	○
経済性		42,010,000円 掘削、運搬(土捨場 運搬距離L=5.6km)、敷均し	38,130,000円 ポーグル型 100m <sup>3</sup> /h×2台配置、供用日100日(実稼働日65日)	34,850,000円 注薬設備(攪拌タンク・注薬ポンプ・水槽)を設置、供用日100日(実稼働日65日)
		×	△	○
環境		5 $\mu$ 以下の微粒子が多く含まれる場合は、追加貯留池の確保が必要	凝集効果が得られず、さらにPAC(酸性)を加えることにより、処理水がPH6.0を下回る可能性あり	凝集効果が得られると共に、薬品が中性であり、PHの変動が無い為、基準内放流が可能
		△	×	○
工程		工期が短いため、大規模な掘削は、堤体掘削工程に支障あり	機械設備の手配や設置作業に、時間がかかる	機械設備が簡易であり、特に問題がない
		△	△	○
総合評価		土工事に費用がかかることに加えて、工程遅延や放流基準を満たさないリスクがある	機械設備が大掛かりになることに加えて、凝集効果が得られない	機械設備も規模も小さく、放流基準も満たし操作性も含み、適切であるが、凝集剤の添加量が多い
		×	×	○

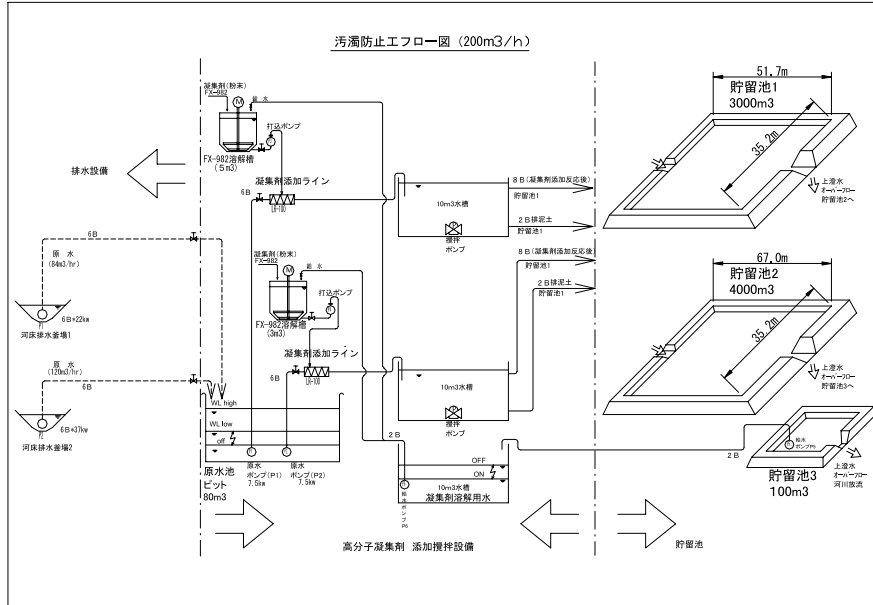


図-3 濁水処理フロー図

・貯留池2の容量4,000m<sup>3</sup>：濁水処理量200m<sup>3</sup>/h、平均原水SS2,000mg/ℓ、処理水SS50mg/ℓ、実稼動65日、安全係数1.5として、発生するスラリー量3,950m<sup>3</sup>と算出された。

### 3. 対応策

#### (1) 実施工のトラブルとその対処

実際に濁水処理を実施すると、釜場や原水池(3,000m<sup>3</sup>)で原水が希釈され、濁度が100~500ppm程度の原水が流入し、処理水が放流基準を満足しない状況となった。

低濁度の原水となる原因として、原水池が広す

表-2 現場ジャーテスト結果

1) 原水水質

濁度(mg/L)	pH	温度(°C)	外観	備考
1315	7.45	22	灰色	砂分多少有り

2) 結果

処理条件	処理薬品			処理水水質				判定	
	PAC(mg/L)	ホリマー(mg/L)	FX-982(mg/L)	SS(mg/L)	濁度(度)	フロックの性状	沈降性		
1	-	-	50	ビーカー	34	42	0.5	悪い	×
2	-	-	100	ビーカー	34	42	0.5	やや良い	△
3	-	-	200	ビーカー	13	18	2	良い	◎
4	-	-	400	ビーカー	15	21	2.5	やや良い	○
5	-	-	600	ビーカー	24	28	2.5	やや良い	○
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	200	実機	38	46	1.5	やや良い	○

表-3 室内ジャーテスト結果

原水濁度(mg/ℓ)	200	500	1000	2000	3000
B案. 機械処理沈殿方式					
PAC(mg/ℓ)	150	150	150	150	150
高分子(mg/ℓ)	3	3	3	3	3
処理水 SS(mg/ℓ)	90	64	32	32	32
判定 SS≤25(mg/ℓ)	×	×	×	×	×
C案. 自然沈殿池方式+FX-982					
FX-982(mg/ℓ)	400	400	200	200	200
処理水 SS(mg/ℓ)	120	60	45	50	45
判定 SS≤50(mg/ℓ)	×	×	○	○	○

ぎることや湧水量が想定よりも多い場合がある等が考えられたため、以下の対策を行った(図-4、5参照)。

- ① 小規模な原水池(80m<sup>3</sup>)を設置追加した。
- ② 原水濁度を上げるため、返送汚泥(貯留池⇒原水池)用水中ポンプ(4吋)を追加した。
- ③ 滞留時間の延長のため、処理水を貯留池3,000m<sup>3</sup>⇒4,000m<sup>3</sup>⇒100m<sup>3</sup>と経由させ、沈降を促す方式とした。

#### (2) 日々の濁水管理と創意工夫

濁水処理は釜場の水替えと密接な関係にあるため、無線による連絡体制や夜間の緊急連絡体制を確立した。

また、休工日等で濁度が50以下の場合、分岐バルブよりショートカットし、高分子凝集剤の注入量の低減を図った(図-5参照)。

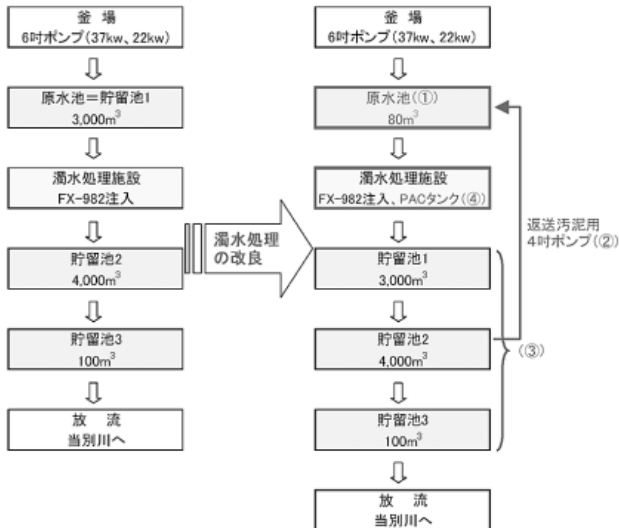


図-4 濁水処理の改良フロー

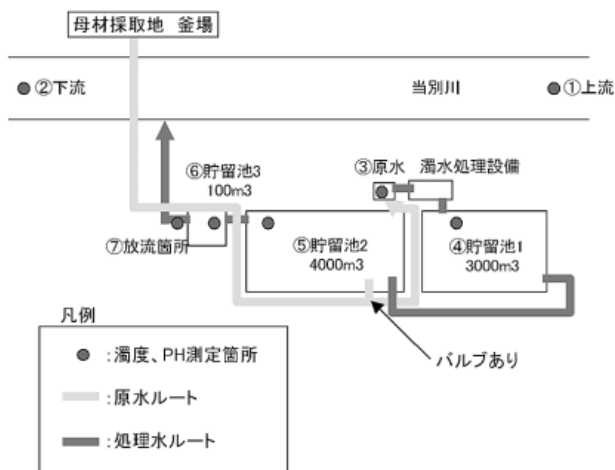


図-5 水質管理箇所図

高分子凝集剤の注入量は、使用数量を精算するため、以下の検査を定期的実施した。

- ・濁度、PHの測定（4回/日：24時間体制）
- ・処理水量（ $m^3/h$ ）の確認
- ・ポンプ稼動時間（h）の確認
- ・注入量200ppmの確認
- ・高分子凝集材の空袋の確認

今回、濁水処理施設は約1.5ヶ月間運転を行い、高分子凝集剤を23,120kg使用した。

#### 4. おわりに

今回の提案は、発注者に設計変更として認められた。また、全く同じ濁水管理方法で1工区⇒2工区⇒本体JVへと、引き継ぐことになった。こ



写真-2 濁水処理施設全景

れは、①自然沈殿方式を大きく変更できないこと、②漁業共同組合の工事排水に関する協議事項が、背景にあったためと思われる。

この提案を通じて以下の知見が得られた。

#### 【微細粒子を含んだ濁水の特性】

- ・濁度3,000の原水を100時間以上放置しても濁度500以下にならない。
- ・貯留池内に仕切りを設けても越流で、土粒子が再浮遊し、除去できない。
- ・濁度100～500程度の濁水は、高分子凝集剤のみでは凝集しにくい。

#### 【濁水処理について】

・掘削が進むにつれ、濁水の性状も変化するため、注薬量は現場ジャーテストにより、変更する必要がある。

・釜場のポンプと濁水処理施設の能力は、密接な関係にある。掘削工事をストップさせないためにも、『濁水発生量<ポンプ能力<濁水処理能力』の様に、余裕を持った設備とすることが必要である。

・今回の提案は高分子凝集剤の使用量が多く、薬品代がやや高いことがデメリットであった。今後は、PACとの併用により、薬品の添加量を抑制し、低濁度の濁水にも柔軟に適應できる設備とすることが望ましい。

・清水と濁水をできるだけ分離する工夫も、コスト縮減のために努力する必要がある。

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人日本ダム協会環境委員会編著：ダム建設工事における濁水処理，改訂版
- 2) 小林勲+今野昭三+岩崎光美-共著：建設工事における濁水・泥水の処理工法，改訂版