論文・報告

泥水の化学的処理に関する基礎的研究 (I)

藤井 清光*

(昭和32年7月17日受理)

Study on the Chemical Treatment of Drilling Fluids, Part 1

by

Kiyomitsu FUJII

Fundamental properties of drilling fluids treated by chemicals are studied, and the results obtained are described in this paper.

I. 緒言

掘鑿井の深さが増加することにより、地熱の増加、地圧の増加が著しくなり、このために掘鑿技術に対する難しさが加速度的に増して来る。特に深さの増加は掘鑿泥水に影響を及ぼすことが大きい。それで最近では、地下の困難な条件を克服するために、泥水を化学的に処理して泥水の性質の調節を行うことが多い。一般に、泥水を化学的に処理することにより、泥水の物理的性質は著しく変化する。このために、泥水の性質を種々の方法で試験して、性質を明らかにしておく必要がある。特に泥水が地層に与える影響も無視することはできない。化学的に活潑な泥水は、ある種類の地層に対して強い作用を与え、例えば崩壊などの原因となることがある。以上の理由により、掘鑿技術者は化学的に処理された泥水に関して、完全な知識をもつことが必要となる。

この研究は、実験によつて化学的に処理された泥水の性質を知ることを目的として行われた。この研究の内容は3つに分類されている。(1) 泥水の基本的性質：泥水を化学的に処理した場合に起る変化を理解するためには、化学的に処理する以前の泥水の性質を知らなければならない。そのためには泥水の基本的性質を予め知つて

おかなければならない。(2) 泥水の化学的処理：泥水に種々の薬品を加えた場合の泥水の性質の変化について記してある。(3) 結論：化学的に処理された泥水を、実際に現場ではどのように取扱うべきか、という点について記してある。本文では II, III が(1)に属し、IV 以下が(2)に属し、最後の章が(3)になつてゐる。

II. 泥水の基本的性質の測定

泥水の性質の測定に関しては、API の規格として制定されている。しかしこれは泥水の大体の性質を知るためのものであつて、これを行うだけでは、泥水の性質を完全に知ることができない。泥水の性質を完全に知るには、API の規格の試験法以外に、新しい試験法を付け加えることが必要となる。筆者は泥水に対して次に示すような試験を行い、泥水の基本的性質を知るようにしている。

(1) 泥水の濃度による性質の変化 泥水に含まれている粘土の濃度によつて、泥水の物理的性質は変化する。したがつて試験を行う場合には、泥水の濃度に常に注意していなければならない。

(2) 濾過試験 これは普通の測定法(APIで制定された方法)でさしつかえない。現場の条件によつては泥水の地層中への侵入が大きく問題になる。この傾向を見

* 東京大学助教授

るためには、最初の1分間に出てくる水の量の測定が必要である。濾過された水の量は、30分の水量より1分の水量を引いた値である。このときの水の量には(1~30分)という符号を用うことにする。温度の影響を知るには、試験装置全体の温度を高く保つ必要がある。

(3) 粘性の変化 泥水の成分はコロイド粒子であるので、一定の粘性とならず、流動状態に応じて粘性は変化する(速い流れにおいて小さい粘性を示す)。これ以外に、泥水は静止状態において、粘土粒子が結合して大きな構造を作る傾向を示す。これは見かけの粘性の増加となる。しかしこの構造は強い結合状態のものではないので、泥水がはげしく流動すれば構造は破壊され、小さい粘性になる。以上のように泥水の粘性は、化学的処理を受けなくても複雑に変化するので、一定の条件の下で粘性の測定をしなければ、泥水の性質を知ることができない。以上の性質を理解するには、毛細管式粘度計によって測定を行えばよい。これは一定の長さの毛細管の両端に圧力差を与えながら泥水を流し、流動速度を求める方法である。その結果は第1図に示すようなものになる。

第1図 泥水の流動性の特色

る。まずA線の圧力差と流動速度との関係を見ると、圧力差がごく小さい時には流動しない。圧力差が大きくなるに従つて、流動速度は少しずつ大きくなり、ある点以上になると直線となる。泥水の粘性はこの線の傾斜の逆数になるので、a線のような形になる。これで明らかのように、泥水の粘性は無限大より一定値に至るまでの無限に多くの値がある。それで泥水の粘性を示すには、最小値を示すか、あるいは圧力差を指定してその場合の粘性を示すか、のどちらかの方法をとらなければならない。したがって粘性を表わすには、測定方法を同時に記さなければならない。泥水の粘性に関して次に重要なことは、泥水の一時的構造の破壊によつて、粘性が小さくなることである。このことは第1図のB線から知ること

ができる。元来がA線のような性質をもっていたものが、構造の破壊によつてB線のようになる。したがって同一の泥水でも、このように変化があるので、粘性の測定の際には、その時の泥水の状態を同時に示さなければならない。

(4) 安定性 泥水は静止状態において、その性質が変化してはならない。泥水をメスシリンダーのような細長い容器に入れ、24時間静置した場合に上に水が分離すれば、その泥水は不良である。しかしこれだけでは泥水の安定性を知るには不十分である。特にパライトを混合した泥水では、細長い容器に泥水を入れ、24時間静置した場合の上部と下部の泥水の比重を測定する必要がある。下部の比重が上部の比重と同じであれば、その泥水は合格である。下部の比重が上部の比重より大きければ、パライトが沈殿したことを意味し、その泥水は井戸に使用できない。

(5) 循環試験 泥水は循環中にその一時的構造が破壊される。そして、時には泥水中の成分が反応し合つて、泥水の性質が変化する。それで泥水の基本的性質を知るには、泥水の循環試験を行わなければならない。この方法は一定量の泥水(数リットル)を小さなポンプにより数時間、パイプのなかを循環させる。その後、10時間(またはそれ以上)静止状態に保つ。その後、再び数時間、ポンプにより循環させる。この間に一定時間ごとに粘性などの測定を行う。この測定結果が予想された値となれば、泥水は合格となる。この試験の途中で10時間以上循環を止めることは、静止状態の間に泥水の性質が著しく変化することがあるからである。

(6) 温度の影響 井戸が深くなると温度が上り、そのために泥水の性質が変化することがある。このことは化学的に処理された泥水において著しい。したがって深い井戸に使用する泥水は一定時間、高い温度に保つた後に、その性質を測定しなければならない。

(7) その他の試験 泥水に関する試験のなかで、見落し勝ちなものとして、泥水の地層に対する作用に関する試験がある。これに関してはまず逸水に関する試験がある。これは泥水を物理的に処理するものであり、これに関する研究は発表されているので²⁾、本文から除外する。次に泥水の地層に対する化学的作用がある。化学的に処理された泥水は、時には地層に大きな影響を与えることがある。泥水的作用を受けるのは、わが国では一般に頁岩および砂岩中の粘土鉱物、時には凝灰岩である。特に泥水にNaOHを混合し、アルカリ性を高くすると、ある種類の地層は不安定な形で膨潤し、崩壊する傾向が強くなる。このことは、掘鑿作業に大きな影響を与えることはいふまでもない。これに関する試験は地下

より採ったコアを用いる。しかしこの試験法は、一般の泥水処理の問題とは非常に違った性質のものである。それでこれに関しては本文からは除く。

III. 実験に使用したベントナイト 泥水の性質

実験に使用したベントナイトの種類は、T会社のt種類のものである(これをTtベントナイト名付ける)。このベントナイトより作った液体の濃度と各性質の関係は、第2図に示してある。この研究では、泥水の粒子が

第2図 ベントナイト泥水の性質 (18°C)

結合して一時的の構造ができた状態を結合状態と名付け、それが破壊された状態を分散状態と名付けた(第1図のA線が結合状態、B線が分散状態を示す)。この研究の多くの場合に Mac Michael 粘度計を使用した。これは遅い回転 (20 r.p.m.) で測定されることに特色がある。そのため一時的構造がほとんど破壊されず、泥水のゲル状態の程度を知ることができる。泥水のゲル状態は泥水の重要な性質である。この研究では C.P. で示された粘性は、すべてこの粘度計で測定されたものである。粘性の測定には、API 規格のじょうご型粘度計を使用したこともある。ただし 500 cc 入れた泥水の全量が出る時間を測定した。これは (500/500 cc) の符号をつけた。第2図の粘性は分散状態の値を示すもので、(20r.p.m.) で測定された。ベントナイトの粘性は、後の実験結果で示すように、非常に変化しやすいので、第2図の粘性は大体の値を表わすものである。

ベントナイト泥水の安定性は、第3図より知ることできる。この実験は長さ 150 cm、直径 2.8 cm のガラス

第3図 泥水の高さと比重の関係

管に泥水を入れ、24時間放置した後の各高さの泥水の比重を測定したものである。この図の曲線の符号は次のものを意味する。

- a₁: 乾燥ベントナイト 5 g/100 cc H₂O の割合で水に混合し、24時間後にガラス管に入れた。
- a₂: a₁ の比重を測定した後に、直ちに再びガラス管に入れた。
- a₃: a₂ の比重を測定した後に、バライトを 30 g/100 cc の割合で混合し、ガラス管に入れた。
- a₄: a₃ の比重を測定した後に、CMC(PR)を 2 g/100 cc の割合で混合し、24時間後にガラス管に入れた。
- b₁: 乾燥ベントナイト 6 g/100 cc H₂O の割合で水に混合し、24時間後にガラス管に入れた。
- b₂: b₁ の比重を測定した後に、直ちに再びガラス管に入れた。
- b₃: b₂ の比重を測定した後に、バライト 30 g/100cc の割合で混合し、ガラス管に入れた。
- b₄: b₃ の比重を測定した後に、直ちに再びガラス管に入れた。

この実験はベントナイトの濃度と安定性の関係、時間の経過(膨潤の増加)と安定性の関係などを求めたものである。まずベントナイトの濃度が5%のときは、安定性は完全ではない。濃度が6%になれば、ベントナイトと水を混合して3月以上経過すれば、必要な安定性が得られる。バライトを混合したときは、ベントナイト濃度が5%では、バライトは沈殿する。これに多量のCMCを混合すれば、当然のこととして必要な安定性が得られる。ベントナイト濃度が6%のものにバライトを混合した場合は、膨潤が進まないときは不安定な状態になるが、ベントナイトと水を混合し1週間位経過すれば、安定な状態になる。

第1表 ペントナイト液の循環試験*

経過時間 (hr)	粘 性		温 度 (°C)
	(500/500cc) (sec)	C.P.	
0	74.5	830	23.5
0.5	26.7	260	26.0
1.0	26.2	240	26.5
2.0	26.5	220	27.5
4.5	26.1	160	28.0
(17時間 静置後)	0	550	23.5
"	(23.4)	(41)	"
1.0	24.9	100	26.0
2.0	24.7	72	26.5
3.0	24.0	51	27.5
濾過水 (1分)	2.5	循環の終つた後の測定	
cc (30分)	14.0		
泥 壁 mm	1.0		

* 粘性は結合状態において測定す。たゞし()は分散状態を示す。

ペントナイト泥水の循環試験は第1表から知ることができる。これはペントナイト 10 g/100 cc H₂O の液を約 5 l 用意し、これをギヤーポンプにより1分間 13~14 l/min の割合で直径 12 mm、長さ約 6 m の管のなかに通す方法である。この実験は時間の経過により、結合状態の粘性が次第に小さくなることを示している。それが 17 時間静止状態に保たれると、再び粘性は大きくなるが、間もなく破壊されて小さい粘性になる。

IV. 溶液中における乾燥 ペントナイトの膨潤

乾燥ペントナイトを水(清水)のなかに入れると、ペントナイトは時間の経過とともに、膨潤し、ペントナイト液の粘性は増加する。ペントナイト Tt の膨潤の変化を測定したものが第4図である。これは分散状態の粘性を示す。結合状態の粘性を示したものは第5図である。これには他の種類のペントナイトの膨潤経過も示してある。これによれば、ペントナイトの種類によつて、膨潤の状態が非常に異なることを示している。

乾燥ペントナイトは薬品の溶液中においては、その膨潤性が著しく妨げられる。このことは泥水の化学的処理において忘れてはならない重要なことである。膨潤が妨げられる程度は、薬品の種類およびその濃度によつて異なる。このことは第2表および第3表より知ることができる。第2表は乾燥ペントナイトを四磷酸ソーダ溶液、またはタンニン溶液に加えた場合の粘性の変化を示したものである。この表の上の欄には、ペントナイトを

第4図 ペントナイトの膨潤

第5図 ペントナイトの膨潤

清水中に加えた場合の膨潤状態を示してある。これと比較することにより、四磷酸ソーダまたはタンニンの作用を知ることができる。これによれば、四磷酸ソーダは乾燥ペントナイトの膨潤を強くおさえることが明らかである。ペントナイトがこの作用を受けると全く膨潤性を失い、砂と同じように下に沈殿する。タンニンの作用は四磷酸ソーダに較べればかなり弱い。第3表は NaCl 溶液に乾燥ペントナイトを混合した場合の、ペントナイト溶液の性質を示す。これは溶液 100 cc に対し乾燥ペ

第2表 四磷酸ソーダ溶液またはタンニン溶液中におけるベントナイトの粘性 C.P. (30°C)

溶 液	濃度 %	ベントナ イト濃度 gr/100cc	当日 分散	1 日後		2 日後	
				結合	分散	結合	分散
—	0	10	15	406	20	1060	72
	〃	16	1040	3520	1680	3290	2140
	〃	20	2540	6100	5000	7910	5100
四磷酸 ソーダ	0.1	10	7	*	*	*	*
	〃	16	38	57	26	51	27
	〃	20	100	424	77	331	84
	0.5	10	9	*	*	*	*
	〃	16	28	*	*	*	*
	〃	20	99	145	75	131	61
	1.0	10	7	*	*	*	*
	〃	16	18	59	18	78	8
	〃	20	47	445	35	450	33
タンニン	0.1	10	26	182	12	—	—
	〃	16	1240	832	507	—	—
	0.5	10	825	508	345	—	—
	〃	16	2260	1360	1320	—	—
	1.0	10	1190	529	448	—	—
	〃	16	2320	—	—	—	—

* 沈澱した

第3表 NaCl 溶液中におけるベントナイトの性質 (16°C)*

濃度 %	粘性 C.P.	濾 過 水 (cc)			泥 壁 (mm)	24時間後 の分の分 離 %
		1 分	30 分	(1~ 30) 分		
0.0	75	4	15.5	11.5	1	1
0.05	390	4.5	15.5	11.0	1.5	1
0.1	485	5	18.5	13.5	1.7	2
0.3	180	8	31.5	23.5	4	20
0.5	60	10	42	32	5	25
1.0	35	19	71.5	52.5	7	35
3.0	20	22	118	104	8	45

* ベントナイト濃度: 10g/100 cc. 粘性の測定は分散状態で行う。

トナイト 10g を混合し、7 日後に測定したものである。たゞし 1 日後に測定したものも、これと似た値になった。これによれば、溶液中の NaCl 濃度の増加に比例して、泥水が悪くなる（濾過水が増加する）ことを示している。粘性は NaCl の 0.1% 溶液において最高となる。

V. 泥水に対する多磷酸ソーダの作用

泥水の粘性を下げる目的で、以前より多磷酸ソーダが使われている。これには種類が多いが、実験に使用した

第4表 多磷酸ソーダ泥水の粘性 C.P. (23°C)*

経過時間	状 態	S ₁	S ₂	S ₃
0	結 合	820	1280	980
	分 散	170	290	220
0.5	結 合	1550	260	200
	分 散	330	130	110
2.0	結 合	1880	270	160
	分 散	290	130	110
19.0	結 合	3300	1390	670
	分 散	360	130	90

 * ベントナイト濃度: ベントナイト 16 gr/100 cc H₂O 多磷酸ソーダ 1% 溶液を泥水に対し 5% 加えた。

ものは次のものである。

S₁ 六メタ磷酸ソーダ Na₆P₆O₁₈

S₂ 三メタ磷酸ソーダ Na₃P₃O₉

S₃ ピロ磷酸ソーダ Na₂P₂O₇

S₄ 四磷酸ソーダ Na₄P₄O₁₃

まず水 100 cc にベントナイト 16 g を混合した液体に、多磷酸ソーダ溶液（1% 濃度）を加え、静止状態に保って測定した結果が第4表である（溶液の混合量はベントナイト液に対し 5%）。これによれば、磷酸ソーダの種類により、ベントナイト液に対する作用はかなり異なることが明らかである。特に S₃ はゲル状態になる性質を弱くする傾向が強い。第5表は同じく多磷酸ソーダの作用を静止状態に保ったベントナイト液において測定した結果を示す。この実験はベントナイト液の濃度および溶液の濃度を変えて行つた（溶液の混合量はベントナイト液に対し 5%）。第5表の実験においては、S₁, S₂, S₃ の差が明らかでない。この表はベントナイトの濃度の低い液に対して多磷酸ソーダを加えると、粘性が低くなりすぎ、ベントナイトが沈澱し、危険な状態になることを示している。

第6表は多磷酸ソーダが混合された泥水の循環試験結果である。これはベントナイト液に対して、多磷酸ソーダ溶液を 5% 加えたものである。この実験によれば、循環を続けるうちに粘性が次第に下つている。しかし 17 時間静止状態を保った後に再び循環すると、前より粘性が上つているものがある。このことは実際の泥水に対しては、望ましいことではない。このことは同じ四磷酸ソーダでも、溶液の濃度とベントナイトの濃度の関係によつて変わる。

第7表は CMC 泥水に対するピロ磷酸ソーダの作用を示す。これに使用した CMC* のうち、WS, A は元

† S₁, S₂, S₃ は千代田化学株式会社の製品

* 第一工業製薬株式会社の製品

第5表 多磷酸ソーダ泥水の粘性 C.P. (28°C)†

溶 液		ベントナ イト濃度 gr/100cc H ₂ O	経 過 時 間				
種 類	濃 度 (%)		0	24		48	
			分散	結合	分散	結合	分散
S ₁	0.1	10	21	*	*	*	*
	〃	16	88	1320	110	1670	130
	〃	20	520	2130	340	3350	360
	0.5	10	15	*	*	*	*
	〃	16	41	1030	62	1260	77
	〃	20	260	1510	120	2530	210
	1.0	10	13	*	*	*	*
	〃	16	36	750	52	550	52
	〃	20	130	2250	150	2370	140
S ₂	0.1	10	15	*	*	*	*
	〃	16	62	490	80	620	80
	〃	20	190	1320	220	3400	250
	0.5	10	10	*	*	*	*
	〃	16	46	*	*	*	*
	〃	20	130	600	120	1260	130
	1.0	10	10	120	15	170	15
	〃	16	46	690	62	800	60
	〃	20	150	1690	130	2290	180

来粘性の高い種類であつて、水分7%を含む。PR は比較的粘性の低い種類であつて、水分3%を含む。泥水に対して CMC を使用する主な理由は、一般に薄くて強い泥壁(すなわち濾過水が少ない)作ることにある。しか

S ₃	0.1	10	15	*	*	*	*
	"	16	67	*	*	*	*
	"	20	250	2010	330	2010	300
	0.5	10	5	*	*	*	*
	"	16	52	330	77	250	82
	"	20	150	880	130	670	140
	1.0	10	8	120	21	170	26
	"	16	77	450	46	480	46
	"	20	270	3240	270	2730	260

* 沈澱した。† 多磷酸ソーダ溶液を泥水に対し5%加えた。

し CMC の混合により、泥水の粘性が高くなりすぎるのが欠点である。この欠点はピロ磷酸ソーダの使用により、かなり除くことができる。

VI. 泥水に対する NaCl の作用

泥水に NaCl が混合されると、一般に泥水の粘性が上り、濾過水は増加し、悪い状態になる。このことは泥水に粉末状態の NaCl が加わった場合、または濃度の高い NaCl 溶液が少量加わった場合のことである。多量の NaCl 溶液が泥水に加えられると、泥水の濃度が小さくなり、このために例えばベントナイトが沈澱する、または地層が崩壊する等の事故が発生する。わが国では、一般にこのことが原因になつて発生する事故が多いと考えられる。しかしこの研究では、前者の状態の NaCl の混合のみを問題にする。後者の状態では、低い濃度の泥水の性質から推定できるからである。

第8表はベントナイト液に対し NaCl を加えた実験

第6表 多磷酸ソーダ泥水の循環試験*

溶 液	種 類	S ₁		S ₂		S ₃		S ₄									
	濃度 %	1		1		1		0.1		1		1		1		5	
ベントナイト g/100 cc		16		16		16		10		10		12		16		16	
経 過 時 間		粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C
0		1360	27	260	28	520	27	39	29	16	25	26	27	176	29	44	28
1		550	18	82	31	120	29	28	30	10	22	13	27	46	31	20	29
2		330	18	72	31	110	30	20	31	10	28	—	—	—	—	17	31
3		260	21	70	32	110	30	—	—	9	28	10	29	—	—	—	—
4.5		—	—	—	—	—	—	25	31	9	28	10	29	16	32	16	31
(17時間 静置後)	0	1570	30	1300	26	1520	27	123	26	8	25	14	26	26	29	24	28
	〃	(230)	〃	(300)	〃	(360)	〃	(29)	〃	—	—	—	—	(23)	〃	(16)	〃
	1	550	21	1020	30	250	29	59	30	8	26	13	26	24	30	17	29
	2	440	20	—	—	280	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	570	19	2400	30	—	—	—	—	8	27	11	28	24	32	15	31

* 多磷酸ソーダ溶液を泥水に対して5%加えた。粘性は結合状態において測定す。たゞし()は分散状態の粘性を示す。

第7表 CMC 泥水に対するピロ磷酸ソーダの作用

種類	ベントナイト泥水 100cc に対する混合量		粘性 (分散)	濾過水			泥壁 mm
	CMC gr	ピロ磷酸ソーダ gr		1分 cc	30分 cc	1~30分 cc	
—	—	—	29	3.5	14.0	10.5	0.5
—	—	1.3	29	2.5	12.5	10.0	"
—	—	1.0	17	3.0	12.0	9.0	"
WS,A	0.1	—	35	3.5	12.0	8.5	"
	0.3	—	470	2.0	9.0	7.0	"
	0.5	—	1360	2.0	8.0	6.0	"
	0.1	0.3	45	2.5	11.0	8.5	"
	0.3	"	130	2.5	9.0	6.5	"
	0.5	"	160	3.5	9.0	5.5	"
	0.1	0.6	36	5.0	12.0	7.0	"
	0.3	"	100	0.5	6.5	6.0	"
	0.1	1.0	19	2.5	10.0	7.5	"
	0.3	"	67	2.0	7.5	5.5	"
	0.5	"	120	2.5	7.5	5.0	"
—	—	—	27	5.0	18.0	13.0	0.5
PR	0.1	—	28	2.5	13.0	10.5	"
	0.3	—	135	1.0	8.5	7.5	"
	0.1	0.1	23	3.0	13.5	10.5	"
	0.1	0.3	19	2.5	12.0	9.5	"
	0.3	"	39	3.0	10.0	7.0	"
	0.1	1.0	14	4.0	12.5	8.5	"
	0.3	"	26	1.0	7.5	6.5	"

第8表 ベントナイト泥水に対する NaCl の作用, 粘性 C.P. (23°C)†

ベントナイト濃度 g/100 cc	経過時間	状態	NaCl 溶液の濃度 (%)				
			0*	0.1	0.5	1.0	3.0
6	0	分散	11	20	33	1010	2610
	1	結合	43	80	170	1490	3330
	"	分散	13	14	43	1070	3380
	2	結合	26	54	110	1280	2360
	"	分散	12	16	24	800	2580
	3	結合	43	78	130	990	2210
	"	分散	12	18	27	690	2530
	24	結合	84	100	170	930	2260
	"	分散	11	14	25	510	2050

結果を示す。これによれば, NaCl によりベントナイト液の粘性は非常に増加する。この粘性の増加を, 多磷酸ソーダにより低下させる実験が第9表である。泥水の粘

10	0	分散	66	190	400	1480	2920
	1	結合	250	470	590	1810	2450
	"	分散	53	93	400	1680	3590
	2	結合	250	350	690	1650	2530
	"	分散	53	67	320	1600	2680
	3	結合	270	350	670	1680	3010
	"	分散	53	67	360	1790	3540
	24	結合	920	690	970	1700	3120
	"	分散	53	67	370	1540	3520
16	0	分散	2800	2990	3420	3600	11700
	1	結合	3420	3900	3900	5120	—
	"	分散	2680	2870	3300	5390	—
	3	結合	3420	3900	4500	4880	—
	"	分散	2620	2680	3050	4150	—
	24	結合	4880	4950	6460	5490	—
	"	分散	3050	3170	4270	3660	—

† NaCl 溶液を泥水に対し5%混合す

* 泥水に水を5%加える

第9表 NaCl 混合泥水に対する多磷酸ソーダの作用 (23°C)

ベントナイト濃度 g/100 cc	経過時間	状態	S ₁ 1%溶液	S ₂ 1%溶液
10	0	結合	240	230
	"	分散	46	52
	1	結合	100	52
	"	分散	41	36
	2	結合	77	31
	"	分散	31	26
	19	結合	290	31
	"	分散	31	26
16	0	結合	1980	1010
	"	分散	330	155
	1	結合	780	80
	"	分散	200	40
	2	結合	670	66
	"	分散	120	40
	19	結合	1490	186
	"	分散	173	53

(0.1% NaCl 溶液を泥水に5%加えたものに対し, 多磷酸ソーダ溶液を5%加えた場合の粘性 C.P.)

性のみを考えた場合は, 多磷酸ソーダは非常に有効である。特に S₂ がよい作用をする。第10表と第11表は循環試験の結果を示す。これは静止状態で行われた第8表および第9表の実験結果と, 同じ傾向を示している。濾過試験を中心にして行つた実験結果が, 第12表および

第10表 NaCl 混合泥水の循環試験*

NaCl 濃度 %	0.1		1.0	
	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C
0	260	28	890	29
0.5	180	29	810	29
1.0	170	30	810	30
4.5	190	31	810	32
17時間静置後	420	28	1540	28
0	(280)	〃	(832)	〃
1.0	250	29	—	—
2.0	230	30	1010	31
濾過試験 1分cc	4		5	
30分cc	16.5		20	
泥壁 mm	1.0		1.5	

* ベントナイト 10g/100cc の液に対し NaCl 溶液 5% 混合す
粘性は結合状態、たゞし()は分散状態を示す

第11表 NaCl 混合泥水に対する多磷酸ソーダの作用に関する循環試験*

(0.1% NaCl 溶液を泥水に 5% 加えたものに対し、多磷酸ソーダ溶液を加えた場合 粘性 C.P.)

ベントナイト g/100 cc		10				16			
溶液	種 類	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂	S ₁	S ₂
	濃度 %	1	1	1	1	1	1	1	1
経過時間		粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C	粘性 C.P.	温度 °C
		C.P.	°C	C.P.	°C	C.P.	°C	C.P.	°C
0	0	82	25	140	23	1030	21	800	21
	0.5	57	26	36	25	460	23	170	22
	1	42	27	31	25	—	—	67	24
	2	36	28	26	26	110	25	—	—
	3	26	28	26	26	67	25	67	25
(17時間 静置後)	0	140	23	26	23	640	22	110	22
	1	(39)	〃	(26)	〃	(80)	〃	(40)	〃
	2	26	26	26	24	170	23	67	24

* 粘性は結合状態、たゞし()は分散状態を示す

第13表である。第12表によれば、NaCl の増加により濾過水の増加が著しい。これに多磷酸ソーダを加えた場合(第13表)には、前の実験と同じく粘性は下つている。しかし濾過水の減少は、少しある程度で余り著しくない。すなわちこの泥水が NaCl により悪くなった場合には、多磷酸ソーダを加えても僅か改善されるだけである。

第12表 ベントナイト泥水に対する NaCl の作用 (15°C)*

NaCl g/100cc	粘性 (結合) C.P.	濾 過 水 cc			泥壁 mm	24時間後の 水の分離
		1分	30分	(1-30) 分		
0	140	4	15	11	1	0
0.05	650	4.5	16.5	12	1.5	0
0.1	950	4.5	17	12.5	2	0
0.5	1200	5	21.5	16.5	2	2
1.0	1300	5	23.5	18.5	2.3	2
3.0	720	6	32.5	26.5	2.5	3

* ベントナイト 8g/100 cc H₂O

第13表 NaCl 混合泥水に対する多磷酸ソーダの作用 (15°C)*

多磷酸ソーダ		粘性 (結合) C.P.	濾 過 水 cc			泥 壁 mm
種 類	混合量 g/100cc		1分	30分	(1-30) 分	
—	—	1300	5	23.5	18.5	2.3
S ₁	0.1	130	5.5	21	15.5	1.5
〃	1.0	20	5.0	21	16	1.5
S ₂	0.1	90	5	22	17	2
〃	1.0	70	5	20	15	0.5
S ₃	0.1	80	5.5	21	15.5	1.5
〃	1.0	55	5.0	19.5	14.5	1

* (ベントナイト 8g/100cc H₂O) に対し (1g/100 cc 泥水) の割合で NaCl を加えた

VII. 泥水に対する界面活性剤の作用

泥水を化学的に処理する場合の反応は、粘土粒子の表面で行われることが多いといわれる。もしそうであるならば、泥水に界面活性剤を加えるならば、泥水の性質は急激に変わることが予想される。以上のことを確かめるために、泥水に対する界面活性剤の作用に関して実験を行った。使用した界面活性剤*は第14表の成分をもつたものである。実験は活性剤溶液 100 cc に対して、乾燥ベントナイト 10 g を加え、静止状態において粘性を測定したものである。測定結果が第15表である。これによれば、ノイゲンはベントナイトの膨潤を妨げる作用がある。この作用とノイゲンの H.L.B. の関係は認められない。カチオーゲン溶液中では、ベントナイトは高い粘性になる傾向を示す。モンゲンおよびネオゲンはベントナイトの粘性を高くし、液を泡立たせることが特色である。

界面活性剤は一般に物質の表面に作用するので、少な

* 第一工業製薬株式会社の製品

第14表 実験に使用した界面活性剤

名 称	種類	成 分	H.L.B.
ノイゲン HC	非イオン	ポリ エチレングリコール ラウリルエーテル	17
〃 SS	〃	ポリ エチレングリコール アルキルフェニールエーテル	—
〃 EA 73	〃	〃	7
〃 EA 80	〃	〃	8
〃 EA120	〃	〃	12
〃 EA140	〃	〃	14
〃 EA141	〃	〃	14
〃 EA170	〃	〃	17
モノゲン	アニオン	高級アルコール硫酸塩	—
ネオゲン	〃	脂肪族スルホン化物	—
カチオーゲンH	カチオン	アルキルピリジニウム塩	—

第15表 泥水に対する活性剤の作用, 粘性 C.P. (15°C)

活 性 剤	濃度 %	状態	混合後の経過時間			
			24	48	72	96
(清 水)	—	結合	—	310	—	890
		分散	20	41	—	49
ノイゲン HC	0.1	結合	—	250	—	420
		分散	18	33	—	37
〃	1	結合	—	200	—	310
		分散	20	20	—	35
ノイゲン SS	0.1	結合	—	220	—	390
		分散	15	25	—	35
〃	1	結合	—	190	—	280
		分散	14	24	—	33
ノイゲン EA73	0.1	結合	—	—	420	400
		分散	25	—	41	39
〃	1	結合	—	220	—	190
		分散	55	32	—	35
ノイゲン EA80	0.1	結合	—	—	340	360
		分散	20	—	35	41
〃	1	結合	—	110	—	160
		分散	18	19	—	22

ノイゲン EA120	0.1	結合	—	—	250	270
		分散	17	—	41	33
〃	1	結合	—	84	—	130
		分散	20	20	—	24
ノイゲン EA140	0.1	結合	—	200	—	350
		分散	17	28	—	37
〃	1	結合	—	125	—	210
		分散	20	24	—	31
ノイゲン EA141	0.1	結合	—	—	270	239
		分散	18	—	37	29
〃	1	結合	—	63	—	82
		分散	19	20	—	24
ノイゲン EA170	0.1	結合	—	—	320	340
		分散	20	—	69	49
〃	0	結合	—	75	—	92
		分散	19	24	—	28
カチオーゲンH	0.1	結合	—	84	—	—
		分散	24	27	—	—
〃	1	結合	—	160	—	—
		分散	100	69	—	—
モンゲン	0.1	結合	—	—	—	—
		分散	480*	—	—	—
〃	1	結合	—	—	—	—
		分散	509*	—	—	—
ネオゲン	0.1	結合	—	—	—	—
		分散	370*	—	—	—
〃	1	結合	—	—	—	—
		分散	470*	—	—	—

* 泡立ち著しい

少量でその影響が表われるのが普通である。この実験によれば、界面活性剤は泥水に対して明らかに影響を与えている。しかし活性剤の濃度が1%または0.1%, というような非常に高い濃度であることに注意しなければならない。ノイゲンはベントナイトの膨潤を抑えるが、ノイゲンの濃度より考えれば、その作用は著しいものではない。モノゲンとネオゲンは強い作用をしているが、これは泥水の性質を悪くしているので、判断より除く。以上の実験結果によれば、界面活性剤は泥水の性質の改善に対しては、ごく弱い作用を示すのみである。しかし活性剤が他のイオンと共存している場合、またはエマルジョン泥水の場合には、別の考えで判断しなければならない(これに関しては他の機会に触れることにする)。