

# 土工事における濁水処理に関する研究 (第13報)

——OWS 工事の廃泥水の集中処理——

喜田大三 脇村典夫  
(本社 特殊工法部)  
阿部照男 辻博和  
(本社 特殊工法部)  
炭田光輝

## Studies on Muddy Water Treatment in Earthwork (Part 13) ——Concentrated Treatment of Slurry Discharged from Diaphragm Wall Construction Works——

Daizo Kita Norio Wakimura  
Teruo Abe Hirokazu Tsuji  
Mitsuteru Sumida

### Abstract

The Mud Press Method of the Filter-Pressing Type was developed in 1971 and that of the Roll-Pressing Type in 1975, and both have been adopted at many project sites. The volume of slurry discharged for treatment and the space available for carrying out treatment vary with each diaphragm wall construction site, and therefore, it had been desired for a treatment system to be developed for slurry discharged from a multiple number of sites to be collected and treated concentrated at one location. In response to this demand, a treatment center was set up in September 1979 and has been operating satisfactorily since then. The treatment method used at this center is the filter-pressing type and the average volume of discharged slurry treated is 38m<sup>3</sup> per day, the unconfined compressive strengths of filter-pressed cakes being 0.5 to 1.5 kgf/cm<sup>2</sup>.

### 概要

当社では、OWS 工事の廃泥水および各種土工事で発生する濁水を対象に、昭和46年にフィルタープレス方式、昭和50年にロールプレス方式の濁水処理工法 (Mud Press 工法) を開発し、幾多の現場で実績をあげてきた。さて、OWS 工事の各現場では、廃泥水の発生状況・廃泥水処理に使用できるスペース等はそれぞれ異なる。したがって、個別の現場を対象に廃泥水を処理するシステムに加えて、特に大都市では、多数の現場を対象に廃泥水を収集し、一括集中処理するシステムが望まれていた。そこで、当社では、東京都内及び周辺地区の OWS 工事で発生する廃泥水を対象とする集中処理センターを昭和54年9月に江東区に開設し、以来順調に稼働している。当処理センターの廃泥水処理方式はフィルタープレス方式であり、日当りの平均処理量は約 38 m<sup>3</sup>/day で、脱水ケーキの平均的性状は一軸圧縮強さで 0.5~1.5 kgf/cm<sup>2</sup> である。

### 1. はじめに

OWS・SOLETANCHE 工法では、掘削壁面の安定そして掘削土砂の運搬搬出の目的でポリマー泥水あるいはベントナイト泥水が使用されている。これらの泥水は一般に繰り返し使用する。しかし、地盤掘削時には掘削土などが、コンクリート打設時にはセメントが混入し、泥水の機能は低下し、泥水は使用できなくなる。このように劣化した泥水は廃泥水と呼ばれ、最終的に廃棄しなければならない。

最近、この廃泥水は産業廃棄物として法的規制を受け、中間処理あるいは最終処分できる場所が制限されているので、廃泥水は適切な処理を施したのち、廃棄しなければならなくなっている。

当社では、OWS 工事の廃泥水さらには各種土工事で発生する濁水を対象に、昭和46年にフィルタープレス方式<sup>1)2)</sup>、昭和50年にロールプレス方式<sup>3)4)</sup>による各種濁水の処理工法 (Mud Press 工法) を開発し、以来幾多の現場で処理実績をあげている。

ところで、OWS 工事現場における廃泥水の発生期間

は長期のものもあれば短期のものもある。しかも、その全発生量さらには日当りの発生量は工事規模・施工方法・使用泥水の種類・土質などによって大きく異っている。また現場によっては、廃泥水を処理するスペースが確保できないところもある。

そこで、各現場で発生する廃泥水を確実に、しかも経済的に処理するためには、現在採用している個々の現場を対象にした廃泥水処理システムに加えて、多数の現場を対象にして廃泥水を収集し、一括して処理するシステムの確立が叫ばれていた<sup>5)</sup>。当社では、昭和54年9月に東京都江東区に廃泥水の集中処理センターを開設し、以来、東京都内および周辺地区の OWS 工事で発生する廃泥水を一括集中処理している。

この報告では、集中処理センターにおける廃泥水処理システムならびに処理実績を紹介する。また、廃泥水処理に関連する法規制の実態も紹介する。

## 2. 廃泥水処理に関連する法規

廃泥水処理に関連する法規の体系を図-1に示す。法規制は大きく廃棄物に関するものと水質に関するものとに大別され、以下にその内容を述べる。

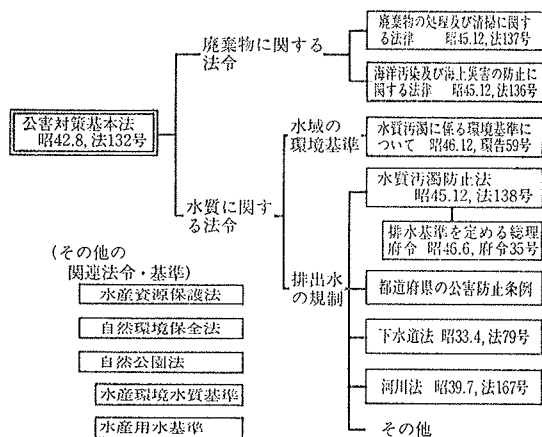


図-1 廃泥水処理に関する法体系

### 2.1. 廃棄物に関する規制

「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」によれば、産業廃棄物とは、「事業活動によって生じた廃棄物のうち、占有者が自ら、利用し、又は他人に有償で売却できないために不要になったもの」とされている。そして、OWS 工事などで発生する廃泥水は、厚生省環境衛生局環境整備課長通知の「地下鉄の工事現場等から排出される含水率が高く、粒子の微細なでい状のものにあっては、無機性の汚でいとして取り扱うものであること」により、産業廃棄物として取り扱う必要がある。

一般に、廃泥水の見終処分方法は埋立処分であり、上

記の法律によれば含水率を85%以下にすれば処分可能である。しかし、運搬途中さらには処分地における生活環境の保全および公衆衛生の向上に支障をきたさないようにするためには、含水率を85%以下にしても不可能なことが多く、いわゆる中間処理を行わねばならない。

この中間処理後の性状について現在法的規制はないが、千葉県環境部生活環境課の「建設基礎工事から発生する汚でいの処理の指針」によれば、「おおむね含水率30%以下または一軸圧縮強さ 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上」という数値がある。この数値は、大阪市において宅地造成路床などの埋立材料と認める基準として採用されている数値でもある。この一軸圧縮強さ 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上という数値は、今後検討を要するが、現段階において廃泥水処理目標として遵守すべき数値ではないかと思われる。

### 2.2. 水質に関する規制

特定施設を設置する工場・事業所から公共用水域に排出する水については、「水質汚濁防止法」による排水基準(国の一律基準)に、また公共下水道もしくは流域下水道に排出する水については、「下水道法」による基準に、それぞれ適合しなければならない。したがって、廃泥水を処理する場合、これらの規制を遵守する必要がある。両法による基準のうち、廃泥水処理に関連する項目について抜粋して表-1に示す。なお、公共用水域への排出水の基準については、上記の国の一律基準に代えて、都道府県の公害防止条例によってさらに厳しい基準(上乘せ基準)が定められていることがあり、配慮する必要がある。

項目	法律等		政令等		都道府県の公害防止条例(一例)				
	下水道法	水質汚濁防止法	下水道法施行令	排水基準を定める総理府令	東京都(排水量500m <sup>3</sup> /日未満)	江戸川多摩川・荒川・利根川・利根川水城	荒川・利根川・利根川水城	堀川水城	東京湾水城
pH	—	5~9	—	海以外5.8~8.6 海 5~9	—	—	—	—	—
SS	mg/l	600	200	—	50	160	90	160	—
BOD	mg/l	600	160	—	25	90	70	—	—
COD	mg/l	—	160	—	—	—	—	—	90
ノーヘキサン抽出物	鉱油	mg/l	5	5	5				
	動植物油	mg/l	30	30	30				

表-1 水質汚濁防止に関する基準 (一部)

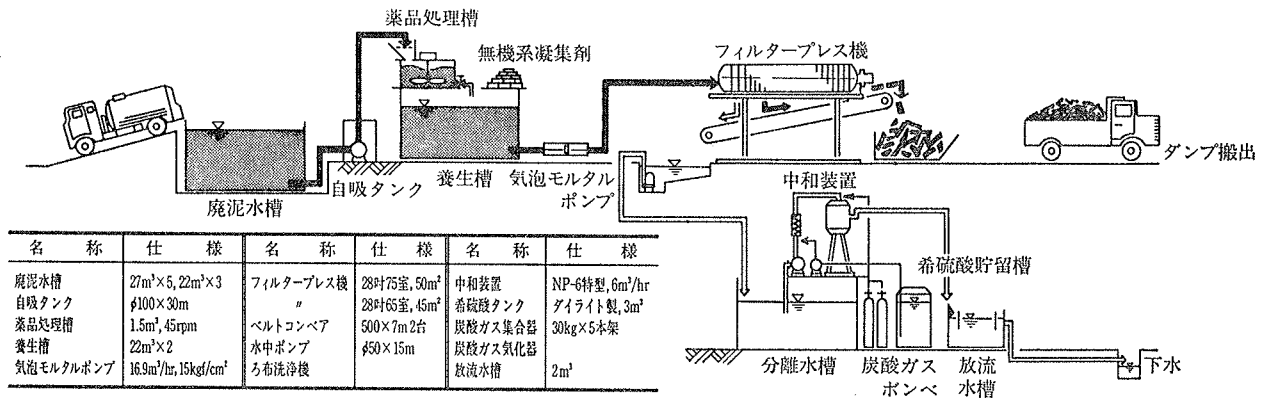
## 3. 集中処理センターにおける廃泥水処理

### 3.1. 集中処理センターの概要

- (1) 場 所: 東京都江東区千石町1-8
- (2) 敷地面積: 約 2,400 m<sup>2</sup>(うち処理ヤード約 500 m<sup>2</sup>)
- (3) 処理能力: 約 800 m<sup>3</sup>/month, 約 40 m<sup>3</sup>/day
- (4) 処理方式: フィルタープレス方式

### 3.2. 廃泥水処理システム

集中処理センターにおける廃泥水処理のフローを図-1



図一2 集中処理センターにおける廃泥水処理システム

2に示す。処理状況を写真一1, 2に示す。

東京都内および周辺地区の OWS 工事で発生する廃泥水はバキューム車あるいはコンテナ車で集中処理センターへ送られ、廃泥水槽 (180 m<sup>3</sup> 容) に貯泥される。

廃泥水槽内の廃泥水を自吸タンク (サンドポンプ φ100, 30 m) で薬品処理槽に送り、槽の入口部でスクリーン (目開 8 mm) によって土砂および木片などを除去する。薬品処理槽 (1.5 m<sup>3</sup> 容) で、廃泥水に所定量の無機系凝集剤 (消石灰) を加え、廃泥水中の土粒子を凝集させる。凝集した廃泥水は養生槽 (40 m<sup>3</sup> 容) で養生する。

つぎに、養生槽の底部から気泡モルタルポンプ (16.3 m<sup>3</sup>/hr, 15 kgf/cm<sup>2</sup>) で廃泥水を引抜き、フィルタープレス機 (28吋75室, 28吋65室各1台) に送り、5~7 kgf/cm<sup>2</sup> の泥水圧で加圧脱水する。所定泥水量を送泥後、ろ室を開枠し、脱型した脱水ケーキを一度排土コンテナに受け、この脱水ケーキをダンプによって民間の土捨場へ排出処分する。

加圧脱水時に発生した分離水は一度分離水槽に貯水する。分離水槽の上澄水を中和装置の自吸ポンプで吸水し、中和装置 (NP-6 特型, 6 m<sup>3</sup>/hr) において、希硫酸および炭酸ガスで pH 調整し、放流水槽で水質をチェックしたのち、処理水を下水道へ放流する。

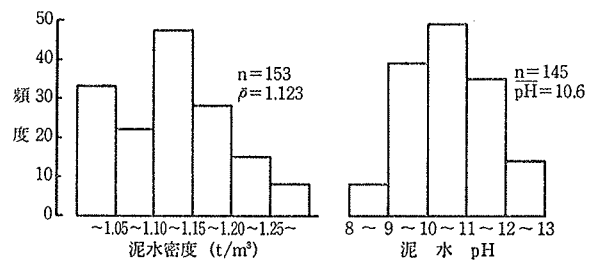
### 3.3. 処理実績

#### 3.3.1. 廃泥水の搬入状況 昭和54年9月から昭和55

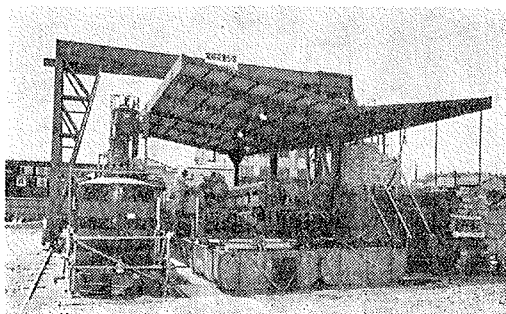
年7月までに、当集中処理センターに搬入された総廃泥水量は約 2,700 m<sup>3</sup> である。廃泥水を搬入した OWS 工場の現場は16現場で、この16現場の OWS 工事規模の合計は、壁面積で約 43,000 m<sup>2</sup> 掘削土量で約 32,000 m<sup>3</sup> である。

上記の16現場の使用泥水はすべてポリマー泥水で、掘削機は KELLY 掘削機である。廃泥水量の掘削土量に対する割合が約9%と低かったことは、従来の調査結果<sup>2)</sup> 6~16%とも一致し、各現場から搬入された廃泥水の大部分が掘削工事終了後の残余泥水であったこととも対応する。

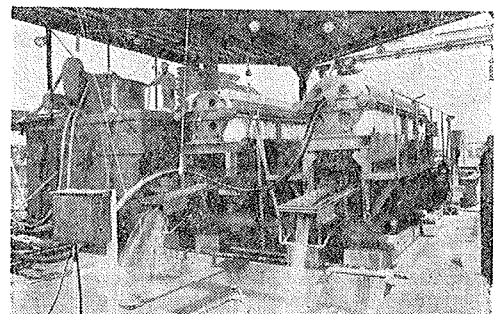
3.3.2. 処理廃泥水の性状 処理する際の廃泥水の性状を図一3に示す。密度は 1.02~1.28 t/m<sup>3</sup> と広範囲に分布した。一般に、ポリマー泥水の密度に関する使用管理基準は 1.01~1.15 t/m<sup>3</sup> とされており、廃泥水の密度範囲はこれを大幅に上まわるものであった。これは、搬



図一3 処理廃泥水の性状



写真一1 集中処理センター全景



写真二 フィルタープレス機による脱水

入廃泥水が約 180 m<sup>3</sup> 容の廃泥水槽で一度静置貯泥されるため、泥水中のシルト分が沈降分離したことによると思われる。ところで、処理廃泥水の平均密度は 1.123 t/m<sup>3</sup> であり、上述のポリマー泥水の使用管理基準内の数値である。このことは、搬入された廃泥水の大部分が各現場の掘削工事終了後の残余泥水であったことからもうなずける。

廃泥水の砂分率は、特に図示しないが、0.5~7%と低く、砂分濃度に換算すると 0.7~10%であった、したがって、廃泥水中の固形分当りの砂分量は10~15%と低く、処理した廃泥水中の固形体のほとんどはシルト、粘土分の細粒分であった。

また、泥水の pH も 8.2~12.6 と広範囲に分布したが、大部分は 9.0~12.0 であった。

**3.3.3. 凝集剤の効果** 無処理の廃泥水をそのまま加圧脱水した場合、密度 1.10 t/m<sup>3</sup> で造壁性試験の脱水量が 4~10 ml の泥水についての一例を図-4 に示すように、脱水ケーキのろ過比抵抗  $\alpha$  m/kg は 10<sup>12</sup> のオーダーであり、含水率50%の脱水ケーキを得るまでの脱水時間は2~6時間を要する。

そこで、処理センターでは、従来の実績を生かして、脱水促進剤として無機系凝集剤の消石灰を添加している。消石灰の添加効果を図-5 に示す。消石灰の添加量とともに、脱水ケーキのろ過比抵抗・脱水時間は減少し、消石灰を 10~15 kg/m<sup>3</sup> 添加することによって、ろ過比抵抗は 4~5 × 10<sup>11</sup> m/kg に、脱水時間は40~50分まで減

少している。また、図-5 に併記したように、消石灰添加後の養生は加圧脱水にとって非常に有効である。すなわち、添加量が 7.5 kg/m<sup>3</sup> の場合、添加直後の脱水では脱水時間が約60分であるのに対して、添加後12時間養生したのちの脱水では脱水時間が約45分に減少している。しかし、添加量が 12.5~15 kg/m<sup>3</sup> の場合には、この養生効果は少なくなっている。

以上図-4, 5 には密度 1.10 t/m<sup>3</sup> の泥水についてのみの結果を示したが、泥水の密度さらにはその他の性状の差異により消石灰の添加効果は多少異なる。当処理センターでは泥水性状の差異により消石灰添加量を10~12.5 kg/m<sup>3</sup> の範囲で適宜管理している。

**3.3.4. フィルタープレス機の処理能力** 処理センターでは、廃泥水の処理能力として 40 m<sup>3</sup>/day を確保すべく、ろ室容積 0.75 m<sup>3</sup> と 0.65 m<sup>3</sup> のフィルタープレス機を各 1 台設置している。ろ室容積 0.75 m<sup>3</sup> のフィルタープレス機の処理能力算定表を表-2 に示す。表からも明らかのように、廃泥水密度の大小にかかわらず、0.75 m<sup>3</sup> のフィルタープレス機で 3.4 m<sup>3</sup>/hr の廃泥水を処理可能である。

廃泥水の密度 $\rho_s$	1.05t/m <sup>3</sup>	1.10t/m <sup>3</sup>	1.15t/m <sup>3</sup>	備考
脱水ケーキの密度 $\rho_c$ (含水率)	1.45t/m <sup>3</sup> (50%)	1.45t/m <sup>3</sup> (50%)	1.45t/m <sup>3</sup> (50%)	
1バッチ当りの送泥水量 $Q_s$	6.75m <sup>3</sup>	3.38m <sup>3</sup>	2.25m <sup>3</sup>	$0.75 \times \frac{\rho_c - 1.00}{\rho_s - 1.00}$
1バッチ当りの脱水ケーキ量 $Q_c$	0.75m <sup>3</sup>	0.75m <sup>3</sup>	0.75m <sup>3</sup>	
1バッチ当りの分離水量 (送泥水量に対する割合)	6.00m <sup>3</sup> (0.89)	2.63m <sup>3</sup> (0.78)	1.50m <sup>3</sup> (0.67)	$\frac{Q_s - Q_c}{Q_s}$
1バッチ当りの送泥時間 $T_s$	105min	45min	25min	
1バッチ当りの開弁雑作 業時間 $T_c$	15min	15min	15min	
1バッチ当りの総作業 時間	120min	60min	40min	$T_s + T_c$
時間当りの処理量	3.4m <sup>3</sup> /hr	3.4m <sup>3</sup> /hr	3.4m <sup>3</sup> /hr	$Q_s \times \frac{60}{T_s + T_c}$

表-2 ろ室容積 0.75 m<sup>3</sup> のフィルタープレス機の処理能力算定

つぎに、処理センターの日当り(実働7時間)の廃泥水処理量を図-6 に示す。図からも明らかのように、処理プラントをフル稼働した場合の当処理センターの最大処理能力は 60~75 m<sup>3</sup>/day であることが判明した。

また、処理センターへの廃泥水の搬入状況の変動から、

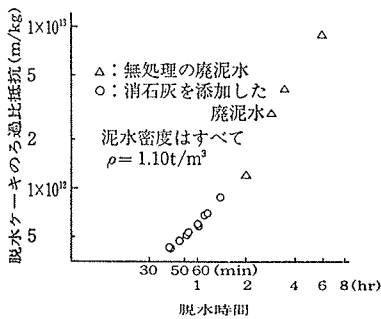


図-4 廃泥水の脱水時間とろ過比抵抗

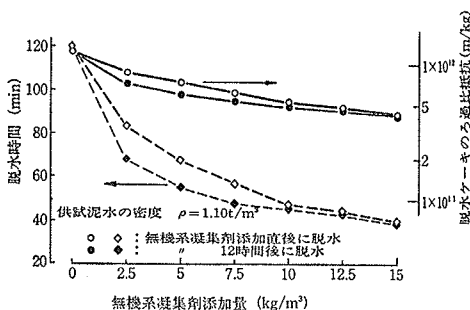


図-5 消石灰の脱水促進効果

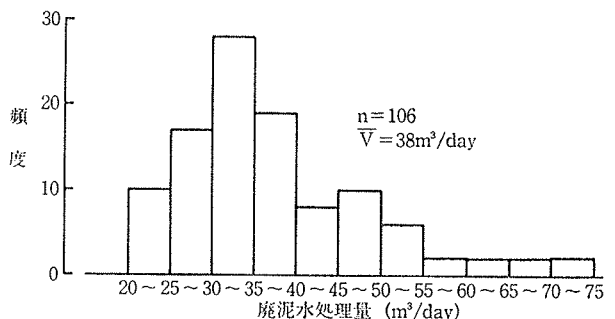


図-6 処理センターの廃泥水処理量

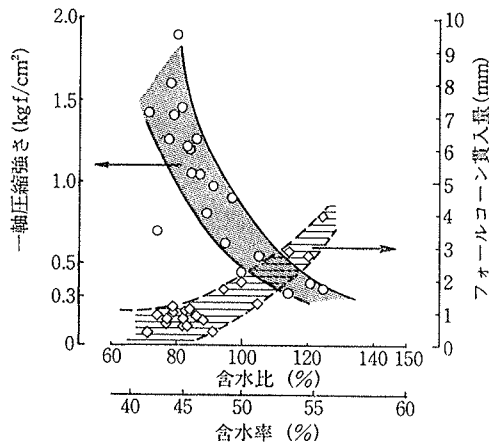


図-7 脱水ケーキの性状

処理プラントが常時稼動していたとは言い難いが平均処理量は 38 m<sup>3</sup>/day であり、ほぼ当初の目標を満たすことができた。

**3.3.5. 脱水ケーキの性状** 脱水ケーキの性状を図-7に、また脱水ケーキの発生状況を写真-3に示す。図に示したデータは一週間のデータであるが、脱水ケーキの一軸圧縮強さは 0.3~2.2 kgf/cm<sup>2</sup> の範囲にあり、大部分は 0.5~1.5 kgf/cm<sup>2</sup> の強さを示した。この値は2.1で述べた「千葉県の建設基礎工事から発生する泥での処理の指針」において中間処理の条件として設定されている数値「0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上」を満足するものである。

ところで、筆者らが脱水ケーキの性状を現場において簡易に判定する方法として採用しているフォールコーン(先端角60度・コーン質量60g)の貫入量は0.5~4.0 mmであった。既報で報告したように、ロールプレス方式で脱水された脱水ケーキのフォールコーン貫入量は大略3~8 mmである。このことから、フィルタープレス方式で脱水された脱水ケーキの性状はロールプレス方式のそれに比べて非常に良好であることが分かる。

また、脱水ケーキの含水率は45~55%、含水比は80~120%であった。脱水ケーキの含水状態は泥水性状言い換えれば含有固形分の性状によって大きく影響されるので、単に数値の大小で論じることができない。そこで、脱水ケーキの含水比を脱水ケーキの液性限界と比較して

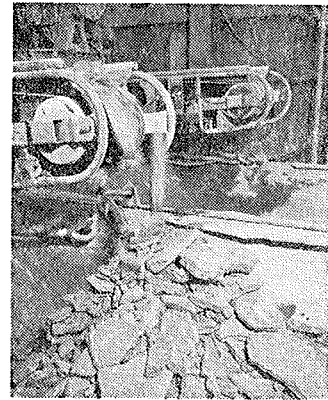


写真-3 脱水ケーキの発生状況

みる。脱水ケーキの液性限界は115~130%であったことから、フィルタープレス方式で脱水された脱水ケーキの含水比はその液性限界より低く、その液性指数(含水比-塑性限界/液性限界-塑性限界)は0.7~0.9の範囲にあると考えてよからう。

**3.3.6. 放流水の性状** フィルタープレス機から発生する分離水のpHは12~12.5である。そこで、処理センターでは、まず希硫酸で一段中和しpHを10前後に落したのち、さらに炭酸ガスで二段中和しpHを6~8に処理している。中和後の水のSS濃度は50~70 mg/l以下と清澄であり、問題なく下水道に放流できている。参考までに、放流水の水質分析の結果を表-3に示しておく。

#### 4. あとがき

以上、東京および周辺地区のOWS工事の廃泥水を収集し、集中処理している処理センターの処理システムとその実績を紹介した。

集中処理センターとしては決して規模の大きなものではないが、建設会社で独自の処理センターを持っているのは当社だけである。監督官庁など関係各界もこの成果に注目しており、当集中処理センターの活動の意義は非常に大きいと確信している。

#### 参考文献

- 1) 喜田, 斎藤: 大林組技術研究所報, No. 9, (1974), pp. 111~115
- 2) 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 17, (1978), pp. 86~89
- 3) 喜田, 辻: 大林組技術研究所報, No. 15, (1977), pp. 95~97
- 4) 喜田, 辻, 炭田: 大林組技術研究所報, No. 21, (1980), pp. 120~124
- 5) 喜田, 脇村, 辻: 第23回土質工学シンポジウム, (1978), pp. 75~82

項目	採取日時	12/20		
		12/19 14:00	10:25	14:30
一般項目	pH	6.60	7.35	6.85
	SS	12	53	22
	BOD	40	54	42
	COD	30	42	32
	n-ヘキサン	0.5	0.2	0.5
有害項目	Cd	—	0.01>	—
	CN	—	0.05>	—
	Org-P	—	0.001>	—
	Pb	—	0.24	—
	Cr <sup>6+</sup>	—	0.02>	—
	As	—	0.02>	—
	T-Hg	—	0.0005>	—
	Ar-Hg	—	0.0005>	—
PCB	—	0.0003>	—	

表-3 放流水の水質