

## 炭酸アルミネート系塩材による水環境改善

吉田 勲\*・猪迫耕二\*・菅野昭弘\*\*

平成10年6月24日

\* 鳥取大学農学部生存環境科学, \*\* 旭硝子コートアンドレジン株式会社

### Improvement of Water Environment by CAS

Isao Yoshida\*, Koji Inosako\* and Akihiro Sugano

*\*Department of environmental science, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680-8553, Japan*

*\*\*Asahi Glass Coat & Resin., LTD., Matsudo 270-2214, Japan*

Many coagulants have been developed to improve the water quality by the condensation method. But their applications are very limited to specific water. Mr. Wakimura has proposed new chemicals made up of many kinds of coagulants, which are able to be applied to various wastewater. They are named Carbon aluminate salt, and are called CAS for short.

In this paper, the effectiveness of CAS for improvement of various polluted water is described in comparison with the results by conventional coagulants. As the results, it can be said that CAS is very useful for improvement of water environment, reduction of sludge volume and hardening of fluid.

(Received 24 June 1998)

*Key words: purification of water, removal rate, CAS, reduction of volume and hardening of fluids*

#### 緒 言

現在、環境破壊が種々の分野で進行しており、このまま放置しておくとならば人類の生存が危ぶまれる。そこで、環境保全・改善の手法が多くの人達によって研究開発されている。その中であって、最近、開発された CAS 材は種々の汚水の処理だけでなく、汚泥の固化をもできる応用範囲の広い凝集材である。ここでは、当研究室で取り組んだ研究成果と既に発表された他者の論文等を参考に、その応用例について述べる。

#### CAS 材について

CAS 材は (合) 三星化学によって開発された無機凝集剤であり、さまざまな種類の薬剤の総称である。水処理には CAS-POK-S のほか CAS-MA、CAS-MB、

CAS-KC、CAS-GA、CAS-FA、CAS-SU などが用いられる (以後、それぞれ POK-S、MA、MB、KC、GA、FA、SU と略する)。中でも、POK-S は強力な凝集材であるが、他の薬材に比べて高価である。そこで、POK-S の量をできるだけ減らし、安価に処理するために考えられたものが、POK-S 以外の薬剤である。言いかえると、POK-S 以外の薬剤は POK-S の前処理材としての機能を有し、POK-S の添加量を減少させ、さらに高度な処理を可能ならしめる役目を担っている。これらの薬剤の働きをまとめると第 1 表のようになる。ところで、CAS とは、京都大学防災研究所 嘉門雅史教授により炭酸アルミネート系塩材の英語名の頭文字を取って命名された名である。それ以前では建設省近畿地方建設局管内の各工事事務所において「四成分系固化剤」と呼ばれ、多くの工事施工に実績を残している。CAS は、水処理・固化処理について次のような特徴を有する。

### 1. 水処理の場合

- (1) これまで高分子薬剤で処理ができなかった水質を簡単に処理することができる。
- (2) 反応速度は超速効性で、瞬時に清水とフロックとに分離することができる。
- (3) 臭い・色等は消える。
- (4) pH調整は不要である。

### 2. 固化処理の場合

- (1) 残土、ヘドロ及び重油等を固化できる。
- (2) 固化速度が自由に決定できる。
- (3) 残土やヘドロなどを十分な強度に固めることができる。

### 3. 使用薬品の決定方法について

対象とする汚濁水に対し、どの薬品をどの程度、添加すれば良いかを知るためには、以下の手順にしたがって、それぞれ実験をして確かめる必要がある。

- ① 対象とする汚濁水を第1表に示す薬品の数だけ分取し、それに対し各薬品を添加・攪拌する。
- ② その後、どの薬品が汚濁水と反応したかを見る。
- ③ 次に、それぞれの薬品を添加し分取したものを、様々なパターン、例えばMAを添加したものとMBを添加したものと、GAを添加したものとKCを添加したものとというように混合・攪拌していき、その反応を見る。
- ④ ③で混合したものをさらに他と混合していき、その反応を見る。
- ⑤ プラントの設計によっては、多量の流水でも連続的な処理が可能である。

## 応用例

### 1. 生下水の直接処理

実験に用いた生下水は鳥取市秋里下水処理場（処理人口：107,700人）の最初沈澱槽から採取した。生下水の保存は困難なので、原則として実験の度に採水した。原水500mlに対して、MA、MB：それぞれ2g、KC：0.4g、GA：1.5g、FA：0.8g、POK-S：0.1gの順に添加した。各薬剤を添加後30秒急速攪拌（200rpm）し、次の薬剤を添加して順次に実験を行った。処理成績を第2表に示す。

### 2. 湖山池の水の浄化

湖山池（鳥取市）の水を以下の手法で浄化し、その結果を第3表に示す。

- ① 原水500mlにFAを0.4g加え、攪拌する。
- ② ①にPOK-Sを0.1gを加え、攪拌する。
- ③ ②をNo.5Aろ紙でろ過する。

第1表 CASの種類と効果

MA	中性の無機物質の液体で油分、デンプン、樹脂、たんぱく質等が含まれている場合に添加すると効果が表れる。
MB	アルカリ性の無機物質の液体で、MAまたはKCと組み合わせるとことよって小さなフロックを形成する。
GA	無機物質の無色透明の水溶液で脱色、脱臭の効果があり、塩素が含まれているため過剰に添加するとCOD成分の増加を起こす事があり、添加量の決定時には注意が必要である。
KC	硫酸アルミニウム水溶液（硫酸バンド）。pH2.7で酸性の物質の液体である。
SU	これはGAを添加したとき、水によっては除濁できず、逆に着色してしまうことがある。その様な場合にGAの代わりに添加する。
POK-S	POK-SはCASの主剤ともいべきものであり、炭酸カルシウム、酸化アルミニウムなどが主な成分である。これは強力な凝集剤であるため、少量の添加で大きなフロックを形成する。
FA	火力発電所等から排出される石炭灰（フライアッシュ）で、これは凝集助材の機能を有する。
BK	ポリアクリル酸系1%水溶液。
BS	固化材の基礎薬剤。
40BSE	超速効性の固化。
40-A	粉末と液体とから構成される。40-A粉はアルカリ性。40-A(KC液)は酸性。
40-B	セメントとBSの合成品で超早強セメント。ヘドロ固化剤。土質改良剤
42#	焼却灰や砕石粉の固化に有効。

### 3. 池水の浄化

ここで使用した試料水は、兵庫県加古川市役所前の公園の池の水、大阪市阿倍野区長池の水、ヘドロ濁水（兵庫県姫路市網干地区浚渫泥土）である。この処理結果を、第4表に示す。

### 4. 二次処理水の高度処理

下水処理で凝集剤を使用する場合、まず生物処理を施し、その後、二次処理水に添加するのが一般的である。しかし、従来の生物処理の場合、冬期の水温低下で処理成績が低下したり、高度処理を行うまでの過程が複雑であるというような問題がある。そこで本実験では、これらの問題を解決するため、試料水に直接CASを添加し、その処理能力をみた。

第2表 CASによる秋里処理場の処理

	原水		処理水	
	上澄水	ろ過水	上澄水	ろ過水
pH	7.2	7.2		7.2
TP(mg/l)	17.4	5.4		0.06
T-N(mg/l)	67.2	39.9		40.5
SS(mg/l)	203.1	20.2		0.6
COD(mg/l)	258.1	34.0	18.1	16.7
BOD(mg/l)	183.3	100.05		48.95

(MA, MB:それぞれ2g, KC:0.4g, GA:1.5g, FA:0.8g, POK-S:0.1g) ろ過は5Aろ紙で行う。

第3表 湖山池の浄化結果(鳥取市)

	湖水		除去率 (%)
	処理前	処理後	
COD	5.6 ~ 11.0 (mg/l)	3.4 ~ 4.6 (mg/l)	40~70
T-N	3 ~ 4 (mg/l)	1 ~ 3 (mg/l)	28~62
T-P	0.12 ~ 0.4 (mg/l)		100
クロロフィルa	7.7 ~ 36.6 μg/l	4.9~5 μg/l	58~96

第4表(1) 加古川市役所前公園の池の水の浄化

	処理前 (mg/l)	処理後 (mg/l)	除去率 (%)
T-N	1.21	0.23	81.0
T-P	0.40	0.01	97.5%
COD	17.35	1.77	89.8%
SS	5000	2.0	96.0%

試料水 500ml に対し、FA 0.15g、  
POK-S 0.1g の場合。

第4表(2) 大阪市阿倍野区長池とへドロ濁水の浄化

	大阪市阿倍野区長池			へドロ濁水		
	処理前 mg/l	処理後 mg/l	除去率 %	処理前 mg/l	処理後 mg/l	除去率 %
T-N	4.5	0.18	96.0	46	0.81	98.2
T-P	0.50	0.0	100	34	0.03	99.9
COD	40.30	5.00	87.6	525	4.7	99.1
SS	86.0	2.0	97.7	5010	17.0	99.7

長池の場合: 試料水 1000ml に対し、FA 0.3g、  
POK-S 0.2g。

へドロ濁水: 試料水 1000ml に対し、FA 0.5g、  
POK-S 0.5g。

第5表(1) 二次処理水の高度処理(鳥取大学)

	処理1	処理2	処理3
T-P 除去率(%)	99.6	96~99	100
COD 除去率(%)	92.9~95	67~95	
T-N 除去率(%)	55.3~58	13~58	
BOD 除去率(%)	98.7~99.2		
SS 除去率(%)	99.3		

処理1: 試料水 1ℓ に対し MB 0.5g, KC 1.0g, FA 0.5g, GA 3.0g, POK-S 0.5~1.0g

処理2: 試料水 1ℓ に対し FA 0.3g, POK-S 0.2g, MA 0.2g, GA 3.0g である。

処理3: 試料水 1ℓ に対し MB, KC の代わりにへドロ(霞ヶ浦で浚渫)を使用。

## 1) 鳥取大学三浦団地生活系排水処理施設の場合

試料水 1ℓ に3組の MB, KC, FA, POK-S を添加して、二次処理水の高度処理を試みた。その結果を第5表(1)に示す。

## 2) 滋賀県下水道公社 湖西事務所処理場の場合

この場合、原水 1ℓ に対し MB1.6g, KC2.0g, FA0.6g, GA2.0g, POK-S1.0g を加えて処理した。その後、その処理水 1ℓ に対して GA0.6g, FA1.0g, POK-S0.2g をさらに添加して処理した。その結果を第5表(2)に示す。

## 3) 兵庫県高砂市伊保処理場流入水の場合

試料水を POK-S のみ、FA, POK-S および MA, GA, MB, FA, POK-S の3方法で処理した。これらの方法で処理し、ろ過した水の水質試験結果を第5表(3)に示す。この表から3方法とも COD, BOD はかなり高率で除去されている事が分かる。

## 4) 閉野地区集落排水処理施設の二次処理水の高度処理

鳥取県気高郡鹿野町閉野地区集落排水処理施設(JARUS V型)の二次処理水を採水した。当集落排水処理施設は平成5年に建設され、処理人口は190人(処

第5表(2) CASによる湖西事務所処理場の下水処理

測定項目	原水 (mg/l)	処理水 (mg/l)	処理率 (%)
T-N	23.0	16.3	29
T-P	3.00	0.14	95
COD	70.8	11.6	84

表-5(3) 兵庫県高砂市伊保処理場流入水の場合

		原水	MA(g)			1.2
		GA(g)				4.0
		MB(g)				1.2
		FA(g)		0.35	0.3	
		POK-S(g)	0.3	0.3	0.35	
COD	(mg/l)	62.18	14.78	11.21	3.57	
	減少率 (%)		76.2	81.9	94.3	
BOD	(mg/l)	102.0	28.8	20.7	29.3	
	減少率 (%)		71.8	79.7	71.2	

理水量は 60(m<sup>3</sup>/日)である。JARUS V 型は嫌気性ろ床使用した凝集材は硫酸バンド、PAC、および CAS で、その攪拌条件は、硫酸バンド、PAC は急速攪拌(200rpm)3 分間、緩速攪拌(30rpm)10 分間とし、CAS では予備実験の段階で試行錯誤的に決定し、急速攪拌(200rpm)30 秒間、緩速攪拌(50rpm)2 分間とした。

二次処理水を pH 調整して pH を 5 段階に調節して硫酸バンド、PAC、CAS を添加しジャーテスターにより攪拌し、攪拌後、5A ろ紙で濾過した。二次処理水の水質、及び調節した原水及び処理水の pH を第 6 表に示す。表から、硫酸バンドと PAC の場合、これらの薬剤を添加すると、pH は低下しているが、CAS の場合は中性へと変化しているのが分かる。

## 5. 河川水の場合

大阪府の大和川の河川水を FA、POK-S で処理したところ、試料水 1ℓ に対し FA を 1.0g、POK-S 0.1g 添加の場合が好ましい事がわかった。この場合の結果を第 7 表に示す。

## 6. 製紙廃水の場合

- ① 原水に MB を加え、攪拌する。(試料水によっては、これ以前に MA を添加する)
- ② ①に KC を加え、攪拌する。このとき試料は少し白濁し、小さなフロックを形成する(試料によっては、MA、MB でフロックが形成される時がある。そのような時には KC は添加しない)。
- ③ ②に凝集補助剤として FA を加え、攪拌する。ここでの FA の役割は、水分と②でできたフロックを吸着させることである。
- ④ ③に GA を加え、攪拌する。

- ⑤ 最後に POK-S を加え、直ちに攪拌する。POK-S の反応は非常に速く、形成されたフロックは完全に沈降する。ただし、試料水に油分が含まれている場合には、多少浮上する。
- ⑥ ⑤を No. 5A ろ紙でろ過する。

二つの製紙工場廃水に

第 6 表(1) 閉野地区集落排水処理施設の二次処理水

凝集材	添加量 (ppm)	水質項目	二次処理水質 (mg/l)
硫酸バンド	60- 90	COD	7.3-16.2
PAC	300- 500	T-N	28.2-43.5
CAS	800-1000	T-P	3.12-4.08

第 6 表(2) pH 調整した二次処理水と各処理水の pH

原水	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
硫酸バンド	4.0	4.7	6.5	6.4	6.6
PAC	4.3	4.7	6.2	5.6	5.3
CAS	5.9	6.4	7.0	7.3	7.3

第 6 表(3) CAS による集落排水施設の二次処理水の高度処理(除去率)

	二次処理水の高度処理(除去率)			
	S	CA	PAC	硫酸バンド
COD	30% ~ 50%	20-35%程度 (pH5 の時 20%)	45%程度 (pH5 の時 20%)	
T-N	5~20%	10%以下	10%以下	
T-P	90% 以上	80%以上	80%以上 (pH の時 21.6%)	

ついでの実験結果を第 8 表に示す。

## 7. 染色排水

染色工場の色をとるのが目的である。排水処理の結果の一例を第 9 表に示す。

## 8. ヘドロの脱水化について

本実験で使用したヘドロは、兵庫県姫路市を流れる

第7表 大和川の浄化

項目		原水	ろ過原水	POK-S 0.1g	POK-S 0.2g	POK-S 0.3g
T-P	濃度(mg/l)	0.504	0.384	0.024	0.036	0.024
	除去率(%)		23.8	95.2	92.9	95.2
BOD	濃度(mg/l)	15.3	11.4	3.6	4.7	4.4
	除去率(%)		25.5	76.5	69.37	71.2
COD	濃度(mg/l)	8.3	5.6	2.9	3.4	3.9
	除去率(%)		32.9	65.2	59.5	52.9

第8表(1) 岩手県U製紙工場廃水の処理結果

		試料水	MA(g/l)			1.2
			GA(g/l)			4.0
			MB(g/l)			1.2
			FA(g/l)		0.35	0.3
			POK-S	0.3	0.3	0.35
COD	(mg/l)	112		24.5	18.9	45.9
	減少率(%)			78.2	83.2	59.1
BOD	(mg/l)	68		34.2	42.3	18.6
	減少率(%)			49.7	37.8	72.7

第8表(2) T県O製紙工場パルプ排水処理結果

		試料水	GA 3.0g	GA 4.0g
T-P	(mg/l)	3.0	0.1	0.1
	減少率(%)		96.7	96.7
COD	(mg/l)	284.1	111.7	96.29
	減少率(%)		60.7	66.1
BOD	(mg/l)	79.0	11.7	14.7
	減少率(%)		85.2	81.4

第9表 染色排水の処理結果

(500mlに対し、薬品のFA:1.0g、GA:4.0g、POK-S:0.2g)

	試料水 (mg/l)	処理水 (mg/l)	除去率(%)
T-P		0.0	
COD		0.5	
BOD	23	5.7	75.2

天川の浚渫ヘドロである。ヘドロの脱水化とは、ヘドロを固液分離することで、その手法は以下の通りである。

- ① ヘドロとは別の容器に水を入れる。それに POK-S を加え、フロックを形成させ、次に BK を加えフロックを成長させる。この時ヘドロの濃度が濃い場合は、ヘドロと同量の水、薄い場合は 1/3~1/2 程度の水を用意する。
- ② ヘドロの入った容器にフロックを作った水をフロックごと加え攪拌する。

- ③ ②をろ過布を使用しろ過する。この場合、ろ過とは、脱水のことである。ここで発生する水は、次の処理でフロックを形成するときに再利用する。

ヘドロを POK-S と BK を用いて脱水処理した結果を第 10 表(1)に示す。この表より、ヘドロ 1t に対し、蒸留水 100ml に POK-S 1.0g 添加した場合以外、脱水率はどの場合も同率になった。また、ヘドロそのものをろ過布でろ過した場合、脱水率は 24.6%最も低い値であった。POK-S 1.0g 添加した場合には、脱水後の水にフロックが形成された。POK-S 0.5g 添加した場合、脱水後の水は最も透明になった。また、使用したろ過布では、全体的に細かい砂が通過してしまった。これだけでは、このヘドロに対しての適量を判断しがたいため、脱水後の水質に注目した。脱水した水の水質を第 10 表(2)に示す。この時、原 1 ろ過及び POK-S 1.0 は、少し茶色が残った。また、POK-S 0.5 と POK-S 0.25 は、一日後、前日透明だったものが着色した。水質をみると、POK-S 0.25 と 0.5 では水質および除去率には差がなかった。固液分離と脱水後の水質とから総合的に判断すると、POK-S の添加量として 0.25g がこのヘドロに関しては適量であると考えられる。

## 9. ベントナイト注入廃液の処理

シールド工法で使用されているベントナイトの汚濁液を MA、BK、FA、GA、POK-S の組み合わせで、連続的に処理することができる。この方法は連続 KM 工法として確立されつつある。

## 10. 余剰汚泥の減量化とろ過液の水質浄化について

近年、農業集落排水処理施設の建設が急ピッチで進められている。それに伴って発生する汚泥量も急増しており、効率的な減量化と分離液の処分方法の開発は緊急かつ重要課題となっている。そこで、我々はこれらの問題に取り組んだ。使用した薬品は CAS、ポリマーおよび塩化第二鉄で、その使用量を第 11 表(1)に、ジャーテスターでの攪拌条件を第 11 表(2)に示す。

第10表(1) CASによるヘドロの脱水処理

	原水	ヘドロ 1ℓ	ヘドロ 500 ml	ヘドロ 500 ml	ヘドロ 500 ml
		水 100ml	水 200ml	水 200ml	水 200ml
		POK-S 1.0g	POK-S 0.5g	POK-S 0.25g	POK-S 0.125g
全体量(g)	1528.6	1629.7	966.2	965.9	965.8
脱水量(g)	380.3	400.3	350.3	350.3	350.3
残量(g)	1148.3	1229.4	615.9	615.6	615.5

第10表(2) CASによるヘドロの脱水後の水の処理

		原水 1	原水 1ろ過	原水 2	POK-S 1.0g	原水 3	POK-S 0.5g	原水 4	POK-S 0.25g
T-P	濃度	7.51	0.41	7.22	0.11	4.72	0.02	3.22	0.02
	除去率	/	94.6	/	98.5	/	99.4	/	99.3
BOD	濃度	104.5	6.3	50.0	5.7	50.5	3.3	53.5	3.6
	除去率	/	94.0	/	88.6	/	93.5	/	93.3

第11表(1) 薬剤添加量

	添加薬剤	添加量(g)
実験 1	CAS-POK-S	0.5~2
実験 2	CAS-POK-S	0.5~4
	FA	2
実験 3	ポリマー	0.01~0.1
実験 3	ポリマー	0.01-0.1
実験 4	塩化第二鉄	1.5
	消石灰	2

第11表(2)のPOK-Sのみの場合の攪拌方法を説明する。POK-Sを入れて急速攪拌を30秒行い、その後、緩

速攪拌を1分間行う。それぞれ攪拌終了後、試料水1000mlをメスシリンダーに移し、30分後に沈殿した汚泥の体積を測定し、次式により汚泥沈殿率を求めた。

$$\text{汚泥沈殿率(\%)} = \frac{S}{S_0} \cdot 100 \quad (1)$$

ここで、S: 30分間沈殿体積(ml)

S<sub>0</sub>: 全試料の体積(ml)

この値が低いほど、沈殿性能はよいことを意味する。

次に、試料水を5Aの濾紙で20分間濾過し、濾過水量・水質及び濾過率を測定した。濾過率は次式で求めた。

$$\text{ろ過率(\%)} = \frac{V_f}{V_0} \cdot 100 \quad (2)$$

第11表(2) 実験の攪拌条件(分)

	CAS材			ポリマー	塩化第二鉄	
	FA	0	2		塩化第二鉄	1
急速攪拌 (200rpm)	POK-S	0.5	0.5	1	消石灰	1
緩速攪拌 (70rpm)	1			1	1	
合計 (分)	1.5	3.5	2.0	3		

ここで、V<sub>f</sub>:濾過水量(ml)、V<sub>0</sub>:試料水量(ml)

ろ過率は高い値ほどろ過効率はよいことを示す。

濾過水の水質測定項目は化学的酸素消費量、全リン、全窒素である。CAS-POK-Sのみでも、フロックは形成されるが、添加30分後の汚泥沈殿率を求めると、添加率が0.5~1.5gになると、水面に浮上するフロックと沈降するフロックとに分かれた。2.0g以上になると、フロックはすべて浮上し、この時の濾過性能は良くなかった。20分間濾過量は、無添加の汚泥とほぼ同じ400ml以下であった。結果を第11表((3)、(4))に示す。ここで、CAS、塩化第二鉄、ポリマーを用いた秋里下水処理場TS5000ppmの余剰汚泥の減量化実験結果をまとめると次のようになる。

第 11 表 (3) CAS-POK-S の添加による  
汚泥濃縮・脱水性能の変化

POK-S 添加 量 (g)	フロック容量 (ml)	濾過 量 (ml)
0 (原水)	0	350
0.5	上 300 下 420	350
1	上 150 下 450	390
1.5	上 50 下 580	260
2	上 620 下 0	380

第 11 表 (4) 凝集材添加による沈殿率とろ過  
性能

項目	添加量 (g/d)	沈殿率 (%)	ろ過量 (ml)	ろ過比
原水	0.0	100	350	1.0
POK-S	2.0	53	860	2.5
塩化鉄	1.5	94	820	2.3
ポリマー	0.02	58	800	2.3

1) CAS 材は、鉄塩及びポリマーと比較して汚泥沈殿率、ろ過性能において優れている。

ここで、ろ過比 = 過量 / 原水のろ過量

2) 各種凝集材による凝集・ろ過液の水質を見ると、CAS 材と塩化第二鉄は共に COD、T-N、T-P の除去に有効である。

3) ポリマーは COD、T-N の除去に有効であるが、T-P の除去にはあまり有効でない。

4) CAS 材とポリマーのろ過液は中性であるが、塩化鉄のそれは 10.4 を示した。

以上のことから、総合的に見ると、CAS 材は余剰汚泥の減量化に有効であるといえる。

## 11. 固化

固化に使用する薬品には、以下のようなものがある。

- ① BSE…固化処理において基礎となる薬品。BSE の使用法としては、市販のセメントと各種焼却灰とを組み合わせ使用して使用する。
- ② CAS-42<sup>®</sup>…各種焼却灰や砕石粉等との組み合わせにより混合された、無機工業薬品の単純な組み合わせのもの。これを焼却灰または砕石粉と 8:2 または 7:3 の割合で混合し、袋詰めし水分を与えるか、水中に投入すると、数分のうちに石のように固化する。これを水中に沈めた場合、水から出したところで強度の上昇は止まり、再び水中に戻すと、強度が上昇し始める。水中に戻すのが、数日後になっても可能。
- ③ 40-A…これは粉末と液体により構成されている。40-A 粉はアルカリ性、40-A 液 (KC 液) は酸性である。この 2 種類を混ぜることによって、固化することができる。また、40-A を使用するとき各種焼却灰を加えておくと、高含水比ヘドロの固化には更なる強度を見出すことができる。さらに、粉末と液体の量を変化させることにより pH を調整し、望みの pH で固化できる。従って、中性域での固化も可能となる。この比率は、40A:KC で 7:3 または、6:4 程度の比率が最適である。このとき、6:4 の割合で反応させた方がより中性域で固化ができる。これを使用し固化するとき、急激な反応のため熱を発生する。
- ④ 40-B…これは市販セメントと BS によって合成された超早強性セメントである。これも各種焼却灰との組み合わせで使用すると強度が増す。これは、40-B に含まれている BS が、シリカ・カルシウム・アルミナ分等を刺激し、自固性を持たせるためである。また、40-B と焼却灰とを組み合わせると、従来セメント系固化剤では不可能と思われていた油脂分・有機質分を含んだヘドロでも固化も可能である。

このような固化剤としての CAS を用いて、(1)湖沼・港湾等の底に蓄積されている高含水比ヘドロの固化、(2)余剰汚泥の固化等に使用することができる。またこれ以外に、沖縄の赤土流出による濁水処理、雲仙普賢岳土石流堆積物の固化処理などにも利用できる。これらの固化処理にも、余剰汚泥の焼却灰、火力発電所で発生する石炭灰、製紙パルプ工場から排出されるヘドロの焼却灰、火山灰、砕石工場から排出される砕石粉等の産業廃棄物を固化助材として有効利用している。

### CAS 材によるナホトカ号からの流出重油の固化

1997 年度初頭にナホトカ号から流出した重油を福井県から取り寄せ、BSE で固化を試みた。CAS 材を重量比で 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50%まで 5%きざみで

第 11 表 (5) ろ過液の水質

項目	添加量 (mg/l)	COD		T-N		T-P	
		濃度(mg/l)	除去率(%)	濃度(mg/l)	除去率(%)	濃度(mg/l)	除去率(%)
POK-S	2.0	18.1	99.3	79.2	91.5	19.9	91.2
塩化鉄	1.5	55.1	97.9	87.4	90.7	6.0	97.3
ポリマー	0.02	75.6	97.1	116.3	87.6	200.4	11.2

第 12 表 一軸圧縮強度の経日変化

養生 日数 (日)	一軸圧縮強度 qu(kgf/cm <sup>2</sup> )	養生 日数 (日)	一軸圧縮強度 qu(kgf/cm <sup>2</sup> )
1	0.59	14	1.71
3	0.70	21	2.68
7	1.10	42	5.26

混合し、それらを直径 5cm、高さ 10cm のモールドに入れた後、養生し、固化の状態を観察した。その結果、1 日後に混合率 35% 以上の供試体は固化した。そこで、混合率 40% で重油を固化し、その強度の発現を一軸圧縮強度で確かめた。その結果を、第 12 表示す。CAS 材を用いれば、1 日で重油を固化できるし、添加量を増せば、もっと硬くする事ができる。これは CAS 材の大きな特徴である。今後の研究課題としては、固化した物体から被固化物の溶出の有無を確認する必要がある。

#### ま と め

以上、CAS 材による生下水の直接浄化、池水、湖水、下水の二次処理水の高度処理、汚泥・ヘドロの減量化、及び重油、汚泥の固化に関する研究の一端を紹介した。CAS には多くの薬剤があるので、対象とする水についての最適添加量を決めることは非常に難しい。ここに記した値はあくまでも、参考値と考えてほしい。組み合わせによっては、もっと良い添加量があると思われる。3 年前に研究を開始したばかりで、十分な資料をえて

いないが、アオコの処理やベントナイトの注入廃液の処理については、ほぼ技術が確立されつつあると考える。その他の間については、今後研究を重ねて、さらに実用性の高いものとしてほしい。

#### 参 考 資 料

- 菅野昭弘、吉田勲、猪迫耕二：炭酸アルミネート系塩材の汚水処理への適用、農業土木学会中四支部講演要旨、pp. 233-235、1995
- 菅野昭弘、吉田勲、猪迫耕二：炭酸アルミネート系塩材による湖水と下水の浄化、第 3 回シンポジウム「環境用水の汚濁と浄化」、環境技術研究協会、pp. 65-69、1996
- 吉田勲、猪迫耕二、定延淳子、横田麻衣子：CAS 材による生下水の処理について、第 4 回シンポジウム「環境用水の汚濁と浄化」、環境技術研究協会、pp. 148-151、1997
- 吉田勲、猪迫耕二、季明：余剰汚泥の減量化とろ過液の水質浄化、第 4 回シンポジウム「環境用水の汚濁と浄化」、環境技術研究協会、pp. 175-178、1997
- 沢孝平、嘉門雅史、友久誠司、内藤永秀：製紙焼却灰を用いた廃油の処理法について、pp. 143-150
- 嘉門雅史、勝見武：廃泥水の処理における CAS 石炭灰の利用、pp. 1-4