

# 土工事における濁水処理に関する研究 (第15報)

—脱水ケーキの土地造成材としての諸性状—

喜田大三 辻 博和  
炭田光輝

## Studies on Muddy Water Treatment in Earthwork (Part 15)

—Properties of Dewatered Cakes of Discharged Slurry as Improvement Materials—

Daizo Kita Hirokazu Tsuji  
Mitsuteru Sumida

### Abstract

Slurry discharged from slurry excavation methods should be treated with care as an industrial waste. The dewatering method is generally adopted for treatment. The studies reported herein were conducted to investigate soil-mechanical and environmental properties of dewatered cakes, and the following results were obtained. (1) The soil-mechanical properties of the cakes are as good as those of alluvial soils. (2) Dewatered cakes can be dried up in the sun more rapidly than alluvial soils. (3) Dewatered cakes have more stability against water than alluvial soils. (4) No toxic substances are leached out into the water, and less T-N, T-P and COD are released into the water than from alluvial soils. It is thus concluded that dewatered cakes can be treated as improvement materials as well as alluvial soils. Finally, a treatment standard for dewatered cakes is proposed.

### 概 要

各種の泥水工法で発生する廃棄泥水は産業廃棄物としての法的規制を受け、その処理・処分に際しては十分な配慮を払う必要がある。そして、その処理方法として加圧脱水処理が多く採用されている。本報告では、廃棄泥水を加圧脱水処理したあとの脱水ケーキの土質工学的性状および水質環境に係る性状について報告する。そして、土質工学的性状で、脱水直後の脱水ケーキは沖積粘土とほぼ同等の性状であり、天日乾燥した場合その乾燥程度は沖積粘土に比べ良好で、しかも水に対する安定性も大きいことが判明した。また、水質環境に係る性状でも、有害物質はまったく溶出せず、T-P・COD・T-Nの水中への溶出量は沖積粘土と同等もしくはそれ以下であることが判明した。以上の結果にもとづいて、脱水ケーキは産業廃棄物ではなく掘削残土と同じように土地造成材として取り扱い得ると判断し、最後に廃棄泥水を加圧脱水処理する際の脱水ケーキの処理基準を提案した。

### 1. はじめに

地中連続壁工法や泥水シールド工法などの各種泥水工法では、使用不能となった廃棄泥水が発生し、最終的に廃棄しなければならない。従来、この廃棄泥水はバキューム車などによって現場から処分地へ直接搬出し、処分地において天日乾燥する処分方法が採用されていた。しかしこの方法では運搬時あるいは処分地において、二次公害が発生し、社会的問題となってきた。

そして、厚生省環境衛生局環境整備課長通知「地下鉄

工事現場等から搬出される含泥率が高く、粒子の微細なでい状のものにあっては無機性汚でいと取り扱うものであること」により、廃棄泥水は「廃棄物の処理および清掃に関する法律」の産業廃棄物としての法的規制を受ける。そこで、廃棄できる場所が制限され、さらに環境保全・跡地利用などの点から処分地における受け入れが厳しくなってきた。

当社では、昭和46年にフィルタープレス方式、昭和50年にロールプレス方式による各種泥水の処理工法を開発し、以来現場における泥水処理を行なってきた。さらに

昭和54年には、東京周辺の OWS 工事の廃棄泥水を収集し、一括処理する廃棄泥水の集中処理センターを江東区に開設し、以来順調に稼働している。

さて、廃棄泥水を処理したあとの処理土(脱水ケーキ)は現在のところ、農地造成・宅地造成などのかさ上げ盛土材、すなわち土地造成材として有効利用する形で処分されている。しかし、厚生省の指導では、「廃棄泥水は産業廃棄物であり、これを処理したものも有償で売却できない限り産業廃棄物である」とされている。

そこで、本報告では、廃棄泥水を加圧脱水処理したあとの脱水ケーキの土質工学的性状および水質環境に係る性状について報告する。そして、脱水ケーキの性状は一般の沖積粘土と同等もしくは有効利用に当ってはさらに良好なものであることを明らかにし、最後に、脱水ケーキを産業廃棄物としてではなく、一般掘削残土と同じように取り扱うための脱水ケーキの処理基準を提案する。なお、本報告は筆者らが先に(社)土質工学会機関誌「土と基礎」に投稿した「各種泥水工法における廃棄泥水の処理と有効利用」<sup>1)</sup>の内容の一部にその後の研究成果を追加したものである。<sup>2),3)</sup>

## 2. 廃棄泥水の加圧脱水処理工法

廃棄泥水を現場内あるいは中間処理場に持ち込んで処理する場合、一般に加圧脱水の方法が採用される。この加圧脱水処理に用いられる脱水機は主にフィルタープレスとロールプレス(もしくはベルトプレス)である。両機による処理の基本フローを図-1に示す。

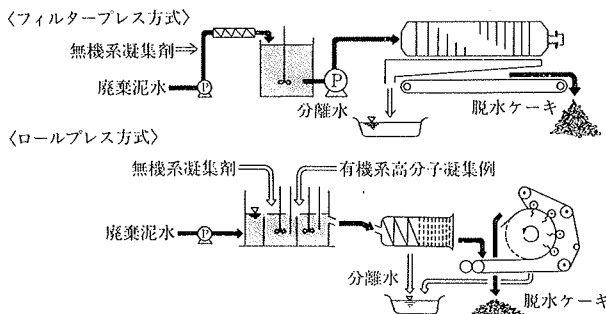


図-1 廃棄泥水処理の基本的フローシステム

廃棄泥水を加圧脱水する際には、そのまま脱水することは難しく、脱水促進のために各種の凝集剤が使用される。フィルタープレスの場合、PAC(ポリ塩化アルミニウム)・硫酸バンド(硫酸アルミニウム)などのAl系あるいは消石灰などのCa系の無機系凝集剤が単独で使用されることが多い。その添加量は泥水性状によって異なるが、泥水中の乾燥固形分量当りで表示すると10~150 kg/t-dry solidの範囲である。そして、処理能力はフィルタープレスのろ過面積当りの処理乾燥固形分量で

表示され一般に2~15 kg-dry solid/m<sup>2</sup>・hr<sup>4)</sup>である。

ロールプレスの場合、ベルトにスラッジを挟み込んでこれを連続的に加圧脱水するため、スラッジの流動性をなくしておく必要がある。そこで、無機系凝集剤に加えてポリアクリルアミドなどの有機系高分子凝集剤が併用される。その添加量は、無機系凝集剤が10~25 kg/t-dry solid有機系高分子凝集剤が1.0~1.5 kg/t-dry solidの範囲である。さて、処理能力はロールプレスに使用されるろ布の幅当りの処理乾燥固形分量として表示され、一般に0.5~1.0 t-dry solid/m<sup>2</sup>・hr<sup>4)</sup>である。

## 3. 廃棄泥水処理土(脱水ケーキ)の土質工学的性状

### 3.1. 含水性状および強度特性

廃棄泥水を加圧脱水処理した際に得られる脱水ケーキの含水比は廃棄泥水中の固形分の性状、更には脱水機の種類(有効加圧力の違い)などによって大きく異なる。例えば、ロールプレスで各種の泥水を脱水したときの脱水ケーキの含水比は図-2に示すとおりである。泥水の種類すなわち泥水中の固形分の性状が異なれば、脱水ケーキの含水比は大きく異なっている。

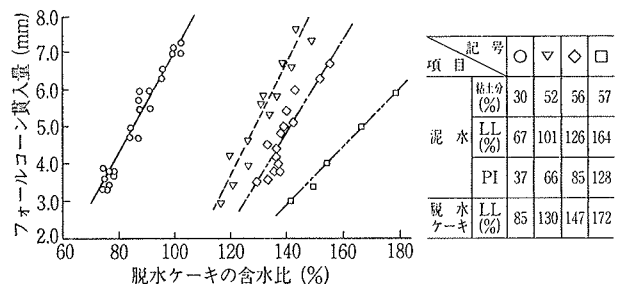


図-2 ロールプレスによる脱水ケーキの性状

このことから、脱水ケーキの性状の良否を一般的に論じるには含水比の大小では不可能で、強度あるいは硬さを問題にする必要があることが分かる。そこで、筆者らは現場で簡易に判定できる脱水ケーキの強度あるいは硬さの指標として「フォールコーン貫入量(F<sub>c</sub>)」を採用している。F<sub>c</sub>とは質量60g・先端角60度のコーンを脱水ケーキの表面に接した位置から自由落下したときのコーンの貫入量(単位はmm)であり、この値が小さいほど脱水ケーキの性状が良好であることを示す。測定に使用する装置は簡易の液性限界測定装置として土質試験法に記載されているものである(写真-1)。

ロールプレスで得られる脱水ケーキのF<sub>c</sub>は、図-2に併記したように、泥水中の固形分の性状のいかんにかかわらず、8~3mmである。また、フィルタープレスによる脱水ケーキのF<sub>c</sub>は、図-3に例示するように、4~0.5mmである。

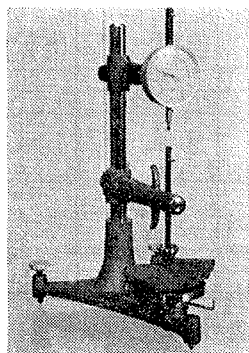


写真-1 フォールコーン貫入試験機

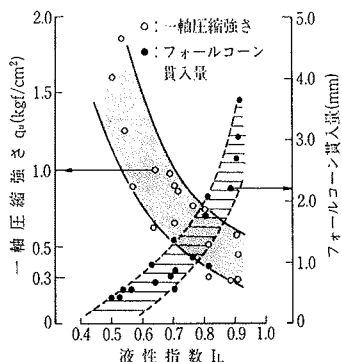


図-3 フィルタープレスによる脱水ケーキの性状

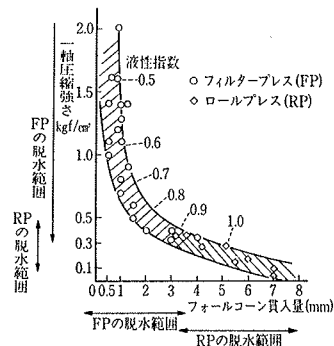


図-4 脱水ケーキの一軸圧縮強さとフォールコーン貫入量

ところで、脱水ケーキの一軸圧縮強さはロールプレスで0.1~0.5 kgf/cm<sup>2</sup>、フィルタープレスで0.3~2.0 kgf/cm<sup>2</sup>である。Feと一軸圧縮強さの関係は図-4に示す通りであり、両者の相関は非常に高い。このことから、Feが強度の簡易示標として使用できることが分かる。

さて、脱水ケーキの含水比をコンシステンシーの面からみると、ロールプレスでは、図-2に併記したように、含水比はほぼ液性限界付近であり、一方、フィルタープレスのそれは液性限界より低く、図-3から明らかなように、脱水ケーキの液性指数は0.5~0.9の範囲にある。

以上に述べた脱水直後の脱水ケーキの性状についてまとめると次のとおりである。フィルタープレスの脱水ケーキの含水比は液性限界より低く、その液性指数は0.5~0.9の範囲にあり、一軸圧縮強さは0.3~2.0 kgf/cm<sup>2</sup>、フォールコーン貫入量は4~0.5 mmである。ロールプレスの脱水ケーキの含水比は液性限界付近にあり、一軸圧縮強さは0.1~0.5 kgf/cm<sup>2</sup>、フォールコーン貫入量は8~3 mmにあると考えてよからう。

### 3.2. 締固め特性

脱水ケーキの締固め曲線を図-5に例示する。図中に示した試料は4.1.に後述する天日乾燥野外実験に用いたものであり、No.1が沖積粘土、No.2が凝集剤として硫酸バンドを使用した脱水ケーキ、No.3が消石灰を使用した脱水ケーキである。土性等は後掲の表-1を参照されたい。

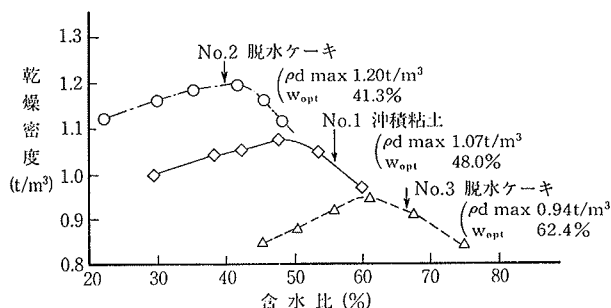


図-5 脱水ケーキの締固め曲線の例

図から明らかなように、脱水ケーキの締固め曲線は沖積粘土等の粘性土とほぼ同じ位置にあり、最適含水比は40~60%と高く、最大乾燥密度は1.20~0.9 t/m<sup>3</sup>と低いと言える。その際、図中の試料のように粒度分布が類似している場合、試料の液性限界あるいは塑性限界の大きさに対応して、最適含水比は高くなり、最大乾燥密度は低くなる傾向が確認できる。

もちろん、脱水ケーキの自然含水比は最適含水比に比べて非常に高く、脱水ケーキを盛土材として有効利用するためにはさらに含水比を低下させる必要がある。

### 3.3. 圧密特性

脱水ケーキの圧密試験結果の一例として  $e \sim \log P$  曲線を図-6に示す。図中に示した試料は先の3.2.に示した試料と同一のものである。

図から明らかなように、脱水ケーキ No.2 の圧密特性は沖積粘土 No.1 のそれと類似している。圧密降伏応力はそれぞれ0.65 kgf/cm<sup>2</sup>・0.75 kgf/cm<sup>2</sup>であり、圧縮指数はそれぞれ0.49・0.57である。また、平均圧密圧力  $\bar{P}=1.0$  kgf/cm<sup>2</sup>における圧密係数は両者とも140~160 cm<sup>2</sup>/dayであり、体積圧縮係数は0.08~0.09 cm<sup>2</sup>/kgfである。

これに対して、脱水ケーキ No.3 は特異な圧密特性を示す。すなわち、圧密降伏応力が3.2 kgf/cm<sup>2</sup>と大きく圧縮指数も0.93と大きい。脱水ケーキ No.3 が特異な圧密特性を示した原因は、4.1.で詳述するように、凝集剤として添加した消石灰が脱水ケーキ中で化学的土質改良

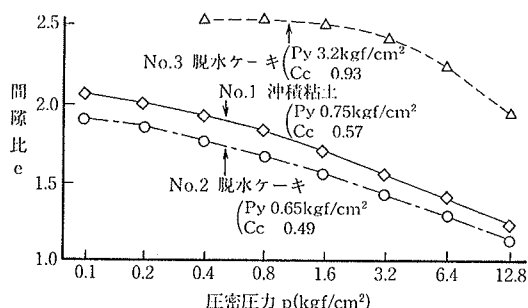


図-6 脱水ケーキの  $e \sim \log P$  曲線の例

剤として作用したことによると思われる。

以上のことから、凝集剤として硫酸バンドのようなAl系のものを使用して得られる脱水ケーキの圧密特性は沖積粘土のそれと類似しており、凝集剤として消石灰を使用して得られる脱水ケーキの圧密特性は化学的安定処理土のそれと類似していると考えてよからう。

#### 4. 脱水ケーキの有効利用に関する性状

##### 4.1. 天日乾燥効果

脱水ケーキを農地造成・宅地造成などの土地造成材として有効利用する場合、現地搬入後、直ちに盛土されるのではなく、一時仮置きされる。その際には天日乾燥の効果が非常に大きいと予想される。そこで、脱水ケーキにおける天日乾燥の効果を把握するため、以下の野外実験を行なった。

##### 4.1.1. 実験方法

(1) 天日乾燥ヤードの規模 天日乾燥ヤードには厚板ベニヤで区画した幅2m×長さ5m×高さ0.9mのものを使用し、底面には排水層とし砕石を0.1m敷設した。つぎの(2)で述べる脱水ケーキを各現場からダンプで搬入し、厚さ0.7~0.8mに人力で整地して実験に供試した。

(2) 供試試料 実験には脱水ケーキとして2種類さらに対照として沖積粘土を一種類の合計三種類の試料を供試した。

実験区の No. 2 には、沖積粘土地盤の地中連続壁工事で発生した廃棄泥水を凝集剤として硫酸バンドを使用してフィルタープレスで加圧脱水処理した脱水ケーキを用いた。実験区の No. 3 には、No. 2 と異なる地中連続壁工事の廃棄泥水を凝集剤として消石灰を使用してフィルタープレスで加圧脱水処理した脱水ケーキを用いた。なお、両者の地中連続壁工事で使用した泥水はポリマー泥水である。実験区の No. 1 には、対照として No. 2 の掘

試料		No.1 沖積粘土	No.2 脱水ケーキ (凝集剤として硫酸バンド使用)	No.3 脱水ケーキ (凝集剤として消石灰使用)
項目	自然含水比	76.3	71.2	92.9
	比重	2.738	2.732	2.703
粒 度 分 布	砂 分(%)	10	11	12
	シルト分(%)	31	30	43
	粘土分(%)	59	59	45
コンシステンシー	液性限界(%)	82.3	78.8	118.2
	塑性限界(%)	28.5	31.8	45.2
	液性指数	0.89	0.84	0.65
	一軸圧縮強さ (kgf/cm <sup>2</sup> )	0.40	0.42	0.82
	フォールコーン貫入量 (mm)	2.0	1.8	1.0

表一 天日乾燥野外実験の供試試料

削地盤の沖積粘土を用いた。

上記三種類の試料の搬入時の性状を表一に示す。

(3) 方法 実験は昭和56年5月25日に開始し、10月4日(130日後)に到るまでに天候に合わせて、合計6回随時深度方向の性状変化を追跡した。

##### 4.1.2. 実験結果と考察

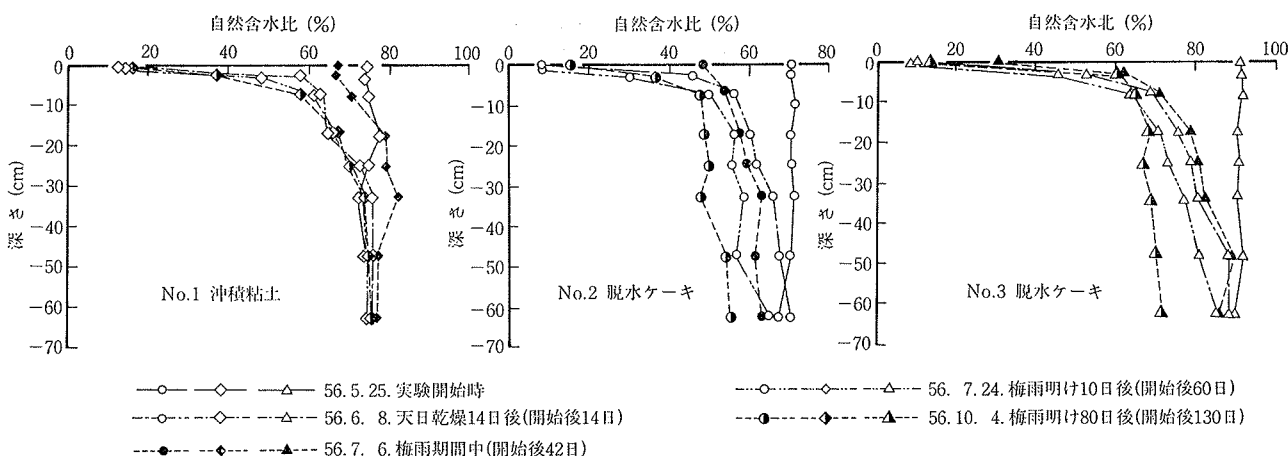
##### (1) 含水比の変化

搬入直後・天日乾燥14日後、梅雨期間中(開始後42日後)・梅雨明け10日後(開始後60日後)および梅雨明け80日後(開始後130日)における各実験区の含水比の垂直分布を図一に示す。

天日乾燥14日後において、No. 2・No. 3の脱水ケーキでは約35cmまで天日乾燥の影響が顕著に現われているのに対して、No. 1の沖積粘土では約20cmまでしか現われていない。

そして、梅雨期には、No. 2, No. 3での含水比分布は搬入当初まで戻らず、表層5cmのみが多少増大するが10cm以深は天日乾燥14日後とほとんど変化していない。これに対して、No. 1の沖積粘土では含水比分布が搬入当初に戻ってしまっている。

さらに、梅雨明け10日後には、No. 2, No. 3とも各深度の含水比は減少し、天日乾燥の影響範囲は約50cmに及び、梅雨明け80日後(開始後130日)には、その影響



図一 天日乾燥時における脱水ケーキ沖積粘土の含水比垂直分布

測定日	試料 項目 深度 (cm)	No.1 沖積粘土			No.2 脱水ケーキ			No.3 脱水ケーキ		
		含水比(%)	乾燥密度(t/m <sup>3</sup> )	CBR(%)	含水比(%)	乾燥密度(t/m <sup>3</sup> )	CBR(%)	含水比(%)	乾燥密度(t/m <sup>3</sup> )	CBR(%)
搬入当初 (56.5.25)	—	76.3	0.910	0.2	71.2	0.938	0.4	92.9	0.707	2.2
天日乾燥7日後 (56.6.1)	0~20	50.1	1.025	3.1	50.3	1.175	2.1	84.5	0.822	11.3
	20~40	73.2	0.894	0.2	62.8	1.023	0.3	78.5	0.811	4.6
天日乾燥14日後 (56.6.8)	0~20	56.7	1.054	3.1	43.4	1.193	3.4	77.7	0.863	14.8
	20~40	69.2	0.942	0.6	61.2	1.042	0.5	80.4	0.846	7.4
梅雨明け10日後 (56.7.24)	0~20	47.8	1.143	4.3	45.4	1.193	6.1	66.2	0.921	26.3
	20~40	67.5	0.999	0.9	52.2	1.133	1.6	77.8	0.848	21.2
梅雨明け80日後 (56.10.4)	0~20	61.9	1.032	3.4	45.4	1.201	3.7	58.1	0.988	39.2
	20~40	67.2	0.931	1.0	52.4	1.120	1.4	53.8	1.007	37.9
	40~60	73.0	0.908	0.6	55.2	1.082	1.2	66.9	0.920	16.8

表一2 脱水ケーキ・沖積粘土の天日乾燥後の CBR

範囲は約 60 cm にも及んでいる。しかも、No. 2・No. 3 とも深さ 10 cm~60 cm の範囲で含水比に大きな差がなくなっている。

これに対して、No. 1 の含水比分布は梅雨明け10日後に天日乾燥14日後のそれに戻るのみであり、梅雨明け80日後に至っても天日乾燥の影響範囲は約 25 cm までにとどまっている。

(2) CBR の変化

各実験区の深度別に採取した試料についての CBR 試験結果を表一2に示す。試験に際しての締固め条件はアスファルト舗装要綱に基づいて自然含水比下3層67回突固めて行なった。

No. 1 沖積粘土・No. 2 の脱水ケーキともに、搬入当初 0.2~0.4% であったものが、天日乾燥14日後の 0~20 cm でそれぞれ 3.1%・3.4% に、さらに梅雨明け10日後の 0~20 cm で 4.3%・4.1% にまで上昇し、両者とも 0~20 cm の深度で天日乾燥の効果は大きかった。しかし、20 cm 以深では、(1)で述べたように No. 1 に比べて No. 2 の方が含水比の低下が認められたけれども、CBR の値に大きく反映するには至っていなかった。

No. 1・No. 2 に比べて No. 3 の脱水ケーキの CBR の上昇は非常に大きかった。すなわち、搬入当初で既に 2.2% と高く、天日乾燥14日後には 0~20 cm で 14.8%、20~40 cm で 7.4% に、さらに梅雨明け10日後には 0~20 cm で 26.3%、20~40 cm で 21.2% にも達していた。No. 3 の CBR の上昇が非常に大きかった原因には、天日乾燥による含水比の低下の効果もあるけれども、それ以上に廃棄泥水に凝集剤として添加した消石灰が脱水ケーキでは化学的土質改良剤として作用し、養生とともにポゾラン反応が進行した効果が大きいと推察される。

そこで、脱水ケーキの CBR に対する養生効果を確認するため、上述の3種類の試料をモールドに突固め、20℃で養生し、一定日数後に CBR 試験を行なった。その結果、No. 1・No. 2 では養生しても CBR の上昇が認められなかったが、No. 3 では養生日数とともに上昇し、7日で 8.7%、28日で 16.8% に至った。このことから、

凝集剤として消石灰を使用した脱水ケーキでは養生とともにポゾラン反応の効果が顕著であることが判明した。

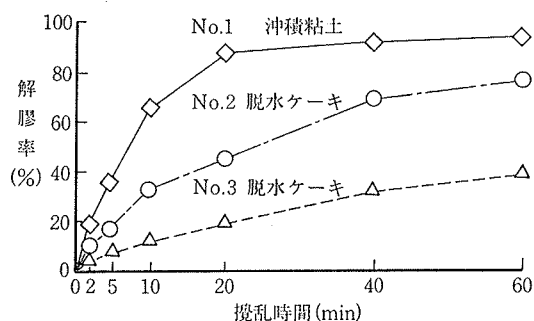
4.2. 水中かく乱時の解膠性状

先の4.1.では、脱水ケーキを陸上で農地造成・宅地造成等のかさ上げ盛土材として有効利用する際の性状を追跡した。その際、脱水ケーキの梅雨期間中における降雨に対する安定性は沖積粘土に比べて大きいことが明らかになった。ところで、脱水ケーキを海面埋立などで水面下に処分した場合、再び水を吸水して泥状化するのではないかと一部で危惧されている。そこで、脱水ケーキを水中でかく乱した場合の脱水ケーキの解け込む状況を検討した。

4.2.1. 実験方法 実験には、先の4.1.と同一の3種類の試料を供試した。試料を 1 cm 角の立方体に切り出し、500 ml 容のシリンダーに水中の体積が 20% になるように試料を入れ水で 400 ml にしたのち、回転振とう機でかく乱した。そして一定時間後ふるい分析を行ない 4 mm ふるいを通過した乾燥土量の供試乾燥土量に対する割合をその試料の解膠率として算出した。

4.2.2. 結果と考察 実験結果を図一8に示す。

図から明らかのように、3試料の解膠性状は大きく異なった。すなわち、No. 1 の沖積粘土ではかく乱20分で約90%が解膠されてしまうのに対して、No. 2 の脱水ケーキでは45%、No. 3 の脱水ケーキでは20%しか解膠されなかった。このことから、脱水ケーキは沖積粘土に比べて解膠程度が低く、水に対して安定であることが判明した。



図一8 脱水ケーキ・沖積粘土の解膠状況

筆者らは、各種の沖積粘土に対して上述の解膠試験を実施し、土中の砂分量が一定範囲にあれば、その解膠程度は土の液性指数の大小と対応することが明らかになっている。ところで、No. 1の沖積粘土とNo. 2の脱水ケーキとでは、表一に示されたように、粒度分布も液性指数もほぼ同じであるにもかかわらず、上述のような結果が得られた。

この原因としては凝集剤の影響があると考えられる。すなわち、廃棄泥水に添加した凝集剤によって、脱水ケーキは凝集系にあり、その結果、脱水ケーキの解膠言い換えれば分散が抑止されたものと推定される。また、No. 3の脱水ケーキについては、液性指数がNo. 1, No. 2に比べて低いことに加えて、今回の実験が脱水後5日目に実施されたことから、先の4.1.でも述べたように養生によるポズラン反応の効果も加わって、低い解膠程度を示したものと考えられる。

#### 4.3. 水質環境に係る性状

現段階の厚生省の指導では、脱水ケーキも産業廃棄物の汚でいとされている。「廃棄物の処理および清掃に関する法律」では、その処分に当り、昭和48年環告13号「産業廃棄物に含まれる金属等の検査方法」の溶出試験を実施し、その結果によって処分法が規定されている。

筆者らが現在までに実施した数多くの脱水ケーキについての溶出試験の結果では、健康9項目(有害物質)すべてについて検出限界以下であった。各種泥水工法で発生する廃棄泥水の組成は、ベントナイト・ポリマーなどの泥水材料と掘削地盤中の土・土中水である。泥水材料には有害なものを使用しておらず、掘削地盤が有害物質で汚染されていない限り、廃棄泥水処理後の脱水ケーキが「廃棄物の処理および清掃に関する法律」に規定されている有害な産業廃棄物と判定されることはないと思言できる。

脱水ケーキを各種の処分・有効利用した場合、脱水ケーキは表流水・地盤浸透水あるいは地下水と接触する。

脱水ケーキの周辺水質環境への影響を評価するにはこれらの水に溶出してくる物質のうち、有害物質は勿論のことT-P(全りん)・COD(化学的酸素要求量)・T-N(全窒素)等の生活環境項目についてもその挙動を明確にしておく必要がある。

そこで、へどろなどの底質が水質環境への影響を評価する手法として広く行なわれているカラムによる溶出試験<sup>5)</sup>を実施した。

#### 4.3.1. 実験方法

(1) 供試試料 先の4.1.に用いた3種類の試料に加えて、No. 4として地中連続壁工事の廃棄泥水を凝集剤として消石灰と硫酸バンドを併用しフィルタープレスで加圧脱水処理した脱水ケーキを、No. 5として某湖沼の有機へどろを供試した。

(2) 方法 試料をφ20cmのアクリルカラムの底部に約30cm厚にいれ、その上部に嫌気状態の人工海水を約50cm厚に張り、表面を流動パラフィンで密閉し、嫌気状態で静置した。そして、上澄水のT-P・COD・T-Nの濃度の経時的变化を追跡した。

4.3.2. 実験結果と考察 実験結果を図一9に示す。以下、T-P・COD・T-Nの項目別に考察する。

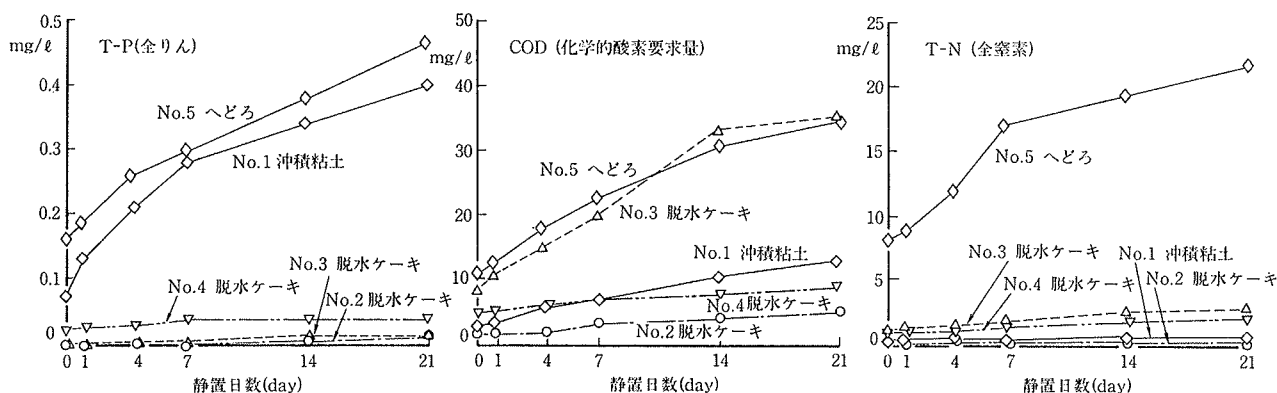
#### (1) T-Pについて

No. 1の沖積粘土およびNo. 5のへどろで、T-Pは日数の経過とともに溶出してくるのに対して、No. 2~No. 4の脱水ケーキではほとんど溶出してこなかった。

一般に嫌気状態で溶出してくるりんの形態はりん酸態のものと考えられており、脱水ケーキ中には凝集剤としてAlあるいはCaが添加されているので、りんはりん酸アルミニウムあるいはりん酸カルシウムの沈澱物を形成する結果、りんが溶出してこなかったと推定される。

#### (2) CODについて

No. 2, No. 4の脱水ケーキでCODの溶出量はNo. 1の沖積粘土とほぼ同じかそれ以下であったが、No. 3の脱水ケーキの溶出量は沖積粘土に比べて非常に多く、



図一9 脱水ケーキ・沖積粘土・へどろのカラム溶出試験結果

No. 5 のへどろとほぼ同程度であった。

ところで、No. 3 の脱水ケーキは凝集剤として消石灰を単独使用しており、その pH は非常に高い。このことから、No. 3 の脱水ケーキで COD の溶出量が多かった原因は、高 pH のため脱水ケーキ中の COD 成分の一部がアルカリ分解し、水溶性の形態のものが増加したためと推察される。

### (3) T-N について

No. 2～No. 4 の脱水ケーキで、T-N の溶出量は No. 1 の沖積粘土とほぼ同じであり、No. 5 のへどろに比べて非常に少なかった。しかし、脱水ケーキの4者の中で比較すると、No. 3 の脱水ケーキの溶出量が最も多い。これは、COD のところで述べたことと同様に、脱水ケーキが高 pH であることに由来すると考えられる。

以上のカラムによる溶出試験における COD と T-N の結果から、脱水ケーキを地下水位以下に置く処分法、例えば海面埋立の埋立材として有効利用する場合、高 pH によって周辺水質を悪化させないために、凝集剤として消石灰を用いる際にはその添加量の減少あるいは No. 4 のように硫酸バンドの併用などを考慮すべきである。

## 5. 廃棄泥水の処理土の基準

先の3章・4章で廃棄泥水を加圧脱水処理して得られる脱水ケーキの土質工学的性状および水質環境に係る性状について報告した。その結果、土質工学的性状で、脱水直後の脱水ケーキは沖積粘土とほぼ同等の性状であり天日乾燥した場合その乾燥程度は沖積粘土に比べて良好で、しかも水に対する安定性も大きいことが判明した。また、水質環境に係る性状でも、健康9項目の溶出試験ですべての項目について検出限界以下であり、カラムの溶出試験でも T-P・COD・T-N の溶出は適切な凝集剤を使用すれば沖積粘土と同等もしくはそれ以下であることが判明した。

以上のことから分かるように、廃棄泥水の処理の今後進むべき方向は、「現場内もしくは中間処理場で一般の掘削残土と同等の性状まで処理したのち、処理土を産業廃棄物ではなく掘削残土と同じように取り扱って有効利用して行く」方向であろう。

そこで、建設業界では廃棄泥水を加圧脱水処理したあとの脱水ケーキを法的に一般掘削残土並みに取り扱えるよう厚生省に要望している。その際には、脱水ケーキの処理基準が問題となる。大阪市では処理土を宅地造成路床材等の埋立材料として利用する方法を提唱し、その目安として含水率30%以下または一軸圧縮強さ 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上の数値を示している。この値は千葉県でも埋立処分できる暫定基準として採用されている。また、筆者

の一人はへどろのセメント固化土の運搬時の性状を検討し、ダンプ運搬によって流動化しない条件は「フォールコーン貫入量で 4 mm 以下、一軸圧縮強さで 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上」であることを明らかにしている。

上述の内容と3章で述べたことを総合すると、現在の処理技術で可能で、しかも運搬時に流動化することなく農地造成・宅地造成などの土地造成材として支障なく有効利用できる脱水ケーキの処理基準は「フォールコーン貫入量で 4 mm 以下、一軸圧縮強さで 0.3 kgf/cm<sup>2</sup> 以上」であろうと判断される。

## 6. おわりに

以上、各種泥水工法における廃棄泥水を加圧脱水処理したあとの脱水ケーキについて、土質工学的性状および水質環境に係る性状を報告した。そして、脱水ケーキの土地造成材としての性状は一般の沖積粘土と同等もしくはさらに良好であることを明確にした。

近年、地域環境を保全する立場から廃棄物処理に対する認識が高まり、廃棄物処理体系のあり方として資源有効利用の方向が大いに望まれている。現状で脱水ケーキは産業廃棄物とされているけれども、一般掘削残土と同様に土地造成材として取り扱い得る見通しを得たので、最後にこの脱水ケーキの処理基準を提案した。

## 参考文献

- 1) 喜田, 辻: 各種泥水工法における廃棄泥水の処理と有効利用, 土と基礎, Vol. 29, No. 11, (1981), pp. 57～64
- 2) 喜田: 建設系掘削土および泥水の処理処分法, 土木学会関西支部講習会「廃棄物の処理と再利用」, (1981), pp. 23～40
- 3) 喜田, 辻: 建設工事で発生する廃棄泥水の処理と有効利用, 土質工学会関西支部他施工技術報告会, (1982), pp. 39～48
- 4) 喜田, 辻, 炭田, 他: 土工事における濁水処理に関する研究他, 大林組技術研究所報, No. 9, 11, 17, 21, 22, 23, 24, (1974～1982)
- 5) (社)底質浄化協会: 底質浄化処理技術研究報告書(Ⅲ), (1980)
- 6) 大阪市環境保健局: 産業廃棄物の適正処置について〈建設業編〉, (1978)
- 7) 千葉県環境部生活環境課: 建設基礎工事から発生する汚での処理指針, (1979)
- 8) 喜田, 久保, 漆原: 軟弱粘土のトラック運搬における固化処理の適用, (社)日本材料学会・土質安定材料委員会, 土質安定材料に関する講演会, (1980)