

021

土 木 研 究 所 資 料

建設工事における泥水処理計画の
システム化に関する研究

昭和61年 3 月

建設省土木研究所
機械施工部施工研究室

Copyright © 1986 by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

建設工事における泥水処理計画の システム化に関する研究

施工研究室 嶋 津 晃 臣^{*1}

見 波 潔^{*2}

岩 瀬 真 二^{*3}

^{*1} 施工研究室長、^{*2} 施工研究室研究員、^{*3} 施工研究室

要 旨

本研究は、泥水を用いる掘削工事から排出される廃泥水の処理計画を合理的に作成することを目的とし、そのための計画システムについて検討したものである。本研究では、種々の条件下で泥水の脱水試験を行い、脱水特性に影響を及ぼす要因を整理するとともに、その結果を利用して計画システムの構築を行った。さらに、計算事例を通して本システムが有効に機能することを確認した。

キーワード：泥水処理、加圧脱水、ろ過、計画システム

ま え が き

建設工事をとりまく諸条件はますます厳しいものとなっており、特に環境対策は重要不可欠なものになっている。本研究では建設工事における泥水処理問題を取りあげ、その合理化に向けての検討を行った。

泥水シールド工法や場所打ち杭工法、地下連続壁工法などの泥水を用いる工法から排出される泥水は何らかの処理を施して処分されるが、その処理にあたっては以下に示すような点を考慮する必要がある。

- (1) 泥水処理に対する外的な制約条件を満足すること。
- (2) 泥水処理のレベルと処理費用の間にトレードオフ関係があるため、費用・便益を考慮して適切な処理方式を選ぶこと。

このような背景のもとで、本研究は泥水の処理特性に及ぼす諸要因の分析を行い、この結果をふまえて合理的な泥水処理計画を立案するための計画システムを開発した。本報告書はこれら一連の研究成果をとりまとめたものである。

なお、本研究は昭和58年度から昭和60年度までの3年間にわたり建設機械開発調査費により実施したものである。

昭和61年3月

機械施工部施工研究室 室 長 嶋 津 晃 臣
研究員 見 波 潔
技 官 岩 瀬 真 二

目 次

まえがき

1. 研究目的	1
2. 建設工事における泥水処理	2
3. 泥水の脱水特性に関する要因分析	4
3.1 概 要	4
3.2 ろ過試験	4
3.2.1 試験方法	4
3.2.2 試験ケース	5
3.2.3 泥水の物性試験	7
3.3 試験結果	8
3.3.1 泥水の物性試験結果	8
3.3.2 ろ過試験結果	10
3.4 要因分析	20
3.4.1 脱水特性に影響を及ぼす要因の一次分析	20
3.4.2 泥水の性状が脱水特性に及ぼす影響の分析	24
3.4.3 脱水ケーキの含水比とろ過時間の関係	25
3.4.4 凝集剤の種類・添加量が脱水特性に及ぼす影響の分析	27
3.4.5 泥水の単位体積重量、泥水量が脱水特性に及ぼす影響の分析	31
3.5 ろ過試験結果のまとめ	32
4. 泥水処理計画のシステム化	34
4.1 システム化の目的	34
4.2 泥水処理計画システム	34
4.2.1 基本的な考え方	34
4.2.2 計画作成のプロセス	36
4.2.3 システム構成	38
4.3 泥水処理計画システムの適用例	46
5. 結 論	56
参考文献	57
付 録（プログラムリスト）	61

1. 研究目的

市街地等の地下工事では場所打ち杭工法や地下連続壁工法、泥水シールド工法など泥水を用いる工法が採用されることが多い。これらの工事から排出される廃泥水は、そのままの状態では廃棄処分されると河川の汚濁や下水道の閉塞などの問題を引き起こすことになるため、その処分については厳しく規制されている。すなわち、泥水状態の汚泥は産業廃棄物として規定されており、適切な処理・処分が義務付けられている。このため、大量の泥水を使用する工事では現場内で泥水を処理する必要が生じ、脱水機を中心とした泥水処理設備を設けることが多い。

従来、泥水処理計画の作成は施工計画に基づく廃泥水の量と各種処理設備の能力とのバランスによって決定する方法が採られている。しかしながら、このような方法のみでは以下に述べるような点において不十分であることが指摘される。

- ① 泥水の処理特性に影響を及ぼす要因が数多くあるにもかかわらず、それらが系統的には考慮されていないこと。
- ② 泥水処理計画の立案にあたっては数多くの計画代替案が検討対象となるが、それらを体系的に列挙、比較することが困難なこと。

近年、泥水処理に要する費用の工事費全体に占める割合は決して小さいものではないことから、従前にも増して綿密に泥水処理計画を検討する必要性が生じている。そこで、本研究では合理的な泥水処理計画の立案手法を提示することを目的として次のような研究を行った。

- ① 泥水の処理特性に影響を及ぼす要因を分析・整理するとともに、その結果を泥水処理計画の立案に利用する方法を明らかにする。
- ② 泥水処理計画の立案プロセスを一つのシステムとしてとらえ、計画代替案の列挙および比較を体系的に行えるようにする。その結果をパソコンを用いた「泥水処理システム」として提示する。

研究の概略的な手順を図1-1に示す。

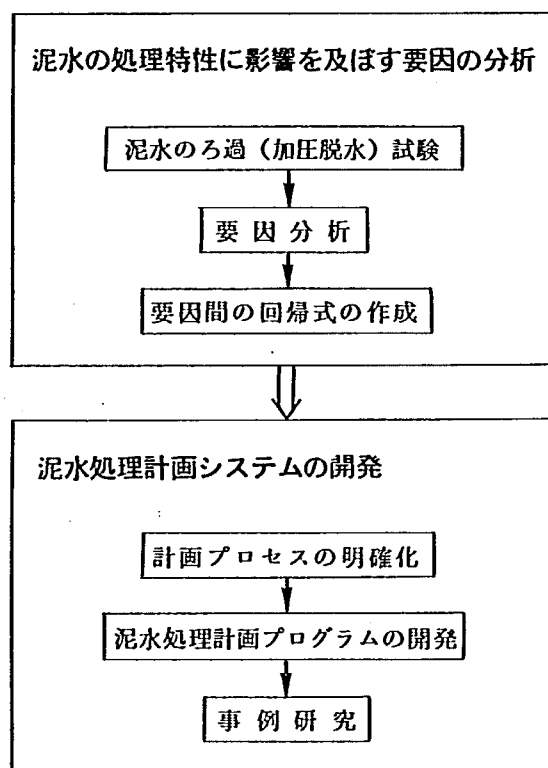


図1-1 研究フロー

2. 建設工事における泥水処理

本研究で対象とする泥水は、掘削工法において孔壁の崩壊を防ぎ、地下水を抑え、また工法によっては掘削土砂の輸送、搬出に使用する目的で人工的に作成したものである。泥水をくり返し使用していると、泥水中の固体粒子が増加して比重が大きくなったり、pHが高くなったりして性能が低下し、掘削能率が低下するので必要に応じ廃棄する。また余剰となって廃棄することもあり、これらを廃棄(廃)泥水という。本研究でいう「泥水処理」とは、このような廃泥水の処理を意味している。

建設工事における泥水処理の方式には次のようなものがある。

(1) 直接廃棄処分法

産業廃棄物運搬・処理業者に委託し、処分する。

(2) 現場内処理法

現場内で廃棄泥水を処理するもので、主な方法としては固液分離（主に脱水）による方法と全体固型化による方法がある。一般に泥水量が多い場合、固液分離の方法が採用される。

(2-1) 固液分離による方法

固液分離処理法にはいくつかのシステムがあるが、泥水工法において主に採用されているのは化学的処理と機械脱水である。

① 化学的処理

廃棄泥水中の微粒子を薬品によってフロック化し、水との分離を容易にする。薬剤は数種の組み合わせで用いる。一般には無機凝集剤を加え、ベントナイトや粒細子の電荷の中和および凝結を行い、さらに粒子を粗大化するために有機高分子凝集剤を添加し、造粒あるいは団粒化を行う。これらの薬剤の添加ならびに混合方法についてはそれぞれの機能を効果的に発揮するため、処理システムによって機構が異なっている。使用する薬剤は、泥水性状によって異なるため事前に凝集テストを行い有効な薬剤の選定を行う。

システムは一次、二次脱水からなっているのが一般的である。一次脱水は薬剤によって分離された水を除去するものであり、二次脱水はさらにフロックを機械的な力によって強制的に脱水する。

分離された水は下水道や河川などに放流されることになるが、その際にはpH、SSなど放流先の水質基準を満足するものでなければならない。

② 機械的脱水

機械的な加圧力、真空力、遠心力などによってフィルター（ろ布、ろ板など）を通して脱水するものであり、比較的粒径の大きい土砂に効果がある。フィルタープレス、ベルトプレス、真空ろ過機、遠心デカンタなどがあるが、泥水処理に単独使用した実施例は少なく、化学的処理後の二次脱水に使用されている。

(2-2) 全体固型化処理

泥水に固化剤を添加し、全体を固型化する。

一般に現場内処理では化学的処理と機械的脱水を組合せることが多いことから、本研究においてもこの方式を対象に取り上げることとした。

次に、泥水処理方式を選定する際に考慮しなければならない基本的な項目を列挙すると、以下に示すような項目がある。

a) 現場条件

- ① 現場スペース
- ② 処理期間
- ③ 廃泥水の発生量と発生期間
- ④ 廃泥水の性状

b) 地理的条件

- ① 市街地か郊外か
- ② 処分地の有無（距離、公有地か私有地か）
- ③ 排水管の有無、経路

c) 処理条件

- ① 処理能力
- ② 経済性
- ③ 安全性、メンテナンス

3. 泥水の脱水特性に関する要因分析

3.1 概 要

建設工事（主に掘削工事）における泥水処理の方法にはいろいろなものがあることは2章に示したとおりであるが、本研究では加圧脱水による処理を中心とした処理方式を取り上げることとした。

合理的な泥水処理計画を立案するためには、泥水の脱水特性と処理条件との関係を把握しておく必要がある。そこで本研究では種々の条件下でろ過（加圧脱水）試験を行い、脱水特性に関連する要因の分析を行った。分析の対象となる要因は次の2つに大別される。

- ① 泥水の性質に関するもの
- ② 脱水機械や凝集剤など処理条件に関するもの

要因分析の基本方針として、分析結果を4章に述べる計画システムに利用することに主眼を置くこととし、試験結果を統計的に処理して要因関連を明らかにすることとした。

3.2 ろ過試験

3.2.1 試験方法

ろ過試験の方法を以下に示す。

(1) 泥水の作成

シルトおよびベントナイトを水に懸濁させ、所定の単位体積重量の泥水を作成した（以下、シルト泥水、ベントナイト泥水という）。なお、シルト泥水はクレイサンドの砂分を200メッシュ（ $74\mu\text{m}$ ）のふるいにより除去してから作成した。

(2) ろ過試験器

試験に使用したろ過試験器は、内径76.2mm、高さ120mmのステンレス製円筒である。図3-1にろ過試験器の略図を示す。

(3) ろ過試験方法

ろ過試験は次の手順で実施した。

- ① 凝集剤の10%溶液を調整する。
- ② 泥水を500mlビーカーに所定量分取し、所定量の凝集剤を添加して手動により混合、撹拌する。

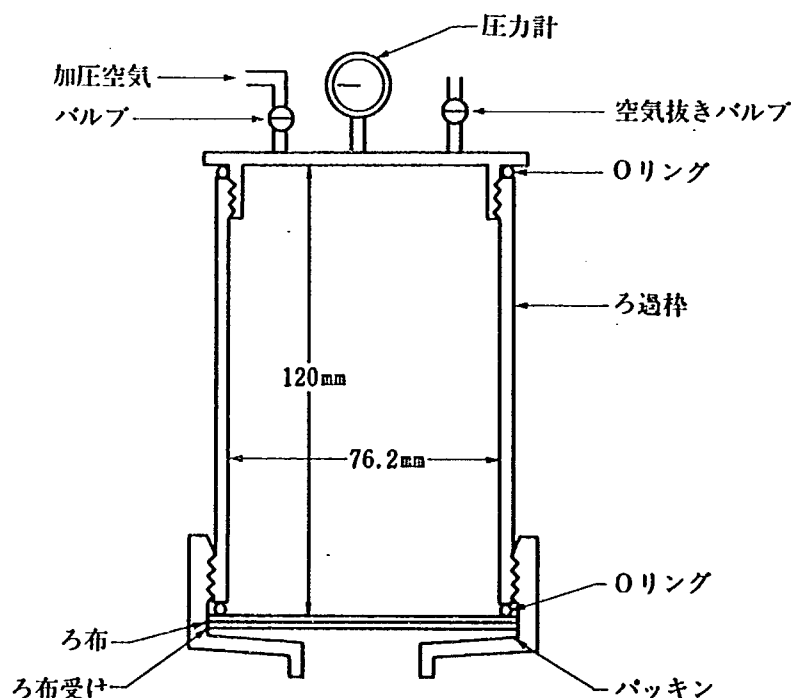
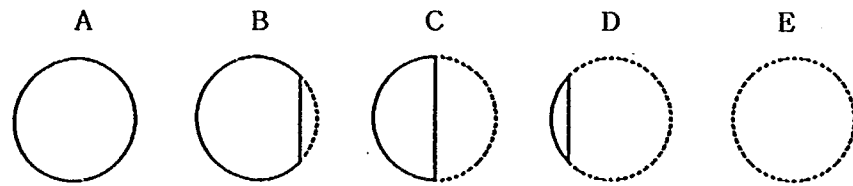


図3-1 加圧ろ過試験器

- ③ 所定のろ布を試験器底面に装着し、泥水を試験器内に移し入れ、加圧ポンプにより所定の圧力を加える。
- ④ 加圧開始とともに所定時間毎のろ液量を測定する。測定時間は加圧開始後15, 30秒, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60分を基準とするが、ろ液量に応じて適当と思われる時間を追加あるいは削除した。
- ⑤ 加圧空気の漏出、あるいはろ液の出なくなった時点を脱水終了時とし、加圧時間およびろ液量を測定、記録する。
- ⑥ 加圧を解除し、脱水ケーキを試験器から静かに取り出す。このときろ布からの剥離状況を監察、記録する。なお、剥離状況は下記の5段階表示とした。



(注) 実線部分がきれいに剥離できた部分を示す。

- ⑦ 取り出した脱水ケーキのケーキ厚、湿潤重量、乾燥重量、含水比を測定する。
- ⑧ ろ液のSSを測定する。なお、測定方法はJIS K 0102 (19891) のGFP法を用いた。

3.2.2 試験ケース

(1) 試験条件の設定

泥水の脱特性に影響を及ぼすと考えられる要因として本研究では次の7要因を抽出した。

- ① 泥水中の土粒子の粒度分布
- ② 脱水機のろ布の種類
- ③ 脱水機に加圧力
- ④ 泥水の単位体積重量
- ⑤ 単位ろ過面積当りの泥水処理量
- ⑥ 凝集剤の種類
- ⑦ 凝集剤の添加量

これらの要因と脱水特性の関連を調べるために、以下のように試験条件を設定した。

- ① 泥水中の土粒子の粒度分布が脱水特性に及ぼす影響を調べるために、シルトとベントナイトを所定の比率で混合した泥水を11種類作成した。シルトとベントナイトの混合比を表3-1に示す。
- ② 脱水特性はろ布の種類の影響を受けると考えられるため、ろ過試験には表3-2に示す3種類のろ布を用いた。これらは一般に使用されている脱水機に装着されているもので、材質はポリプロピレン、織り方は綾織である。
- ③ 加圧力については一般に使用されている脱水機の仕様から、表3-3に示す3種類を設定した。

表 3-1 泥水の種類 (シルトとベントナイトの混合比)

ケース番号	シルト(%)	ベントナイト(%)
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90
11	0	100

表 3-2 ろ布の種類

ケース番号 (枝番)	通気量 ($\text{cc}/\text{min}/\text{cm}^2$)	厚さ (cm)	名 称
A	800	0.98	P 8 5 1
B	600	1.52	P 8 9 2
C	400	1.06	P 8 6 6

表 3-3 加圧力

ケース番号 (枝番)	加圧力 (kgf/cm^2)
X	8.0
Y	6.0
Z	4.0

- ④ 泥水の濃度が脱水特性に及ぼす影響を調べるために、ここでは表 3-4 に示す 4 種類の単位体積重量に泥水を調整し、ろ過試験を行った。
- ⑤ 単位ろ過面積当りに脱水する泥水量と脱水特性の関係を調べるために、1 回のろ過試験に使用する泥水量を表 3-5 に示す 4 通りに設定した。

表 3-4 泥水の単位体積重量

ケース番号 (枝番)	単位体積重量 (gf/cm^3)
0	1.06 (1.05)
1	1.11 (1.10)
2	1.16 (1.15)
3	1.21 (1.20)

注) 表中の値は試験に用いた泥水の単位体積重量を示す。カッコ内は泥水作成時に目標とした値である。

表 3-5 泥水の使用量

ケース番号 (枝番)	使用量 (g)
0	50
1	100
2	200
3	300

注) 1 回のろ過試験に使用した泥水量を示す。

- ⑥ ろ過試験用泥水に混合する凝集剤として表 3-6 に示す 4 種類を用いた。これらは通常の泥水処理において最も使用頻度の高い凝集剤である。
- ⑦ 凝集剤の添加量によって脱水特性が異なってくることは容易に予想される。本試験では影響の程度を調べるために 7 段階の添加量を設定して試験を行った。表 3-7 に凝集剤添加量の条件を示す。

表 3-6 凝集剤の種類

ケース番号 (枝番)	凝集剤の種類
0	無添加
1	塩化第二鉄: FeCl_3
2	硫酸アルミニウム: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
3	消石灰: $\text{Ca}(\text{OH})_2$
4	ポリ塩化アルミニウム (PAC)

表 3-7 凝集剤の添加量

ケース番号 (枝番)	凝集剤添加量 (mg/L)
0	0
1	1000
2	2000
3	4000
4	8000
5	12000
6	16000

(2) 試験ケース

以上に示した試験条件を組合せることによって試験ケースを設定した。

なお、7つの要因について全ての条件を組合せて試験を行うと膨大なケース数となるため、本研究ではシリーズⅠ、Ⅱ、Ⅲに分けて表3-8に示すケースについてろ過試験を実施した。

表3-8 試験ケース

	泥水の種類	ろ布の種類	加圧力	泥 水		凝 集 剤		試験ケース数
				単位体積重量	使用量	種 類	添加量	
シリーズⅠ	1	A B C	X Y Z	1	1	0	0	9
						1 4	1 3 4 5	72
	11	A B C	X Y Z	1	1	0	0	9
						1 4	3 4 5 6	72
シリーズⅡ	1	A	Y	1	1	0	0	11
	11					1 2 3 4	2 3 4 5	176
シリーズⅢ	1	A	Y	0	1	0	0	1
				1 2 3	1 2 3	0	0	9
	2 4	A	Y	0	1	0	0	2
				1 2 3	0 1 2	0	0	18
	6	A	Y	0	0	0	0	9
				1 2	1 2			

(合計 388 ケース)

3.2.3 泥水の物性試験

3.2.2に示した11種類の泥水について表3-9に示す物性試験を行い、泥水の性状を表す指標を得ることとした。

なお、固形分の採取は、泥水を遠心分離(3,000rpm, 30分間)した後、風乾して行った。

表中に示す加圧ろ過試験は3.2.1に示した方法で行ったもので、下水道試験法による整

表3-9 泥水の物性試験項目

試 験 名	試 験 方 法
比重試験 (固形分について)	J I S A 1202
粒度試験 (固形分について)	J I S A 1204 および光透過法
液性限界試験 (固形分について)	J I S A 1205
塑性限界試験 (固形分について)	J I S A 1206
粘度試験 (泥水について)	下水試験法 第7章 (付)
加圧ろ過試験 (泥水について)	下水試験法 第7章第29節2

理方法に従ってルースのろ過定数KおよびCを求めた。ろ過定数の求め方は以下のとおりである。

- ① ろ液量V (cm) とろ過時間 θ (s) の測定結果を、横軸にV、縦軸に θ/V をとり作図する。
- ② この図より、直線の傾きaおよび縦軸の切片bを読みとる。
- ③ 下式より定数K、Cを求める。

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{K} = a \\ \frac{2C}{K} = b \end{array} \right\} \dots\dots\dots (3.1)$$

3.3 試験結果

3.3.1 泥水の物性試験結果

ろ過試験に用いた11種類の泥水の物性試験結果を表3-10に、粒度試験結果を図3-2に示す。

泥水の種類と各物性値との関連を図示したのが図3-3～図3-5である。これらの図から次のような特徴をみることができる。

① 中央粒径 (50%粒径)

ベントナイトの混合比率が50%を越えるとJIS A 1204の方法では精度よく中央粒径を求めることが困難となった。なお、光透過法の結果によると、ベントナイトの混合比率が高くなるにつれて中央粒径が小さくなる傾向を確かめることができた。

② 液性限界、塑性限界、塑性指数

液性限界、塑性限界ともにベントナイト混合率が高くなるに従い大きな値、すなわち含水比が高くなる傾向を示し、必然的に塑性指数も大きくなっている。

表3-10 泥水の物性試験結果

項目 試験番号	比 重	粘 度 分 布	中 央 粒 径 (μm)		液 性 限 界 (%)	塑 性 限 界 (%)	塑 性 指 数	粘 度 (cP)	ケーキ 比抵抗 $\times 10^{11}$ (cm^2/g)	ルースのろ過定数	
			J I S 法	光透過 法						K (cm^6/s)	C (cm^3)
1	2.306	別 紙 の 通 り	22.0	7.8	38.3	16.9	21.4	7.1	4.05	31.3	5.48
2	2.338		13.5	5.1	65.9	17.7	48.2	7.3	70.7	1.76	4.47
3	2.365		6.9	3.7	90.0	19.6	70.4	7.7	180	0.682	3.54
4	2.398		5.0	3.6	116.3	21.7	94.6	8.4	311	0.389	2.73
5	2.412		3.7	3.5	145.1	24.9	120.2	9.8	509	0.233	2.11
6	2.444		—	3.1	181.4	29.8	151.6	17.7	687	0.169	1.70
7	2.474		—	2.7	224.6	30.9	193.7	35.8	930	0.121	1.31
8	2.493		—	2.6	258.6	31.6	227.2	93.3	1190	0.0921	1.05
9	2.521		—	2.5	295.7	36.7	259.0	282	1350	0.0774	0.824
10	2.553		—	2.4	342.0	45.3	296.7	954	1720	0.0604	0.661
11	2.581		—	2.1	393.2	59.3	333.9	4120	1870	0.0542	0.477

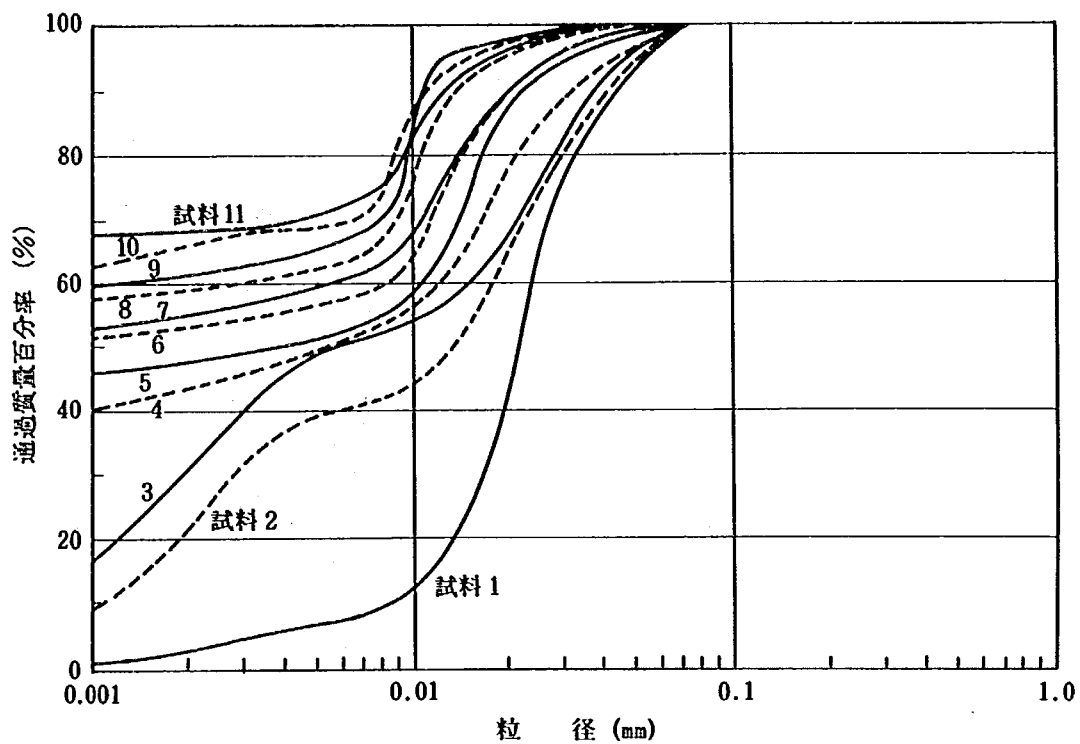


図 3 - 2 粒度試験結果

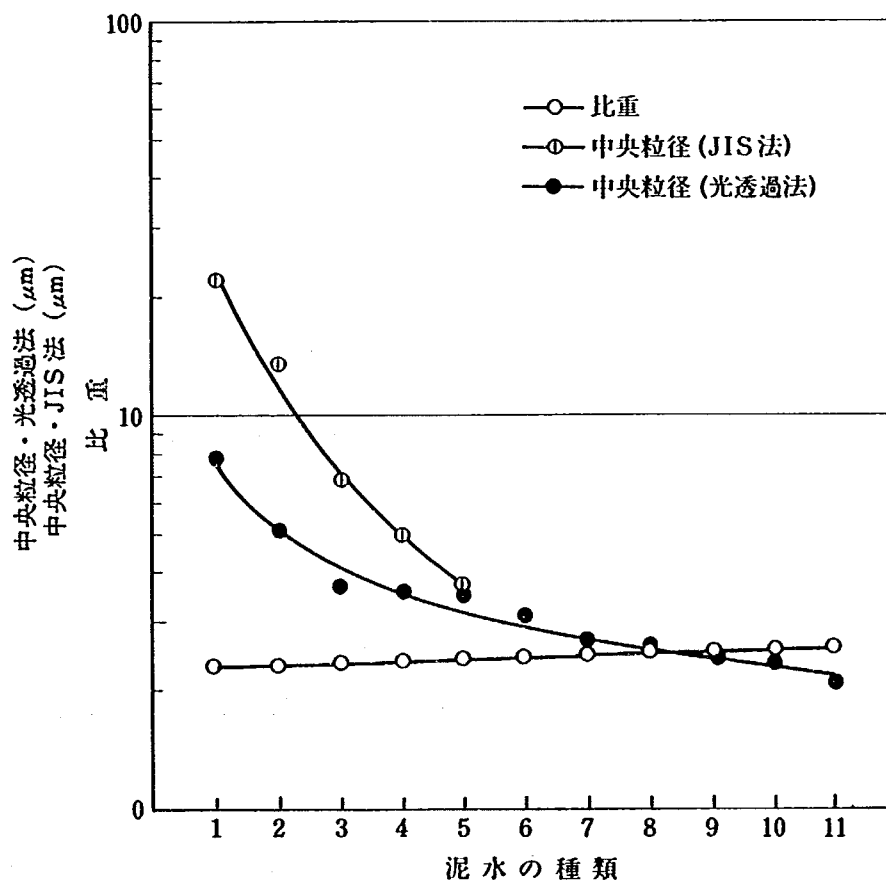


図 3 - 3 泥水の種類と物性との関係 (その 1)

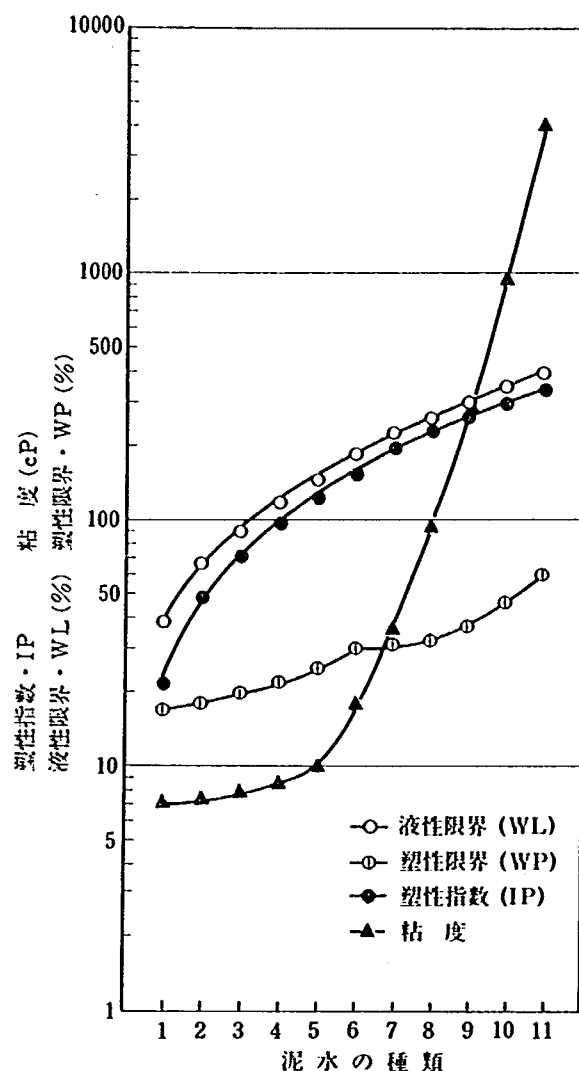


図3-4 泥水の種類と物性との関係(その2)

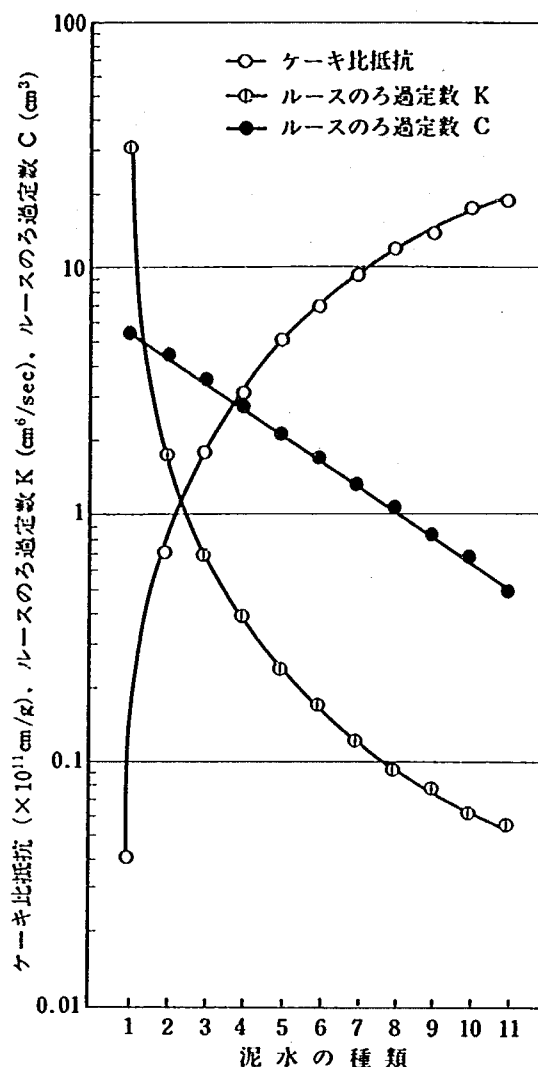


図3-5 泥水の種類と物性との関係(その3)

③ 粘度

泥水の粘度は、ベントナイト混合率が50%未満では7.1~9.8 CPと変化が少ないが、ベントナイト混合率が50%以上となると急激に大きくなる傾向を示している。

④ ケーキ比抵抗、ルースのろ過定数(K, C)

ケーキ比抵抗は、ベントナイト混合率の少ない部分では混合率の増加にともなって急激に増加しており、土粒子の粒度構成に対してかなり敏感な指標といえる。

ルースのろ過定数K, Cはベントナイト混合率が大きくなるにつれて小さくなる傾向を示し、ろ過速度がベントナイト混合率の影響を大きく受けることがうかがえる。

3.3.2 ろ過試験結果

シリーズIの試験結果を表3-11に、シリーズIIの試験結果を表3-12に、シリーズIIIの試験結果を表3-13に示す。

なお、表中のろ過速度は次式で求めたものである。

$$V = \frac{W}{t \cdot A} \dots\dots\dots (3.2)$$

ここに、V：ろ過速度 ($kg/m^2/h$)

W：ろ過終了時の脱水ケーキの乾燥重量 (kg)

t：ろ過終了までの時間 (h)

A：ろ過面積 (m^2)

である。

表3-11(1) ろ過試験結果(シリーズI)

泥水の 種 類	凝集剤 の種 類	ろ布の 種 類	加圧力 (kgf/cm ²)	凝集剤 添加量 (mg/l)	加 圧 時 間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剥 離 性	ろ過速度 kg m ² ・h
						湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (cm)	量 (ml)	S S (mg/l)		
シルト	PAC	A	4	0	32	95.07	21.3	27.1	74.82	10.8	407	222	A	30.36
				1000	22	96.03	23.3	30.4	73.66	11.3	411	139	A	43.84
				4000	17	96.89	23.7	31.1	73.83	11.4	426	99	A	56.87
				8000	18	99.10	24.6	32.6	74.72	11.7	444	165	A	54.36
				12000	16	98.48	24.8	33.0	74.06	11.7	462	178	A	60.61
			6	0	60	92.06	21.4	27.2	72.36	10.7	406	1242	A	5.79
				1000	24	98.05	24.0	31.6	74.52	11.3	407	155	A	0.66
				4000	21	97.80	24.3	32.1	74.03	11.4	424	134	A	6.16
				8000	18	96.15	24.6	32.6	72.50	11.0	444	232	A	2.74
				12000	16	96.00	24.2	31.9	72.77	11.0	463	105	A	9.56
			8	0	53	91.26	19.8	24.7	73.19	10.9	399	108	A	18.08
				1000	29	96.97	23.1	30.0	74.57	10.8	400	139	A	33.67
				4000	21	95.39	22.3	28.7	74.12	10.6	413	84	A	46.22
				8000	17	95.09	22.8	29.5	73.41	10.6	434	148	A	56.55
				12000	13	94.15	22.6	29.2	72.87	10.4	451	191	A	73.40
		B	4	0	65	91.74	20.9	26.4	72.57	10.7	408	1719	A	14.62
				1000	29	94.52	24.3	32.1	71.55	11.1	413	3721	A	32.31
				4000	29	98.39	24.0	31.6	74.78	11.6	426	781	A	33.77
				8000	23	96.07	24.1	31.8	72.92	11.2	443	2342	A	41.52
				12000	17	100.25	25.5	34.2	74.69	11.8	464	314	A	57.53
			6	0	48	88.62	21.7	27.7	69.39	10.7	409	6915	A	18.93
				1000	25	95.05	23.4	30.5	72.81	11.1	410	1347	A	38.14
				4000	23	97.03	24.2	31.9	73.55	11.0	424	1376	A	41.87
				8000	14	95.82	24.4	32.3	72.44	11.2	449	592	A	67.76
				12000	14	96.28	23.4	30.5	73.75	11.1	464	677	A	68.98
			8	0	43	89.46	20.0	25.0	71.57	10.0	407	163	A	21.80
				1000	32	94.94	25.0	33.3	71.20	10.8	406	616	A	29.14
				4000	24	96.94	25.7	34.6	72.03	11.6	426	626	A	39.30
				8000	17	96.51	23.8	31.2	73.31	11.2	440	795	A	56.46
				12000	26	94.38	27.4	37.7	68.52	10.9	465	1895	A	34.51
		C	4	0	52	95.91	22.2	28.5	74.61	10.7	409	71	A	18.79
				1000	21	97.41	23.8	31.2	74.23	11.1	413	128	A	46.29
				4000	17	97.60	24.1	31.8	74.08	11.3	424	78	A	57.06
				8000	13	98.32	24.7	32.8	74.03	11.7	442	431	A	74.56
				12000	13	99.37	25.0	33.3	74.52	12.0	465	92	A	75.06
			6	0	41	94.12	20.9	26.4	74.44	10.8	404	120	A	23.77
				1000	22	97.91	24.0	31.6	74.41	11.5	402	296	A	44.29
				4000	17	99.19	24.4	32.3	74.99	11.5	422	54	A	57.76
				8000	13	98.39	24.6	32.6	74.19	11.6	442	368	A	74.73
				12000	20	97.61	24.2	31.9	73.99	11.4	462	522	A	48.44
			8	0	57	93.18	20.7	26.1	73.89	10.3	407	94	A	16.97
				1000	22	96.62	23.1	30.0	74.30	11.2	413	212	A	44.22
				4000	18	97.65	23.8	31.2	74.41	11.3	425	365	A	54.13
				8000	20	96.99	23.5	30.7	74.20	11.6	442	398	A	48.58
				12000	13	97.73	23.8	31.2	74.47	11.6	461	503	A	75.01

表3-11(2) ろ過試験結果(シリーズI)

泥水の 種類	凝集剤 の種類	ろ布の 種類	加圧力 (kgf/cm ²)	凝集剤 添加量 (mg/l)	加 圧 時 間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剥離 性	ろ過速度 kg m ² ・h
						湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (cm)	量 (ml)	S S (mg/l)		
シルト	FeCl ₃	A	4	0	32	95.07	21.3	27.1	74.82	10.8	407	222	A	30.62
				1000	56	94.71	21.3	27.1	74.54	10.8	411	179	A	17.43
				4000	73	92.80	19.7	24.5	74.52	10.5	428	215	A	13.37
				8000	68	93.74	20.5	25.8	74.52	10.7	448	175	A	14.35
				12000	79	93.55	20.1	25.2	74.75	10.3	467	212	A	12.39
			6	0	60	92.06	21.4	27.2	72.36	10.7	406	1242	A	15.79
				1000	55	92.83	19.7	24.5	74.54	10.5	412	221	A	17.75
				4000	35	92.49	19.3	23.9	74.63	10.3	427	250	A	27.92
				8000	51	93.38	20.3	25.5	74.42	10.2	446	145	A	19.11
				12000	88	92.58	19.9	24.8	74.16	10.3	467	219	A	11.04
			8	0	53	91.26	19.8	24.7	73.19	10.9	399	108	A	18.08
				1000	45	92.35	20.4	25.6	73.51	10.0	402	167	A	21.39
				4000	49	91.97	19.2	23.8	74.31	10.0	424	403	A	19.86
				8000	68	91.37	20.1	25.2	73.00	9.8	444	606	A	14.06
				12000	71	91.98	20.5	25.8	73.11	10.6	464	349	A	13.48
		B	4	0	65	91.74	20.9	26.4	72.57	10.7	408	1719	A	14.62
				1000	41	94.44	21.7	27.7	73.95	10.6	417	1416	A	23.62
				4000	48	92.97	19.9	24.8	74.47	10.3	431	1810	A	20.32
				8000	68	93.18	20.4	25.6	74.18	10.5	452	1692	A	14.28
				12000	97	92.79	19.5	24.2	74.70	10.3	467	853	A	10.08
			6	0	48	88.62	21.7	27.7	69.39	10.7	409	6915	A	18.93
				1000	34	91.86	20.3	25.5	73.21	10.2	413	1182	A	28.20
				4000	38	92.12	21.3	27.1	72.50	10.0	427	1398	A	24.98
				8000	66	91.67	19.2	23.8	74.07	10.2	446	747	A	14.70
				12000	76	89.69	19.3	23.9	72.38	10.0	468	2587	A	12.47
			8	0	43	89.46	20.0	25.0	71.57	10.0	407	163	A	21.80
				1000	37	90.41	21.5	27.4	70.97	10.2	416	2309	A	25.12
				4000	42	88.84	18.4	22.5	72.49	9.9	430	2965	A	22.60
				8000	55	90.23	19.9	24.8	72.27	10.1	454	1559	A	17.21
				12000	79	88.94	18.4	22.5	72.38	9.9	473	3262	A	12.00
		C	4	0	52	95.91	22.2	28.5	74.61	10.7	409	71	A	18.79
				1000	58	95.38	21.4	27.2	74.97	10.8	410	66	A	16.93
				4000	68	92.28	19.3	23.9	74.47	10.6	429	448	A	14.34
				8000	61	92.67	19.2	23.8	74.87	10.5	446	136	A	16.07
				12000	78	92.18	19.9	24.8	73.84	10.6	466	104	A	12.40
			6	0	41	94.12	20.9	26.4	74.44	10.8	404	120	A	23.77
				1000	48	93.54	20.4	25.6	74.45	10.5	412	52	A	20.31
				4000	52	92.11	19.1	23.6	74.52	10.4	427	117	A	18.77
				8000	70	92.10	18.6	22.9	74.97	10.4	449	285	A	14.02
				12000	62	93.09	20.2	25.3	74.29	10.6	469	148	A	15.69
			8	0	57	93.18	20.7	26.1	73.89	10.3	407	94	A	16.97
				1000	43	93.53	19.9	24.8	74.92	10.4	413	174	A	22.82
				4000	50	94.80	20.2	25.3	73.94	10.4	424	101	A	19.36
				8000	69	92.37	19.0	23.5	74.82	10.3	447	517	A	14.20
				12000	84	91.77	18.5	22.7	74.79	10.3	468	88	A	11.66

表3-11(3) ろ過試験結果(シリーズI)

泥水の 種類	凝集剤 の種類	ろ布の 種類	加圧力 (kgf/cm ²)	凝集剤 添加量 (mg/l)	加圧 時間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剥離 性	ろ過速度 kg m ² ・h
						湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (cm)	量 (ml)	S S (mg/l)		
ベント ナイト	PAC	A	4	0	2160	3304	58.4	140.4	13.74	5.1	61.0	1449	A	0.08
				4000	1480	31.14	55.3	123.7	13.92	4.4	65.0	254	A	0.12
				8000	600	38.66	61.7	161.1	14.81	6.0	67.5	575	A	0.32
				12000	394	35.75	59.2	145.1	14.59	5.7	74.5	161	A	0.48
				16000	148	43.80	67.6	208.6	14.19	7.4	72.5	254	A	1.26
			6	0	1500	35.83	58.7	142.1	14.80	5.1	61.5	1629	A	0.13
				4000	1260	31.89	54.3	118.8	14.57	4.3	67.0	639	A	0.15
				8000	619	35.23	58.2	139.2	14.73	5.0	66.0	58	A	0.31
				12000	422	32.49	55.6	125.2	14.51	5.1	77.0	179	A	0.45
				16000	137	38.53	62.2	164.6	14.56	6.2	76.5	235	A	1.39
			8	0	1440	34.53	58.1	138.7	14.47	5.1	64.5	2321	A	0.13
				4000	1021	28.58	49.1	96.5	14.73	4.4	69.0	180	A	0.19
				8000	434	43.51	67.0	203.0	14.36	7.0	61.0	534	A	0.43
				12000	406	29.79	52.2	109.2	14.24	4.7	77.5	444	A	0.46
				16000	150	41.32	64.1	178.6	14.83	6.4	75.0	477	A	1.29
		B	4	0	2160	3201	55.9	126.8	14.11	4.8	61.0	704	A	0.09
				4000	1380	31.70	56.2	128.3	13.68	4.3	69.0	84	A	0.13
				8000	549	39.54	62.7	168.1	14.75	5.9	68.5	51	A	0.35
				12000	364	32.55	59.4	146.3	13.22	5.3	78.0	53	A	0.48
				16000	150	44.78	67.8	210.6	14.42	7.4	71.5	25	A	1.26
			6	0	1500	36.22	60.8	155.1	14.20	5.4	63.5	500	A	0.12
				4000	1260	31.37	53.2	113.7	14.68	4.3	72.5	47	A	0.15
				8000	600	37.45	60.3	151.9	14.87	5.8	70.5	38	A	0.32
				12000	422	32.31	55.2	123.2	14.47	4.8	79.5	44	A	0.45
				16000	126	42.09	65.5	189.9	14.52	6.8	75.0	49	A	1.15
			8	0	1440	34.84	58.2	139.2	14.56	5.1	65.5	1321	A	0.13
				4000	1020	30.48	52.7	111.4	14.42	4.3	72.0	92	A	0.19
				8000	600	37.06	60.5	153.2	14.64	4.8	67.5	21	A	0.32
				12000	300	34.68	59.2	145.1	14.15	5.3	74.5	55	A	0.62
				16000	240	31.37	54.3	118.8	14.34	5.0	83.5	159	A	0.78
		C	4	0	2160	30.89	56.5	129.9	13.67	5.3	64.5	1105	A	0.08
				4000	1260	26.26	52.2	109.2	12.55	4.0	59.0	110	A	0.13
				8000	530	40.11	63.3	172.5	14.72	6.5	68.0	100	A	0.36
				12000	272	43.47	66.5	198.5	14.56	7.3	71.0	90	A	0.70
				16000	275	33.69	55.9	126.8	14.86	5.0	81.0	43	A	0.71
			6	0	1500	35.71	60.9	155.8	14.20	5.5	64.0	1272	A	0.12
				4000	1260	30.76	52.5	109.2	14.61	4.4	65.5	72	A	0.15
				8000	615	36.28	59.5	146.9	14.69	5.7	69.0	126	A	0.31
				12000	425	35.03	57.2	133.6	14.99	5.4	78.0	38	A	0.46
				16000	118	42.99	65.4	189.0	14.87	7.1	74.0	77	A	1.65
			8	0	1440	34.85	58.6	141.5	14.43	5.1	62.5	1101	A	0.13
				4000	1140	31.28	53.3	114.1	14.61	4.5	70.5	162	A	0.17
				8000	600	37.05	59.6	147.5	14.97	5.0	68.0	118	A	0.33
				12000	451	29.03	49.4	97.6	13.69	4.5	81.5	65	A	0.49
				16000	240	29.61	51.4	105.8	14.39	4.9	84.5	92	A	0.79

表3-11(4) ろ過試験結果(シリーズI)

泥水の 種 類	凝集剤 の種類	ろ布の 種 類	加圧力 (kgf/cm ²)	凝集剤 添加量 (mg/l)	加 圧 時間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剝離 性	ろ過速度 kg m ² ・h
						湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (cm)	量 (ml)	S S (mg/l)		
ベント ナイト	FeCl ₃	A	4	0	2160	33.04	58.4	140.4	137.4	5.1	61.0	1449	A	0.08
				4000	270	35.49	60.3	151.9	14.09	5.5	63.0	1941	A	0.68
				8000	46	48.32	70.2	235.6	14.40	8.3	60.0	292	A	4.10
				12000	23	51.24	71.7	253.4	14.50	8.9	63.0	149	A	8.26
				16000	18	54.91	74.1	286.1	14.22	9.8	63.0	79	A	10.34
			6	0	1500	35.83	58.7	142.1	14.80	5.1	61.5	1629	A	0.13
				4000	118	44.52	69.1	223.6	13.73	7.5	56.5	5381	A	1.52
				8000	51	44.64	67.3	205.8	14.60	7.5	64.0	433	A	3.75
				12000	29	46.35	67.9	211.5	14.88	7.7	67.0	272	A	6.72
				16000	19	53.42	73.2	273.1	14.32	9.1	65.0	166	A	9.87
			8	0	1440	34.53	58.1	138.7	14.47	5.1	64.5	2321	A	0.13
				4000	291	34.29	55.1	122.7	14.05	4.6	71.0	2299	A	0.32
				8000	57	41.87	67.0	203.0	13.82	7.0	67.0	2513	A	3.17
				12000	23	46.42	69.8	231.1	14.02	8.0	65.5	843	A	7.98
				16000	19	50.26	71.2	247.2	14.47	7.6	67.0	612	A	9.97
		B	4	0	2160	32.01	55.9	126.8	14.11	4.8	61.0	704	A	0.09
				4000	279	37.80	61.4	159.1	14.59	5.8	66.5	122	A	0.68
				8000	45	49.04	71.7	253.4	13.88	8.2	59.0	203	A	4.04
				12000	25	47.43	69.4	226.8	14.51	8.2	66.0	156	A	7.60
				16000	18	55.34	74.8	296.8	13.95	9.8	60.5	45	A	10.15
			6	0	1500	36.22	60.8	155.1	14.20	5.4	63.5	500	A	0.12
				4000	223	37.68	60.7	154.5	14.81	6.1	66.5	77	A	0.82
				8000	52	44.57	67.1	204.0	14.66	7.1	66.0	229	A	3.69
				12000	25	48.77	70.2	235.6	14.53	8.6	65.0	191	A	7.61
				16000	23	48.60	70.2	235.6	14.48	8.6	69.0	155	A	8.24
			8	0	1440	34.84	58.2	139.2	14.56	5.1	65.5	1321	A	0.13
				4000	149	32.82	59.3	145.7	13.37	5.3	64.0	194	A	1.18
				8000	44	43.83	67.2	204.9	14.38	7.0	66.0	274	A	4.28
				12000	29	40.37	64.7	183.3	14.46	6.9	73.5	331	A	6.53
				16000	19	49.21	70.2	235.6	14.66	7.2	69.0	154	A	10.10
		C	4	0	2160	30.89	56.5	129.9	13.67	5.3	64.5	1105	A	0.08
				4000	310	32.57	56.0	127.3	14.33	4.9	69.5	235	A	0.61
				8000	50	44.25	67.5	207.7	14.38	7.5	64.0	123	A	3.77
				12000	21	52.69	73.0	270.4	14.23	9.4	61.0	131	A	8.87
				16000	23	49.42	70.7	241.3	14.48	8.6	68.0	35	A	8.24
			6	0	1500	35.71	60.9	155.8	14.20	5.5	64.0	1272	A	0.12
				4000	203	36.80	62.1	163.9	13.95	5.7	66.0	335	A	0.90
				8000	54	41.17	65.5	189.9	14.20	6.7	67.0	142	A	3.44
				12000	34	42.97	66.6	199.4	14.35	6.9	69.0	91	A	5.53
				16000	17	55.77	74.2	287.6	14.39	9.9	62.0	81	A	11.08
			8	0	1440	34.85	58.6	141.5	14.43	5.1	62.5	1101	A	0.13
				4000	243	31.91	55.2	123.2	14.30	5.0	71.0	382	A	0.77
				8000	50	44.53	67.7	209.6	14.38	7.2	65.0	165	A	3.77
				12000	24	51.10	71.7	253.4	14.46	9.2	63.0	94	A	7.89
				16000	20	50.04	70.8	242.5	14.61	8.8	68.0	56	A	9.57

表3-12(1) ろ過試験結果(シリーズII)

混 合 比		凝 集 剤		加 圧 時 間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 波		剥離 性	ろ過速度 kg m ² ・h
シルト	ベント ナイト	種 類	添加量 (mg/ℓ)		湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (mm)	量 (ml)	S S (mg/ℓ)		
100	0	—	—	12	35.4	20.1	25.2	28.3	3.7	160.0	3960	A	31.7
		FeCl ₃	2000	14	34.5	18.1	21.9	28.3	3.8	167.0	607	A	27.2
			4000	16	35.1	18.4	22.7	28.6	3.7	169.0	380	A	24.0
			8000	17	35.4	18.6	22.9	28.8	3.7	180.5	570	A	22.8
			12000	22	35.7	19.9	24.8	28.6	4.0	187.5	851	A	17.5
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	18	36.9	20.1	25.1	29.5	4.0	165.5	719	A	22.0
			4000	18	36.6	20.4	25.8	29.1	4.0	170.0	878	A	21.7
			8000	19	34.4	18.7	22.9	28.0	3.7	180.0	816	A	19.8
			12000	20	34.6	17.9	21.8	28.4	3.8	188.5	697	A	19.1
		PAC	2000	8	36.5	22.3	28.5	28.4	4.3	164.5	1320	A	47.8
			4000	9	37.9	23.4	30.7	29.0	4.6	167.0	782	A	43.3
			8000	14	40.4	27.1	36.9	29.5	4.9	173.5	605	A	28.3
			12000	22	39.8	25.3	34.0	29.7	4.6	184.0	741	A	18.2
		Ca(OH) ₂	2000	9	38.1	23.7	30.9	29.1	4.5	162.5	1320	A	43.5
			4000	8	38.3	23.8	31.2	29.2	4.5	167.0	1390	A	49.1
			8000	7	41.2	29.3	41.6	29.1	4.8	171.5	1040	A	55.9
			12000	8	40.3	26.6	36.1	29.6	5.2	182.0	668	A	49.8
90	10	—	—	186	37.8	25.9	35.0	28.0	4.0	158.5	1650	A	20.3
80	20	—	—	481	41.6	29.8	42.5	29.2	4.2	157.5	1220	A	0.817
		FeCl ₃	2000	34	39.9	30.0	43.0	27.9	4.9	162.5	819	A	11.0
			4000	22	43.3	36.0	56.3	27.7	5.7	159.0	897	A	16.9
			8000	32	41.9	33.4	50.2	27.9	5.5	171.0	467	A	11.7
			12000	47	44.1	36.1	56.4	28.2	6.0	176.5	470	A	8.07
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	42	41.6	32.8	48.6	28.0	5.5	156.5	494	A	8.97
			4000	38	42.1	32.8	48.8	28.3	5.3	162.5	460	A	10.0
			8000	42	41.2	31.4	45.6	28.3	5.5	170.0	273	A	9.06
			12000	54	41.9	32.9	49.1	28.1	5.6	177.0	433	A	7.00
		PAC	2000	171	43.2	35.5	54.8	27.9	6.0	155.5	2300	A	2.19
			4000	56	51.1	44.2	79.3	28.5	7.6	150.5	145	A	6.85
			8000	27	55.0	47.1	89.0	29.1	8.0	158.0	443	A	14.5
			12000	32	55.5	47.8	91.4	29.0	8.3	164.0	325	A	12.2
		Ca(OH) ₂	2000	49	46.8	39.7	64.8	28.4	6.2	151.0	236	A	7.80
			4000	30	50.2	42.6	74.3	28.8	7.1	150.0	358	A	12.9
			8000	26	53.5	46.2	85.8	28.8	7.8	155.5	150	A	14.9
			12000	25	54.7	46.8	88.0	29.1	8.3	163.5	263	A	15.1

表3-12(2) ろ過試験結果(シリーズII)

混 合 比		凝 集 剤		加 圧	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剝離 性	ろ過速度 kg m ² · h
シルト	ベント ナイト	種 類	添加量 (mg/ℓ)	時 間 (min)	湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (mm)	量 (ml)	S S (mg/ℓ)		
70	30	—	—	920	433	331	49.4	29.0	5.1	155.0	1430	A	0.424
60	40	—	—	1480	46.0	37.2	59.2	28.9	6.1	153.5	2030	A	0.263
		FeCl ₃	2000	218	44.2	38.6	63.1	27.1	6.5	154.0	311	A	1.67
			4000	42	59.4	51.8	107.7	28.6	9.5	142.0	316	A	9.16
			8000	47	45.0	38.0	61.3	27.9	6.5	166.5	230	A	7.99
			12000	51	74.5	62.4	166.1	28.0	12.5	141.5	968	A	7.39
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	156	51.8	46.2	85.7	27.9	8.2	145.5	351	A	2.41
			4000	70	49.8	42.4	73.5	28.7	8.0	155.0	340	A	5.52
			8000	58	55.8	49.3	97.2	28.3	8.7	155.0	832	A	6.56
			12000	64	56.2	48.0	92.5	29.2	8.7	166.0	1460	A	6.14
		PAC	2000	750	46.9	38.8	63.4	28.7	7.0	152.5	499	A	0.515
			4000	350	56.1	50.1	100.4	28.0	9.1	146.0	567	A	1.08
			8000	112	58.6	50.7	109.3	28.0	9.2	153.0	113	A	3.36
			12000	41	78.3	61.8	161.9	29.9	13.2	141.5	64	A	9.81
		Ca(OH) ₂	2000	297	54.5	47.9	91.9	28.4	8.5	142.0	555	A	1.29
			4000	52	65.6	56.1	127.8	28.8	11.1	133.5	618	A	7.45
			8000	44	59.6	58.3	139.7	29.0	11.7	136.0	259	A	8.87
			12000	45	73.2	60.5	153.3	28.9	12.3	144.5	116	A	8.64
50	50	—	—	2200	49.2	40.8	68.9	29.1	6.5	148.0	2380	A	0.178
40	60	—	—	3000	53.9	45.8	84.5	29.2	7.3	141.0	2790	A	0.131
		FeCl ₃	2000	587	65.5	58.0	138.2	27.5	10.8	128.5	446	A	0.630
			4000	93	77.2	64.3	179.7	27.6	14.2	123.0	464	A	3.99
			8000	59	78.5	65.1	186.5	27.4	13.8	127.0	189	A	6.25
			12000	53	85.8	67.5	207.5	27.9	15.7	130.5	156	A	7.08
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	378	88.6	68.5	215.3	28.1	15.4	103.5	78	A	1.00
			4000	121	52.5	46.3	86.2	28.2	8.2	150.5	306	A	3.14
			8000	67	63.6	56.1	128.0	27.9	11.4	145.5	201	A	5.60
			12000	69	69.3	58.6	141.5	28.7	11.4	149.5	141	A	5.60
		PAC	2000	1500	57.8	50.5	102.1	28.6	9.2	122.5	90	A	0.257
			4000	561	93.4	69.7	230.0	28.3	17.5	102.0	248	A	0.679
			8000	287	95.7	70.0	233.4	28.7	18.0	114.0	715	A	1.35
			12000	79	95.4	69.5	227.8	29.1	18.4	119.0	338	A	4.96
		Ca(OH) ₂	2000	519	96.7	70.1	234.6	28.9	18.8	97.5	302	A	0.749
			4000	69	102.5	72.5	263.5	28.2	19.8	88.5	388	A	5.50
			8000	51	98.6	70.8	242.4	28.8	19.0	106.5	415	A	7.60
			12000	53	103.2	72.2	259.6	28.7	19.7	105.5	335	A	7.28

表3-12(3) ろ過試験結果(シリーズII)

混 合 比		凝 集 剤		加 圧 時 間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剝 離 性	ろ過速度 $\frac{kg}{m^2 \cdot h}$
シルト	ベント ナイト	種 類	添加量 (mg/l)		湿潤重量 (g)	含水率 (%)	含水比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (mm)	量 (ml)	SS (mg/l)		
30	70	—	—	3800	57.0	49.3	97.2	28.9	8.9	138.5	2610	A	0.102
20	80	—	—	4600	63.2	54.4	119.5	28.8	9.9	131.0	2510	A	0.0842
		FeCl ₃	2000	903	84.7	67.7	209.1	27.4	16.7	108.5	68	A	0.408
			4000	174	97.3	70.6	240.2	28.6	18.1	102.5	616	A	2.21
			8000	64	103.3	71.3	249.0	29.6	19.6	107.5	615	A	6.22
			12000	56	90.0	69.1	223.7	27.8	16.9	123.0	474	A	6.68
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	495	123.0	76.1	318.4	29.4	25.8	72.0	158	A	0.799
			4000	161	95.8	70.4	237.3	28.4	18.1	106.0	3140	A	2.37
			8000	71	98.5	71.0	244.4	28.6	18.8	110.5	2580	A	5.42
			12000	72	78.8	62.8	168.9	29.3	13.4	138.5	1280	A	5.47
		PAC	2000	2000	78.3	63.2	171.9	28.8	11.8	107.5	124	A	0.194
			4000	638	112.1	74.3	289.2	28.8	22.6	84.5	178	A	0.607
			8000	359	119.8	75.3	304.7	29.6	25.1	85.5	313	A	1.11
			12000	173	109.4	73.4	275.9	29.1	22.5	98.5	613	A	2.26
		Ca(OH) ₂	2000	655	121.3	77.0	334.8	27.9	25.3	71.5	298	A	0.573
			4000	86	133.6	78.6	367.1	28.6	29.2	65.0	1140	A	4.47
			8000	54	120.8	76.0	316.6	29.0	27.5	86.0	876	A	7.22
			12000	54	122.0	76.4	323.6	28.8	28.2	89.5	344	A	7.17
10	90	—	—	5400	63.6	55.2	123.2	28.5	10.5	129.5	2150	A	0.0710
0	100	—	—	6000	68.1	57.3	134.3	29.1	11.5	121.0	1780	A	0.0652
		FeCl ₃	2000	1090	120.6	76.7	329.2	28.1	23.8	68.0	104	A	0.347
			4000	199	115.6	75.7	311.3	28.1	22.0	77.5	930	A	1.90
			8000	68	105.1	72.6	264.9	28.8	20.1	101.0	610	A	5.70
			12000	42	117.0	75.3	304.8	28.9	23.0	101.5	1140	A	9.26
		Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	537	130.0	77.7	348.3	29.0	25.9	63.0	728	A	0.727
			4000	195	126.5	76.5	325.9	29.7	26.3	75.5	1040	A	2.05
			8000	74	117.3	75.1	301.7	29.2	24.0	93.5	1300	A	5.31
			12000	76	94.0	70.0	233.3	28.2	18.8	120.5	1340	A	4.99
		PAC	2000	2500	83.6	65.3	188.3	29.0	12.3	100.5	151	A	0.156
			4000	663	121.4	76.2	320.1	28.9	25.2	73.5	234	A	0.586
			8000	385	121.2	76.9	332.9	28.0	24.7	78.0	416	A	0.978
			12000	242	143.5	79.6	389.8	29.3	30.6	71.0	733	A	1.63
		Ca(OH) ₂	2000	680	132.1	78.8	371.8	28.0	28.4	51.5	1210	A	0.554
			4000	101	134.6	78.9	373.9	28.4	29.5	52.0	1070	A	3.78
			8000	56	130.0	77.7	348.3	29.0	28.7	74.0	946	A	6.97
			12000	56	142.8	79.2	380.8	29.7	29.3	78.0	1180	A	7.13

表3-13 ろ過試験結果(シリーズⅢ)

混 合 比		単位体 積重量 (g/cm ³)	泥 水 量 (cc)	加 圧 時 間 (min)	脱 水 ケ ー キ					ろ 液		剥離性	ろ過速度 kg m ² ・h
シルト	ベント ナイト				湿潤重量 (g)	含 水 率 (%)	含 水 比 (%)	乾燥重量 (g)	厚 さ (cm)	量 (ml)	S S (mg/l)		
100	0	1.06	100	3.0	9.6	23.7	63.7	7.3	1.0	89.5	794	A	32.7
			100	3.5	17.7	17.7	21.5	14.6	1.9	83.0	1570	A	56.1
		1.11	200	14.0	35.7	18.3	22.4	29.2	3.9	166.0	972	A	28.0
			300	52.0	52.8	18.5	22.7	43.0	5.7	249.0	1240	A	11.1
		1.16	100	4.5	24.5	17.2	20.8	20.3	2.6	75.5	828	A	60.6
			200	18.5	51.5	20.0	25.0	40.9	5.5	148.5	368	A	29.7
			300	70.0	76.1	18.5	22.6	62.0	8.3	227.0	683	A	11.9
		1.21	100	6.0	30.2	18.9	23.4	24.5	3.2	75.0	723	A	54.9
			200	24.0	62.8	19.6	24.3	50.5	7.0	135.5	548	A	28.3
			300	72.0	91.0	18.6	22.9	74.1	10.2	207.0	330	A	13.8
90	10	1.06	100	23.0	11.0	34.2	51.9	7.2	0.9	90.0	5440	A	4.21
			50	13.5	9.9	34.3	52.1	6.5	1.0	9.5	7200	A	6.74
		1.11	100	42.0	18.7	24.7	32.8	14.1	2.1	78.0	926	A	4.51
			200	21.0	38.9	26.7	36.4	28.5	4.6	161.5	499	A	1.82
		1.16	50	17.5	12.6	25.7	34.5	9.4	1.5	36.5	3190	A	7.22
			100	56.0	27.6	28.5	39.9	19.7	3.2	69.5	1160	A	4.73
			200	27.3	55.3	26.0	35.1	40.9	7.0	145.0	506	A	2.01
		1.21	50	21.0	15.1	24.6	32.7	11.4	1.9	34.5	3490	A	7.30
			100	73.0	32.4	27.3	37.5	23.6	3.9	64.0	997	A	4.35
			200	35.6	62.2	24.6	32.7	46.9	7.3	136.5	649	A	1.77
70	30	1.06	100	14.0	12.3	38.9	63.7	7.5	1.5	88.0	6180	A	0.720
			50	9.20	10.9	37.7	60.5	6.8	1.4	40.0	13900	A	0.994
		1.11	100	24.0	21.4	33.6	50.6	14.2	2.4	80.0	1440	A	0.795
			200	98.0	41.8	30.7	44.3	29.0	4.9	158.5	1150	A	0.398
		1.16	50	10.5	14.3	32.3	47.7	9.7	2.1	35.5	4000	A	1.24
			100	31.5	29.0	32.1	47.3	19.7	3.4	70.5	1430	A	0.841
			200	126.0	56.8	28.2	39.4	40.8	6.7	143.0	1290	A	0.435
		1.21	50	14.5	16.8	30.1	42.9	11.7	2.3	33.5	3600	A	1.08
			100	41.2	35.8	34.4	52.5	23.5	4.6	62.5	855	A	0.767
			200	260.0	64.1	27.0	37.0	46.8	8.5	134.0	515	A	0.350
50	50		50	13.0	7.2	45.2	82.4	3.9	1.1	42.0	6340	A	0.403
		1.06	100	34.8	16.2	46.0	85.2	8.7	2.2	84.0	1390	A	0.344
			200	150.0	31.4	41.9	72.2	18.2	4.3	168.0	1880	A	0.163
		1.11	50	16.0	11.7	41.3	70.4	6.9	1.7	37.5	5100	A	0.580
			100	56.0	22.5	42.0	72.3	13.1	3.5	77.5	1770	A	0.314
			200	240.0	48.0	41.1	70.8	28.3	5.9	152.0	1020	A	0.159
		1.16	50	21.0	14.8	35.5	55.0	9.5	2.3	33.5	3120	A	0.608
			100	86.0	31.3	38.1	60.6	19.4	4.5	68.0	1170	A	0.303
			200	260.0	69.7	42.5	73.2	40.1	11.7	129.0	800	A	0.207

3.4 要因分析

泥水の脱水特性に影響を及ぼす要因を図3-6に示す手順で分析を行った。

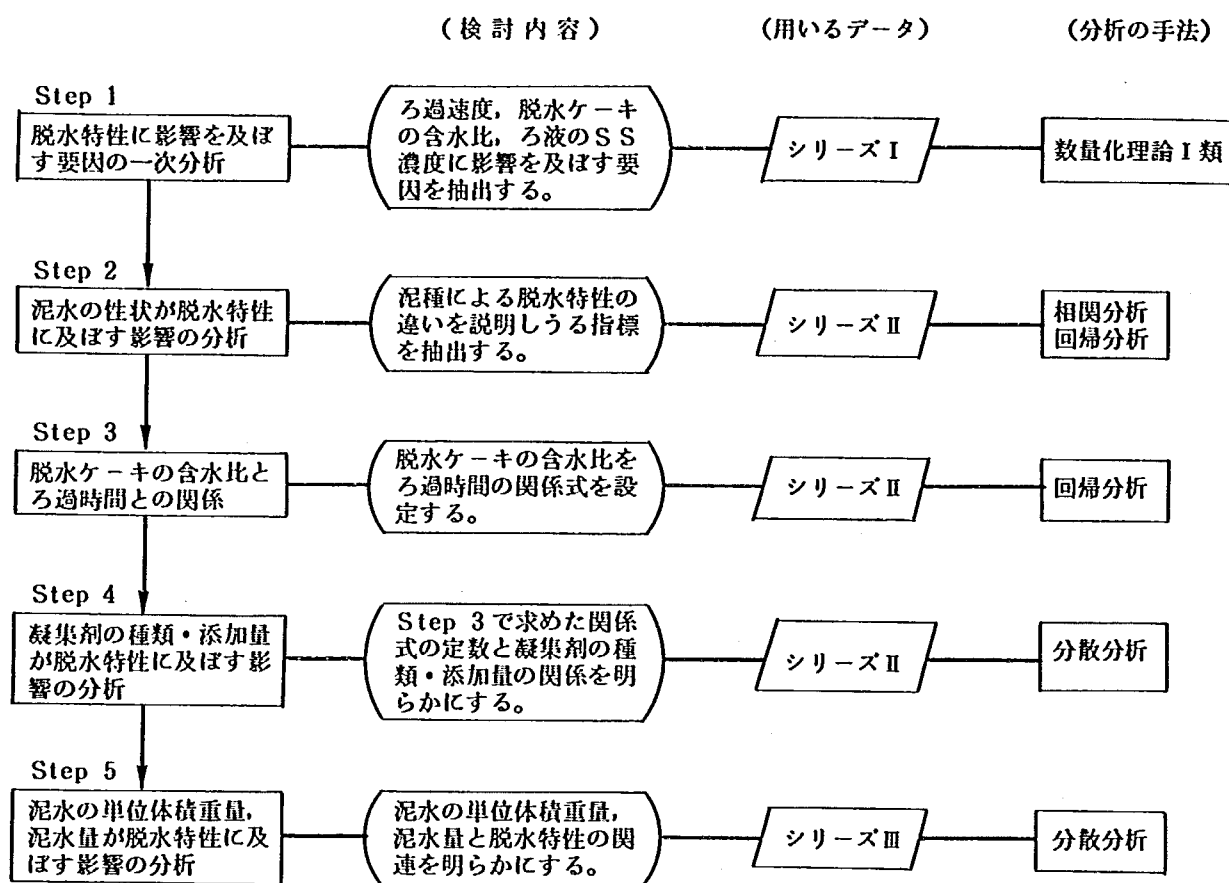


図3-6 要因分析のフロー

3.4.1 脱水特性に影響を及ぼす要因の一次分析

この要因分析は、脱水特性に影響を及ぼす要因を概略的につかむことを目的としたものである。

脱水特性を表す指標として、ここではろ過速度、脱水ケーキの含水比、ろ液のSS濃度をとりあげ、これらが各種の処理条件とどのような関連にあるかを調べた。なお、分析にはシリーズⅠの試験結果を用いた。

(1) ろ過速度

ろ過速度の算出方法は3.3.2に示したとおりである。

図3-7はろ布Aを用いたときのろ過速度を示したものである。この図からシルト泥水に対するPAC、ベントナイト泥水に対する塩化第二鉄はその添加量を増すことによってろ過速度の増大にかなりの効果があることがわかる。また、PACはベントナイト泥水に対しても効果を発揮するが、塩化第二鉄はシルト泥水に対してほとんど効果がないという結果が得られた。

一般に、PACと塩化第二鉄(FeCl_3)については次のような特性があるとされている。

- ㊐ PAC：凝集作用を示すpH域が広く、酸性(pH 5程度まで)でもアルカリ性(pH 8程度

まで)でも使用できる。

- ⑩ FeCl_3 : 主に水酸化第二鉄としての共沈作用を利用するためアルカリ性 (pH 7~9 程度) での使用となり, 消石灰と併用することが多い。(FeCl_3 溶液は酸性)

シルト泥水では泥水 pH が中性~微酸性であるため塩化第二鉄による凝集効果は小さくなるものと考えられる。

	凝集剤	加圧力
○—○	PAC	4 (kgf/cm^2)
△—△	"	6
□—□	"	8
●—●	塩化第二鉄	4
▲—▲	"	6
■—■	"	8

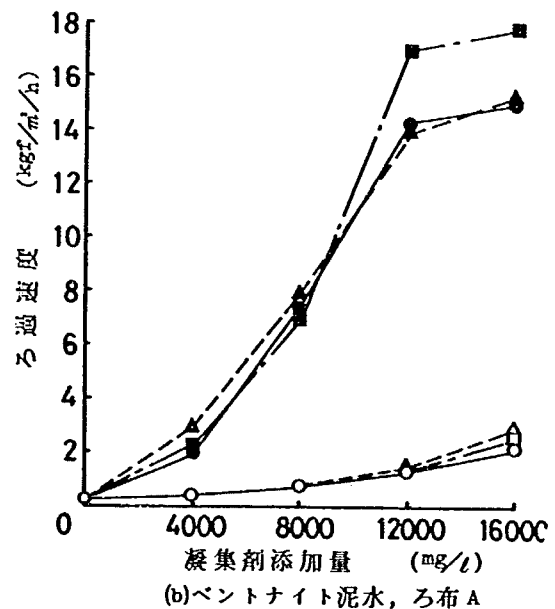
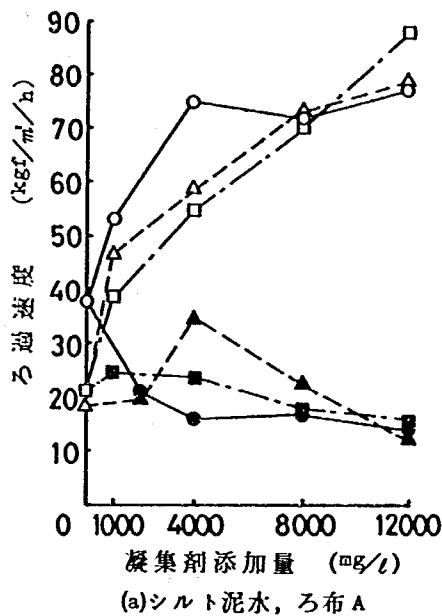


図 3-7 凝集剤添加によるろ過速度の違い

この他, ろ過速度については以下のような特徴を見出すことができた。

- a. ろ過速度は泥水の種類により著しく異なる。これは泥質を構成する鉱物等泥質の性状に起因するものであり, ろ過性を左右する要因 (泥種に起因するもの) としては次のようなことが考えられる。

①泥質粒子の大きさ, ②泥質の捕水性 (吸水性), ③泥質の粘度, ④泥質の圧密性

- b. 加圧力はシルト泥水の脱水に関してはほとんど影響がなく, またベントナイト泥水の場合でも多少の影響がみられるものの, 凝集剤の種類, 添加量と比較してその影響は極めて小さい。

- c. ろ布による影響はほとんど見られない。ろ布は加圧直後に泥水により目詰まりを起し, ろ布によるろ過 (内部ろ過) は行われておらず, ろ過速度は主にケーキによる影響 (ケーキろ過) により左右されると考える。

(2) 脱水ケーキの含水比

本試験では脱水ケーキの含水比は脱水が進んでケーキにクラックが入り、加圧している空気が漏れ始めた時点でろ過を終了し、このときの脱水ケーキの含水比を求めた。図3-8にシルト泥水、ベントナイト泥水における凝集剤添加量と脱水ケーキの含水比の関係を示す。この図から泥水の種類、凝集剤の種類によって脱水ケーキの含水比にかなりの差があることがわかる。シルト泥水にPAC、ベントナイト泥水に塩化第二鉄を用いた場合図3-7に示したようにろ過速度は無添加のときに比べかなり増大しているものの脱水ケーキの含水比は無添加のときに比べ高くなるという結果が得られた。また、凝集剤の添加量を増して凝集を促進させると脱水ケーキの含水比は高くなる傾向にあることがうかがえる。

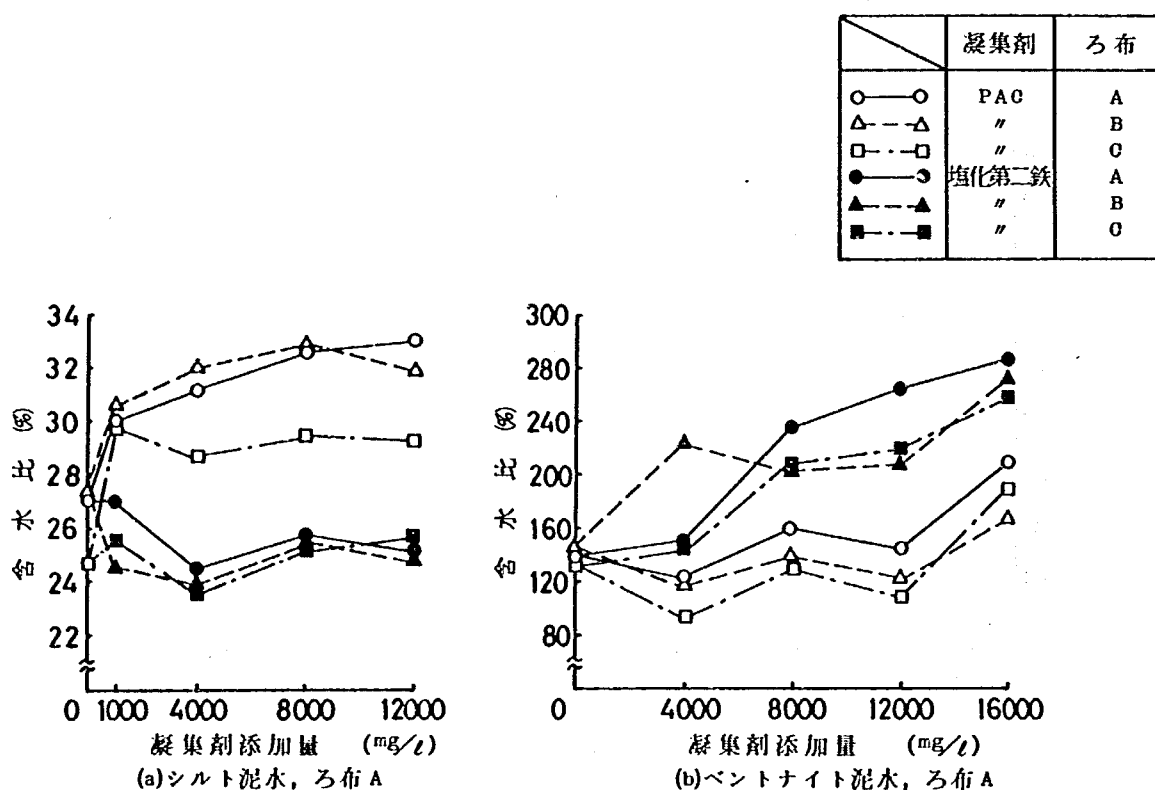


図3-8 脱水ケーキの含水比

脱水ケーキの含水比もろ過速度同様、泥水により著しく異なる。これは、泥質の持つ捕水性（吸水性）、粘性等によるものと考ええる。シルト泥水では捕水性、粘性が小さいため短時間で脱水され、圧力によりクラックを生じろ過が終了してしまう。そのため、加圧力が大きいほど含水比が高い結果となった。一方、ベントナイト泥水では捕水性、粘性が大きいため脱水されるまで長時間を要し、加圧力が大きいほど脱水は進み、含水比は低下する。

(3) ろ液のSS濃度

ろ液のSS濃度については、図3-7, 8のような整理を行っても顕著な特徴を見出すことができず、むしろ後述するようにろ布の種類による影響が大きいと考えられたため、図3-9に示すような整理を行った。シルト泥水についてはデータのばらつきが大きく、明確な傾向をみることができないが、ベ

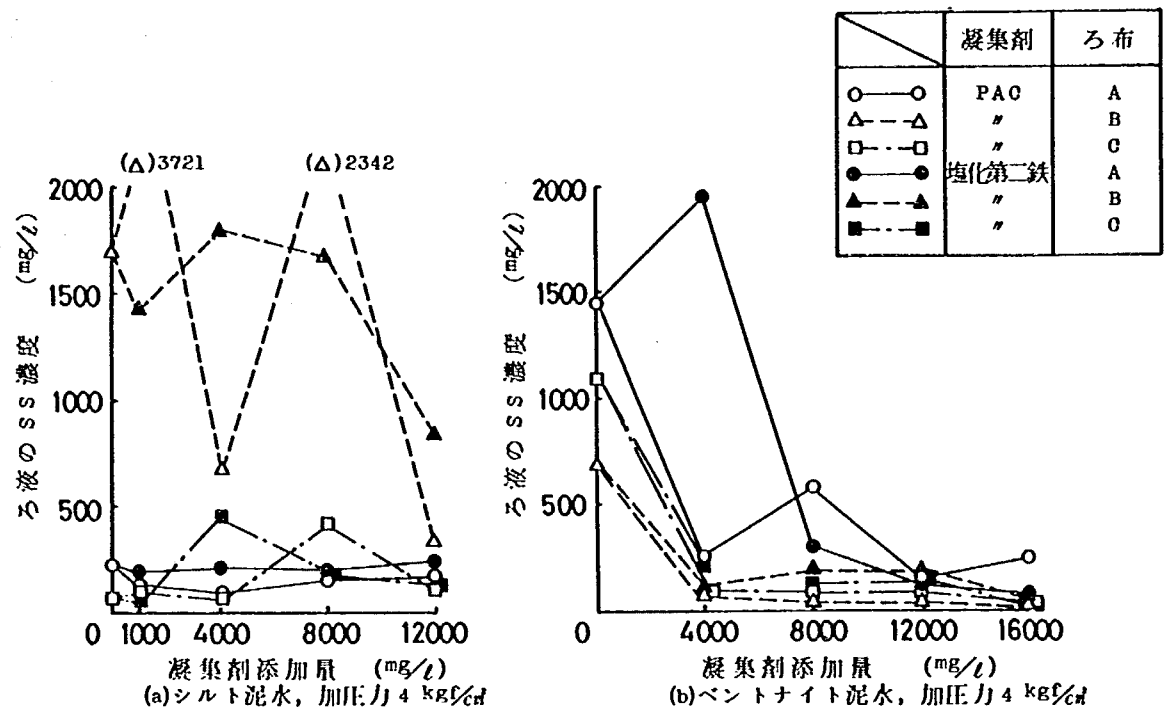


図3-9 ろ液のSS濃度

トナイト泥水については、ろ布AよりもB、Cを用いた場合の方がSS濃度が小さいこと、凝集剤添加量が多いほどSS濃度が小さいこと、などの傾向を認めることができる。

(4) 要因分析

凝集剤の種類、添加量、ろ布の種類、加圧力の諸要因がろ過特性に及ぼす影響度の大きさを数量化理論第I類を用いて分析した。ここでは、外的基準としてろ過速度、脱水ケーキの含水比、ろ液のSS濃度を選び、泥水の種類別に81サンプルを用いてそれぞれの外的基準に対する各要因のスコアレンジを求めた。分析の結果を表3-14に示す。

表3-14 要因分析結果

要因 カテゴリー	外的基準	シルト泥水						ベントナイト泥水					
		ろ過速度		脱水ケーキの含水比		ろ液のSS濃度		ろ過速度		脱水ケーキの含水比		ろ液のSS濃度	
		重み	レンジ	重み	レンジ	重み	レンジ	重み	レンジ	重み	レンジ	重み	レンジ
凝集剤の種類	PAC 塩化第二鉄	42.7 7.6	35.1 (1)	29.5 24.0	5.5 (1)	447.9 600.3	152.4 (4)	-3.1 3.7	6.8 (2)	124.4 180.6	55.2 (2)	788.1 1080.8	292.7 (3)
凝集剤添加量	(mg/L) 0 1000 4000 8000 12000 16000	0 11.7 17.4 21.9 21.6	 21.9 (2)	0 2.1 1.8 1.7 1.9	 2.1 (2)	0 -488.3 -555.8 -554.2 -500.5	 555.8 (2)	0 1.1 3.9 7.6 8.6	 8.6 (1)	0 4.5 46.3 43.1 73.3	 73.3 (1)	0 -567.1 -933.8 -1078.7 -1111.7	 1111.7 (1)
ろ布の種類	A B C	0 -2.0 1.7	 3.7 (3)	0 0.37 0.17	 0.84 (4)	60.1 1606.8 0	1606.8 (1)	0 -0.2 -0.5	 0.5 (4)	0 -4.7 -7.9	 12.6 (4)	661.4 -67.3 0	728.7 (2)
加圧力	(kgf/cm ²) 4 6 8	0 1.9 -1.4	 3.3 (4)	0 -0.50 -0.87	 0.87 (3)	0 332.2 -19.9	 352.1 (3)	0 0.3 0.6	 0.6 (3)	0 -6.3 -18.3	 24.6 (3)	0 137.7 265.6	 265.6 (4)
寄与率		0.81		0.83		0.66		0.87		0.84		0.71	

() 内の数字はスコアレンジの大きさの順位を表す。

この表から、ろ過速度および脱水ケーキの含水比に対しては凝集剤の種類・添加量が大きな影響要因となっていることがわかる。また、ろ液のSS濃度に影響を与える要因として凝集剤添加量、ろ布の種類が主たる要因になっているという結果が得られた。

3.4.2 泥水の性状が脱水特性に及ぼす影響の分析

泥水の性状によって脱水特性が異なることは容易に想像される。ここでの分析のねらいは、泥水の性状を表す各指標のうち、脱水特性の違いを最もよく説明できる指標を抽出することである。

脱水特性を表す項目としては次の3つを取りあげている。

- ㊦ ろ過速度
- ㊧ 脱水ケーキの含水比
- ㊨ ろ液のSS濃度

一方、泥水の性状を表す指標として次の9項目を考えている。

- ① 中央粒径（JIS法）
- ② 中央粒径（光透過法）
- ③ 液性限界
- ④ 塑性限界
- ⑤ 塑性指数
- ⑥ 粘度
- ⑦ ケーキ比抵抗
- ⑧ ルースのろ過定数K
- ⑨ ルースのろ過定数C

11種類の泥水についてこれらの値を調べた結果は表3-10に示したとおりである。

要因分析はシリーズⅡの試験結果のうち、凝集剤を無添加とした場合のデータを用いることとした。脱水特性の項目と各指標との間の相関係数を求めた結果を表3-15に示す。この表から次のことがわかる。

表3-15 脱水特性と泥水性状の相関（相関係数）

要因項目	中央粒径		液性限界	塑性限界	塑性指数	粘度	ケーキ比抵抗	ルースのろ過定数	
	JIS法	光透過法						K	C
ろ過速度	0.8358	0.8866	-0.4828	-0.3806	-0.4927	-0.1498	-0.4389	0.9998	0.6927
脱水ケーキ含水比	-0.7734	-0.7922	0.99436	0.93477	0.99618	0.63319	0.9924	-0.4779	-0.9160
ろ液のSS濃度	0.3406	0.4664	-0.0574	-0.0897	-0.0531	-0.1910	-0.0150	0.7349	0.1662

- (1) ろ過速度Vと最も相関が高い指標はルースのろ過定数Kである。すなわち、現場でろ過試験を行うことができれば、下水道試験法によるろ過定数Kによってろ過速度を求めることが可能であると

いえる。この場合の回帰式は次のとおりである。

$$V = -0.00682 + 1.169 K - 0.00498 K^2 \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

次いで、ろ過定数 K は中央粒径 D との相関が高い。現場でろ過試験を行うのが困難な場合には、泥水中の土粒子の粒度分布によってろ過速度をある程度の精度で推定が可能といえる。この場合の回帰式として次式が得られた。(JIS法)

$$V = -4.375 + 2.096 D - 0.2777 D^2 + 0.0117 D^3 \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

ここに、 D ：中央粒径

である。ただし、この回帰式には適用の範囲があり、本試験結果をみる限りでは $D \geq 3.5 \mu m$ 程度が適用の範囲である。

- (2) 脱水ケーキ含水比と相関の高い指標は塑性指数であることがわかる。塑性指数から脱水ケーキの含水比を推定しようとする場合の回帰式は次のようになる。

$$Z = 16.73 + 0.3585 IP + 0.00000836 IP^2 \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

- (3) ろ液の SS 濃度に関しては明確な相関のある指標を見出すことができない。すなわち、ろ液の SS 濃度は泥水の性状以外の要因が関係するものと想像される。

3.4.3 脱水ケーキの含水比とろ過時間の関係

(1) ろ液量とろ過時間の関係

凝集剤を添加しない場合のろ液量とろ過時間の関係を対数グラフ上にプロットしたのが図3-10である。これらはシリーズIIの試験結果である。図から明らかなように、ペントナイトの混合比が高くなるほど、すなわち泥水中の土粒子の粒径が小さくなるほど飛躍的にろ過時間が長くなっている。

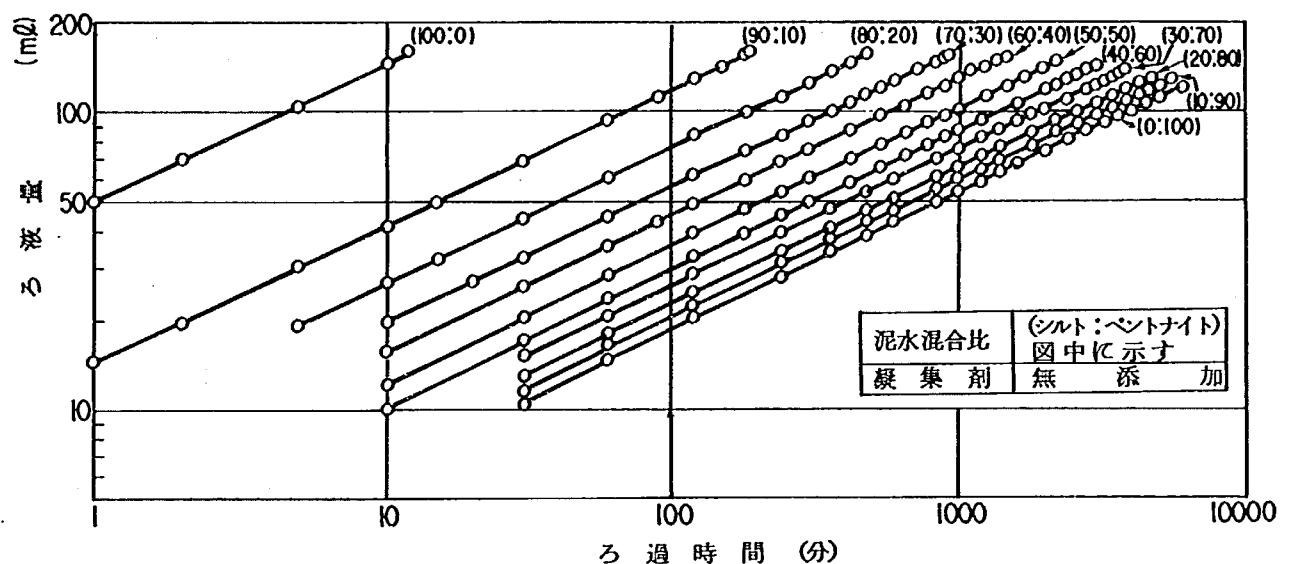


図3-10 ろ液量とろ過時間の関係

この図で特徴的なことは、ろ液量とろ過時間の関係が対数グラフ上ではほぼ直線となっていることであり、このことから両者の間には次のような回帰式を設定することができる。

$$\ln Y = A \cdot \ln(t) + B \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

ここに、t：ろ過時間 (min)

Y：ろ液量 (ml)

A, B：定数

である。これを変形すると

$$Y = e^B \times t^A \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

となる。11種類の泥水についての試験結果に上式を当てはめた結果を表3-16に示す。

表3-16 ろ液量～ろ過時間関係における回帰係数

試験 番号 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	0.461	0.458	0.458	0.458	0.459	0.462	0.462	0.457	0.460	0.460	0.460
B	3.92	2.66	2.22	1.92	1.69	1.45	1.26	1.16	1.01	0.91	0.80
R	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999
定数Aの 平均値等	平均値：0.4595 標準偏差：0.0017 変動係数：0.4%										

この表から次のことがわかる。

- ① いずれのケースについても式(3.7)は非常に精度のよい回帰式であるといえる。(相関係数0.99以上)
- ② 定数Aは泥水の種類による影響が少なく、泥種に無関係に値を設定することが可能と思われる。
- ③ 定数Bは泥水の種類によってかなりの差がみられる。そこで、泥水の性状を表す指標と定数Bとの相関関係を調べたところ、表3-17に示す結果が得られた。

表3-17 定数Bと泥水の性状との相関(相関係数R)

要因項目	中央粒径		液性限界	塑性限界	塑性指数	粘 度	ケーキ比 抵 抗	ルースのろ過定数	
	JIS法	光透過法						K	C
定 数 B	0.9763	0.9827	-0.8753	-0.7720	-0.8832	-0.4240	-0.8499	0.8114	0.9808

この表によれば、定数Bの説明変数としては中央粒径やルースのろ過定数を考えるのが妥当といえる。たとえば、定数Bとルースのろ過定数Cとの間の回帰式は次のように設定される。

$$B = 0.781 + 0.255 C + 0.051 C^2 \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

(2) 脱水ケーキ含水比とろ過時間の関係

(3.7)式によって任意のろ過時間に対するろ液量が求められるとすると、任意のろ過時間を設定した場合に得られる脱水ケーキの含水比を次式により算出することができる。

$$Z_t = \frac{(A_2 \times A_4 \times 1/100) - e^B \times t^A}{A_2 \times (100 - A_4) \times 1/100} \dots\dots\dots (3.8)$$

ここに、 Z_t ：ろ過時間 t における脱水ケーキの含水比 (%)

A_2 ：ろ過される泥水量 (g)

A_4 ：泥水の含水率 (%)

である。

この式が脱水ケーキの含水比の経時変化を表す式であり、第4章に述べる計画システムにおいて脱水ケーキの含水比の制約条件を考慮してろ過時間を設定する際の基本となる式である。

なお、上式は凝集剤を添加しない場合のものであり、凝集剤が含まれる場合については次のように表現される。

$$Z_t = \frac{(A_2 \times A_4 \times 1/100 + M) - e^B \times t^A}{A_2 \times (100 - A_4) \times 1/100} \dots\dots\dots (3.9)$$

ここで、 M は凝集剤を添加した場合に増加する液量であり、下式により算出する。

$$M = A_2 \times G \times 1/1000 \times 1/N \dots\dots\dots (3.10)$$

ここに、 G ：凝集剤添加濃度 (mg/kg)

N ：凝集剤の濃度 (mg/ml)

である。

以上の式により、脱水ケーキの含水比とろ過時間の関係が設定される。

3.4.4 凝集剤の種類・添加量が脱水特性に及ぼす影響の分析

ここでは凝集剤を添加した泥水のろ過試験のデータ (シリーズII) を用いて要因分析を行った結果を述べる。

(1) ろ過速度

ろ過速度に影響を及ぼす要因を分散分析法によって調べた結果を表3-18に示す。

表3-18 ろ過速度に影響を及ぼす要因 (分散分析結果)

要 因	ϕ	F	$F(\phi_1, \phi_2, 0.050)$	$F(\phi_1, \phi_2, 0.025)$
泥 種 (A)	5	159.58**	2.42	2.88
凝 集 剤 の 種 類 (B)	3	15.67**	2.80	3.44
凝 集 剤 の 添 加 量 (C)	3	4.12**	2.80	3.44
(A) × (B)	15	8.92**	1.89	2.15
(A) × (C)	15	2.16**	1.89	2.15
(B) × (C)	9	1.10	2.09	2.42
誤 差	45	—	—	—

表からわかるように、ろ過速度に影響を及ぼす要因は泥水の種類が最も大きく、次いで凝集剤の種類凝集剤の添加量の順となっている。泥水の種類のみからろ過速度を推定する場合には、3.4.2に述べた

ようにルースのろ過定数Kまたは土粒子の中央粒径を用いて推定可能と考える。

(2) 脱水ケーキの含水比

脱水ケーキの含水比に影響を及ぼす要因を分散分析法により調べた結果を表3-19に示す。

表3-19 脱水ケーキ含水比に影響を及ぼす要因（分散分析結果）

要 因	ϕ	F	F ($\phi_1, \phi_2, 0.050$)	F ($\phi_1, \phi_2, 0.025$)
泥 種 (A)	5	258.46**	2.42	2.88
凝 集 剤 の 種 類 (B)	3	19.49**	2.80	3.44
凝 集 剤 の 添 加 量 (C)	3	2.63	2.80	3.44
(A) × (B)	15	1.74	1.89	2.15
(A) × (C)	15	0.90	1.89	2.15
(B) × (C)	9	5.48**	2.09	2.42
誤 差	45	—	—	—

表からわかるように、脱水ケーキの含水比に影響を及ぼす要因は泥水の種類が最も大きく、次いで凝集剤の種類となっており、凝集剤の種類の影響はあるとはいえない。すなわち、泥種が決まれば添加する凝集剤によって脱水ケーキの含水比がほぼ決まることになる。したがって、脱水ケーキの含水比をあるレベルまで下げるためには、泥種に応じて凝集剤を選定することが重要となる。

なお、脱水ケーキの含水比は3.4.3に述べた方法で予測することが可能である。

(3) ろ液のSS濃度

分散分析結果を示す表3-20によると、ろ液のSS濃度は泥水の種類や凝集剤の種類の影響を受けることがわかる。

表3-20 ろ液のSS濃度に影響を及ぼす要因（分散分析結果）

要 因	ϕ	F	F ($\phi_1, \phi_2, 0.050$)	F ($\phi_1, \phi_2, 0.025$)
泥 種 (A)	5	6.12**	2.42	2.88
凝 集 剤 の 種 類 (B)	3	4.21**	2.80	3.44
凝 集 剤 の 添 加 量 (C)	3	0.69	2.80	3.44
(A) × (B)	15	3.59**	1.89	2.15
(A) × (C)	15	2.39**	1.89	2.15
(B) × (C)	9	2.00	2.09	2.42
誤 差	45	—	—	—

ただし、3.4.1に示した結果を考え合わせると、ろ布の種類や加圧力など多くの要因が関係していると考えられる。

次に、ろ液量とろ過時間の関係について述べる。ろ過試験で得られたデータを回帰分析し、(3.7)式で表されるろ液量～ろ過時間関係式の定数A、Bを求めた。その結果を表3-21に示す。なお、各ケースとも回帰式の相関係数は0.99以上となった。

表 3-21 ろ液量と時間の関係における定数 A, B, 相関係数 R

試験条件	混合比 シ ル ト ベントナイト		100 0	80 20	60 40	40 60	20 80	100 0	定数Aの 平均値等
FeCl ₃	2000ppm	A	0.440	0.440	0.436	0.442	0.442	0.446	平均値 0.4404 標準偏差 0.0051 変動係数 1.2%
		B	3.94	3.53	2.69	2.02	1.67	1.11	
	4000ppm	A	0.438	0.443	0.441	0.437	0.439	0.442	
		B	3.93	3.69	3.31	2.84	2.37	2.01	
	8000ppm	A	0.445	0.440	0.424	0.442	0.441	0.452	
		B	3.92	3.61	3.48	3.06	2.83	2.71	
	12000ppm	A	0.437	0.442	0.447	0.437	0.437	0.439	
		B	3.87	3.46	3.22	3.12	3.05	2.98	
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000ppm	A	0.459	0.461	0.460	0.455	0.466	0.461	平均値 0.4611 標準偏差 0.0075 変動係数 1.6%
		B	3.78	3.34	2.65	1.95	1.39	1.25	
	4000ppm	A	0.450	0.455	0.439	0.459	0.460	0.460	
		B	3.82	3.44	3.16	2.80	2.33	1.89	
	8000ppm	A	0.459	0.460	0.457	0.468	0.469	0.456	
		B	3.83	3.41	3.18	3.01	2.71	2.57	
	12000ppm	A	0.467	0.466	0.465	0.471	0.473	0.471	
		B	3.84	3.32	3.17	3.01	2.91	2.75	
Ca(OH) ₂	2000ppm	A	0.469	0.474	0.472	0.472	0.470	0.488	平均値 0.4712 標準偏差 0.0058 変動係数 1.2%
		B	4.04	3.17	2.27	1.63	1.21	0.76	
	4000ppm	A	0.465	0.464	0.463	0.472	0.472	0.480	
		B	4.16	3.42	3.07	2.49	2.08	1.74	
	8000ppm	A	0.475	0.473	0.470	0.479	0.472	0.477	
		B	4.21	3.50	3.14	2.79	2.57	2.38	
	12000ppm	A	0.469	0.469	0.465	0.467	0.466	0.466	
		B	4.22	3.58	3.21	2.81	2.63	2.48	
PAC	2000ppm	A	0.460	0.462	0.459	0.453	0.501	0.467	平均値 0.4675 標準偏差 0.0105 変動係数 2.3%
		B	4.18	2.68	2.01	1.50	0.88	0.96	
	4000ppm	A	0.460	0.476	0.466	0.467	0.466	0.475	
		B	4.08	3.05	2.25	1.67	1.42	1.22	
	8000ppm	A	0.457	0.465	0.468	0.471	0.468	0.469	
		B	3.95	3.53	2.83	2.09	1.74	1.57	
	12000ppm	A	0.459	0.463	0.461	0.470	0.466	0.492	
		B	3.81	3.49	3.23	2.73	2.20	1.58	

表中の定数Aについてみると、凝集剤の種類によって若干の差はあるものの、泥水の種類や凝集剤の添加量には無関係とみなすことができる。

一方、定数Bの計算結果を図3-11に示す。

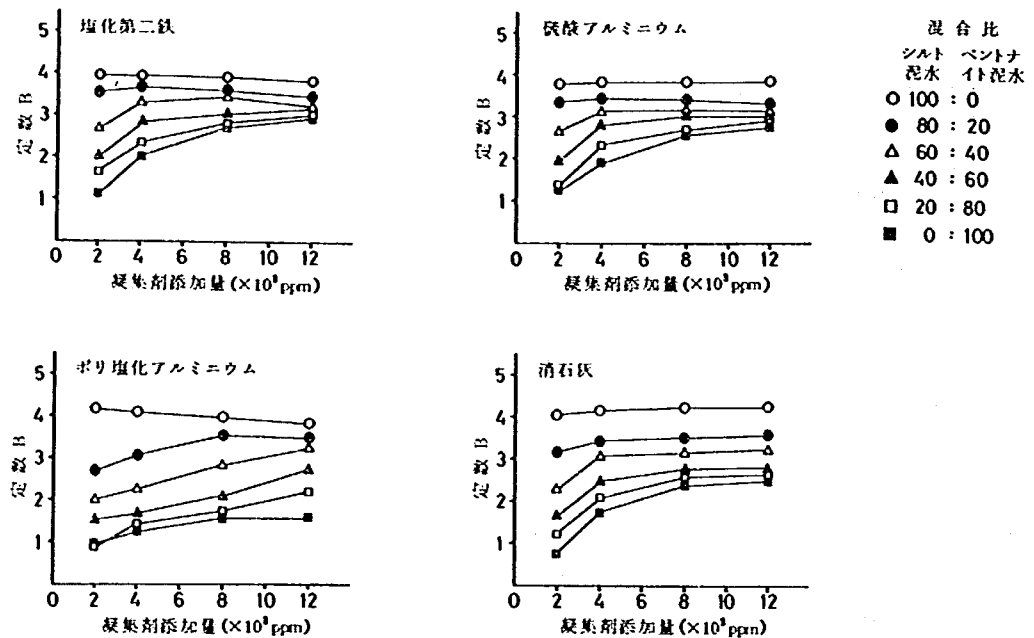


図 3-11 ろ液量～時間関係式における定数 B

定数 B はろ液量～時間曲線における初期の立上り状況を表すパラメータで、凝集剤の種類によってかなりの差があることがわかる。また、泥水の種類に対してはベントナイト含有率が高くなるにつれて定数 B は小さくなる傾向にあり、凝集剤添加量が多いほど定数 B は大きくなる。そこで、4 に述べる泥水処理計画手法においては、凝集剤の種類、添加量ごとに定数 B とルースのろ過定数 C との相関式を用いて定数 B を推定することになっている。定数 B とルースのろ過定数 C との相関式を表 3-22 に示す。

表 3-22 定数 B とルースのろ過定数 C の関係

試 験 条 件		関 係 式	相 関 係 数 R
FeCl ₃	2000 ppm	$Y = 0.6312 + 1.219 X - 0.1125 X^2$	0.9969
	4000 ppm	$Y = 1.642 + 0.9766 X - 0.1031 X^2$	0.9880
	8000 ppm	$Y = 2.478 + 0.5123 X - 0.0463 X^2$	0.9747
	12000 ppm	$Y = 2.940 + 0.1126 X - 0.0103 X^2$	0.9988
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000 ppm	$Y = 0.6529 + 1.128 X - 0.1018 X^2$	0.9948
	4000 ppm	$Y = 1.647 + 0.8657 X - 0.0874 X^2$	0.9642
	8000 ppm	$Y = 2.439 + 0.3880 X - 0.0253 X^2$	0.9779
	12000 ppm	$Y = 2.734 + 0.1719 X - 0.0047 X^2$	0.9768
P A C	2000 ppm	$Y = 0.6151 + 0.5721 X - 0.0133 X^2$	0.9875
	4000 ppm	$Y = 0.8842 + 0.6615 X - 0.0142 X^2$	0.9992
	8000 ppm	$Y = 1.012 + 1.010 X - 0.0864 X^2$	0.9946
	12000 ppm	$Y = 1.274 + 1.139 X - 0.1257 X^2$	0.9550
Ca(OH) ₂	12000 ppm	$Y = 0.3292 + 1.066 X - 0.0714 X^2$	0.9986
	4000 ppm	$Y = 1.442 + 0.8324 X - 0.0630 X^2$	0.9829
	8000 ppm	$Y = 2.219 + 0.4315 X - 0.0132 X^2$	0.9937
	12000 ppm	$Y = 2.283 + 0.4386 X - 0.0160 X^2$	0.9768
備考) Y : 定数 B X : ルースのろ過定数 C			

3.4.5 泥水の単位体積重量，泥水量が脱水特性に及ぼす影響

ここでは泥水の単位体積重量および単位ろ過面積当りの泥水量が脱水特性にどの程度影響を与えるかをみてる。分析の対象はシリーズⅢの試験結果である。

まず，ろ過速度に対してこれらの要因がどの程度の影響を及ぼすかを分散分析法により調べた。その結果を表3-23に示す。

これによると，ろ過速度は泥種による影響を大きく受けると同時に，単位ろ過面積当りの泥水量の影響を受けることがわかる。また，泥水の単位体積重量の影響はあまりないようである。

同様に，脱水ケーキの含水比およびろ液のSS濃度に対して分散分析を行った結果を表3-24，表3-25に示す。これらの表から，脱水ケーキの含水比に対しては泥水の単位体積重量が，ろ液のSS濃度に対しては単位ろ過面積当りの泥水量が影響度の大きい要因であることがわかる。

次に，3.4.3で設定したろ液量～ろ過時間関係式(3.7)の定数A，Bを各試験ケースについて求めた。これら定数A，Bに対して泥水の種類，単位体積重量，単位ろ過面積当りの泥水量のうち，いずれの影響度が大きいかを調べた。表3-26はその分散分析表である。表からわかるように，定数Aは泥水の種類，単位体積重量，単位ろ過面積当りの泥水量のいずれに対しても有意な差を認めることができなかった。一方，定数Bについては泥水の種類および単位体積重量の影響度の大きいことがわかる。

表3-23 分散分析結果(ろ過速度)

要 因	ϕ	F 値	F(ϕ , 0.025)
泥種 (X)	3	2285.74**	4.52
単位体積重量 (Y)	2	1.72	5.13
単位面積当りの泥水量(Z)	2	524.95**	5.13
(X) × (Y)	6	1.02	3.77
(X) × (Z)	6	376.03**	3.77
(Y) × (Z)	4	0.97	4.16

表3-24 分散分析結果(脱水ケーキの含水比)

要 因	ϕ	F 値	F(ϕ , 0.025)
泥種 (X)	3	138.84**	4.52
単位体積重量 (Y)	2	6.05**	5.13
単位面積当りの泥水量(Z)	2	1.55	5.13
(X) × (Y)	6	1.58	3.77
(X) × (Z)	6	1.13	3.77
(Y) × (Z)	4	2.07	4.16

表3-25 分散分析結果(ろ液のSS濃度)

要 因	ϕ	F 値	F(ϕ , 0.025)
泥種 (X)	3	4.18	4.52
単位体積重量 (Y)	2	5.25**	5.13
単位面積当りの泥水量(Z)	2	22.80**	5.13
(X) × (Y)	6	0.90	3.77
(X) × (Z)	6	2.67	3.77
(Y) × (Z)	4	3.34	4.16

表 3-26 分散分析結果

項 目	要 因	ϕ	F 値	F (ϕ , 0.025)
定 数 A	泥 種 (X)	3	1.88	4.52
	単 位 体 積 重 量 (Y)	2	1.65	5.13
	単 位 面 積 当 り の 泥 水 量 (Z)	2	4.69	5.13
	(X) × (Y)	6	0.15	3.77
	(X) × (Z)	6	3.15	3.77
	(Y) × (Z)	4	1.34	4.16
定 数 B	泥 種 (X)	3	275.21	4.52
	単 位 体 積 重 量 (Y)	2	20.86	5.13
	単 位 面 積 当 り の 泥 水 量 (Z)	2	2.97	5.13
	(X) × (Y)	6	0.24	3.77
	(X) × (Z)	6	1.60	3.77
	(Y) × (Z)	4	0.79	4.16

3.5 ろ過試験結果のまとめ

本研究では泥水の脱水特性に影響を及ぼす要因を調べるために、種々の条件下でろ過試験を行い、その結果を統計的に分析した。以下にその結果を要約して述べる。

- ① 脱水特性に影響を及ぼす要因は数多くあるが、特に影響度の大きい要因が表 3-27 に示すように抽出された。

表 3-27 脱水特性に影響を及ぼす要因

要因 脱水特性	泥 水			脱 水 機		凝 集 剤	
	種 類	単 位 体 積 重 量	単 位 ろ 過 面 積 当 り の 量	ろ 布 の 種 類	加 圧 力	種 類	添 加 量
ろ過速度	○	△	○	△	△	○	○
脱水ケーキの含水比	○	○	△	△	△	○	○
ろ液のSS濃度	△	△	○	○	○	△	△

○：特に影響度が大きい要因， △：○を付した要因に比べれば影響度は小さい。

- ② 凝集剤が無添加の場合、脱水特性と泥水性状との関連は次のとおりである。

- ろ過速度と相関の高い指標は、ルースのろ過定数Kあるいは土粒子の中央粒径である。
- 脱水ケーキの含水比と最も相関のある指標は塑性指数である。
- ろ液のSS濃度に対しては相関の高い指標を見つけることができなかった。

- ③ ろ液量～ろ過時間の関係は

$$Y = e^B \times t^A$$

(Y：ろ液量， t：ろ過時間， A， B：定数)

で整理できる。

④ 定数Aは泥水の種類や脱水条件によらず、ほぼ一定の値を示す。（しいていえば、凝集剤の種類によって差が生じている。）

⑤ 定数Bは泥水の種類、凝集剤の種類・添加量によって種々の値をとる。

以上に述べた成果は、人工的に作成した模擬泥水に対して得られたものであり、実際の廃泥水との対応付けは現時点では不十分である。しかしながら、基本的な特性は上記の事項と大差はないものと考え
る。

4. 泥水処理計画のシステム化

4.1 システム化の目的

この章では本研究で開発した泥水処理計画システムについて述べる。

本研究は建設工事における泥水処理計画を合理的に策定することを目的としており、そのための計画システムを開発した。泥水処理計画においてこのようなシステムが必要となる理由は以下のとおりである。

- ① 3章に示したように、泥水の脱水特性は多くの要因の影響を受ける。これを泥水処理計画の立案の際に生かすためには計画立案の手順を系統的にとらえ、系統的に諸要因を考慮していく必要がある。
- ② 考慮すべき要因が多いと計画立案にあたっては操作変数が多いことになる。すなわち、計画代替案が数多くなるため、代替案作成および評価を効率的かつシステムティックに行う必要がある。従来の計画立案手法ではこれが必ずしも十分に行えないことから、効率的な計画作成を行うためのシステムが望まれる。

4.2 泥水処理計画システム

4.2.1 基本的な考え方

本研究で開発した泥水処理計画システムは必ずしもすべての泥水処理方式を網羅しているわけではなく、また、計画代替案の評価方法も一定の考え方に基づいたものとなっている。本システムの適用範囲、前提条件をまとめると以下のとおりである。

1) 対象とする泥水処理方式

2章に示したように、泥水処理方式には種々のものがあるが、この計画システムでは機械脱水を中心とした処理方式を対象としている。その基本フローを図4-1に示す。このうち、一次処理のプロセス（たとえば振動スクリーンによる粗粒分の除去）については計画的要素がほとんど無いので本システム

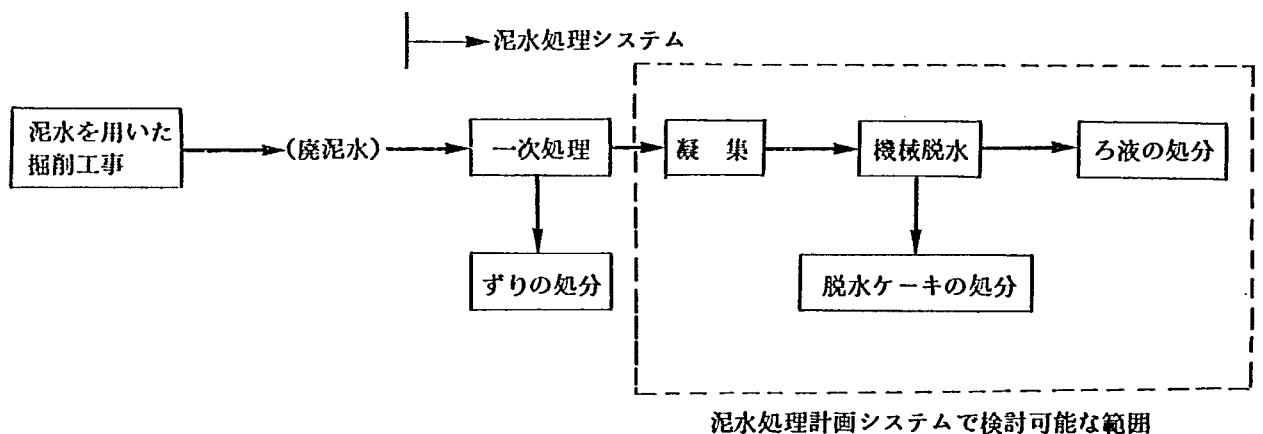


図4-1 泥水処理の基本フローと計画システムの対象

では扱わず、凝集および機械脱水の部分扱うことにした。

2) 泥水処理計画の範囲

上述 1) のような処理方式を想定したとき、凝集剤の種類と添加量、脱水機械の仕様と規模が主たる計画要素となる。これらは 3 章で述べたように泥水の脱水特性に大きな影響を及ぼす要素である。本研究で開発した泥水処理計画システムはこれらの要素を合理的に決定しようとする場合に適用される。

3) 計画代替案の一次評価

本システムでは凝集剤の種類と添加量、脱水機械の仕様、規模などを主たる計画要素としており、これらの組合せによって計画代替案が作成されることになる。それぞれの代替案は外部条件から定まる制約条件を満足している必要があり、そのチェックをここでは計画代替案の一次評価とよんでいる。一次評価（外部制約条件）の項目としては、脱水ケーキの含水比を取り上げている。このような指標を採用しているのは、

① 通常、脱水ケーキを処分する場合の条件が含水比で規定されることが多いこと。

② 泥水処理のレベルとの関連が最もよく現れること。

が主たる理由である。

一次評価の手法としては、個々の計画代替案について逐次基準値と比較し、代替案を棄却するか否かを判定する手法も考えられるが、本システムでは許容しうる最大の脱ケーキ含水比を用い、その範囲内で計画代替案を作成する手法を用いている。

4) 計画代替案の総合評価

計画代替案の評価は次の 2 つの観点から行うのが基本的な考え方となろう。

① 泥水を用いる掘削工事（以下、本工事とよぶ）の工程と泥水処理の能力との間に整合がとれていること。すなわち、本工事の工程計画（掘削速度）に合わせて無理なく泥水処理を行うこと。

② 経済性の観点から評価を行うこと。すなわち、必要な条件を満たす範囲で最も経済的な処理方式を選択すること。

このような考え方から、本システムでは個々の計画代替案の評価項目として

㊦ 一定量の泥水を処理するのに必要な時間（日数）

㊧ 一定量の泥水を処理するのに必要な費用の 2 つを考えることにした。

以上述べた評価の考え方を図にまとめたのが図 4-2 である。

なお、泥水の処理時間としては加圧ろ過時間に加えて泥水投入時間、脱水ケーキの脱型時間を考慮する。一方、処理費用としては機械損料、動力費、凝集剤材料費を考慮することとした。

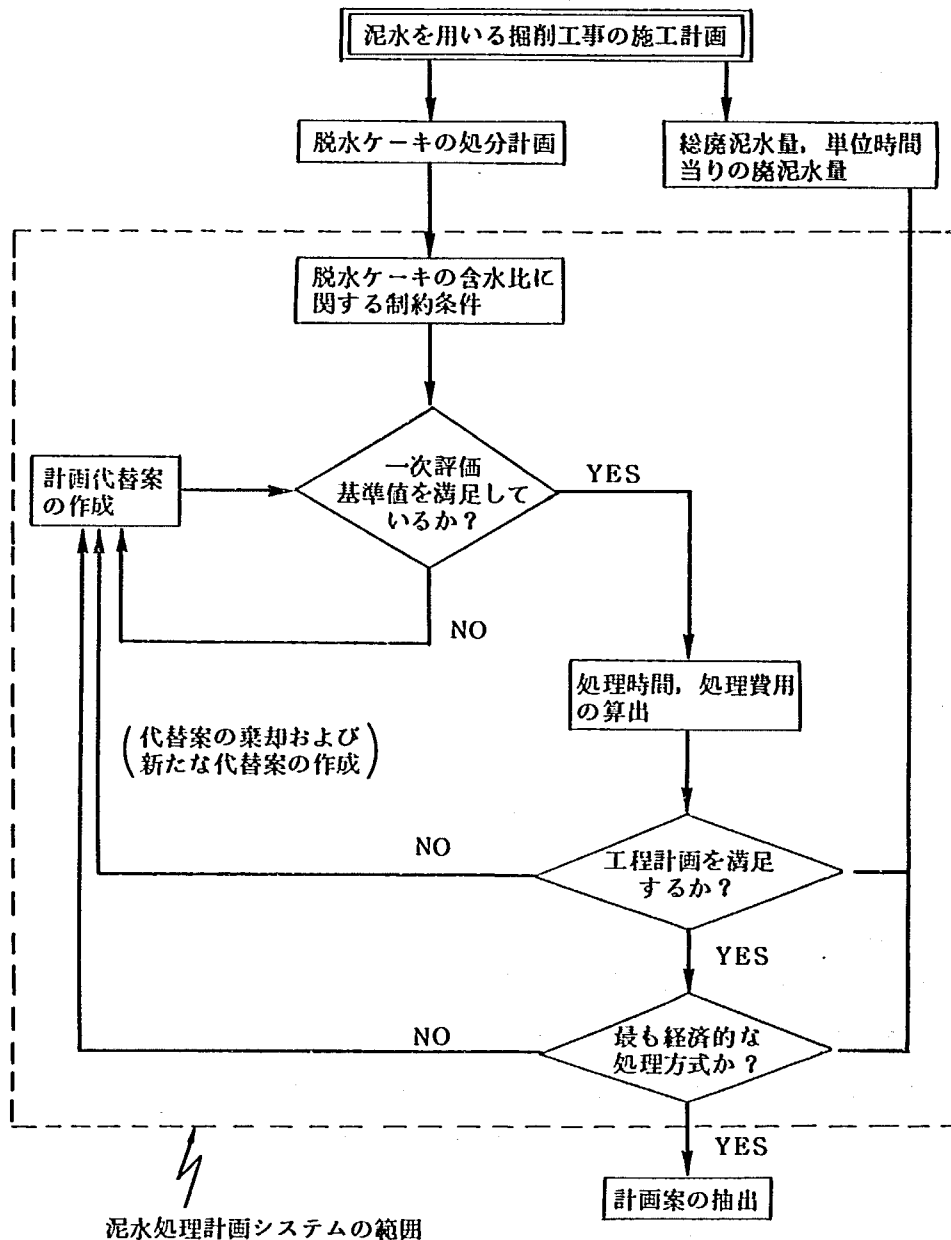


図 4-2 計画代替案の評価の考え方

4.2.2 計画作成プロセス

本研究でいう泥水処理計画とは、与えられた条件のもとで最も効率的な泥水処理条件を見出すことである。ここでは種々の処理方式のうち、加圧脱水を中心とした処理方式を対象としている。

計画上の変数となるのは、ろ布の種類、加圧力、凝集剤の種類と添加量、排出される脱水ケーキの含水比、処理機械の容量・台数などである。このように計画上の変数は数が多く、しかもそれらが複雑に関係し合っているため、効率的な処理条件を見出すためにはその手順を明確に整理し、システムとしてとらえる必要がある。

3章に示した「脱水特性に関する要因分析」の結果をもとにして泥水処理計画の立案手順を提案したのが図 4-3 である。全体のフローは入力情報作成プロセス、代替案作成プロセス、総合評価プロセス

に大別され、代替案作成プロセスについては図に示すように1～4のStepとフィードバックプロセスとで構成される。また、総合評価のプロセスでは図4-2に示した考え方に基づいて計画代替案が総合的に評価され、望ましい計画案が抽出される。このようなフローからわかるように、計画者は検討対象となる代替案を各種パラメータを変更しながら作成し、代替案の集合に対して総合評価を行うことになる。この場合、本研究で開発した泥水処理計画システムは代替案の集合を作成するための支援システムと考え、総合評価はあくまで計画者の判断に委ねるという考え方を基本としている。したがって、ここで提案するシステムは、マン・マシンタイプのシステムとなっている。

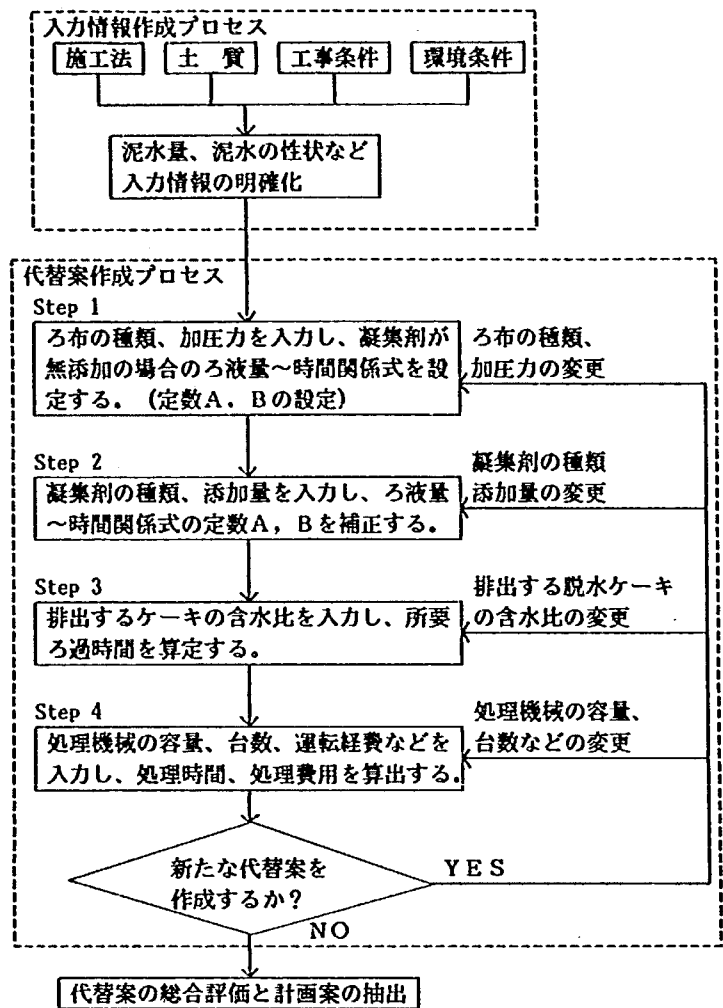


図4-3 泥水処理計画の立案手順

図4-3に示した泥水処理計画手順のうち、代替案作成プロセスは3

章の結果を利用することを前提としており、その基礎となるのは種々の条件下でのろ液量～時間関係式である。これは、

$$Y = e^B \times t^A \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

の形で表現され、定数A, Bは条件によって決まる。ここに、

Y：ろ液量

t：ろ過時間

である。式(4.1)が設定されると任意のろ過時間における脱水ケーキの含水比が次式で算出される。

$$Z_t = \frac{(A_2 \times A_4 / 100 + A_2 \times G / 1000 \times 1 / N) - e^B \times t^A}{A_2 \times (100 - A_4) / 100} \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

ここに、

Z_t ：加圧開始からt分後の脱水ケーキの含水比(%)

A_2 ：ろ過1回当たりの泥水量(g)

A_4 : 泥水の含水率 (%)

G : 凝集剤添加濃度
(mg/kg)

N : 凝集剤濃度
(mg/ml)

である。上式右辺の分子は泥水中に含まれる水分量を表しており、定数 A 、 B によって含水比の低減曲線が変化することになる。3章に示した結果から、定数 A は泥種による差が認められず、加圧力、ろ布の種類から定めるのが妥当であり、本システムでもこのような結果を利用している。一方、定数 B は定数 A の決定条件の他に泥種、凝集剤添加量によっても変化する。このような要因関連を考慮しながらシステマチックに代替案を作成できるように考えたフローが図4-3である。

なお、代替案作成プロセスにおけるStep 1～4の詳細なフローを図4-4に示す。

4.2.3 システム構成

本システムは各種の泥水処理条件を計画者が任意に設定あるいは修正しながら代替案を作成する手法を採用している。このような手法を採用したのは、計画上の操作変数が数多く、しかもこれらの変数と泥水の脱水特性との間に必ずしも理論的な因果関係を設定することができないため、計画者の判断に頼らざるを得ない点が多くあるためである。そこで、本研究ではマン・マシン型の計画システムを開発することを基本とした。

このような基本方針のもとで、図4-4に示した考え方によって開発したプログラムのフローチャートを図4-5、図4-6に示す。図4-5は全体の概略フローを示したものであり、図4-6はその詳細フローである。

なお、本プログラムはBASICによって作成されており、市販のパソコンで演算可能である。

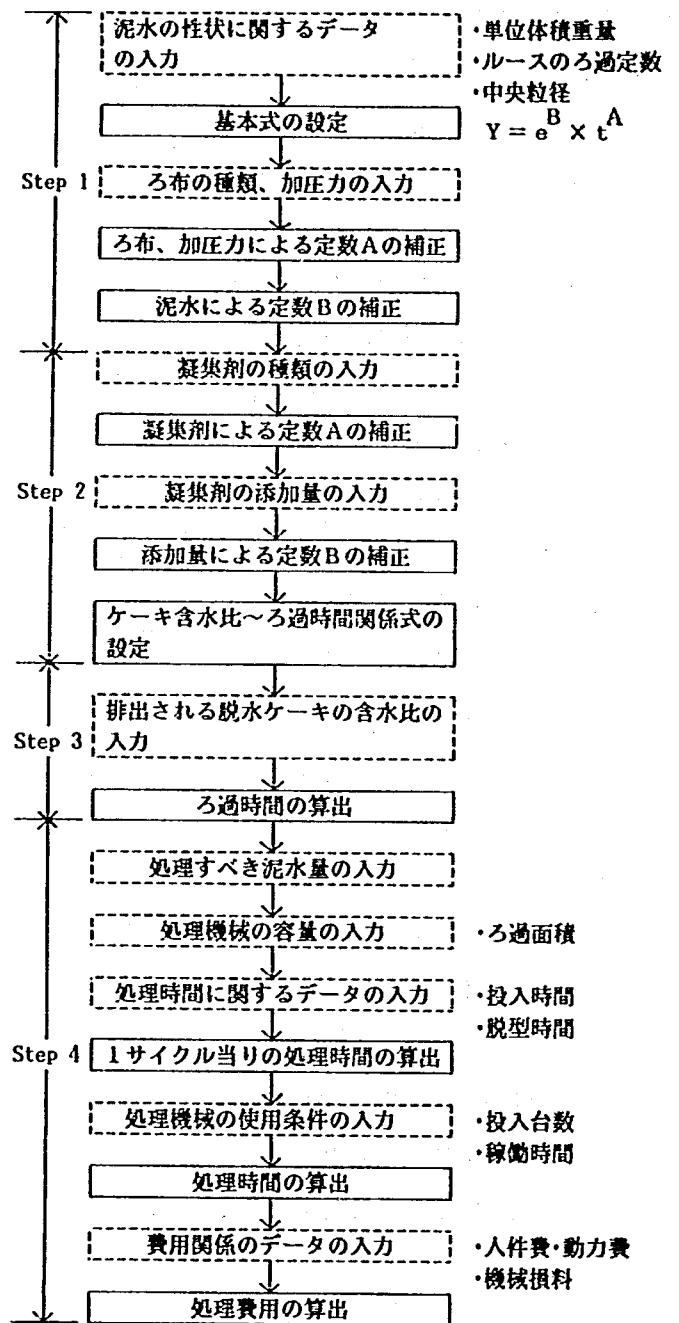


図4-4 代替案作成プロセス

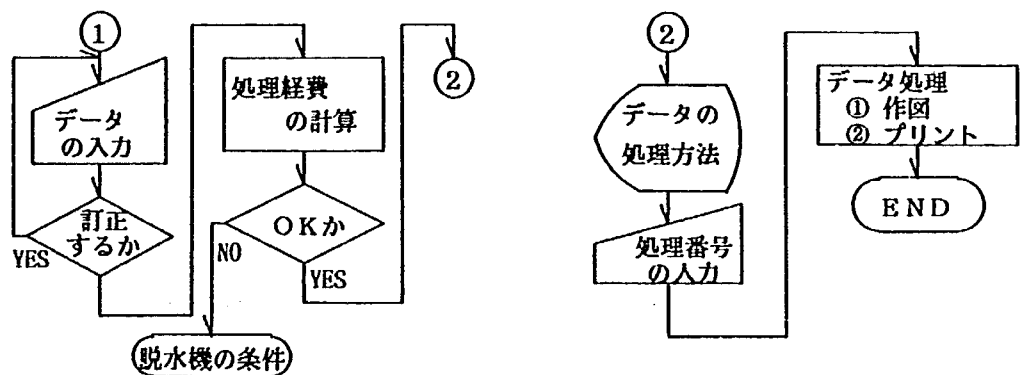
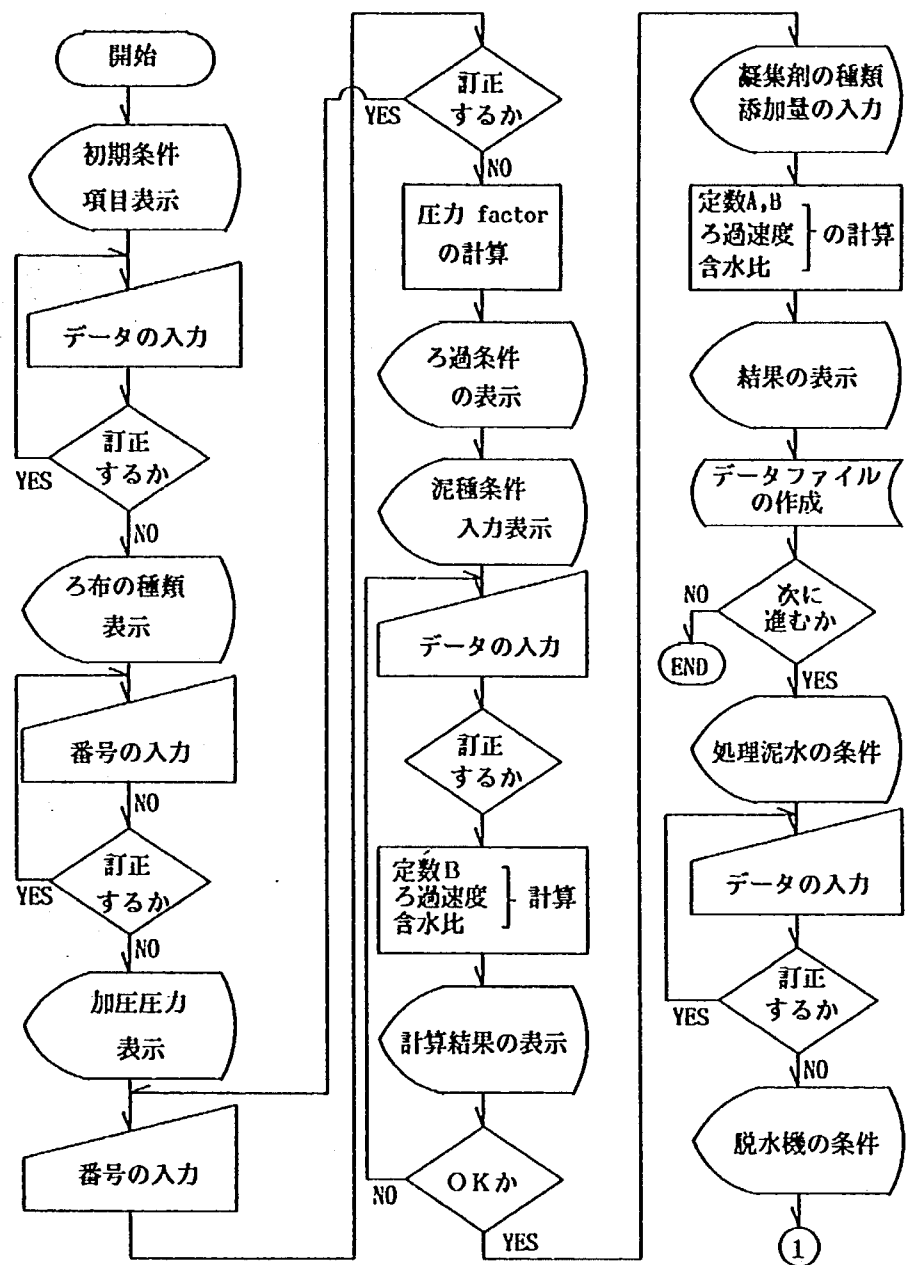


図 4-5 プログラムの全体フロー（概略）

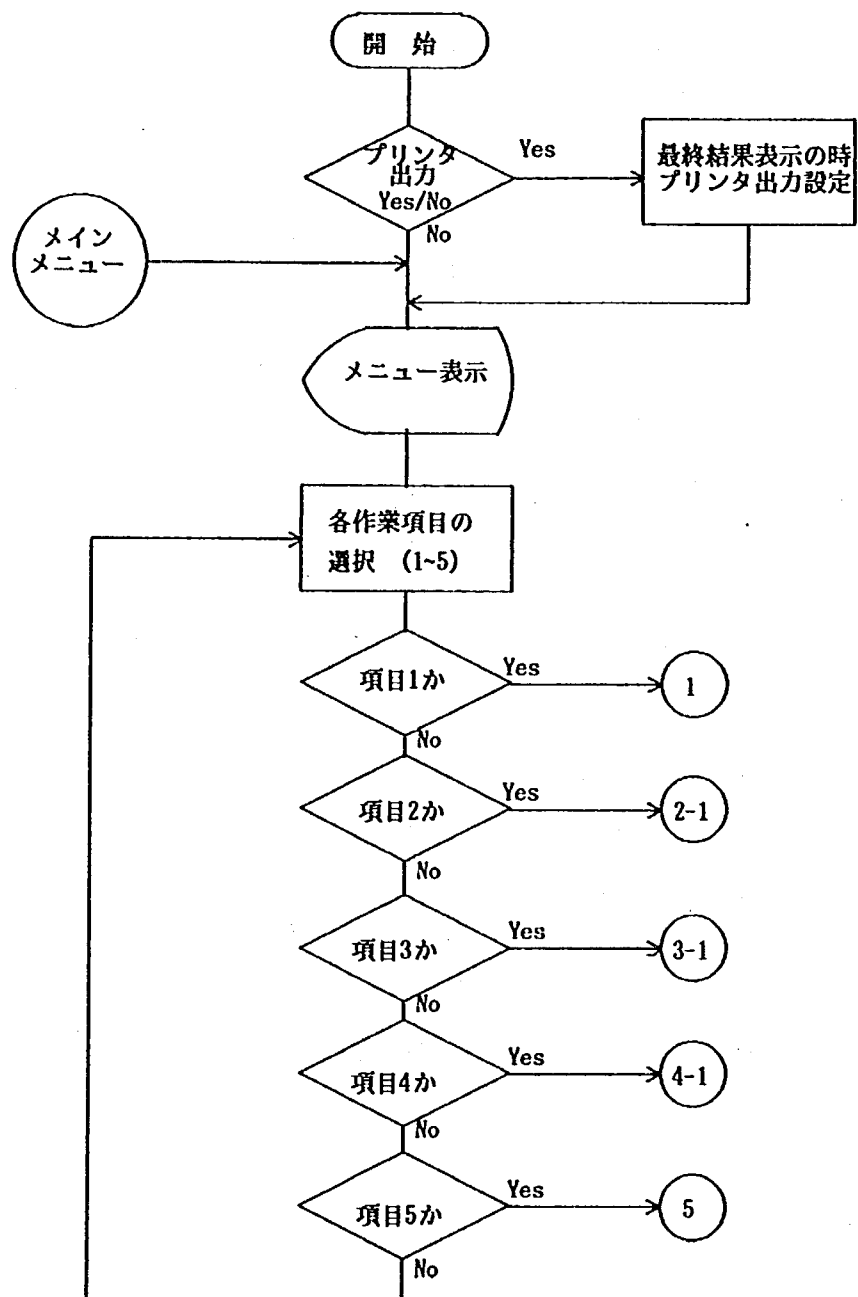


図4-6 プログラムの全体フロー（詳細）

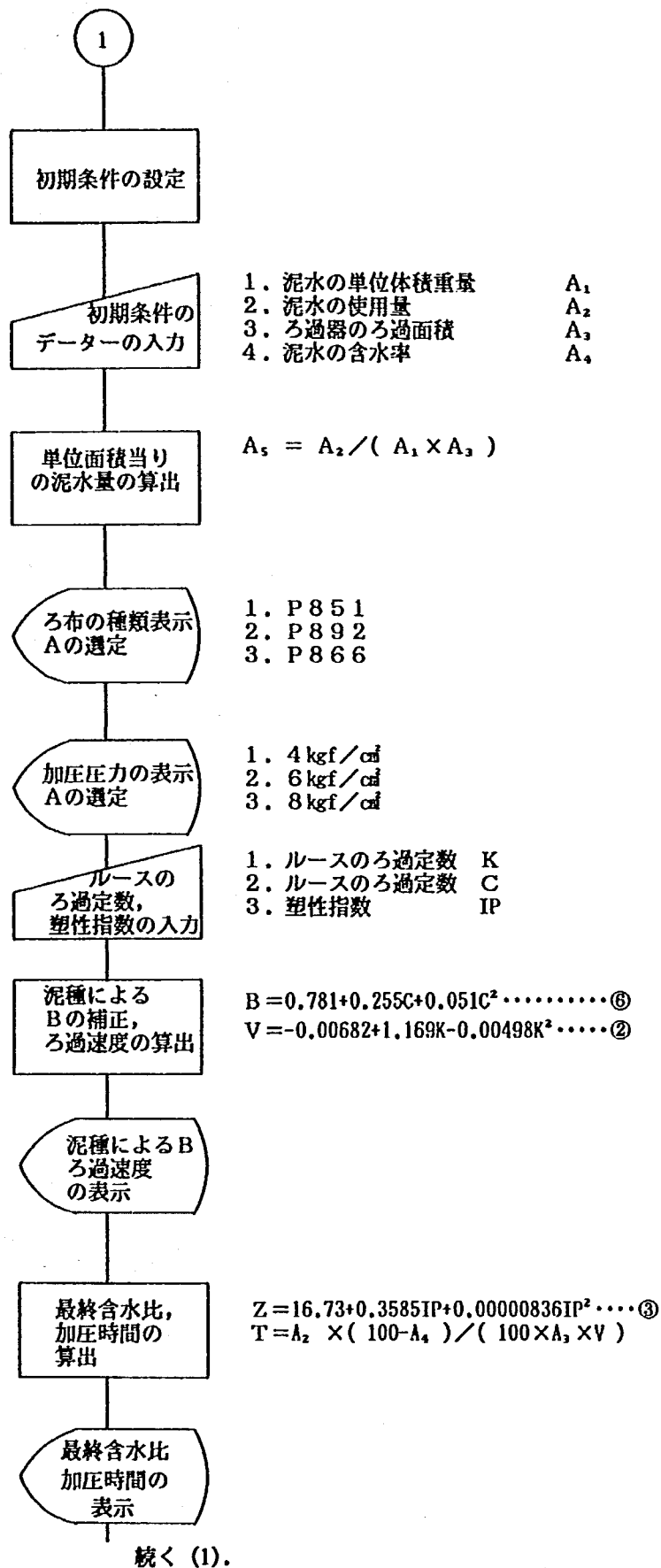


図 4 - 6 (つづき)

前頁(1).の続き

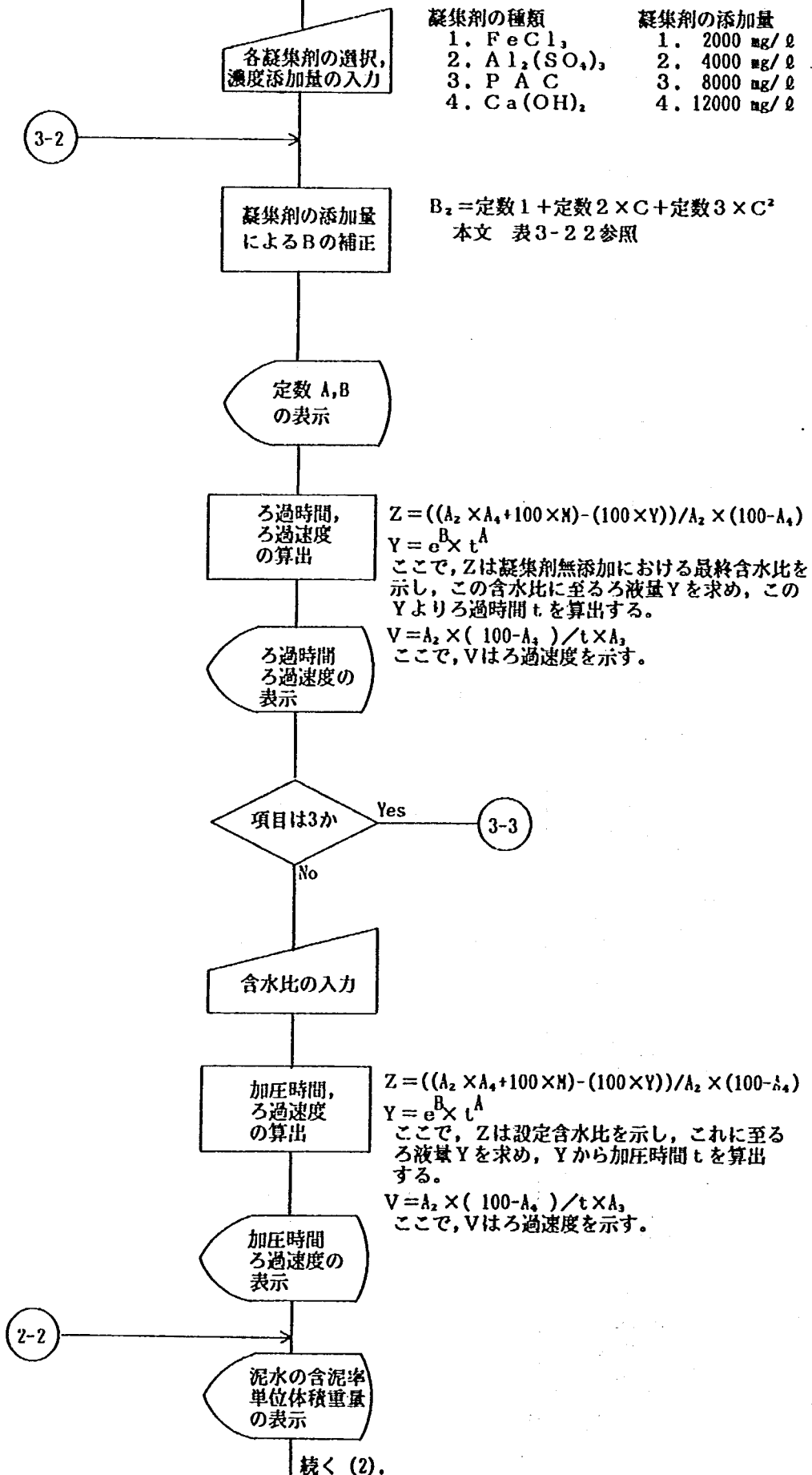


図4-6 (つづき)

前頁(2).の続き

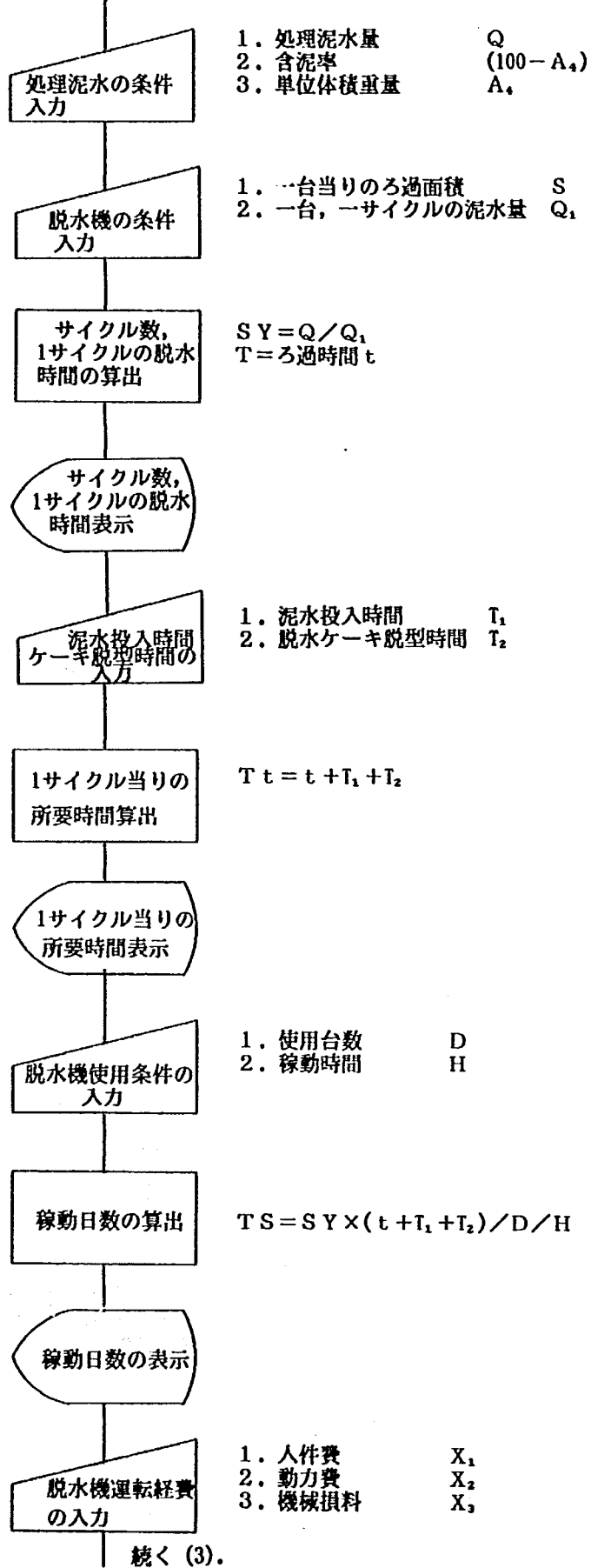


図4-6 (つづき)

前頁(3).の続き

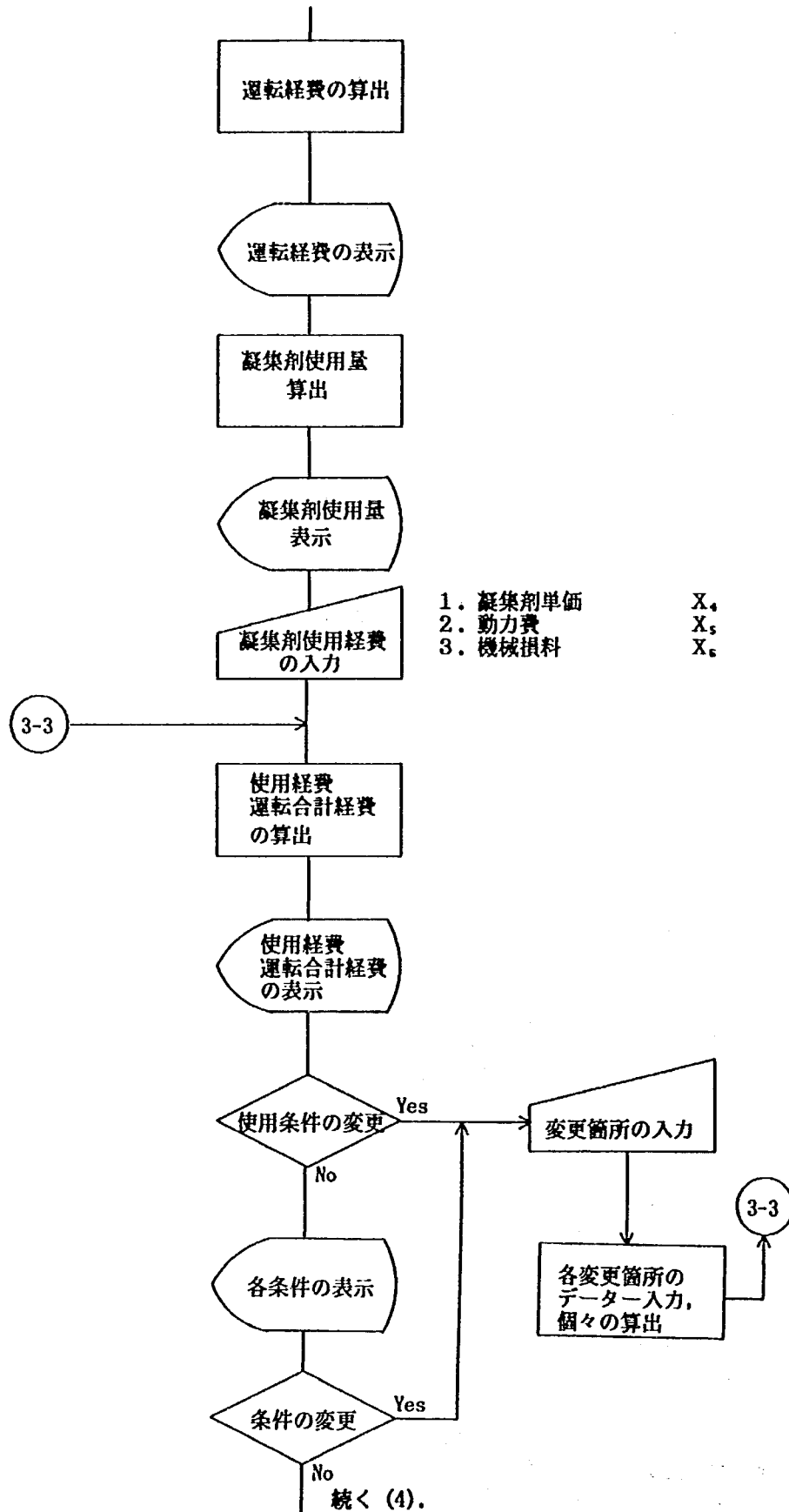


図4-6 (つづき)

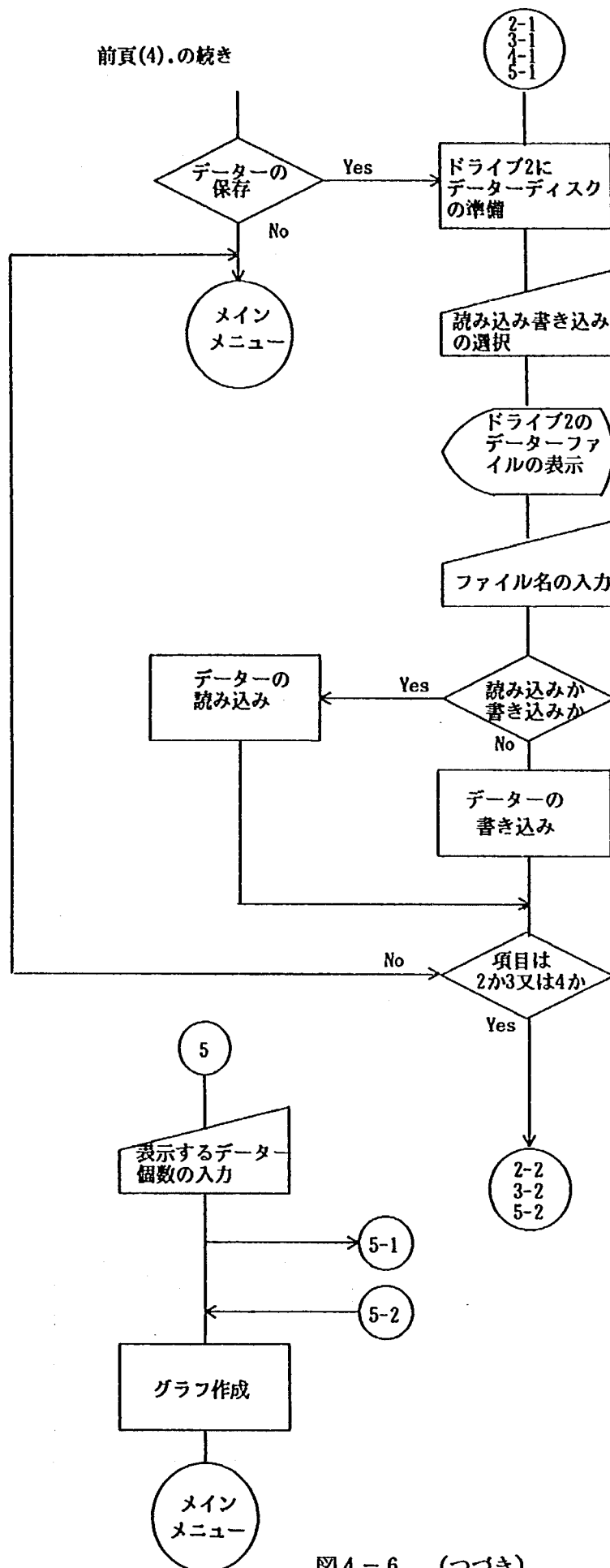


図4-6 (つづき)

4.3 泥水処理計画システムの適用例

加圧脱水機を中心とした泥水処理方式の選定にあたっては、これまでに述べてきたように凝集剤の選定と脱水機の選定を同時に考慮に入れる必要がある。この場合、計画要素が数多くあるため、処理方式の合理性を追求するには通常の計画手法では必ずしも満足できない。

このような背景のもとで、本研究では泥水処理計画を合理的に立案するための支援システムを開発した。ここでは本システムの適用例を示すことにする。

(1) 試算条件

事例計算における諸条件を以下に列記する。

① 加圧脱水機の条件

通常よく用いられている加圧脱水機のうち、ろ過面積の異なる6機種を選び、代替案とした。計算に用いた諸数値を表4-1に示す。

表4-1 加圧脱水機の条件

項目 番号	ろ過面積 (m^2)	ろ室容積 (m^3)	消費電力 (KWH)	価 格 (万円)	動 力 費 (万円/日)	機械損料 (万円/日)	付 帯 時 間(分)	
							送 入	脱 型
1	66.8	0.948	20	1,000	4,800	10	10	10
2	83.5	1.185	40	1,200	9,600	12	13	10
3	100.2	1.422	60	1,400	14,400	14	15	10
4	233.4	3.174	80	1,600	19,200	16	33	10
5	272.3	3.703	100	1,800	24,000	18	39	10
6	311.2	4.232	120	2,000	28,800	20	45	10

なお、動力費は10円/KWHとして算出し、1日当りの機械損料は機械本体価格の1%として計上した。また、機械の稼動時間は1日当り8時間とした。

② 凝集剤の条件

凝集剤の種類としては、
利用実績の多い塩化第二鉄： $FeCl_3$ 、硫酸アルミニウム： $Al_2(SO_4)_3$ 、ポリ塩化アルミニウム：PAC、消石灰： $Ca(OH)_2$ を設定した。これらは、3章に示したろ過試験に用いた凝集剤である。凝集効果と泥水

表4-2 試算条件（凝集剤の単価等）

項目 種類	凝集剤単価 (円/kg)	凝 集 剤 添 加 装 置			
		消費電力 (KWH)	価 格 (万円)	動 力 費 (万円/日)	機械損料 (万円/日)
$FeCl_3$	23	2.0	500	480	5.0
$Al_2(SO_4)_3$	88				
PAC	57				
$Ca(OH)_2$	38				

の脱水特性の関連は、これら4種類の凝集剤についてのみ調べており、本計画システムにおいても現時点においてはこれらの凝集剤しか考慮することができない。

表4-2に凝集剤の単価および凝集剤添加装置の動力費等の設定値を示したものである。なお、動力費、機械損料の算出は①と同様の仮定のもとで行った。

③ 泥水の種類

3章に示したろ過試験に用いた泥水のうち、表4-3に示す泥水を計算の対象とした。

表4-3 試算対象とした泥水の種類

試料番号	混 合 比 (%)	
	シルト	ベントナイト
2	90	10
4	70	30
6	50	50
8	30	70
10	10	90

④ 試算条件の設定

処理すべき泥水の総量を5000 m^3 とし、排水する脱水ケーキの含水比を100%とした。

(2) 試算結果

試算結果を表4-4、表4-5に示す。表4-4は凝集剤無添加の場合の処理費用、処理日数を泥種別、ろ過面積別に算出したものである。また、表4-5に示す試算結果は、凝集剤添加による処理費用、処理時間の違いを調べようとしたものである。

表4-4 泥種別・ろ過面積別の処理費用と処理日数（凝集剤無添加）

項目 泥種 No	ろ過速度 ($kg/m^2/h$)	脱水機No ろ過面積 (m^2)	1 66.8	2 83.5	3 100.2	4 233.4	5 272.3	6 311.2
2	3.971	処理日数(日)	7.1	6.0	5.2	3.1	2.9	2.7
		処理費用(円)	1,383,000	1,317,600	1,270,800	834,500	852,600	860,700
4	1.857	処理日数(日)	45.3	36.6	30.7	14.0	12.2	10.9
		処理費用(円)	8,824,400	8,037,300	7,503,000	3,768,800	3,586,800	3,474,900
6	0.153	処理日数(日)	126.6	101.6	84.9	37.3	32.2	28.4
		処理費用(円)	24,661,600	22,311,300	20,749,500	10,041,100	9,466,800	9,053,900
8	0.099	処理日数(日)	218.5	175.2	146.2	63.6	54.7	48.1
		処理費用(円)	42,563,800	38,473,900	35,731,200	17,121,100	16,081,800	15,334,200
10	0.084	処理日数(日)	290.5	232.8	194.2	84.2	72.4	63.5
		処理費用(円)	56,589,400	51,122,800	47,462,400	22,666,600	21,285,600	20,243,800

表 4 - 5 (1) 試算結果 (泥水No 2)

凝集剤の種類	凝集剤の添加量 (mg/L)	ろ過面積 (m ²)	ろ過速度 (kg/m ² /h)	処理日数 (日)	処 理 費 用 (円)		
					凝集剤の経費	脱水機の経費	総 経 費
無添加	0	66.8	3.971	7.1	0	1,383,000	1,383,000
FeCl ₃	2000	"	22.174	3.7	439,700	720,700	1,160,400
	4000	"	28.147	3.6	687,700	701,200	1,388,900
	8000	"	19.736	3.8	1,203,800	740,200	1,944,000
	12000	"	11.566	4.4	1,740,100	857,100	2,597,200
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	"	17.694	3.9	1,164,900	759,700	1,924,600
	4000	"	21.530	3.8	2,127,900	740,200	2,868,100
	8000	"	15.536	4.1	4,079,000	798,600	4,877,600
	12000	"	12.064	4.4	6,030,200	857,100	6,887,300
P A C	2000	"	3.726	7.4	1,000,600	1,441,500	2,442,100
	4000	"	14.156	4.2	1,466,000	818,100	2,284,100
	8000	"	22.024	3.8	2,699,800	740,200	3,440,000
	12000	"	21.784	3.8	3,953,800	740,200	4,694,000
Ca(OH) ₂	2000	"	19.326	3.8	609,800	740,200	1,350,000
	4000	"	30.231	3.5	1,012,700	681,800	1,694,500
	8000	"	26.223	3.6	1,853,700	701,200	2,554,900
	12000	"	26.185	3.6	2,689,700	701,200	3,390,900

表 4 - 5 (2) 試算結果 (泥水No 4)

凝集剤の種類	凝集剤の添加量 (mg/L)	ろ過面積 (m ²)	ろ過速度 (kg/m ² /h)	処理日数 (日)	処 理 費 用 (円)		
					凝集剤の経費	脱水機の経費	総 経 費
無添加	0	66.8	1.857	45.3	0	8,824,400	8,824,400
FeCl ₃	2000	"	4.793	6.6	586,100	1,285,600	1,871,700
	4000	"	11.897	4.5	733,100	876,600	1,609,700
	8000	"	10.408	4.7	1,249,200	915,500	2,164,700
	12000	"	5.880	6.0	1,820,900	1,168,800	2,989,700
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	"	4.288	7.0	1,321,400	1,363,600	2,685,000
	4000	"	9.417	4.9	2,183,400	954,500	3,137,900
	8000	"	7.612	5.3	4,139,600	1,032,400	5,172,000
	12000	"	5.903	6.0	6,110,900	1,168,800	7,279,700
P A C	2000	"	0.678	28.7	2,075,800	5,590,700	7,666,500
	4000	"	1.893	12.2	1,869,900	2,376,500	4,246,400
	8000	"	5.542	6.2	2,821,000	1,207,700	4,028,700
	12000	"	9.768	4.8	4,004,300	935,000	4,939,300
Ca(OH) ₂	2000	"	2.689	9.5	897,500	1,850,600	2,748,100
	4000	"	7.973	5.2	1,098,500	1,012,900	2,111,400
	8000	"	8.066	5.2	1,934,500	1,012,900	2,947,400
	12000	"	8.401	5.1	2,765,400	993,400	3,758,800

表 4 - 5 (3) 試算結果 (泥水No 6)

凝集剤の種類	凝集剤の添加量 (mg/L)	ろ過面積 (m ²)	ろ過速度 (kg/m ² /h)	処理日数 (日)	処 理 費 用 (円)		
					凝集剤の経費	脱水機の経費	総 経 費
無添加	0	66.8	0.153	126.6	0	24,661,600	24,661,600
FeCl ₃	2000	"	0.976	22.3	1,378,700	4,344,000	5,722,700
	4000	"	3.839	7.9	904,800	1,538,900	2,443,700
	8000	"	5.516	6.4	1,335,000	1,246,700	2,581,700
	12000	"	4.393	7.3	1,886,500	1,422,000	3,308,500
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	"	1.032	21.3	2,043,300	4,149,200	6,192,500
	4000	"	3.513	8.4	2,360,100	1,636,300	3,996,400
	8000	"	4.451	7.3	4,240,500	1,422,000	5,662,500
	12000	"	4.142	7.6	6,191,700	1,480,400	7,672,100
P A C	2000	"	0.239	82.4	4,786,600	16,051,500	20,838,100
	4000	"	0.551	37.5	3,147,000	7,305,000	10,452,000
	8000	"	1.508	15.7	3,300,500	3,058,300	6,358,800
	12000	"	2.933	9.6	4,246,600	1,870,000	6,116,600
Ca (OH) ₂	2000	"	0.568	36.4	2,255,500	7,090,700	9,346,200
	4000	"	2.583	10.4	1,361,000	2,025,900	3,386,900
	8000	"	3.862	8.0	2,075,800	1,558,400	3,634,200
	12000	"	4.047	7.8	2,901,700	1,519,400	4,421,100

表 4 - 5 (4) 試算結果 (泥水No 8)

凝集剤の種類	凝集剤の添加量 (mg/L)	ろ過面積 (m ²)	ろ過速度 (kg/m ² /h)	処理日数 (日)	処 理 費 用 (円)		
					凝集剤の経費	脱水機の経費	総 経 費
無添加	0	66.8	0.099	218.5	0	42,563,800	42,563,800
FeCl ₃	2000	"	0.289	76.7	4,124,800	14,941,100	19,065,900
	4000	"	1.555	16.7	1,349,000	3,253,100	4,602,100
	8000	"	3.507	9.1	1,471,300	1,772,600	3,243,900
	12000	"	3.979	8.4	1,942,000	1,636,300	3,578,300
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	"	0.352	63.6	4,178,600	12,389,200	16,567,800
	4000	"	1.633	16.1	2,748,800	3,136,200	5,885,000
	8000	"	3.171	9.7	4,361,700	1,889,500	6,251,200
	12000	"	3.545	9.0	6,262,400	1,753,200	8,015,600
P A C	2000	"	0.128	170.0	9,208,600	33,116,000	42,324,600
	4000	"	0.260	84.8	5,534,700	16,519,000	22,053,700
	8000	"	0.575	40.1	4,532,300	7,811,400	12,343,700
	12000	"	1.082	22.7	4,907,900	4,421,900	9,329,800
Ca (OH) ₂	2000	"	0.192	113.9	6,167,700	22,187,700	28,355,400
	4000	"	1.166	21.3	1,911,200	4,149,200	6,060,400
	8000	"	2.494	11.5	2,252,500	2,240,200	4,492,700
	12000	"	2.600	11.2	3,073,400	2,181,700	5,255,100

表 4 - 5 (5) 試算結果 (泥水No10)

凝集剤の種類	凝集剤の添加量 (mg/L)	ろ過面積 (m ²)	ろ過速度 (kg/m ² /h)	処理日数 (日)	処 理 費 用 (円)		
					凝集剤の経費	脱水機の経費	総 経 費
無添加	0	66.8	0.084	290.5	0	56,589,400	56,589,400
FeCl ₃	2000	"	0.132	185.5	9,617,000	36,135,400	45,752,400
	4000	"	0.864	30.8	2,060,800	5,999,800	8,060,600
	8000	"	2.679	11.9	1,612,700	2,318,100	3,930,800
	12000	"	3.949	9.0	1,972,300	1,753,200	3,725,500
Al ₂ (SO ₄) ₃	2000	"	0.177	138.4	7,954,500	26,960,300	34,914,800
	4000	"	1.000	26.9	3,294,000	5,240,100	8,534,100
	8000	"	2.642	12.0	4,477,800	2,337,600	6,815,400
	12000	"	3.375	10.0	6,312,800	1,948,000	8,260,800
PAC	2000	"	0.091	266.7	14,090,000	51,953,100	66,043,100
	4000	"	0.172	141.9	8,417,100	27,642,100	36,059,200
	8000	"	0.312	78.9	6,490,900	15,369,700	21,860,600
	12000	"	0.556	45.5	6,058,800	8,863,400	14,922,200
Ca(OH) ₂	2000	"	0.099	244.8	12,775,500	47,687,000	60,462,500
	4000	"	0.717	36.2	2,663,400	7,051,700	9,715,100
	8000	"	1.979	15.0	2,429,200	2,922,000	5,351,200
	12000	"	2.046	14.5	3,239,900	2,824,600	6,064,500

図 4 - 7, 図 4 - 8 はろ過面積と処理日数, 処理費用の関係 (凝集剤が無添加の場合) を泥水の種類別にみたものである。当然のことながら, 大型機械を用いるほど (ろ過面積を大きくするほど) 処理日数は短くなることがわかる。ろ過面積の増大にともなう処理日数の短縮傾向と処理費用の低減傾向は比較的良好に似ており, このことから処理費用に占める機械損料の大きいことがわかる。

また, 泥水の種類別にみると, 脱水特性の良い泥水 No 2 では処理日数, 費用が小さく, ろ過特性の悪い泥水になると飛躍的に処理日数, 処理時間が大きくなっている。このように泥水の種類が処理日数, 処理時間に与える影響

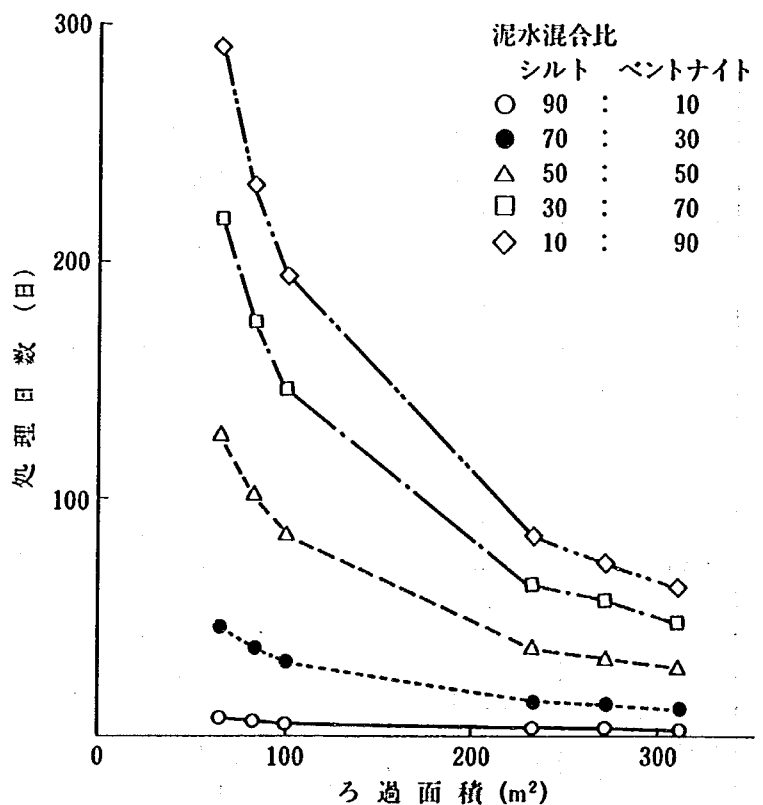


図 4 - 7 ろ過面積と処理日数の関係

は非常に大きいため、泥水処理計画の立案にあたっては十分留意する必要がある。

次に、凝集剤を添加することによって処理日数、処理費用がどのように変わるかを示したのが図4-9(1)~(5)である。

すでに述べたように、泥水処理計画の代替案は処理日数と処理費用で評価するのが一般的と考えられることから、ここでは処理日数と処理費用の二次元座標上に試算結果をプロットしている。このように整理することによって代替案の評価が行い易くなる。すなわち、掘削工事の工程と合致する範囲の代替案を抽出したり、最も経済的な処理条件を見出すという作業をわかり易く行うことができる。

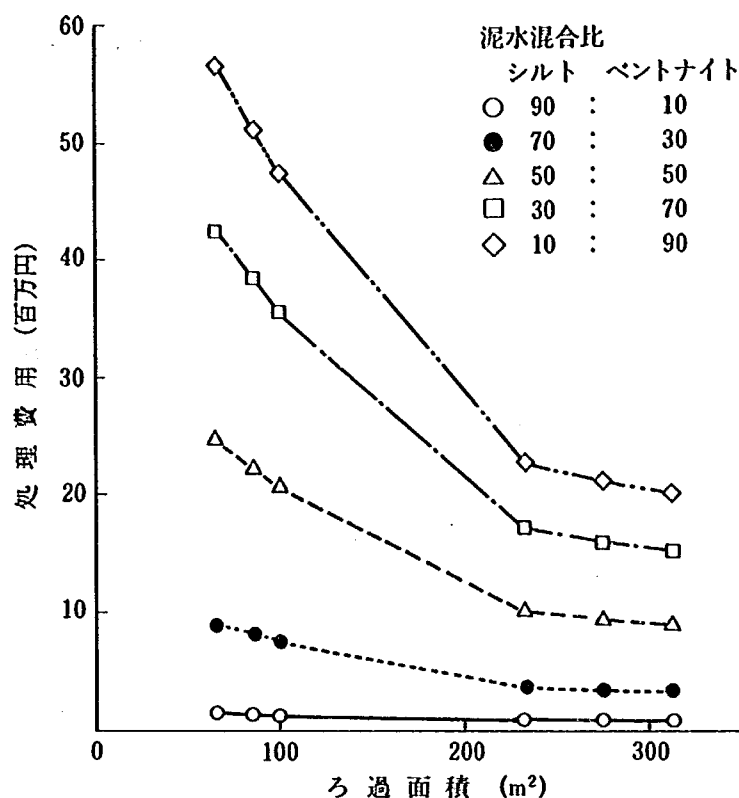


図4-8 ろ過面積と処理費用の関係

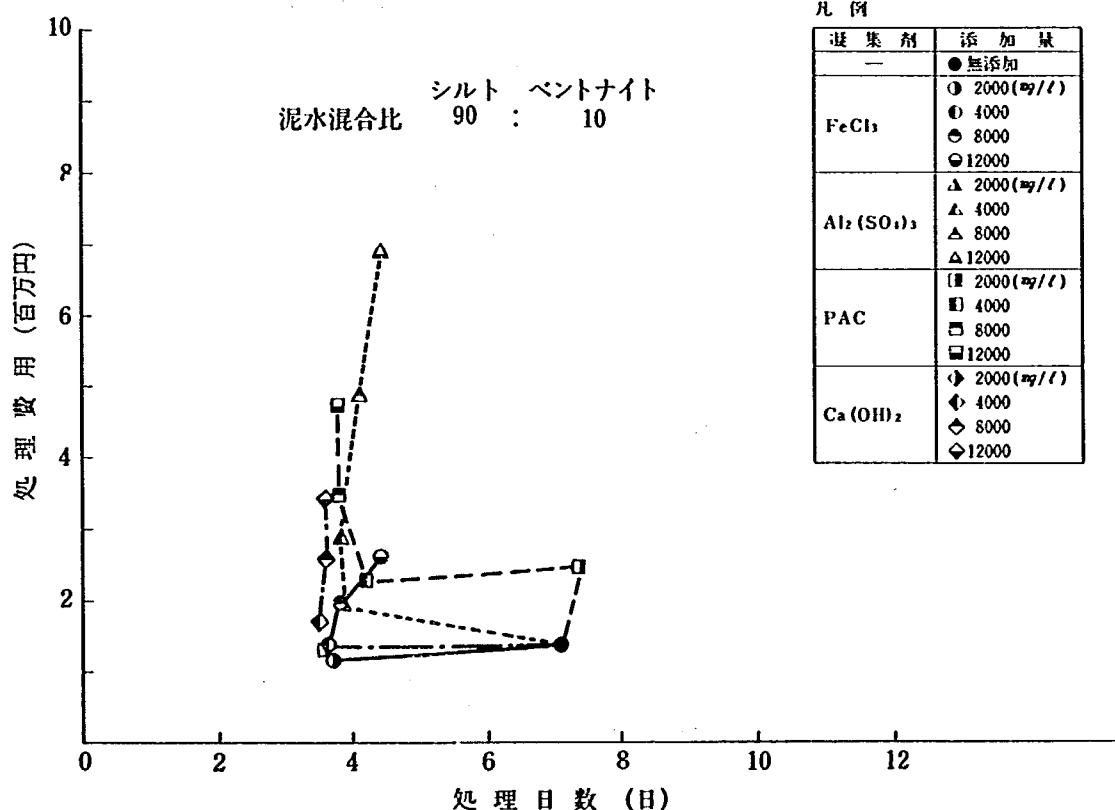


図4-9(1) 試算結果(泥水No2)

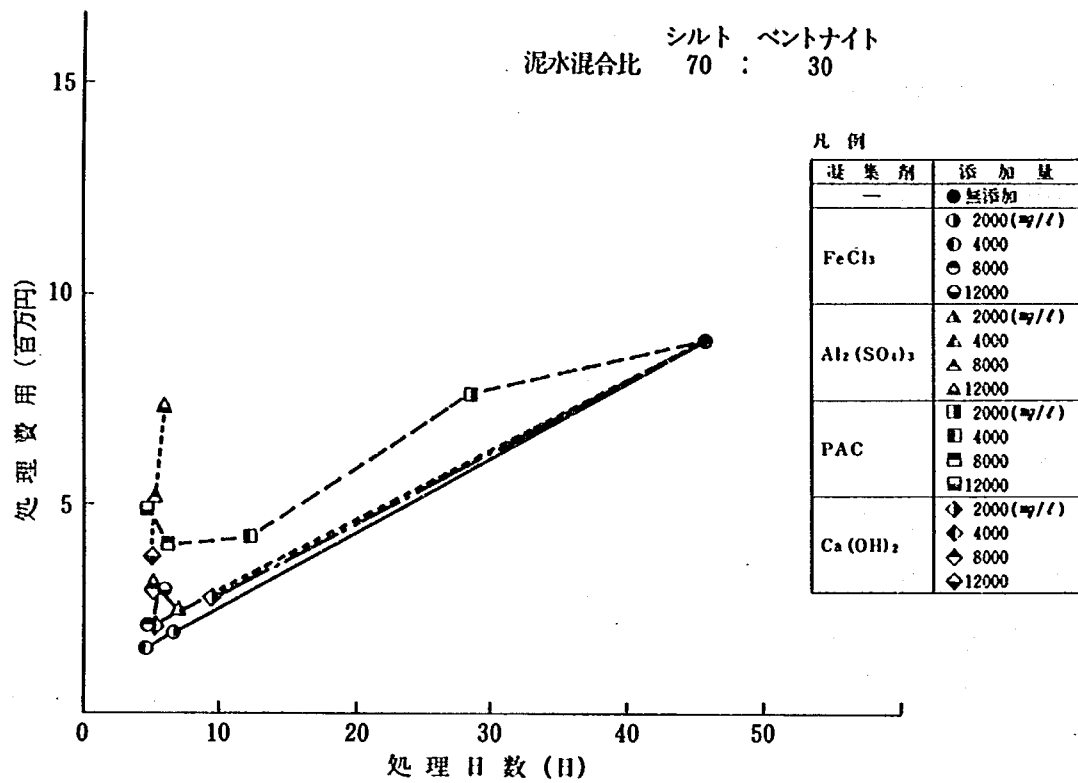


図 4 - 9 (2) 試算結果 (泥水No 4)

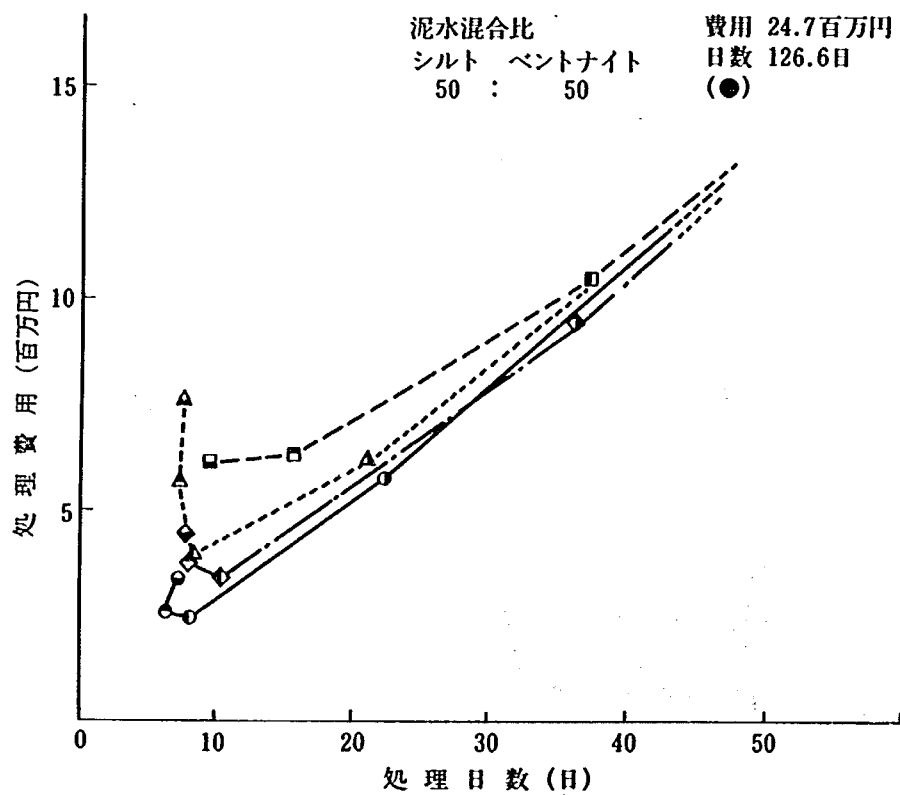


図 4 - 9 (3) 試算結果 (泥水No 6)

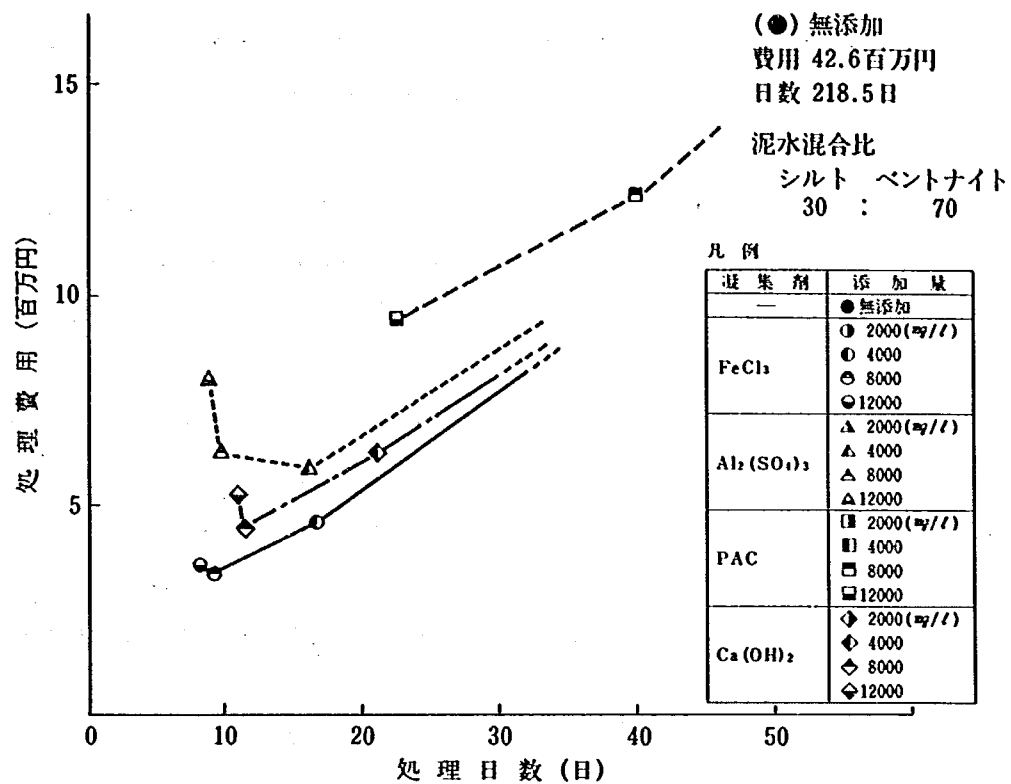


図4-9(4) 試算結果 (泥水No.8)

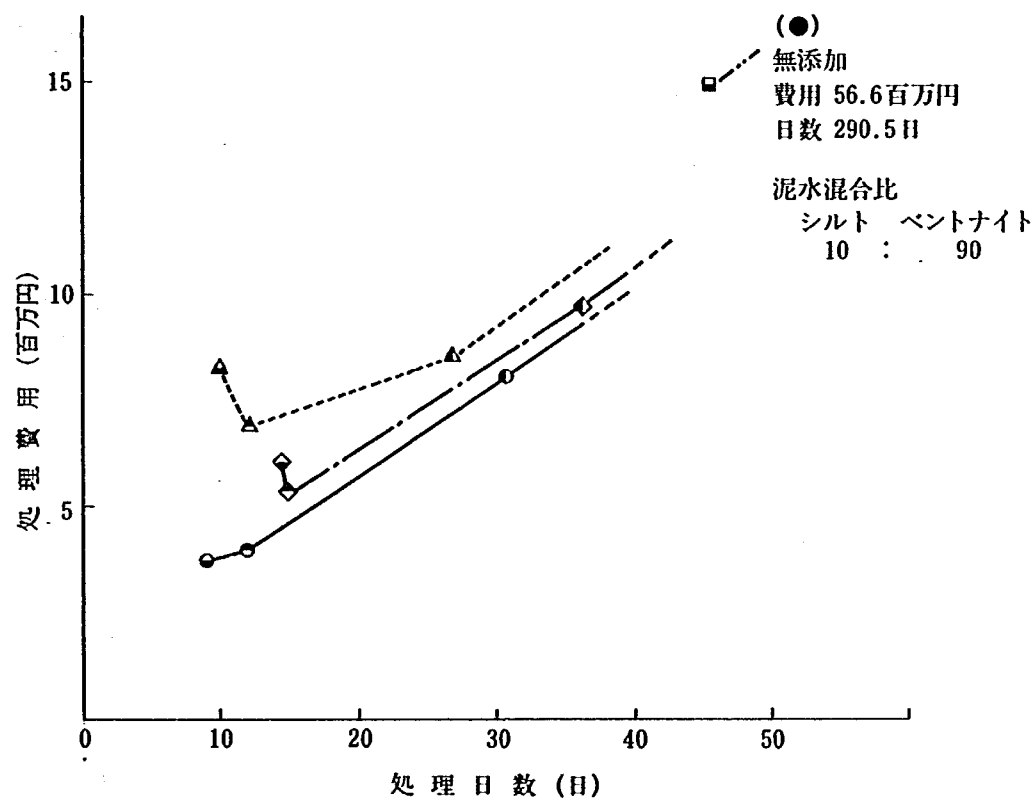


図4-9(5) 試算結果 (泥水No.10)

図4-9は脱水機械の種類（ろ過面積66.8 m^2 ）固定して処理日数、処理費用を比較したものである。なお、処理日数が50日以上、あるいは処理費用が2,000万円を越えたものについては代替案として不適切と判断されるために、この図から除外している。

図4-9を比較すると、脱水特性の良い泥水No.2については凝集剤の種類・添加量に対する処理日数、処理費用の変化は比較的少ないが、脱水特性の悪い泥水ほど凝集剤によって処理日数、処理費用が大きくばらつくようになることがわかる。このことから、脱水特性の悪い泥水（土粒子の粒径が小さい）ほど凝集剤の選定が重要であるといえる。

次に、脱水ケーキの含水比に関する感度分析について述べる。脱水ケーキの含水比は処理条件を選定する上での重要な要素である。たとえば、泥水処理の費用、時間を低く抑えるために脱水ケーキの含水比を高く設定すると、ケーキの運搬コストが高くなったり、後処理にかえて費用がかかる恐れが生じる。逆に、脱水ケーキの含水比を低く設定すると不経済な泥水処理を行う可能性がある。このようなことから、脱水ケーキの含水比の設定が処理日数、処理費用にどのような影響を及ぼすかをあらかじめ検討しておくことは非常に重要である。

図4-10は、泥水No.2（シルト：ベントナイト＝90：10）およびNo.6（シルト：ベントナイト＝50：50）を想定したとき、排出される脱水ケーキの目標含水比を変化させて計算した結果を示したものである。

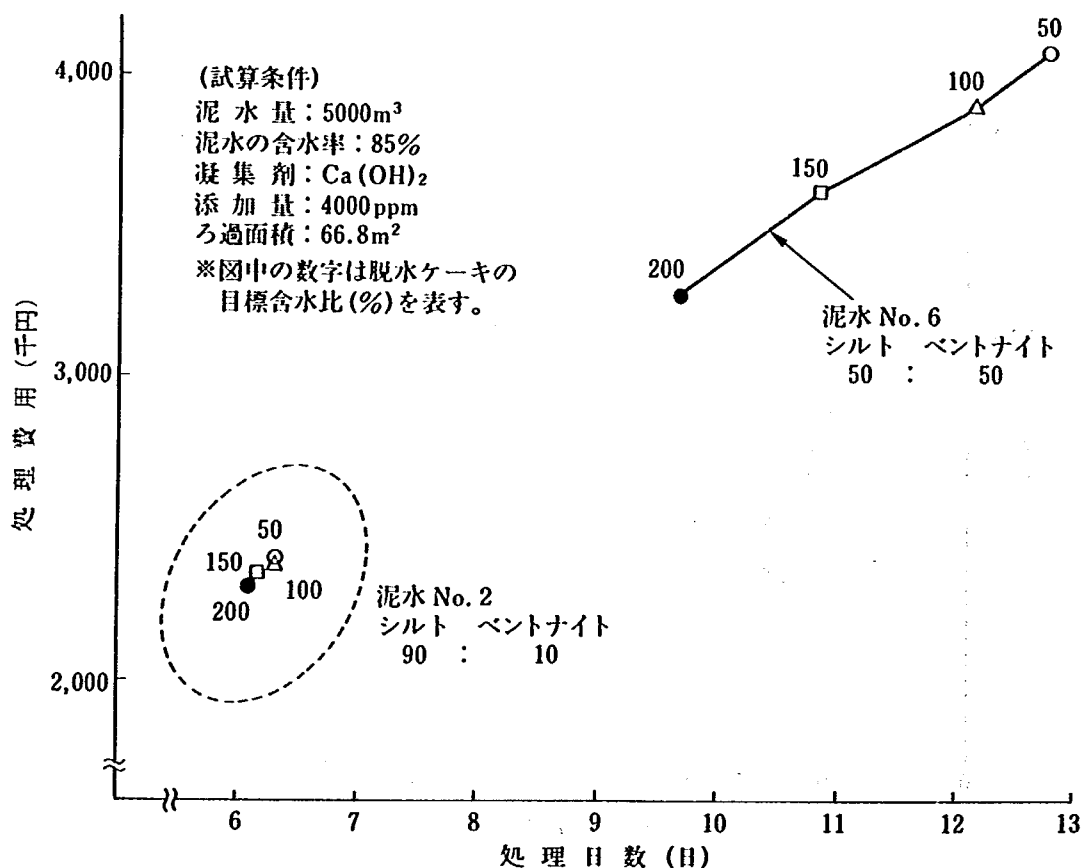


図4-10 脱水ケーキの含水比と処理費用・処理日数の関係

このときの試算条件としては、凝集剤は消石灰、添加量を 4000 ppm、脱水機のろ過面積を 66.9 m^2 としている。この図をみると、脱水特性の良い泥水№2 では、脱水ケーキの含水比の違いは処理日数、処理費用に対してほとんど影響を与えないことがわかる。

一方、脱水特性の悪い泥水№6 については、脱水ケーキの含水比によって処理日数、処理費用がかなり異なることがわかる。このような場合、泥水処理の水準（脱水ケーキの含水比をどの程度まで下げるか）は計画上の重要な因子であるといえる。水準設定にあたっては ①掘削工事（本工事）の側の工程と整合がとれるような処理日数を選ぶこと、②脱水ケーキの処分方法との関係で適切な含水比を設定すること、などの観点から検討する必要がある。

図4-11はこれまでに述べた方法で計画代替案の比較を行った事例である。

このような図を描くことによって脱水機の規模や凝集剤の種類、添加量を検討することができる。

以上に述べてきた計算例および考察は直観的にも妥当なものといえる。したがって、本稿に示した計画システムの考え方は実際の泥水処理計画の立案に対して有効に機能するものと考ええる。

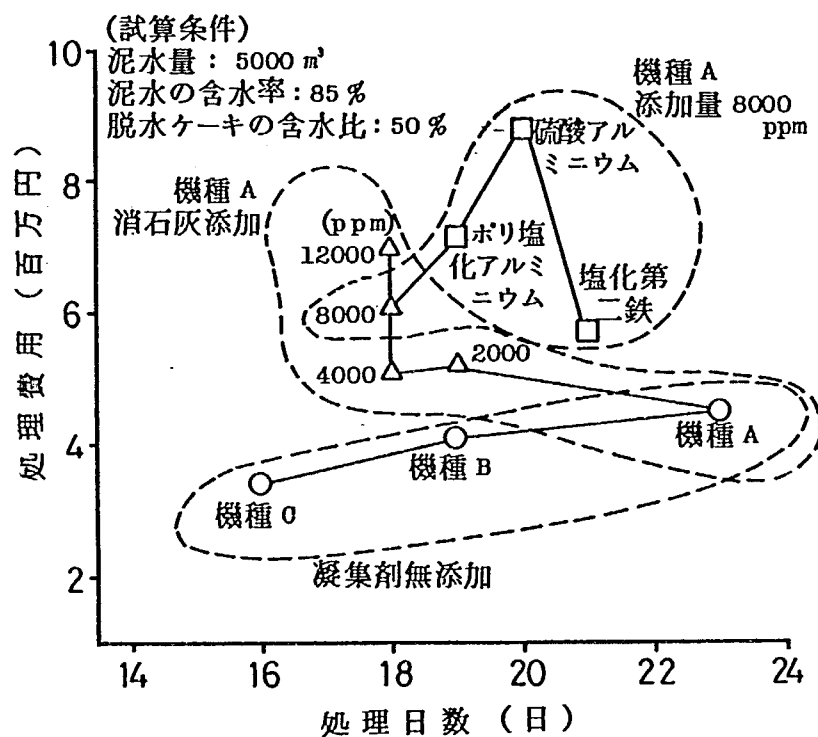


図4-11 処理日数～時間の一例

5. 結 論

本研究は、泥水を用いる掘削工事から排出される廃泥水の処理計画を合理的に作成する手法について検討したものである。本研究で得られた成果を要約すると次のようになる。

- (1) 機械脱水を中心とする処理方式を考えると、泥水の脱水特性に影響を及ぼす要因は数多い。本研究では種々の加圧脱水（ろ過）試験を行い、その結果をもとに要因間の関連を明らかにした。さらに、ろ過時間～ろ液量の関係式を設定し、そのパラメータが処理条件によってどのように変化するかを明らかにした。
- (2) 上記(1)の成果を利用して効率的に泥水処理計画を立案する手法について検討した。すなわち、計画作成のプロセスを明確にするとともに、これをシステム化した。さらに、適用事例を通して本システムが有効に機能することを確めた。

以上、泥水処理計画のシステム化についてある程度の目途を立てることができたが、今後実際の泥水処理計画に適用するためには以下に示す事項について検討し、システムを改善していく必要がある。

- ① システムの信頼性を高めるために、さらにデータを収集し、パラメータの推定精度を上げること。
- ② 機械脱水を中心とする処理方式以外の方式をもシステムに組み込み、より広い範囲で泥水処理計画の検討が行えるようにすること。

また、本システムの発展性の方向として、泥水処理の自動制御への利用が考えられる。すなわち、本システムの骨格となっているのは、泥水の性状に見合った最適な処理方式を選択することであり、この考え方を利用すれば、泥水の性状に関する情報を工事中に知り、直ちに凝集剤の添加量や加圧時間を変更することも可能となる。このような作用を実現するためには、各種パラメータの推定精度の向上が一層必要となろう。

参 考 文 献

- 1) 尾藤五郎, 小林勲, 岩崎光美, 今野昭三: 建設工事における濁水, 泥水の処理工法, 鹿島出版会, 昭和 53 年 5 月。
- 2) 建設工事に伴う濁水対策ハンドブック, (社)日本建設機械化協会, 昭和 60 年 1 月。
- 3) 特集「掘削工事への泥水利用」, 基礎工, Vol. 10, No. 5, 昭和 57 月 5 月。
- 4) 土木工事に伴う泥水処理システムの研究開発Ⅱ, (社)日本機械工業連合会, (社)日本産業機械工業会, 昭和 56 年 3 月。

付 録

プログラムリスト

第 44

本 部 門 經 理

```

1  'save "DEISUI.V9"
10 '
20 ' 泥水処理の予測プログラム      Ver 1.9
30 '
40 '          1985.  3.27.
50 '
60 '
70 '          作成者
80 '
90 '
100 CLEAR ,&H9FFF,1000,&H7FFF
102 SCREEN 3,,1,0:CLS 3:SCREEN 3,,0,1:CLS 3:CONSOLE 0,25,0,1:WIDTH 80,25
110 DEFSNG A-Z:DEFINT I:SHOKI=0
120 DIM DT(200),F.NAME$(200),FIL$(200),PLX(10,10),PLY(10,10)
130 AT=1:GOTO *MAIN
140 '
150 '          メイン 泥水計算
160 '
170 *CAL1
180 CLS 3
190 HELP ON
200 ON HELP GOSUB *WR2
210 LOCATE 5,4:PRINT "＊＊ 加圧ろ過試験の条件 ＊＊"
220 LOCATE 5,7:PRINT "1. 単位体積 重量(g/cm3)  ";
230 INPUT A$
240 A1=VAL(A$)
250 LOCATE 5,9:PRINT "2. 使用量          (g)          ";
260 INPUT A$:PRINT
270 A2=VAL(A$)
280 LOCATE 5,11:PRINT "3. ろ過面積          (cm2)          ";
290 INPUT A$
300 A3=VAL(A$)
310 LOCATE 5,13:PRINT "4. 含水率          (%)          ";
320 INPUT A$
330 A4=VAL(A$)
340 A5=A2/(A1*A3)
350 LOCATE 5,16:PRINT "単位面積あたりの泥水量";
360 LOCATE 29,16:PRINT "=";:PRINT USING "###.###";A5
370 HELP OFF
380 LOCATE 10,20:PRINT "訂正しますか[y/n] ";;INPUT OK$
390 HELP ON
400 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN CLS:GOTO 170
410 IF OK$="n" OR OK$="N" THEN 470
420 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
430 GOTO 380
440 '
450 '          ろ布関係
460 '
470 *ROFU:CLS:B$="1":B1=1
480 LOCATE 5,3:PRINT "＊＊ ろ布の種類 ＊＊"
490 LOCATE 5,5:PRINT "1. P-851, 2. P-892, 3. P-866 "
500 LOCATE 5,7:PRINT "ろ布の番号 [1 - 3]  ";;PRINT B$:INPUT B$
510 B1=VAL(B$):FOR I=1 TO 5000:NEXT I
520 COLOR@(4+(B1-1)*8,5)-(12+(B1-1)*8,5),3
530 IF B1=1 THEN B1=.46
540 IF B1=2 THEN 470
550 IF B1=3 THEN 470
560 LOCATE 5,10:PRINT "V=EXP(B)x(T(時間)^A"
570 LOCATE 5,11:PRINT "A=";;PRINT USING"###.###";B1
580 HELP OFF
590 LOCATE 5,20:PRINT "キーを押して下さい ";;INPUT OK$
600 HELP ON:IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE
610 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 500
620 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 690

```

```

630 GOTO 690
640 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
650 GOTO 590
660 '
670 '  圧力関係
680 '
690 *ATSU:CLS:AT=2
700 'FOR AT=1 TO 3
710 COLOR@(5,5+(AT-2))-(16,5+(AT-2)),3
720 LOCATE 5,3:PRINT "** 加圧 圧力 **"
730 LOCATE 5,5:PRINT "1. 4 kg/cm2"
740 LOCATE 5,6:PRINT "2. 6 kg/cm2"
750 LOCATE 5,7:PRINT "3. 8 kg/cm2"
760 COLOR@(5,5+(AT-1))-(16,5+(AT-1)),3
770 LOCATE 8,9:PRINT "圧力 [1 - 3] ":AT:':FOR I=1 TO 5000:NEXT I
780 P=AT:INPUT P$
790 'P=VAL(P$)
800 IF P=1 THEN P=4
810 IF P=2 THEN P=6
820 IF P=3 THEN P=8
830 B2=B1:B2=-.0102*P+.523
840 LOCATE 5,11:PRINT "定数  A="':PRINT USING "###.###":B2
850 HELP OFF
860 LOCATE 5,20:PRINT "キーを押して下さい ":INPUT OK$
870 HELP ON:IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE
880 'IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 520
890 'IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 740
900 GOTO 960
910 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
920 GOTO 860
930 '
940 '  泥水の設定 (各定数の入力)
950 '
960 CLS
970 LOCATE 5,3:PRINT "** 泥水の種類 **"
980 LOCATE 5,5:PRINT "RUTH のろ過定数  K="':INPUT K$
990 K=VAL(K$)
1000 LOCATE 5,7:PRINT "          C="':INPUT C$
1010 C=VAL(C$)
1020 LOCATE 5,9:PRINT "塑性指数          IP="':INPUT IP$
1030 IP=VAL(IP$)
1040 LOCATE 5,11:PRINT "ろ過速度 (g.cm-2.min-i)="';
1050 LOCATE 5,12:PRINT "定数          B="';
1060 V1=-.0068+1.169*K-(.00497*K^2)
1070 B3=.781+.255*C+(.051*C^2)
1080 LOCATE 30,11:PRINT USING "###.###":V1
1090 LOCATE 30,12:PRINT USING "###.###":B3
1100 LOCATE 5,14:PRINT "ろ液量と時間の関係"
1110 LOCATE 5,15:PRINT "vol=EXP(B)*(T(時間)^A)"
1120 LOCATE 5,16:PRINT "A="':PRINT USING "###.###":B2
1130 LOCATE 5,17:PRINT "B="':PRINT USING "###.###":B3:B4=B3
1140 HELP OFF
1150 LOCATE 2,20:PRINT "[K,C,IP]を訂正しますか[Y/N] ":INPUT OK$
1160 HELP ON
1170 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 960
1180 IF OK$="n" OR OK$="N" THEN 1210
1190 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
1200 GOTO 1150
1210 '
1220 LOCATE 0,20:PRINT "
1230 LOCATE 5,20:PRINT "加圧時間          ";
1240 T1=A2*(100-A4)/(100*A3*V1)*600
1250 LOCATE 5,21:PRINT "          T (min)="':PRINT USING "###.###":T1
1260 LOCATE 5,22:PRINT "          含水比="';
1270 M1#=.00000836#*IP^2
1280 M2=.3585*IP

```

```

1290 M3=16.727
1300 M4#=M1#+M2+M3:M4=M4#
1310 LOCATE 21,22:PRINT USING "####.##";M4
1320 HELP OFF
1330 LOCATE 2,24:PRINT "キーを押して下さい":INPUT OK$
1340 HELP ON
1350 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 360
1360 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 1130
1370 GOTO 1430
1380 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT:BEEP 0
1390 GOTO 1330
1400 '
1410 ' 凝集剤の設定 (種類, 濃度の入力)
1420 '
1430 *GYO1:CLS
1440 NOU=1
1450 'COLOR@(5+(GYO-2)*12,4)-(9+(GYO-2)*12,4),3
1460 LOCATE 5,2:PRINT "** 凝集剤の種類 **"
1470 LOCATE 5,4:PRINT "1. FeCl3      2. Al2(SO4)3 3. PAC
4. Ca(OH)2"
1480 LOCATE 5,5:PRINT "5. 無添加"
1490 'COLOR@(4+(GYO-1)*13,4)-(16+(GYO-1)*13,4),3
1500 LOCATE 8,7:PRINT "種類  [1 - 5] ":INPUT G1$:GYO:FOR I=1 TO 5000:
NEXT I
1510 IF G1$="" OR G1$=" " OR VAL(G1$)>5 OR VAL(G1$)<0 THEN BEEP:GOTO 1500
1520 G1=VAL(G1$):GYO=G1:G1=GYO
1530 COLOR@(4+(GYO-1)*13,4)-(16+(GYO-1)*13,4),3
1535 IF G1=5 THEN COLOR@(4+(1-1)*13,5)-(16+(1-1)*13,5),3
1540 HELP OFF
1550 LOCATE 5,20:PRINT "訂正しますか[Y/N] ":INPUT OK$
1560 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 1430
1570 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 1590
1580 BEEP 1:FOR I=1 TO 100:NEXT I:BEEP 0:GOTO 1550
1590 IF G1=1 THEN G1=.44:G$="FeCl3":GOTO *FECL3
1600 IF G$="FeCl3" THEN G1=.44:GOTO *FECL3
1610 IF G1=2 THEN G1=.461:G$="Al2(SO4)3":GOTO *AL2
1620 IF G$="Al2(SO4)3" THEN G1=.461:GOTO *AL2
1630 IF G1=3 THEN G1=.468:G$="PAC":GOTO *PAC
1640 IF G$="PAC" THEN G1=.468:GOTO *PAC
1650 IF G1=4 THEN G1=.471:G$="Ca(OH)2":GOTO *CA
1660 IF G$="Ca(OH)2" THEN G1=.471:GOTO *CA
1670 IF G1=5 THEN G2=G1 :G$="無添加"
1680 IF G$="無添加" THEN G1=B2:GOTO *MUTENKA
1690 '
1700 ' 含水比
1710 '
1720 *GANSUI:CLS:HELP ON
1730 LOCATE 5,2:PRINT " 含水比(%)の設定  ":INPUT ZX
1740 TE=(W0-(ZX/100)*S)/EXP(B4)
1750 TF=LOG(TE)/G1
1760 TG=EXP(TF)
1770 TX=TG/60
1780 VX=(S/1000)/(TX*(A3/10^4))
1790 LOCATE 6,4:PRINT "加圧時間      [min]= ":PRINT USING "####.###"
;TG
1800 LOCATE 6,6:PRINT "ろ過速度[kg・m-2・h-1]= ":PRINT USING "####.###";VX
1810 HELP OFF
1820 LOCATE 5,20:PRINT "変更しますか [Y/N] ":INPUT OK$
1830 HELP ON
1840 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 1720
1850 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN IF HENKOU=1 AND (ZZ=3 OR ZZ=4) THEN RETURN EL
SE GOTO 1880
1860 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT:BEEP 0
1870 GOTO 1820
1880 LOCATE 5,9:PRINT "添加剤を変えますか[Y/N] ":INPUT OK$
1890 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 1130

```

```

1900 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 1590
1910 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT:BEEP 0
1920 '
1930 ' 処理水関係
1940 '
1950 *DAS1:CLS:IF HENKOU=1 AND (ZZ=3 OR ZZ=4) THEN 2060
1960 LOCATE 5,2:PRINT "** 処理泥水の条件 **"
1970 LOCATE 5,4:PRINT " 泥水の量 (m3)="::INPUT Q
1980 LOCATE 5,5:PRINT " 含泥率 (%)="::PRINT 100-A4
1990 LOCATE 5,6:PRINT " 単位体積重量(t/m3)="::PRINT A1
2000 LOCATE 5,8:PRINT "** 脱水機の条件 **"
2010 LOCATE 5,10:PRINT " 1台あたりのろ過面積 (m2)=";
2020 LOCATE 5,11:PRINT " 1サイクルあたりの"
2030 LOCATE 5,12:PRINT " 泥水処理量(t)=";
2040 LOCATE 32,10:INPUT SQ
2050 LOCATE 32,12:INPUT Q1
2060 CY=Q/Q1:IF HENKOU=1 AND (ZZ=3 OR ZZ=4) THEN 2090
2070 LOCATE 5,14:PRINT "サイクル数 (サイクル)="::PRINT USING "####
####."CY
2080 LOCATE 5,15:PRINT "1サイクルの脱水時間 (h)=";
2090 TY=(Q1*A1*(100-A4)/100)/(VX*SQ)*1000:IF HENKOU=1 AND (ZZ=4 OR ZZ=3) THEN
2100 LOCATE 31,15:PRINT USING "#####.##":TY
2110 LOCATE 5,17:PRINT "1サイクルの付帯時間"
2120 LOCATE 5,18:PRINT "泥水投入時間 (min)="::INPUT TT
2130 LOCATE 5,19:PRINT "ケーキ脱型時間(min)="::INPUT TK
2140 LOCATE 5,21:PRINT "1サイクルの所用時間 (h)=";
2150 T0=TY+(TT+TK)/60:IF HENKOU=1 AND(ZZ=3 OR ZZ=4) THEN 2360
2160 PRINT USING "#####.##":T0:T0=T0/24
2170 LOCATE 5,23:PRINT " OK [Y/N]";:INPUT OK$
2180 IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE
2190 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 2260
2200 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 1950
2210 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT:BEEP 0
2220 GOTO 2170
2230 '
2240 ' 脱水機および経費関係
2250 '
2260 *DAS2:CLS
2270 LOCATE 5,2:PRINT "** 脱水機の使用条件 **"
2280 LOCATE 5,4:PRINT "使用台数 (台)=";
2290 LOCATE 5,5:PRINT "稼動時間 (h/日)=";
2300 LOCATE 5,6:PRINT "人工 (人/日)=";
2310 LOCATE 30,4:INPUT D1
2320 LOCATE 30,5:INPUT H1
2330 LOCATE 30,6:INPUT N1
2340 LOCATE 5,7:PRINT "稼動日数 (日)=";
2350 LOCATE 5,8:PRINT " (延日数) ";
2360 TK1=(T0*CY)
2370 TH1=(T0*CY)/D1
2380 TK2=TK1/H1
2390 TH2=TH1/H1
2400 TK=INT(FIX(TK2*10)+.5)/10:IF HENKOU=1 AND (ZZ=3 OR ZZ=4) THEN HENKOU=0:RE
TURN
2410 TH=INT(FIX(TH2*10)+.5)/10
2420 LOCATE 30,7:PRINT USING "#####.##":TK
2430 LOCATE 30,8:PRINT USING "#####.##":TH
2440 LOCATE 5,20:PRINT "OK [Y/N]";:INPUT OK$
2450 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 2490
2460 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 2310
2470 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
2480 GOTO 2440
2490 CLS
2500 IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE
2505 *KEI:IF HENKOU=1 THEN CONSOLE 0,25:CLS
2510 LOCATE 5,2:PRINT "** 脱水機の運転経費 **"

```

```

2520 LOCATE 5,4:PRINT "      人件費          (¥/日)=";
2530 LOCATE 5,5:PRINT "      動力費          (¥/日/台)=";
2540 LOCATE 5,6:PRINT "      機械損料      (¥/日/台)=";
2550 LOCATE 29,4:INPUT E1
2560 LOCATE 29,5:INPUT E2
2570 LOCATE 29,6:INPUT E3
2580 LOCATE 5,7:PRINT "      運転経費          (¥)=";
2590 LOCATE 5,8:PRINT "      (合計)"
2600 ET=(E2+E3)*TK+E1*TH*N1
2610 ET=INT(ET/100)*100
2620 LOCATE 29,7:PRINT USING "#####";ET
2630 LOCATE 5,10:PRINT " ** 凝集剤使用経費 **      ";;PRINT G$
2640 LOCATE 5,11:PRINT "      使用量          (kg)=";
2650 LOCATE 5,12:PRINT "      単価          (¥/kg)=";
2660 LOCATE 5,13:PRINT "      機械損料      (¥/日)=";
2670 LOCATE 5,14:PRINT "      動力費          (¥/日)=";
2680 E4=(Q*A1*1000)*(CO/10^6)
2690 E4=INT(E4)+1
2700 LOCATE 30,11:PRINT E4
2710 LOCATE 30,12:INPUT E5
2720 LOCATE 30,13:INPUT E6
2730 LOCATE 30,14:INPUT E7
2740 LOCATE 5,16:PRINT "      使用経費          (¥)=";
2750 LOCATE 5,17:PRINT "      (合計)"
2760 ES=E4+E5+(E6+E7)*TH
2770 ES=INT(ES/100)*100
2780 LOCATE 30,16:PRINT USING "#####";ES
2790 LOCATE 5,18:PRINT "      運転合計経費      (¥)=";
2800 EE=ET+ES
2810 LOCATE 30,18:PRINT USING "#####";EE
2815 IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE ELSE GOTO 2820
2820 LOCATE 5,20:PRINT " OK [Y/N] ";;INPUT OK$
2830 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 2880
2840 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 2490
2850 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
2860 IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE ELSE GOTO 2820
2870 '
2880 LOCATE 5,22:PRINT "使用条件を変えますか [Y/N] ";
2890 HELP OFF
2900 INPUT OK$
2910 HELP ON
2920 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN *MENU
2930 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN HENKOU=0:GOTO 2990
2940 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
2950 GOTO 2880
2960 '
2970 ' 各計算結果表示
2980 '
2990 *CASE:CLS
3000 LOCATE 5,3:PRINT " ** 使用泥水の条件 ** "
3010 LOCATE 5,6:PRINT "      1.泥水量          (m3)=";
3020 LOCATE 5,7:PRINT "      2.含泥率          (%)=";
3030 LOCATE 5,8:PRINT "      3.単位体積重量      (t/m3)=";
3040 LOCATE 37,6:PRINT USING "#####";Q
3050 LOCATE 37,7:PRINT USING "#####";100-A4
3060 LOCATE 37,8:PRINT USING "#####";A1
3070 LOCATE 5,10:PRINT " ** 脱水機の条件 ** "
3080 LOCATE 5,13:PRINT "      1.ろ過面積          (m2/台)=";
3090 LOCATE 5,14:PRINT "      2.台数          (台)=";
3100 LOCATE 5,15:PRINT "      3.稼動日数          (日)=";
3110 LOCATE 37,13:PRINT USING "#####";SQ
3120 LOCATE 37,14:PRINT USING "#####";D1
3130 LOCATE 37,15:PRINT USING "#####";TH
3140 LOCATE 5,17:PRINT " ** 脱水機の運転経費 ** "
3145 LOCATE 5,18:PRINT "      脱水機の運転経費      (¥)=";
3146 LOCATE 40,18:PRINT USING "#####";ET

```

```

3150 LOCATE 5,19:PRINT "      凝集剤の使用経費      (Y)=";
3160 LOCATE 40,19:PRINT USING "#####.":ES
3170 LOCATE 5,20:PRINT "      総合計      (Y)=";
3180 LOCATE 40,20:PRINT USING "#####.":ES+ET
3190 IF PT=0 THEN 3310
3200 LPRINT TAB(15):"** 使用泥水の条件 **"
3210 LPRINT TAB(15):"      1.泥水量      (m3)="::LPRINT USING"#
#####":Q
3220 LPRINT TAB(15):"      2.含泥率      (%)="::LPRINT USING"#
###.###":100-A4
3230 LPRINT TAB(15):"      3.単位体積重量      (t/m3)="::LPRINT USING"#
#####":A1:LPRINT :LPRINT
3240 LPRINT TAB(15):"** 脱水機 の条件 **"
3250 LPRINT TAB(15):"      1.ろ過面積      (m2/台)="::LPRINT USING "#
###.##":SQ
3260 LPRINT TAB(15):"      2.台数      (台)="::LPRINT USING "#
###":D1
3270 LPRINT TAB(15):"      3.稼動日数      (日)="::LPRINT USING "#
###.##":TK:LPRINT :LPRINT
3280 LPRINT TAB(15):"** 脱水機の運転経費 **"
3285 LPRINT TAB(15):"      脱水機の運転経費      (Y)=";
3286 LPRINT USING "#####.":ET
3290 LPRINT TAB(15):"      凝集剤の使用経費      (Y)=";
3295 LPRINT USING "#####.":ES
3300 LPRINT TAB(15):"      総合計      (Y)=";
3305 LPRINT USING "#####.":ES+ET:LPRINT
3310 LOCATE 5,22:PRINT "      OK      [Y/N] "":
3320 HELP OFF
3330 INPUT OK$
3340 HELP ON
3350 IF HENKOU=1 THEN 2880
3360 IF SZ=3 THEN GOTO 3390:RETURN 6960
3370 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN GOSUB *WR1 ELSE 3390
3380 GOTO 3440
3390 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN *MENU
3400 IF SZ=3 THEN RETURN 6960
3410 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT:BEEP 0:
3420 GOTO 3310
3430 '
3440 CLS:HELP OFF
3450 LOCATE 15,4:PRINT "もう1度実行しますか ":[Y/N]";
3460 LOCATE 15,6:PRINT "再実行 = `Y`を押して下さい"
3470 LOCATE 15,8:PRINT "終了 = `N`を押して下さい"
3480 LOCATE 15,20:PRINT "キーを押して下さい":LOCATE POS(0),CSRLIN
3490 D$=INPUT$(1)
3500 IF D$="y" OR D$="Y" THEN RETURN 6960
3510 IF D$="N" OR D$="n" THEN END
3520 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0:
3530 GOTO 3440
3540 '
3550 '      各条件の変更
3560 '
3570 *MENU
3580 CLS:HENKOU=1:IF TCHO=1 THEN HENKOU=0
3590 LOCATE 20,2: IF TCHO=1 THEN PRINT "** ";MENU$;" **" ELSE PR
INT "** どの項目を変えますか **"
3600 LOCATE 25,4:PRINT "      1.ろ布"
3610 LOCATE 25,6:PRINT "      2.圧力"
3620 LOCATE 25,8:PRINT "      3.凝集剤の種類"
3630 LOCATE 25,10:PRINT "      4.凝集剤の添加量"
3640 LOCATE 25,12:PRINT "      5.脱水機のろ過面積"
3650 LOCATE 25,14:PRINT "      6.脱水機の台数"
3660 LOCATE 25,16:PRINT "      7.運転経費"
3665 LOCATE 20,19:PRINT "      [番号 1 - 7] ";
3670 INPUT ZZ
3680 IF TCHO=1 THEN 3720

```

```

3690 IF ZZ>7 OR ZZ<1 THEN BEEP :GOTO 3570
3700 IF ZZ=4 THEN G1=VAL(G1$)
3710 ON ZZ GOSUB *ROFU,*ATSU,*GYO1,1590,*DAS1,*DAS2,*KEI
3720 ON ZZ GOTO *ROFU,*ATSU,*GYO1,1590,*DAS1,*DAS2,*KEI
3730 '
3740 ' ろ過時間の算出
3750 '
3760 *CAL3:CLS
3770 LOCATE 5,2:PRINT "添加剤の種類" "":PRINT G$
3780 LOCATE 5,3:PRINT "添加濃度" "":PRINT CO
3790 LOCATE 5,7:PRINT "ろ液と時間の関係"
3800 LOCATE 5,8:PRINT " Vol=EXP(B)xT^A"
3810 LOCATE 5,9:PRINT " ろ液量 Vol"
3820 LOCATE 5,10:PRINT " 時間 T "
3830 LOCATE 5,11:PRINT " 定数 A ="
3840 LOCATE 5,12:PRINT " B ="
3850 LOCATE 35,11:PRINT USING "####.###";G1
3860 LOCATE 35,12:PRINT USING "####.###";B4
3870 LOCATE 5,13:PRINT " ろ過時間 [min]="
3880 LOCATE 5,14:PRINT " ろ過速度 [kg/m3.h]="
3890 IF SZ=3 THEN 3990
3900 IF G2=5 THEN 3920
3910 W0=A2*(A4/100)+A2*CO/(1000*C1):GOTO 3930
3920 W0=A2*(A4/100)
3930 S=A2*(100-A4)/100
3940 TA=(W0-(M4/100)*S)/EXP(B4)
3950 TB=LOG(TA)/G1
3960 TC=EXP(TB)
3970 TD=TC/60
3980 V2=(S/1000)/(TD*(A3/10^4))
3990 LOCATE 35,13:PRINT USING "####.###";TC
4000 LOCATE 35,14:PRINT USING "####.###";V2
4010 '
4020 IF PT=0 THEN 4140
4030 LPRINT TAB(15);"添加剤の種類" "":LPRINT G$
4040 LPRINT TAB(15);"添加濃度" "":LPRINT CO:LPRINT
4050 LPRINT TAB(15);"ろ液と時間の関係"
4060 LPRINT TAB(15);" Vol=EXP(B)xT^A"
4070 LPRINT TAB(15);" ろ液量 Vol"
4080 LPRINT TAB(15);" 時間 T "
4090 LPRINT TAB(15);" 定数 A ="
4100 LPRINT TAB(15);" B ="
4110 LPRINT TAB(15);" ろ過時間 [min]="
4120 LPRINT TAB(15);" ろ過速度 [kg/m3.h]="
4130 IF HENKOU=1 THEN RETURN
4140 IF G2=5 THEN LOCATE 5,16:PRINT "キーを押して下さい "":INPUT OK$:GOTO
4180
4150 'IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN CLS:RETURN 1220
4160 IF SZ=3 THEN *CASE
4170 'IF OK$="N" OR OK$="n" THEN RETURN
4180 RETURN
4190 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
4200 '
4210 '
4220 GOTO 4140
4230 *MUTENKA:CLS
4240 LOCATE 5,2:PRINT "5.無添加"
4250 LOCATE 5,4:PRINT "ろ過時間 [min] "":PRINT USING "####.#
4260 LOCATE 5,6:PRINT "ろ過速度 [kg/m2.h] "":PRINT USING "####.#
4270 W0=A2*(A4/100):S=A2*(100-A4)/100

```

```

4280 LOCATE 5,10:PRINT "凝集剤を添加しますか [Y/N] ";;INPUT OK$
4290 IF OK$="y" OR OK$="Y" THEN *GYO1
4300 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 4315 ELSE 4330
4310 IF HENKOU=1 THEN RETURN *CASE
4315 IF PT=1 THEN CLS:GOSUB *CAL3
4320 GOTO *GANSUI
4330 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0:
4340 GOTO 4280
4350 '
4360 ' 各凝集剤ごとの濃度設定
4370 '
4380 '
4390 '
4400 '
4410 ' 1.FeCl3
4420 '
4430 *FECL3
4440 CLS
4450 COLOR@(20,7+(NOU-1))-(29,7+(NOU-1)),3
4460 COLOR@(20,7+(NOU1-1))-(29,7+(NOU1-1)),3
4470 LOCATE 5,2:PRINT "* 1.FeClの添加 "
4480 LOCATE 5,4:PRINT " 添加剤の濃度(mg/ml)";:INPUT C1
4490 LOCATE 5,6:PRINT " 添加濃度 (mg/kg)"
4500 LOCATE 20,7:PRINT "A → 2000"
4510 LOCATE 20,8:PRINT "B → 4000"
4520 LOCATE 20,9:PRINT "C → 8000"
4530 LOCATE 20,10:PRINT "D →12000"
4540 LOCATE 5,11:PRINT "濃度を選んで下さい";:INPUT C$
4550 IF C$="" OR C$=" " THEN 4630
4560 IF ASC(C$)>8H60 THEN C$=CHR$(ASC(C$)-8H20)
4570 NO1=ASC(C$)-8H40:IF NO1<0 OR NO1>6 THEN 4630
4580 COLOR@(20,7+(NO1-1))-(29,7+(NO1-1)),3
4590 IF C$="A" THEN CO=2000:GOTO 4660
4600 IF C$="B" THEN CO=4000:GOTO 4670
4610 IF C$="C" THEN CO=8000:GOTO 4680
4620 IF C$="D" THEN CO=12000:GOTO 4690
4630 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
4640 GOTO 4540
4650 '
4660 B4=.631+1.219*C-(.113*C^2):GOTO 4700
4670 B4=1.642+.977*C-(.103*C^2):GOTO 4700
4680 B4=2.478+.512*C-(.0463*C^2):GOTO 4700
4690 B4=2.94+.113*C+(.0103*C^2)
4700 LOCATE 5,12:PRINT "定数 A=";;PRINT USING "###.###";G1
4710 LOCATE 5,13:PRINT " B=";;PRINT USING "###.###";B4
4720 LOCATE 5,20:PRINT "濃度を変えますか[Y/N]";:INPUT OK$
4730 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 4430
4740 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN GOTO 4760
4750 GOTO 4780
4760 IF HENKOU=1 THEN GOSUB *CAL3:GOSUB *GANSUI:GOSUB *DAS1:RETURN *CASE
4770 GOSUB *CAL3:GOTO *GANSUI
4780 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
4790 GOTO 4720
4800 '
4810 ' 2.Al2(SO4)3
4820 '
4830 *AL2
4840 CLS
4850 COLOR@(20,7+(NOU-1))-(29,7+(NOU-1)),3
4860 LOCATE 5,2:PRINT "* 2.Al2(SO4)3の添加 *"
4870 LOCATE 5,4:PRINT " 添加剤の濃度(mg/ml)";:INPUT C1
4880 LOCATE 5,6:PRINT " 添加濃度 (mg/kg)"
4890 LOCATE 20,7:PRINT "A → 2000"
4900 LOCATE 20,8:PRINT "B → 4000"
4910 LOCATE 20,9:PRINT "C → 8000"
4920 LOCATE 20,10:PRINT "D →12000"

```

```

4930 LOCATE 5,11:PRINT "濃度を選んで下さい":INPUT C$
4940 IF C$="" OR C$=" " THEN 5020
4950 IF ASC(C$)>&H60 THEN C$=CHR$(ASC(C$)-&H20)
4960 NO1=ASC(C$)-&H40:IF NO1<0 OR NO1>6 THEN 5020
4970 COLOR@(20,7+(NO1-1))-(29,7+(NO1-1)).3
4980 IF C$="A" THEN CO=2000:GOTO 5050
4990 IF C$="B" THEN CO=4000:GOTO 5060
5000 IF C$="C" THEN CO=8000:GOTO 5070
5010 IF C$="D" THEN CO=12000:GOTO 5080
5020 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5030 GOTO 4930
5040 '
5050 B4=.653+1.128*C-(.102*C^2):GOTO 5090
5060 B4=1.647+.866*C-(.0874*C^2):GOTO 5090
5070 B4=2.439+.388*C-(.0253*C^2):GOTO 5090
5080 B4=2.734+.172*C+(.00465*C^2)
5090 LOCATE 5,12:PRINT "定数 A=";;PRINT USING "###.###";G1
5100 LOCATE 5,13:PRINT " B=";;PRINT USING "###.###";B4
5110 LOCATE 5,20:PRINT "濃度を変えますか[Y/N]";INPUT OK$
5120 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 4830
5130 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN GOTO 5150
5140 GOTO 5170
5150 IF HENKOU=1 THEN GOSUB *CAL3:GOSUB *GANSUI:GOSUB *DAS1:RETURN *CASE
5160 GOSUB *CAL3:GOTO *GANSUI
5170 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5180 GOTO 5110
5190 '
5200 ' 3.PAC
5210 '
5220 *PAC
5230 CLS
5240 COLOR@(20,7+(NOU-1))-(29,7+(NOU-1)).3
5250 LOCATE 5,2:PRINT "* 3.PACの添加 *"
5260 LOCATE 5,4:PRINT " 添加剤の濃度(mg/ml)":INPUT C1
5270 LOCATE 5,6:PRINT " 添加濃度 (mg/kg)"
5280 LOCATE 20,7:PRINT "A → 2000"
5290 LOCATE 20,8:PRINT "B → 4000"
5300 LOCATE 20,9:PRINT "C → 8000"
5310 LOCATE 20,10:PRINT "D → 12000"
5320 LOCATE 5,11:PRINT "濃度を選んで下さい":INPUT C$
5330 IF C$="" OR C$=" " THEN 5410
5340 IF ASC(C$)>&H60 THEN C$=CHR$(ASC(C$)-&H20)
5350 NO1=ASC(C$)-&H40:IF NO1<0 OR NO1>6 THEN 5410
5360 COLOR@(20,7+(NO1-1))-(29,7+(NO1-1)).3
5370 IF C$="A" THEN CO=2000:GOTO 5440
5380 IF C$="B" THEN CO=4000:GOTO 5450
5390 IF C$="C" THEN CO=8000:GOTO 5460
5400 IF C$="D" THEN CO=12000:GOTO 5470
5410 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5420 GOTO 5320
5430 '
5440 B4=.615+.572*C-(.0133*C^2):GOTO 5480
5450 B4=.884+.661*C-(.0142*C^2):GOTO 5480
5460 B4=1.02+1.01*C-(.0864*C^2):GOTO 5480
5470 B4=1.274+1.139*C-(.126*C^2)
5480 LOCATE 5,12:PRINT "定数 A=";;PRINT USING "###.###";G1
5490 LOCATE 5,13:PRINT " B=";;PRINT USING "###.###";B4
5500 LOCATE 5,20:PRINT "濃度を変えますか[Y/N]";INPUT OK$
5510 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 5220
5520 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN GOTO 5540
5530 GOTO 5560
5540 IF HENKOU=1 THEN GOSUB *CAL3:GOSUB *GANSUI:GOSUB *DAS1:RETURN *CASE
5550 GOSUB *CAL3:GOTO *GANSUI
5560 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5570 GOTO 5110
5580

```

```

5590          4.Ca(OH)2
5600  '
5610  *CA
5620  CLS
5630  COLOR@(20,7+(NOU-1))-(29,7+(NOU-1)),3
5640  LOCATE 5,2:PRINT "* 4.Ca(OH)2の添加 *"
5650  LOCATE 5,4:PRINT "      添加剤の濃度(mg/ml)":INPUT C1
5660  LOCATE 5,6:PRINT "      添加濃度      (mg/kg)"
5670  LOCATE 20,7:PRINT "A → 2000"
5680  LOCATE 20,8:PRINT "B → 4000"
5690  LOCATE 20,9:PRINT "C → 8000"
5700  LOCATE 20,10:PRINT "D →12000"
5710  LOCATE 5,11:PRINT "濃度を選んで下さい":INPUT C$
5720  IF C$="" OR C$=" " THEN 5800
5730  IF ASC(C$)>&H60 THEN C$=CHR$(ASC(C$)-&H20)
5740  NO1=ASC(C$)-&H40:IF NO1<0 OR NO1>6 THEN 5800
5750  COLOR@(20,7+(NO1-1))-(29,7+(NO1-1)),3
5760  IF C$="A" THEN CO=2000:GOTO 5830
5770  IF C$="B" THEN CO=4000:GOTO 5840
5780  IF C$="C" THEN CO=8000:GOTO 5850
5790  IF C$="D" THEN CO=12000:GOTO 5860
5800  BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5810  GOTO 5710
5820  '
5830  B4=.329+1.066*C-(.0714*C^2):GOTO 5870
5840  B4=1.442+.832*C-(.063*C^2):GOTO 5870
5850  B4=2.219+.431*C-(.0132*C^2):GOTO 5870
5860  B4=2.283+.439*C-(.016*C^2)
5870  LOCATE 5,12:PRINT "定数 A=":PRINT USING "###.###";G1
5880  LOCATE 5,13:PRINT "      B=":PRINT USING "###.###";B4
5890  LOCATE 5,20:PRINT "濃度を変えますか[Y/N]":INPUT OK$
5900  IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 5610
5910  IF OK$="N" OR OK$="n" THEN GOTO 5930
5920  GOTO 5950
5930  IF HENKOU=1 THEN GOSUB *CAL3:GOSUB *GANSUI:GOSUB *DAS1:RETURN *CASE
5940  GOSUB *CAL3:GOTO *GANSUI
5950  BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
5960  GOTO 5890
5970  '
5980  ' データ ファイル 作成
5990  '
6000  *FILE:CLS :LOCATE 0,5:IF SZ=5 AND 1A<>1 THEN 6080
6010  BEEP 1:FOR I=1 TO 20:NEXT I:LOCATE 20:PRINT "ドライブ2にデータディスク
を入れて下さい":BEEP 0
6020  LOCATE 25,CSRLIN+2:PRINT "よろしいですか [Y/N]";
6030  INPUT OK$
6040  IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN 6080
6050  IF OK$="N" OR OK$="n" THEN 6000
6060  BEEP 1:FOR I=1 TO 30:NEXT I:BEEP 0:
6070  GOTO 6000
6080  '
6090  *MENU1:CLS:IF SZ=4 OR WRITE2=1 THEN 6110 ELSE A=2:GOTO 6160
6100  IF SZ=5 OR SZ=2 THEN A=2:GOTO 6160
6110  LOCATE 25,2:PRINT "**ファイル作成**"
6120  LOCATE 25,4:PRINT "1..... 登録 "
6130  LOCATE 25,6:PRINT "2..... 読み込み"
6140  LOCATE 15,9:PRINT "番号を入力して下さい":INPUT A$
6150  A=VAL(A$):IF A>2 OR A<1 THEN BEEP:GOTO 6090
6160  GOSUB *FILE.LIST :GOTO 6390
6170  *FILE.LIST:CLS
6180  LOCATE 9,0:PRINT "ドライブ2の泥水計算用データファイルは次の通りです
"
6190  LOCATE 0,2:CONSOLE 2,22
6200  FOR I=0 TO 15
6210  FIELD #0,16*I AS DUMMY$,16 AS FIL$(I)
6220  NEXT

```

```

6230 I=1:J=1:K1=1
6240 Q$=DSK1$(2,0,35,J):IF CSRLIN=22 THEN CSR=1:GOTO 6320
6250 FOR I=0 TO 15:IF J=1 AND I=0 THEN IF ASC(FIL$(1))=8HFF THEN NAS1=1:
GOTO 6310
6260 IF ASC(FIL$(1))=8HFF THEN 6300
6270 IF MID$(FIL$(1),7,3)="dat" AND ASC(FIL$(1))<>0 THEN F.NAME$(K1)=
LEFT$(FIL$(1),9):PRINT LEFT$(F.NAME$(K1),6) ".....":PRINT USING"##":K1:
PRINT " " "":K1=K1+1
6280 NEXT:IF K1=1 THEN NAS1=1
6290 J=J+1:GOTO 6240
6300 .
6310 IF NAS1=1 THEN LOCATE 60,22:BEEP:PRINT "ファイルなし" ELSE LOCATE 60,
22:PRINT "ファイル数":AKCNV$(STR$(K1-1))
6320 IF NAS1=1 THEN LOCATE 5,23:PRINT "ファイル名を入力して下さい "":INPU
T NO$:GOTO 6340
6330 LOCATE 5,23:PRINT "ファイル名又は番号を入力して下さい [ 1 - ":K1-
1;"]":INPUT NO$
6340 IF LEN(NO$)>2 THEN F.NAME1$=LEFT$(NO$,6):F.NAME$=F.NAME1$+".dat":GOTO 637
0
6345 NO=VAL(NO$):IF NO=-1 THEN CLS:GOTO 6230
6350 NO=VAL(NO$):IF NO>K1 OR NO<1 THEN BEEP:IF CSR=1 THEN CLS:GOTO 6240 ELSE G
OTO 6320
6360 F.NAME$=LEFT$(F.NAME$(NO),9)
6370 F.NAME$="2:"+F.NAME$
6380 RETURN
6390 ON A GOTO *WRITE1,*READ1
6400 .
6410 . データ書き込み
6420 .
6430 *WRITE1
6440 ERASE DT:DIM DT(100)
6450 DT$=G$:DT(1)=A1:DT(2)=A2:DT(3)=A4
6460 DT(5)=C:DT(6)=IP:DT(7)=K
6470 DT(8)=A5:DT(9)=B1
6480 DT(11)=EE:DT(12)=ES:DT(13)=ET
6490 DT(14)=T0:DT(15)=TY
6500 DT(16)=V1:DT(17)=V2:DT(18)=VX:DT(19)=ZX
6510 DT(20)=CO:DT(21)=G1:DT(22)=B4:DT(23)=C1
6520 DT(24)=M4:DT(25)=S:DT(26)=Q1:DT(27)=Q
6530 DT(28)=D1:DT(29)=TK:DT(30)=TC:DT(31)=V2
6540 DT(32)=W0:DT(33)=A3:DT(34)=H1:DT(35)=SQ:DT(36)=TH:N=36
6550 .
6560 OPEN F.NAME$ FOR OUTPUT AS #1:IF LOF(1)<>0 THEN KILL F.NAME$:GOTO 6560
6570 WRITE #1,N,DT$
6580 FOR I=1 TO N:PRINT "i=":DT(I):'LPRINT DT(15),DT(30),DT(31)
6590 WRITE #1,DT(I)
6600 NEXT I
6610 .
6620 CLOSE #1
6630 .
6640 IF SZ=5 OR SZ=2 THEN RETURN ELSE RETURN 6960
6650 .
6660 .
6670 . データ読み込み
6680 .
6690 *READ1
6700 .
6710 OPEN F.NAME$ FOR INPUT AS #1
6720 .
6730 INPUT #1,N,DT$
6740 FOR I=1 TO N
6750 INPUT #1,DT(I):'PRINT DT(I)
6760 NEXT I
6770 G$=DT$:A1=DT(1):A2=DT(2):A4=DT(3)
6780 C=DT(5):IP=DT(6):K=DT(7)
6790 A5=DT(8):B1=DT(9)

```

```

6800 EE=DT(11):ES=DT(12):ET=DT(13)
6810 T0=DT(14):TY=DT(15)
6820 V1=DT(16):V2=DT(17):VX=DT(18):ZX=DT(19)
6830 CO=DT(20):G1=DT(21):B4=DT(22):C1=DT(23)
6840 M4=DT(24):S=DT(25):Q1=DT(26):Q=DT(27)
6850 D1=DT(28):TK=DT(29):TC=DT(30):V2=DT(31)
6860 W0=DT(32):A3=DT(33):H1=DT(34):SQ=DT(35):TH=DT(36)
6865 CONSOLE 0,25
6870 CLOSE #1
6880 '
6890 IF SZ<>4 THEN RETURN ELSE RETURN 6960
6900 '
6910 '      メインルーチン
6920 '
6930 *MAIN:
6940 LOCATE 10,15:BEEP 1:PRINT "プリンタに出力しますか [Y/N]";:
BEEP 0::INPUT PRT$
6950 IF PRT$="Y" OR PRT$="y" THEN PT=1
6960 CLS 3:WIDTH 80,25:TCH0=0
6970 LOCATE 20,2:PRINT "☆☆泥水処理の予測プログラム☆☆"
6980 LOCATE 25,5:PRINT "***メニュー***"
6990 LOCATE 25,8:PRINT " 1..... 泥水計算"
7000 LOCATE 25,10:PRINT " 2..... 経費計算"
7010 LOCATE 25,12:PRINT " 3..... 結果確認"
7020 LOCATE 25,14:PRINT " 4..... データ入力"
7030 LOCATE 25,16:PRINT " 5..... グラフ出力"
7040 LOCATE 23,19:PRINT "番号を入力して下さい ";:A$=INPUT$(1):S$=A$
7050 SZ=VAL(S$):IF SZ>5 OR SZ<1 THEN BEEP 1:FOR I=1 TO 100:NEXT I:BEEP 0:GOTO
7060 ON SZ GOSUB *CAL,*KEIHI,*KEIHI,*FILE,*PLOT
7070 PRINT :GOTO 6960
7080 '
7090 *WR1:CONSOLE 19,4:CLS:CONSOLE 0,25
7100 LOCATE 5,20:PRINT "データーを書き込みますか"
7110 LOCATE 5,22:PRINT " [Y/N] ";:INPUT OK$
7120 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN WRITE2=1:SZ=0:GOSUB *FILE:SZ=2
7130 RETURN 6960
7140 '
7150 *KEIHI:CLS:LOCATE 20,15:
7160 BEEP 1:PRINT "データーをドライブ2から読み込んで下さい" :BEEP 0
7170 PRINT :FOR I=1 TO 5000:NEXT I:GOSUB *FILE
7180 IF SZ=3 THEN *CAL3
7190 IF TCH0<>1 THEN GOSUB *DAS1
7200 RETURN
7210 '
7220 *CAL:CLS:LOCATE 15,10:
7230 BEEP 1:PRINT "途中から計算しますか [Y/N] ";:BEEP 0:INPUT OK$
7240 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN TCH0=1:GOSUB *KEIHI:MENU$="どこから始めます"
:GOTO *MENU
7250 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN *CAL1
7260 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
7270 GOTO 7220
7280 '
7290 *WR2:BEEP
7300 LOCATE 0,22:PRINT "データ入力を中断します "
7310 LOCATE 0,24:PRINT "よろしいですか [Y/N] ";:INPUT OK$
7320 IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN CLS:GOSUB *WR1:RETURN 6960
7330 IF OK$="N" OR OK$="n" THEN CLS:RETURN 6960
7340 BEEP 1:FOR I=1 TO 10:NEXT I:BEEP 0
7350 GOTO 7290
7360 *PLOT
7370 '
7380 '      データプロット
7390 '
7400 CLS 3:WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1:SCREEN 2:WAKU=0
7410 WINDOW(0,0)-(639,399):VIEW(0,0)-(639,399)

```

```

7420 IF WAKU=0 THEN GOSUB *WAKU
7430 GOSUB *DATA.READ
7440 GOSUB *PLOT1:GOTO 7460
7450 GOSUB *COME1
7460 RETURN 6960
7470 '
7480 '      枠組
7490 '
7500 *WAKU
7510 SCREEN 2,0,0,0
7520 LINE (100,50)-(100,300):LINE -(600,300)
7530 PUT (40,182),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("経",3)))),PSET
7540 PUT (40,207),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("費",3)))),PSET
7550 PUT (230,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("稼",3)))),PSET
7560 PUT (250,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("動",3)))),PSET
7570 PUT (270,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("日",3)))),PSET
7580 PUT (290,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("数",3)))),PSET
7590 '
7600 '      単位
7610 '
7620 PUT (24,235),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("(",3)))),PSET
7630 PUT (40,235),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("円",3)))),PSET
7640 PUT (56,235),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$(")",3)))),PSET
7650 PUT (320,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("(",3)))),PSET
7660 PUT (336,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("日",3)))),PSET
7670 'PUT (344,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("I",3)))),PSET
7680 'PUT (352,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("N",3)))),PSET
7690 PUT (352,350),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$(")",3)))),PSET
7700 '
7710 WAKU=1
7720 '
7730 RETURN
7740 '
7750 '      位置の計算, グラフ作成
7760 '
7770 *PLOT1
7780 CLS:SCREEN 2,0,0,0:XG=100:YG=50
7790 MAX1=180:MIN1=0:'MAX1=MAX1X:MIN1=MIN1X
7800 MAX2=10000000#:MIN2=0:'MAX2=MAX1Y:MIN2=MIN1Y
7810 RANGEX=500/(MAX1-MIN1):'IF MIN1<0 THEN FG1=1
7820 RANGEY=250/(MAX2-MIN2):'IF MIN2<0 THEN FG2=1
7830 '
7840 '      FOR IL=1 TO PON
7850 '      FOR I=1 TO MS
7860 '          LPRINT " ";I;" ";PLX(I,IL),PLY(I,IL)
7870 '          IF FG1=1 THEN PLX(I,IL)=PLX(I,IL)-MIN1
7880 '          IF FG2=1 THEN PLY(I,IL)=PLY(I,IL)-MIN2
7890 '          PSET(PLX(I,IL)*RANGEX+XG,250-(PLY(I,IL)*RANGEY)+YG),7
7900 '      NEXT
7910 '
7920 '      FOR I=1 TO MS
7930 '          IF I=1 THEN 7950
7940 '          LINE(PLX(I-1,IL)*RANGEX+XG,250-(PLY(I-1,IL)*RANGEY)+YG)-(PLX(I,IL)
7950 '          *RANGEX+XG,250-(PLY(I,IL)*RANGEY)+YG)
7960 '      NEXT I
7970 '      NEXT IL
7980 '      コメント
7990 '
8000 *COME
8010 LOCATE 13,0:PRINT "稼動日数と経費の関係 ";
8020 LOCATE 40,1:PRINT "凝集剤 ";G$:IF G$="無添加" THEN 8
8030 'LOCATE 40,1:PRINT "濃 度 ";AKCNV$(STR$(CO))
8040 LOCATE 40,2:PRINT "圧 力 ";"6 kg/cm2"
8050 LOCATE 40,3:PRINT "ろ 布 "; "P-851"

```

```

8060 LOCATE 40,4:PRINT "RUTHの測定数: K=";K
8070 LOCATE 40,5:PRINT "      : C=";C
8080 LOCATE 40,6:PRINT "塑性指数      : IP=";IP
8090 LOCATE 40,7:PRINT "脱水機の台数 :   =";DI
8100 :
8110 :           目盛作成
8120 :
8130 *MEMORI:
8140 :           PUT(77.30),KANJI(VAL("&H"+JIS$(MID$("円",3))))
8150 :           LINE (100,50+(1-1)*25)-(105,50+(1-1)*25)
8160 :           LINE (100,50+(5-1)*25)-(105,50+(5-1)*25)
8170 :           LINE (100,50+(10-1)*25)-(105,50+(10-1)*25)
8180 :           PUT(15,50+(1-1)*25),KANJI(&H30+1):PUT(31,50+(1-1)*25),KANJI(&H30+0)
8185 :           PUT(47,50+(1-1)*25),KANJI(&H30+0):PUT(60,50+(1-1)*25),KANJI(&H30+0)
8186 :           PUT(80,50+(1-1)*25),KANJI(&H4B7C)
8190 :           PUT(15,50+(5-1)*25),KANJI(&H30+5):PUT(31,50+(5-1)*25),KANJI(&H30+0)
8200 :           PUT(47,50+(5-1)*25),KANJI(&H30) : 'PUT(60,50+(5-1)*25),KANJI(&H30)
8210 :           PUT(80,50+(5-1)*25),KANJI(&H4B7C)
8230 :           PUT(15,50+(10-1)*25),KANJI(&H30+1):PUT(31,50+(10-1)*25),KANJI(&H30)
8240 :           PUT(47,50+(10-1)*25),KANJI(&H30) : 'PUT(60,50+(10-1)*25),KANJI(&H30)
8250 :           PUT(80,50+(10-1)*25),KANJI(&H4B7C)
8260 :
8270 :
8280 :           FOR I2=1 TO 3:I3=I2*50
8290 :           LINE(100+138*I2,300)-(100+138*I2,295)
8300 :           PUT (76+138*I2,310),KANJI(VAL("&H"+MID$(STR$(I3),2,1))+&H30)
8310 :           PUT (84+138*I2,310),KANJI(VAL("&H"+MID$(STR$(I3),3,1))+&H30)
8320 :           IF LEN(STR$(I3))=4 THEN PUT (92+138*I2,310),KANJI(V
AL("&h"+MID$(STR$(I3),4,1))+&H30)
8330 :           NEXT I2:SCREEN ...,3
8340 :           CONSOLE 23,24:
8350 :           CLS:LOCATE 40,24:PRINT "キーを押して下さい":CONSOLE 0,25:INPUT OK$:R
ETURN
8360 :
8370 :           データー読み込み
8380 :
8390 *DATA.READ
8400 :           CLS :LOCATE 5,10:INPUT "読み込むデーターの数は ";MS
8410 :           LOCATE 5,12:INPUT "線を2本以上書きますか[Y/N] ",OK$
8420 :           IF OK$="Y" OR OK$="y" THEN LIN=1:LOCATE 5,12:INPUT "何本です
",PON:IF PON<2 THEN LIN=0
8430 :           FOR IL=1 TO PON
8440 :           FOR IA=1 TO MS:CONSOLE 0,23
8450 :           BEEP 1:LOCATE 25,24:PRINT AKCNV$(MID$(STR$(IA),2));"番目のデータを読
み込んで下さい":BEEP 0
8460 :           GOSUB *FILE
8470 :           PLX(IA,IL)=TH:PLY(IA,IL)=EE
8480 :           NEXT IA
8490 :           NEXT PON
8500 :
8510 :           MAXIX=-9999:MAXIY=-9999:MINIX=9999:MINIY=9999
8520 :           FOR I=1 TO MS
8530 :           IF MAXIX<PLX(I,IL) THEN MAXIX=PLX(I,IL)
8540 :           IF MINIX>PLX(I,IL) THEN MINIX=PLX(I,IL)
8550 :           IF MAXIY<PLY(I,IL) THEN MAXIY=PLY(I,IL)
8560 :           IF MINIY>PLY(I,IL) THEN MINIY=PLY(I,IL)
8570 :           NEXT I
8580 :           IF MINIX>0 THEN MINIX=0
8590 :           IF MINIY>0 THEN MINIY=0
8600 :           RETURN

```

建設工事における泥水処理計画のシステム化に関する研究

ISSN 0386-5878
土研資料第2317号
昭和61年3月(1986)
施工研究室 嶋津晃臣
見波潔二
岩瀬真

要 旨

本研究は、泥水を用いる掘削工事から排出される廃泥水の処理計画を合理的に作成することを目的とし、そのための計画システムについて検討したものである。本研究では、種々の条件下で泥水の脱水試験を行い、脱水特性に影響を及ぼす要因を整理するとともに、その結果を利用して計画システムの構築を行った。さらに、計算事例を通して本システムが有効に機能することを確認した。

キーワード：泥水処理，加圧脱水，ろ過，計画システム

郵便はがき

四十円切手
をはって下
さい。

305-□□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

機械施工部施工研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2317号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印