

昆陽池の浚渫と高圧薄層脱水システム によるリサイクル処理

窪原拓馬¹・松原博幸¹・笹本譲¹・吉田幸司¹・久野治道²・岩本茂²

¹株式会社 鴻池組 大阪本店 土木技術部 (〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1)

²株式会社 鴻池組 大阪本店 土木部 (〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1)

本工事は、水質汚濁が問題となっている兵庫県伊丹市の昆陽池において、水質浄化対策の一環として、底泥の浚渫および浚渫底泥の脱水処理・リサイクルを実施したものである。浚渫工事は、池水を抜けないという条件のなか、水深別に浚渫台船と泥上式バックホウを組み合わせることで効率よく施工できた。また、真空吸引圧送システムを用いることにより、濁りや悪臭を抑制して浚渫できた。浚渫底泥脱水処理工事では、高圧薄層脱水システムを用いることにより、浚渫底泥を高強度(コーン指数平均値：700kN/m²)な盛土材としてリサイクルすることができた。また、脱水ケーキの強度および放流水のpHは、処理期間通して管理基準を満足し、品質を確保した施工ができた。

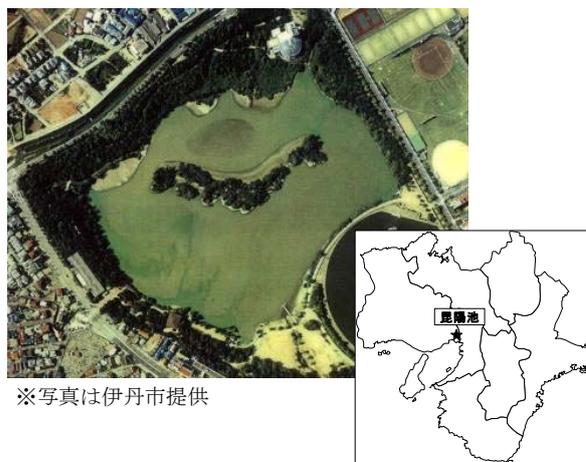
キーワード： 高圧薄層脱水システム、リサイクル、真空吸引圧送システム、昆陽池、湖沼の水質汚濁

1. はじめに

昆陽池は兵庫県伊丹市に位置し、面積約10.0ha、周長約1.6kmの池である(図-1参照)。奈良時代の僧、行基によって、灌漑用のため池として築造されたといわれ、かつては、ヒシやハスといった水草の宝庫であったが、その後池の一部が埋立てられるなどさまざまな変遷を経て、昭和47年の「昆陽池公園整備計画」により公園整備がなされ、現在の姿になった。市民の憩いの場として利用されるだけでなく、関西有数の渡り鳥の越冬地としても知られており、付近は鳥獣保護区の特別保護区に指定されている。

しかし、昭和50年代前半から水質の悪化がみられ始め、現在、夏場にアオコが大量発生するなど、富栄養化が進み、水質汚濁が問題となっている。昆陽池の水質は、過去10年間(昭和62年～平成8年)の平均値で、CODが25mg/L、SSが68mg/L、T-Nが2.6mg/L、T-Pが0.33mg/Lといずれの項目も環境基準(湖沼B類型およびⅤ類型)を超過している¹⁾。

そのため、伊丹市はこれまでに、水質浄化対策として、流入水源(井戸水)対策、給餌池の設置(給餌による汚濁負荷の分離・集約)を実施してきた。そして、今回、水質浄化対策の一環として、新たに、内部負荷低減を目的に底泥の浚渫を行なうことを決定した。



※写真は伊丹市提供

図-1 昆陽池の概観と位置

しかし、浚渫に伴って、大量の浚渫土が発生するため、これらを産業廃棄物として処分すると、コスト高となるだけでなく、産業廃棄物処分場への処分量の増加といった環境負荷も大きくなるという問題があった。

以上のことから、本工事では、水質浄化対策の一環として、内部負荷低減のために、底泥の浚渫を実施し、また、発生した浚渫底泥のリサイクルおよび工事コスト低減の目的で、高圧薄層脱水システムによる脱水処理を実施した。

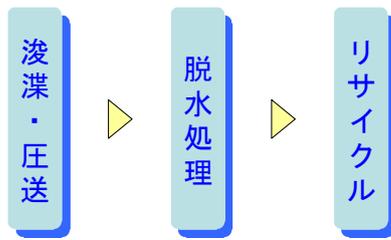


図-2 工事全体のフロー

表-1 主な工事数量

工期	平成15年12月～平成18年7月(約32ヶ月) (浚渫・脱水処理工事期間 :平成16年3月～平成18年2月)
浚渫底泥量	29,900m ³
脱水処理土量	17,300m ³

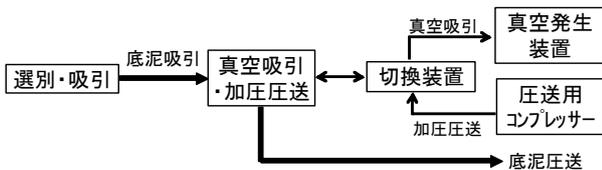


図-3 真空吸引圧送システム フロー



写真-1 真空吸引圧送システムの吸引口

2. 工事概要

図-2に本工事の全体フローを示す。本工事は、昆陽池の底泥を浚渫し、それを高圧薄層脱水処理システムにより処理し、処理後に発生する脱水ケーキを緑地の盛土材料としてリサイクルするというものである。本工事の工種は、底泥の浚渫工事と浚渫底泥の脱水処理の2つに大別される。表-1に主な工事数量を示す。

3. 浚渫工事

(1) 特徴

浚渫工事の施工にあたって、昆陽池は市民の憩いの場であるとともに、灌漑用で、また、水鳥も生息するため、水を抜かず、かつ、濁りや悪臭を抑える必要があった。そのため、濁り抑制対策として、台船にて浚渫を行なうエリアにおいて、真空吸引圧送

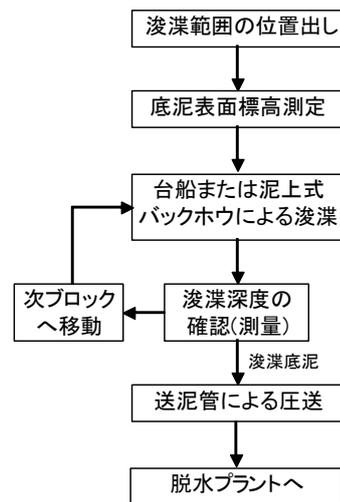


図-4 浚渫工事のフロー

システム(図-3、写真-1)を採用した。これは、コンプレッサーにより真空状態を発生させた真空ポンプにより底泥を吸引するものである。

また、通常、浚渫は台船にて施工するが、本工事では、台船が入れないエリアでは、泥上式バックホウにて施工した。これは、通常のバックホウのキャタピラ部分を水中作業仕様に改造したものである。

(2) 浚渫工事フロー

図-4に浚渫工事フローを示す。浚渫は池全体を10mメッシュにブロック分けし、ブロック単位で順に作業を行なった。

(3) 作業内容・結果

図-5に水深別の浚渫範囲を示す。浚渫は、水深85cm以上と水深85cm未満で、異なる施工方法を用いた。水深85cm以上のエリアは台船上にバックホウ(アタッチメントを吸引仕様にしたもの)と真空吸引圧送システムを設置した浚渫台船(写真-2)にて、水深85cm未満のエリアは台船が入れないため、泥上式バックホウと小型圧送船(写真-3)にて実施した。ただし、一部水面より突出した部分があったため、その部分については水面下10cmの位置まで、通常のバックホウにて陸上掘削した。泥上式バックホウによる作業では、濁りを抑制するために、注意深く掘削した。また、池の流出口にシルトフェンスを設置し濁水の流出も抑制した。

浚渫工事による施工量は、浚渫底泥量が29,900m³、浚渫深度は平均35cmであった。

施工にあたって、給餌池周辺は、渡り鳥が飛来する冬季は浚渫作業を避けなければならないという制約があったため、冬季に給餌池周辺を避けて作業で

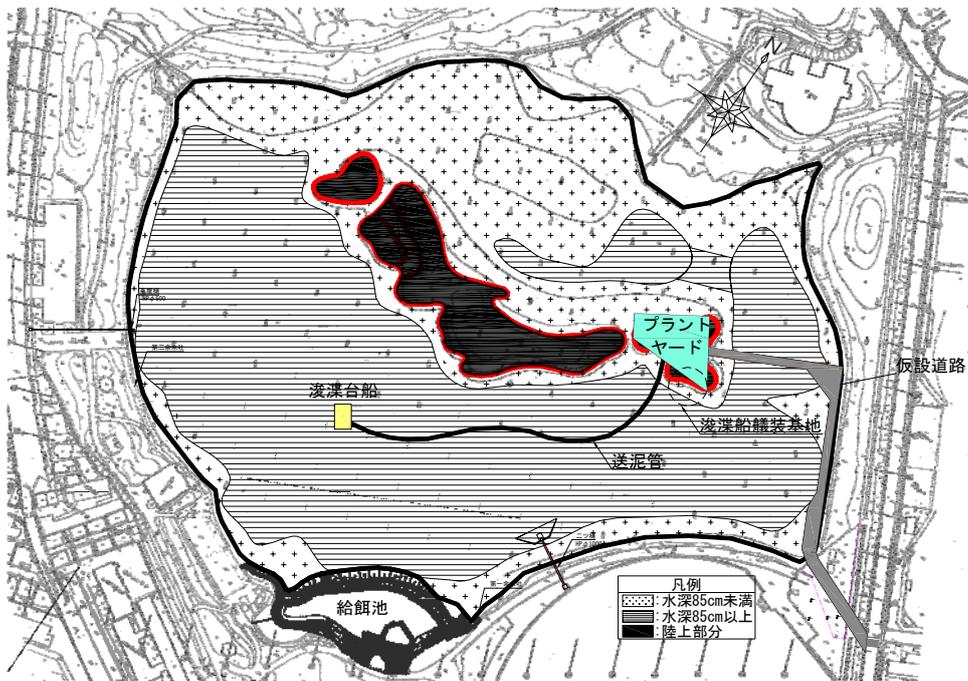


図-5 水深別浚渫範囲図



写真-2 浚渫台船(吸引能力：43.8m³/min.)



写真-3 泥上式バックホウ(バケット容量：0.7m³)
と小型圧送船

きるよう施工ブロックの順序を工夫して実施した。

浚渫作業全体としては、真空吸引圧送システムと泥上式バックホウを組合わせて用いたことにより、工程の大幅な遅れが発生することなく、順調に施工できた。このことから、事前の十分な工法検討がよい結果に繋がったと考えられる。

また、3.(1)節で述べたように濁りや悪臭を抑制する必要があったが、真空吸引圧送システムを採用することにより、濁りや悪臭を抑制して施工できた。

4. 底泥脱水処理工事

(1) 底泥脱水処理工事の特徴

本工事では、浚渫底泥の脱水処理工法として、高圧薄層脱水システムを採用した。また、施工スペースの制約上、高圧薄層脱水システムの設置は、池内の島の一部を活用した(図-5参照)。

(2) 高圧薄層脱水システムの概要

写真-4に高圧薄層フィルタープレス、図-6に高圧薄層脱水システムのシステムフローを示す。

本システムは、フィルタープレス機の濾室厚を、従来のフィルタープレス機(3cm)よりも1cm薄くするとともに、自動圧力制御された2段ポンプシステム(渦巻式充填ポンプおよび脱水圧力1.5Mpaのスライズ式打込ポンプ)により、短時間での大量処理と高強度の脱水ケーキの製造が可能である²⁾。製造された脱水ケーキは、コーン指数400kN/m²以上の強度が確保でき、第3種建設発生土として再利用が可能である。

(3) 脱水処理工事フロー

図-7に脱水処理工事のフローを示す。圧送された原泥は高圧薄層フィルタープレスにて脱水後、脱水



写真-4 高圧薄層フィルタープレス

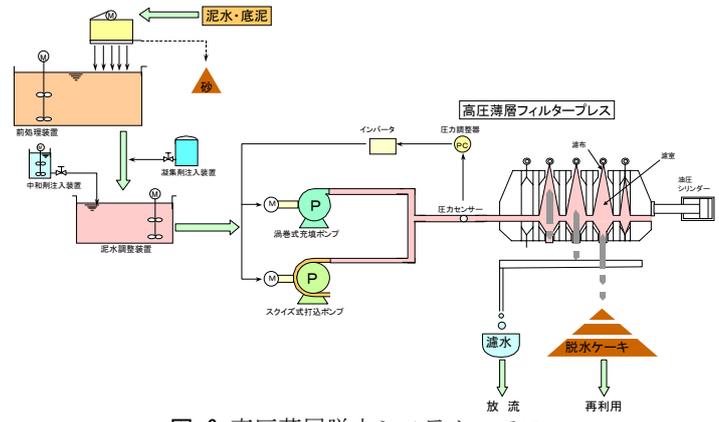


図-6 高圧薄層脱水システム フロー

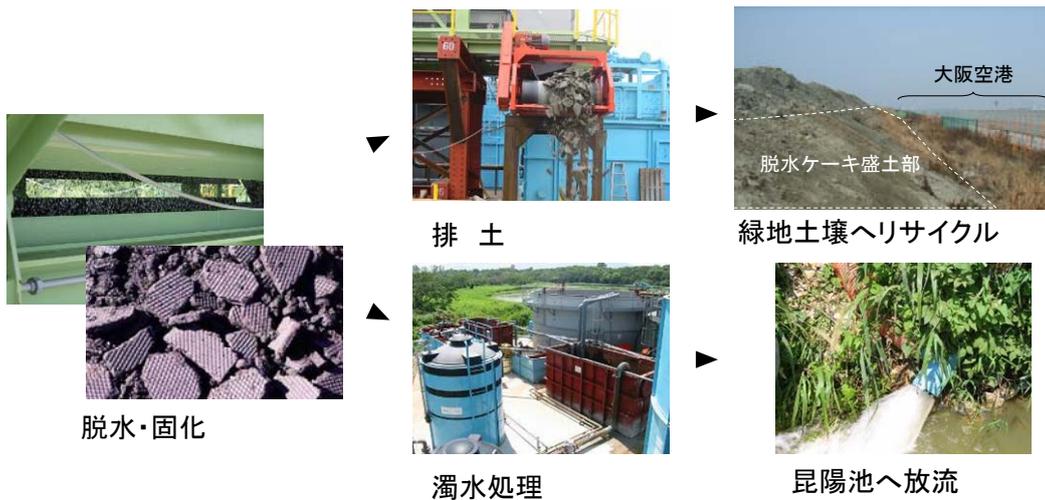


図-7 脱水処理工事フロー

ケーキはリサイクルされ、濾水は濁水処理後、放流される。

(4) 脱水処理プラント設備仕様

図-8に脱水処理プラント設備の配置図、表-2に主な設備の仕様を示す。本工事では、処理能力10.9m³/バッチ（1バッチ約2時間）の高圧薄層フィルタープレスを用いた。

浚渫した底泥は、まず、レキ取り槽に入り、振動篩い機を経て汚泥槽に貯留される。貯留された底泥は薬液混合スラリー槽にて、薬剤を混合した後、高圧薄層フィルタープレスに注入し、脱水処理される。脱水処理後、脱水ケーキは脱水処理土積場に排出される。濾水は、原水槽に貯留された後、濁水処理機・pH調整槽により処理され、処理水槽に貯留し、水質を確認した後、昆陽池へ放流する。

(5) 作業内容・結果

浚渫により送られてきた原泥を、凝集剤とpH調整のための消石灰を混合後、高圧薄層フィルタープレスで脱水した。脱水ケーキは、細かく粉碎した後、仮置きヤードへ排出され、大阪空港の公園緑地へ搬

出し、盛土材としてリサイクルした。脱水時に発生した水は、濁水処理後、水質を確認し、昆陽池へ放流した。

施工にあたり、本現場は都市公園であることから、作業時間は朝から夕方までという制約があった。また、脱水ケーキの搬出先である公園緑地の受入時間も同様の時間帯であった。さらに、公園の使用を継続しながらの施工であったため、本現場には脱水ケーキを仮置きする十分なヤードがなかった。

以上のことから、まず、1日に搬出できる脱水ケーキの量が制限されたとともに、脱水処理に遅れが生じた場合には、予定量の搬出が行なえず、工程の遅れが問題となることがあり、工程管理に注意を要した。

脱水処理工事による施工量は、脱水ケーキ製造量が約17,300m³(減容化率58%)、処理能力は平均約71m³/日、凝集剤添加量は平均6.1%、消石灰添加量は平均1.2%であった。

図-9、10に、脱水処理工事期間中の脱水ケーキのコーン指数および放流水のpHを、表-3に、原泥の含水比、脱水ケーキの含水比、コーン指数、放流水のpHの平均値、最小値、最大値を示す。図-9、10より、

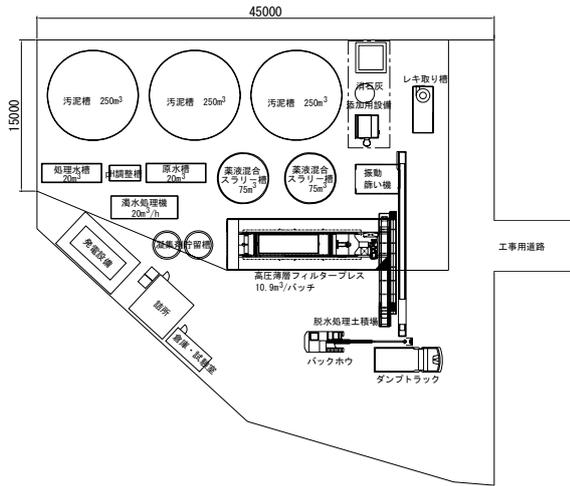


図-8 脱水処理プラント設備配置図

表-2 プラント設備 仕様

設備名称	仕様	数量
高圧薄層フィルタープレス	10.9m ³ /バッチ	1
充填ポンプ(渦巻式)	1.8m ³ /min., 1.0Mpa	1
打込ポンプ(スクイズ式)	0.5m ³ /min., 1.5Mpa	1
汚泥槽	250m ³	3
薬液混合スラリー槽	75m ³	2
凝集剤貯留槽	10.2m ³	2
消石灰水貯留槽	15m ³	1
原水槽	20m ³	1
濁水処理機	20m ³ /h	1
処理水槽	20m ³	1
脱水処理土 積場	10.9m ³	2

脱水ケーキの強度および放流水のpHは管理基準を満足しており、品質を保持して施工ができている。

表-3より、原泥の含水比の平均値は862%となっており、また、最小値と最大値の幅が大きい。一方、脱水ケーキの含水比の平均値は51.7%と原泥に比べ大きく減少している。また、脱水ケーキのコーン指数の平均値は700kN/m²で、最大で約1400kN/m²、最小で420kN/m²であった。

以上のことから、高圧薄層脱水システムにより、高含水比の浚渫底泥を十分に脱水し、かつ高強度のリサイクル土を製造することができた。また、それとともに、脱水ケーキや放流水の品質を保持した施工ができた。

5. おわりに

本工事は、水質浄化対策の一環として、内部負荷低減のために、底泥の浚渫を実施し、発生した浚渫底泥のリサイクルおよび処理コスト低減の目的で、高圧薄層脱水システムによる脱水処理を行なったものである。

浚渫工事においては、池水を抜けないという条件

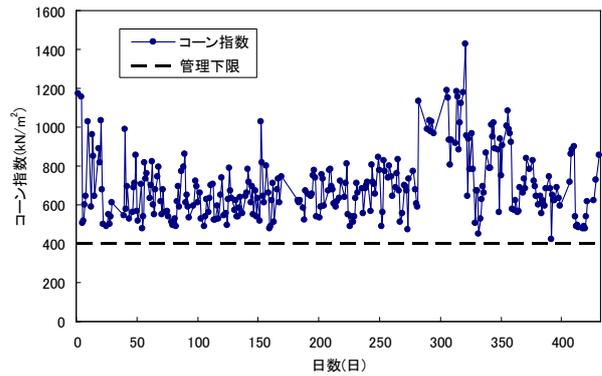


図-9 脱水処理期間中の脱水ケーキのコーン指数の変化

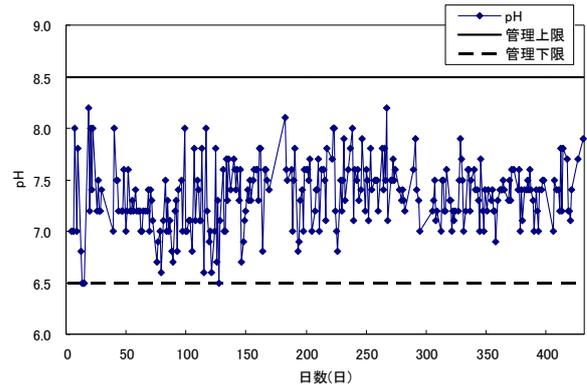


図-10 脱水処理期間中の放流水のpHの変化

表-3 脱水処理工 測定データ

	原泥		脱水ケーキ		放流水
	含水比(%)	含水比(%)	含水比(%)	コーン指数(kN/m ²)	pH
平均値	862	51.7	700	7.3	7.3
最小値	209	28.7	420	6.5	6.5
最大値	2952	81.3	1430	8.2	8.2
管理基準	-	-	400以上	6.5~8.5	6.5~8.5

において、台船と泥上式バックホウを組合わせた施工により効率を高め、計画工程に沿った安定的な施工を確保することができた。また、真空吸引圧送システムを用いることにより、悪臭や濁りを抑制でき、水鳥や灌漑水利用等へ影響を及ぼすことなく施工を進めることができた。

底泥脱水処理工事においては、高圧薄層脱水システムを用いることにより、大量の浚渫底泥を産業廃棄物として処分することなく、計画どおりの十分な強度を有する盛土材としてリサイクルすることができた。

また、本工事では、公園としての利用にできるだけ制限を与えずに地域の方々の理解を得ながら工事を進めることが大きな主眼であった。そのため、一般の方々や多くの学識者および環境に携わる技術者、とりわけ環境大臣にも見学評価いただく機会を得て、工事や高圧薄層脱水システムについて幅広く御意見をいただいた。その中で多くの方々から、脱水ケーキを手にとってみて臭いがしないことと強度があることについて、十分な評価をいただいた。

一方、今後、高圧薄層脱水システムが更に普及するために次のような課題も頂いた。1つ目としては、今回より少ない処理量のケースでも低コストで施工可能なシステムの検討である。2つ目としては、今回は、脱水ケーキの転用先を、行政機関に調整し探して頂いたが、転用先がない場合には、廃棄物となってしまう処理コストが生じるため、転用先の確保という点である。

高圧薄層脱水システムは、国土交通省(旧建設省)、先端建設技術センターと民間21社で開発され、平成10年に初めて実用化されてからすでに8年が経過している。これまで当社では、霞ヶ浦での実証試験を皮切りに、千葉県手賀沼や名古屋市堀川などの工事

に適用してきた。今後は、更なる検討を加え、規模の大小に関わらず、環境負荷低減の有効技術として益々活用を図りたい。

参考文献

- 1) 昆陽池浄化検討委員会：昆陽池浄化検討のまとめ，pp. 10, 1998.
- 2) 高圧薄層脱水システム自主共同研究会：泥水やヘドロの再生資源化を実現する高圧薄層脱水システム(パンフレット)