

昭和49年度サンシャイン計画委託研究開発成果報告書
地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発

昭和50年 5 月30日

委託会社
帝国石油株式会社
株式会社テルナイト

NEDO 図書・資料室



010018406-8

本報告書の内容を公表する際はあらかじめ
工業技術院の許可を受けて下さい。

地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発

地
熱
泥
水

ま

き
の

文

3

帝 国 石 油 株 式 会 社

株式会社 テ ル ナ イ ト

目 次

I 概 要	1
II 研究内容	
1. オートクレープの調査	1-2
1.1 概 要	1-2
1.2 2連式誘導攪拌式オートクレープ	1-2
1.3 電磁攪拌式オートクレープ	1-4
1.4 考察および問題点	1-5
2. 水-粘土系泥水材料の研究	2-1
2.1 概 要	2-1
2.2 泥水および泥水材料の基礎調査	2-1
2.2.1 はじめに	2-1
2.2.2 主要泥水材料と問題点	2-1
2.2.3 米国における地熱井の泥水について	2-5
2.2.4 日本における地熱井	2-11
2.2.5 考 察	2-12
2.3 低ソリッド懸濁液に対する分散解膠剤の熱処理後における泥水性質の変化	2-13
2.3.1 はじめに	2-13
2.3.2 試験方法および試験結果	2-13
2.3.3 考察および問題点	2-53
2.4 分散解膠剤の200℃における熱変化	2-54
2.4.1 はじめに	2-54
2.4.2 実験方法	2-54
2.4.3 試験結果及び考察	2-55
3. 実験用廃泥処理装置	3-1
3.1 はじめに	3-1
3.2 廃泥処理フローシート	3-2
3.3 廃泥処理装置の仕様	3-4
3.4 考察および問題点	3-11
III 今後の開発計画	III-1

I 概 要

I 概 要

1. ま え が き

本書はサンシャイン計画委託契約に係る「地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発」の49年度研究成果報告書であり、委託研究実施計画にもとづき委託会社2社により次の研究項目について、昭和49年7月1日より昭和50年3月31日まで調査、研究を実施した。

1. オートクレープの調査
2. 水一粘土系泥水材料の研究
3. 実験用廃泥処理装置の調査設計

ここに2社で実施した研究成果についてとりまとめて報告する。

2. 研究項目

(1) オートクレープの調査

常用温度250℃(最高温度400℃)、圧力500 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ に耐える泥水材料試験用オートクレープについて調査した。

型式は誘導回転攪拌式とし、材質はSUS 316、内容積は1ℓおよび2ℓ併用型を用い、電気炉容量は4kWおよび5kW、攪拌機の回転数を150~500rpmとし、油圧増圧方式による増圧器等をとりつけた、泥水材料の試作および泥水試料の熱処理可能なオートクレープの国内で製作可能な見通しを得、その仕様を設定した。又、電磁攪拌式オートクレープについても調査し、最高温度300℃、最高圧力300 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、容量200ℓの性能のオートクレープの仕様を設定し、50年度で泥水材料試作試験用として特注購入することとした。

(2) 水一粘土系、泥水材料の研究

現在用いられている泥水材料として高温度に耐える分散解膠剤等の国内外のものについて調査中である。

また、分散解膠剤の種類について、ベントナイト3~5%濃度の低ソリッド懸濁液に対する各分散解膠剤の添加割合の相違による1500~2000

の熱処理後における泥水諸性質の変化について高温高圧粘度計等を用いて試験を行なうとともに、現用分散解膠剤数種類について、オートクレープ、赤外線分光々度計を用いて200℃における熱変化について試験を行なった。

(3) 実験用廃泥処理装置の調査設計

水一粘度系の廃泥処理の研究に必要な実験用廃泥処理装置について調査検討した。

廃泥処理能力 $1 \frac{kg}{hr}$ とし、フローシートを定め、廃泥処理装置に必要な泥水供給定量ポンプ、凝集剤供給定量ポンプ、中和水放流ポンプ等の各種ポンプ類、タンク関係、攪拌槽、ドラム反応機、チェーン駆動濾布コンベヤー、PH検出自動中和装置等について必要能力、型式等に検討を加え、その仕様を決定し製作図面を設計した。

Ⅱ 研 究 内 容

Ⅱ 研究内容

1 オートクレープの調査

1.1 概 要

常用温度 250°C (最高温度 400°C)、圧力 $500\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の地熱環境下で使用可能な泥水材料を研究開発するにあたり、坑内と類似の条件下で泥水の性状を調査する必要があるが、既存のものでは不十分であり、開発目標に合致した試験装置を開発する必要がある。

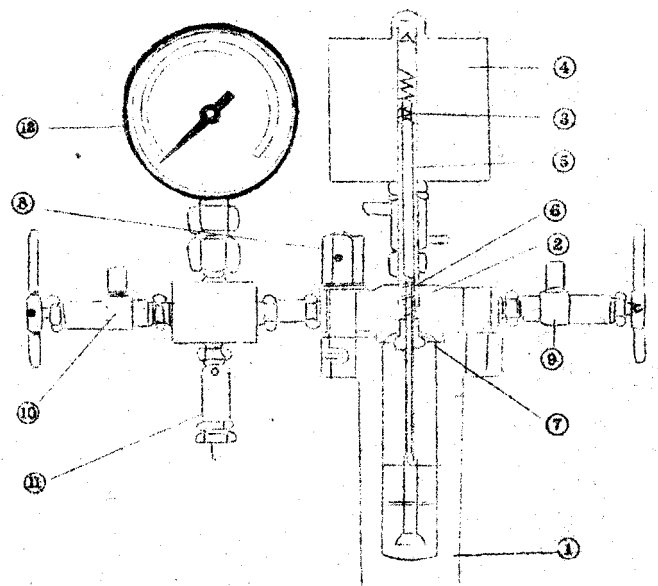
開発すべき試験装置としては、オートクレープ、高温高圧フィルタープレス、高温高圧粘度計、高温老化試験装置等があるが、49年度は、常用温度 250°C (最高温度 400°C)、圧力 $500\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ に耐える泥水材料試作、試験用オートクレープについて調査し仕様を設定するとともに、最高使用温度 300°C 、最高使用圧力 $300\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の性能を有するオートクレープについても性能、型式等を調査、検討し仕様を設定した。

1.2 2連式 (SR100、SR200型) 誘導回転攪拌式オートクレープ

最高温度 400°C 、圧力 $500\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ に耐えるオートクレープについて調査した結果、型式は誘導回転攪拌式が適当であり、材質は SUS316、内容積は 1ℓ 及び 2ℓ 併用型とし (SR100 及び SR200 型) 油圧増圧方式による増圧器等をとりつけた、泥水材料の試作、泥水の熱処理後における試験可能な開発目標に適したオートクレープが国内で製作できる見通しを得たので、必要性能、型式等について検討を行ない仕様を設定した。

1.2.1 電磁攪拌式オートクレープの攪拌機構と構成および SR 型誘導攪拌式オートクレープの構造

- (1) 電磁攪拌式オートクレープ
高压容器①上蓋②にねじ込まれた耐圧厚肉円筒③外



部より電磁コイル④に電気を通じると、電磁コイルには磁場を生じる。この際耐圧厚肉円筒内にある高磁性金属棒⑤は磁力により、上部に引揚げられる。この金属棒には攪拌羽根が直結される。

なお、電磁コイルにはタイマーにて断続された電気が供給される。電流が切れた場合には磁場が消失されるので攪拌羽根は自重により落下する。

攪拌羽根上部には引揚げられた際の衝撃を緩和するために、ステンレス製スプリングが入っている。

下部のスプリング⑥は主として高磁性金属棒の位置を決定するものである。このスプリングが入っているために攪拌羽根が落下しても、直接本体底部を打つ心配はない。

本体容器①と上蓋②の間にはパッキング⑦を挿入し、締付ナット⑧にて締付を行い本体容器の密閉を保つ。⑨⑩はバルブ、⑪は安全弁、⑫は圧力計である。

(2) SR 型誘導攪拌式オートクレーブの構造

SR 型攪拌式オートクレーブは、電磁攪拌式オートクレーブの原理を利用して回転子（永久磁石）を耐高温の無給油軸受に固定したものを耐圧ステンレスパイプ内に封じ込み、外部からの電磁コイルの代りに永久磁石によって誘導し、回転子に回転を与え外部磁石の可変速に伴った内部攪拌軸及び羽根の回転を得るものである。回転数は通常 0 ～ 1,500rpm でその数値は上部に取りつけられた回転検出器により読みとることが出来る。

1.2.2 SR-100 型 誘導回転攪拌式オートクレーブの仕様

最高使用圧力	500 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
試験圧力	750 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ （水圧による）
最高温度	400℃
内容積	1ℓ（80φ×210 ^H ）
材質	SUS 316

温度計保護管		1
パッキング	Cu製	20
電 気 炉		
電 源	200V 50 ϕ	
容 量	5 kW	
配 電 盤		1 式
スライダック	3 kW	2
"	0.1 kW	
温度調節計		1
攪 拌 機		
型 式	誘導回転型	
トルク	12 kg-cm	
回 転 数	150~500 rpm	
増 圧 器		1 式
型式、油圧増圧方式		
最大吐出圧力	600 kg/cm ²	
吐 出 量	500 l/hr	
自動圧力調節機構		1 式

1.3 電磁攪拌式オートクレーブの仕様

型 式	SE-20型	
最高使用圧力	300 kg/cm ² (水圧テスト)	
最高使用温度	300°C	
容 量	200 cc.	
材 質	SUS-304	
圧 力 計	0~500 kg/cm ² 目盛	1
高圧バルブ	2 $\frac{1}{8}$ " ϕ	2
安 全 弁	2 $\frac{1}{8}$ " ϕ スプリング式	1
電磁コイル		1

攪拌用タイマー			1
電 気 炉	1.2 kW	100 V	1
スライダック	1.5 kW	100 V	1

常温より300℃までの所要時間は1～1.5時間とする。

1.4 考察および問題点

常用温度250℃(最高温度400℃)、圧力500 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の地熱環境下で使用可能な泥水材料を開発するため、2連式誘導攪拌式オートクレーブおよび電磁攪拌式オートクレーブについて調査した。

2連式誘導攪拌式オートクレーブについては、最高温度400℃、圧力500 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ の性能を有する試量容量の大きい1ℓと2ℓ2連式の誘導攪拌式オートクレーブが国内で製作可能の見通しを得て、その仕様を設定した。

しかしこのオートクレーブは泥水材料の試作と、泥水材料および泥水の加熱後の熱変化を試験する目的で調査し、仕様を設定したが、製作に当っては、電磁攪拌式オートクレーブより容量も大きく、また圧力も高く、製作費が非常に高くつく欠点がある。

いろいろ検討した結果、温度による泥水性質の変化は非常に大きい、泥水性状に対する圧力の影響は少ないので、試験温度における蒸気圧に耐える程度で差しつかえないので、試験装置の性能として500 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ もの高い圧力は必要がないと思われる。したがって泥水の加熱後の熱変化を試験する装置としては、2連式オートクレーブよりも、泥水試料セル容量500 cc で8～10ヶ掛け程度の常用温度250℃の性能を有する高温高圧老化試験装置等が適当と判断されるので、開発目標に合致した高温高圧老化試験装置(圧力は試験温度の蒸気圧に耐える程度のもの)について、今後調査し製作する必要がある。

電磁攪拌式オートクレーブについては、最高使用温度300℃、最高使用圧力300 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、容量200 cc の性能のものが安価で製作できることが判明したので、SE-20型電磁攪拌式オートクレーブの仕様を設定

し、泥水材料試作試験用として、50年度において特注購入することとした。

2. 水一粘土系泥水材料の研究

2.1 概 要

現在用いられている泥水および泥水材料に関し、高温度に耐えるものについて、国・内外のものについて調査を行なった。

また、現在用いられているリグニン系、フミン酸系分散解膠剤を低濃度ベントナイト懸濁液に溶解させた時、この懸濁液が温度（150℃～200℃）により、どのような挙動を示すかを高温老化試験装置および高温高圧粘度計等により試験を行ない、将来どのような組成の泥水が坑内温度の高い坑井の掘さくに使用できるか、どうかを検討する資料とした。

また、7種類の分散解膠剤について、分散剤自体が200℃の温度により熱処理すると、どの程度の変化をするかを、オートクレーブ、赤外線分光光度計を用いて試験、検討を行なった。

2.2 泥水および泥水材料の基礎調査

2.2.1 はじめに

水一粘土系のフミン酸系泥水に必要な泥水材料（分散解膠剤、高温度安定剤、潤滑剤等）は、現在200℃までの高温下で耐える見通しを得ている。

今回「地熱環境下で使用する泥水の研究開発」に関して、今までの成果を基に、昭和55年を目標に250℃の高温下に耐える水一粘土系泥水材料の研究開発を行なうにあたり、国内外の泥水材料および泥水について調査を行なった。

以下従来使用されている主要な泥水材料について述べる。

2.2.2 主要泥水材料と問題点

(1) バライト

重晶石の微粉末で、主成分は硫酸バリウム (BaSO_4) である。

バライトは比重が大きい。(4.20～4.30)

泥水比重を上げるために最も一般的に使用されている。

バライトに関しては、特に問題となる事項はない。

(2) ベントナイトおよびその他の粘土類

泥水の基本成分としてベントナイトを使用する目的は、泥水に対して、粘性、イールドバリュウ、ゲルストレングス、シキソトロピー性、泥壁形成性、バライトや掘くずの懸濁保持を与えるものである。

泥水用として使用されているベントナイトは、Na-ベントナイトとCa-ベントナイトの2種類であるが、主なものはNa-ベントナイトである。

Ca-ベントナイトはNa-ベントナイトに較べて水和、膨潤性が著しく小さい。しかし、海水またはCa塩やMg塩を比較的多量に含んでいる水を使用して泥水を作る場合は、Na-ベントナイトよりも高い粘性と比較的良好な泥壁形成性を示すためにCa-ベントナイトが使用されている。その他の粘土類としては、クリソタイルがある。

クリソタイル粘土を主成分としたCa-矽アスベストが、使用量が少量で清水、海水いずれの場合においても高い粘性、イールドバリュウを示す特徴がある。

また他の粘土類に較べて、同じ粘性の場合、掘くずなどの懸垂能力が優れているので、ローソリッドマッドの主成分としてアメリカなどで盛んに使用されている。

地熱井の泥水材料として、これらベントナイトおよびその他の粘土類については、その種類、使用量等検討する必要がある。

(3) 分散解膠剤

粘土粒子の表面に吸着されて、粘土粒子間のけん引力を減少させることにより、泥水の粘性、イールドバリュウ、ゲルストレングスを下げる機能を持つ物質として、現在数多くの無機質および有機質物が知られている。

a. 無機系分散解膠剤

イ. 複合磷酸塩類

現在は浅い坑井であまり汚染を受けていないベントナイト泥水に対して、わずかに使用されているにすぎない。塩分濃度 5,000 ppm 以上になると効果が著しく悪くなったり、温度に対して弱く 60℃程度で分解する。したがって、その使用を考慮しない。

ロ. アルカリ類

カセイソーダ、炭酸ソーダ、重炭酸ソーダ、珪酸ソーダ等がある。泥水の pH 調節および Na イオンの補給によって、凝集した粘土類を分散させようとするものであるが、適用対象が限定されること、性能上および使用上の問題のため、現在では分散剤として単独に使用することはないといっている。したがって、分散剤としては考慮しない。

カセイソーダは有機分散解膠剤と併用して pH 調節に使われる。また、炭酸ソーダおよび重炭酸ソーダは、セメント等で汚染された泥水の調泥剤として使用されている。

いずれも温度条件に対して大きな問題はないので、この目的の使用を考慮する。

h. 有機分散解膠剤

(1) リグニンスルホン酸塩 (Lignosulfonates)

リグニンスルホン酸ソーダ、リグニンスルホン酸カルシウム等があるが、現在広く使用されているのは、リグニンスルホン酸塩の誘導体である鉄クロムリグニンスルホン酸ソーダである。普通のクレーベース泥水においても分散効果が大きく、いろいろすぐれた性能を有しており、温度に対しても強いものであるが、160° ~ 180℃程度で熱変化を起こすものと考えられ、250℃の地熱環境下で使用可能な泥水材料として、その温度範囲を満足することはできないものと思われる。しかし、これは改良の可能性が相当あるものと考えられる。

(ロ) フミン酸系物質 (Humic Acid Compounds)

フミン酸ソーダ、クロムフミン酸塩等がある。クロムフミン酸ソーダはフミン酸ソーダを重クロム酸塩で処理したもので、フミン酸ソーダより効力はまさり、現在盛んに使用されている。鉄クロムリグニンスルホン酸ソーダよりは分散解膠力は低い、温度に対する安定性は劣らず脱水減少力がすぐれているが、耐熱限界は、 180°C 程度と考えられる。しかし、リグニン系と同様に改良の余地があると考えられる。また、リグニンとフミン酸の複合体も現在最も広く使用されているが、これらについても、原料の選択、製造方法および反応条件の変化や、金属類添加等による改良の可能性についても検討する必要がある。

なお、最近米国において、カリウムリグナイト誘導体を用いたカリウムベース泥水等が用いられており、これらについても 250°C の高温に耐える泥水の研究開発について検討する必要がある。

(4) 脱水調整剤

現在泥水用に最も多く用いられている脱水調整剤はOMC (Na-Carboxy Methyl Cellulose) であるが、OMCの場合、熱による解重合がはげしく、温度限界は 120°C 程度である。また現在まで試験を行なったOMC以外の耐熱性ポリマーについても、その温度限界は、 150°C 程度である。

現在用いられている高温に安定な脱水調整剤として、アスファルト誘導体 (スルホン化アスファルト) がある。現在までの試験結果では、液状のスルホン化アスファルトの試作品が長時間静置すると製造時の反応で生成する芒硝のため、沈澱物を生じる欠点があり、脱芒硝を行なったものが 200°C までの高温に有効であることが知られている。

なお、現在まだ実用されていないが、試作試験中のスルホン化褐

炭が 200°C の高温度に比較的安定性があり、特に脱水減少効果は著しくすぐれており、今後このスルホン化炭を用いたスルホン化炭系泥水について検討する必要がある。

(5) 潤滑剤

現在までの試験結果では、無公害で油に代わる水溶性潤滑剤として、ノニオン系のものが 200°C までの高温度に有効であることが知られている。

潤滑剤についても、今後 200°C 以上の潤滑性の効果について検討する必要がある。

2.2.3 米国における地熱井の泥水について

1955 年にカリホルニアのガイサース地区において掘さく計画が始まった。アメリカにおける最初の地熱発電所がガイサースで 1960 年に運転を始めた。その時以来、掘さく活動は着実に増加し、数ヶ所の発電所が建設された。ガイサースの全能力は現在 300 MW を越えており、アメリカは地熱発電量で第 2 位の先進国である。

カリホルニアのインペリアルバレイは新しい地熱対象地区である。ガイサースは乾いた地熱蒸気を生産するが、これと異なりインペリアルバレイは熱い塩水を産する。

a. インペリアルバレイ

掘さく装置は 3,000 ~ 7,000 ^{ft} 級である。

捲揚能力 450 HP、エンジン駆動の 300 HP ドローワークスでよい。

500 HP の単独駆動の泥水ポンプで、効率よく掘さくを行なうに十分なハイドロリスクを供給する。

ドリルストリングは 3 ¹/₈ in の掘管と 6 in ドリルカラーで十分である。掘さく流体として広く用いられているのは清水ベース、リグナイト泥水である。リグナイトは粘性降下剤として高温の影響をうち消すのに用いられる。リグナイトは粘土粒子が凝集して、粘性を増加するのを化学的に阻止する。泥水は通常 10 ^{Lb}/_{gal} の密度とファンネル Vis、

35~4000である。またソリッドコンテンツを最小に保ち、掘進率を向上し、泥水の熱運搬容量を減少させる。この地域には高圧層が存在しないので、泥水比重は坑壁安定のため維持する。数枚の逸水層があるが、重大な問題はない。

通常数時間後には地層は坑壁のまわりが崩れ、自然に回復する。しかし、逸水防止剤が循環の回復に必要なこともある。ある場合にはセメントを層に圧入することもある。もちろん循環システムの最大の問題は高温である。インペリアルバレイの生産井の多くの坑底温度は、約500°Fであり、循環温度は約200°Fである。とくに高温の坑井では冷却塔で温度を下げる。冷却塔は循環温度を30~40°F下げ、泥水が沸騰するのを防止している。

b. ガイサーズ地区

掘さく装置

この地区で蒸気井を成功裡に掘さくするには、掘さく装置は厳しい掘さく条件に耐える装備を要する。ドローウオックスとエンジンは最低1,000^{HP}、ポンプは600^{HP} 2台を要する。

掘さく流体は通常ローソリッドのベントナイト、リグナイトおよび清水の混合物である。この基礎的システムは、大きな逸水層が存在するので、実用的である。固体分を機械的に除去するため大型の高速のシエルシエイカ、デサンダーおよびデシルタを用いるとよい。1日に数回ビットを清掃し、低固体分に維持する必要がある。17½坑を掘るときとくにそうである。泥水の循環温度はしばしば地表で200°Fに達する。

冷却塔は通常使用しないが、大型ファンでシエルシエイカスクリーンを通過する泥水を20°~30°F冷却する。

大きな逸水が問題である。逸水層は低圧の多孔質層よりも大きな割目のある層である。最も多く用いられ、経済的な逸水防止剤は綿の実の殻で1^{bbL}当り12^{lb}加える。時には層を塞ぐことが可能であるが、

時にはセメントで埋立てる必要もある。他の循環流体は空気である。空気が使用可能であれば、掘進率を増加し、逸水対策として利点を有する。しかし多くの場合、空気は浅い所では水層があるので使用できない。

また、高温高圧地帯で深度が増大すれば、オイルベースマットが主役になるであろうと考えられている。

c. Mexicali 地域における地熱開発状況

Mexicali は国営によって地熱開発が進められていた。この地域の地熱井は Imperial Valley 地域の地熱井と比較して塩分が少ないことである。地熱源としては死火山セロ、フリエト（カリフォルニア州のカレキシコからホーダラインを越えて約 30 マイルの地点）附近の地下水が溶岩により蒸気になったといわれている。

現在 Mexicali は 20 坑の生産井があり、世界で最も近代的な蒸気発電プラントで 7.5 万 KW の発電を行っており、1980 年代には第 2 の発電プラントが計画されていた。この地域の掘削はトレラーマウント Rig 1 機で行っており（以前は 2 Rig で掘削を行っていた）開発深度は 1,300~1,500 m 坑底温度は 400~450°F (204~232°C) である。

ケーシングプログラム（実績）

ケーシングサイズ	セット深度	坑 径 × 掘削深度
16" (65# × H40)	54.65 ^m	20" × 55.15 ^m
11 ⁸ / ₄ " (60# × J-55)	702.50 ^m	15" × 709.60 ^m
7 ⁵ / ₈ " (264# × K-55)	1477.00 ^m	10 ⁵ / ₈ " × 1488.6 ^m

(註) アンカーパイプは 1054~1477^m 間にセットしライナーパイプはタイバックする。

d. 地熱井における掘削泥水

mud drilling と air drilling の両方を行なっている。Water flow fracture zone の sloughing がある場合には、mud drilling を行なっている。dry steam area では high pressure zone はない。Geyser area は dry steam で under normal pressure である。Imperial Valley は brine water で、ここでは high pressure zone がある。Geyser area では地層が Gray Wacke という硬い sand stone を主体とした比較的 non-trouble な地層であること、fissure が多く lost circulation が多いために、最も経済的な泥水として、現在最も一般的に使用されている、泥水は比重 $1.02 \sim 1.08$ ($8.5 \sim 9.0$ #/gal)、Funnel Viscosity $45 \sim 40$ sec、脱水量 20 cc、Solid 5%、pH $8.5 \sim 9.0$ 程度の low solids heavy treated lignite muds が使用されている。(Bentonite - lignite - Caustic Soda mud) この他特殊の例として DMS surfactant mud, fresh water lignosulfonate mud が使用されているが、現在の主体は lignite を多量加えた low solids mud が使用されている。泥水の管理は cooling tower を使用して泥水を冷却することが大切である。

しかし Geyser Area ではあまり cooling tower は使用されておらず大部分は大きな fan を使用して冷却している mud gun 等でよく攪拌して熱を release させれば差支えないといっている。Imperial valley や Mexicali では特殊な cooling tower を使用している。

Lost circulation materials としては saw dust, cotton seed Hull (Tel stop と同じ) mica 等が使用されているが fissure に対する大きな逸泥の場合には cement plug をする。

LCM は batch system で $60 \sim 80$ lb/ebt ($171 \sim 228$ #/e) の濃 (逸泥防止剤) LCM mud を作って放置する方法を使用している。

1 回の cement flush には $100 \sim 200$ gal の cement を使用し、2 ～ 3 回の cement flush を行う。

Cement flush に使用する cement 組成は、

Class - G cement		100
LWL additive	(Halad-9)	1 %
Friction Reducer	(D-65 or OFR-2)	0.5~0.7%
High temperature Retarder	(HR-12 or D-28)	0.2~0.5%
Slurry Weight		15.5 ppg (1.86)

上記組成の他、坑内状況によりシリカフラワーを 30~35% 混合する。

次に Geyser 地域における掘進中の Drilling mud の性質例を示す。

例 1.

Bruno # No 1 Depth 6901 ft Date 2/24 / 1974
Operator, Callon Petroleum Corp.
Contractor, Big Chief
Mud company EN-FIU-TECH (stockton calif)
Casing 20" 150 ft 13 5/8" 2470 ft
Bit size 8 3/4" DP5" DC 6 3/4" 290 ft
Mud type low pH fresh water mud
Depth ±6800 ft flow line temperature 176°F (80°C)
比重 102 (85#/gal) gels 6/10
Funnel Vis 45 sec pH 8.5
PV 18 filtrate 18.8 cc
YV 16 cake 3/32

例 2.

Well No BRUNO No 1 spud 12/28 / 1973
Depth ; 6950 ft Date 2/7 / 1974
Operator ; Callon Petroleum Corp
Contractor Big Chief Rig No 38
Present Activity polish cement plug to run

Casing 20" 150ft 13 $\frac{8}{8}$ " 2470 ft

Bit Size 12 $\frac{1}{4}$ "

Fluid volume Hole 840 bbl pit 100 bbl

Total circulating volume 940 bbl

Pump Size 6 $\frac{1}{2}$ " x 18" National c-350

0.18 bbl/stroke, Bottom up, 70 min,

System Total ± 90 min

Flowline Temperature 180°F

Time Sample Taken	0 : 7 0 0	1 : 0 0	3 : 0 0
Depth (ft)	5 6 0 0	5 6 0 0	5 7 0 0
Weight (S. G.)	1.0 2	1.0 2	1.0 2
Funnel Vis $\frac{\text{sec}}{\text{gt}}$	3 9	4 1	4 3
P V	7	8	1 0
Y V	6	6	7
Gels	$\frac{2}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{12}$
PH	1 0	1 0	1 0.5
Filtrate $\frac{\text{cc}}{30 \text{ min}}$	2 4.4	1 6.6	1 3.6
Cake $\frac{\text{in}}{32 \text{ nd}}$	3	3	3
Alkalinity (Pf)	0.5	0.5	0.5
Salt ppm	4 5 0	4 5 0	4 5 0
Ca ppm	8 0	4 0	4 0
Sand %	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
Solid %	4	4	4
Water %	9 6	9 6	9 6

2.2.4 日本における地熱井

東北の松川に2万kWと九州の大岳に1万kWが開発されている。

そのほか東北の鬼首と八幡平においても開発が進められている。また岩手県の滝の上地熱発電所も開発が進められており、第1期として5万kWが計画されている。秋田県の小安峡も地熱井の開発が進められている。

なお、通産省のサンシャイン計画でも、地熱開発が大きく取り上げられており、近く飛躍的發展が期待されている。

ここで注意すべきことは、地熱蒸気には乾き蒸気と、湿り蒸気のあることである。イタリアと米国は乾き蒸気を利用している。両者とも地表には火山岩は分布していない。したがって地熱源は地下深所に潜圧する火山岩体に由来するものと考えられている。

これに反しニュージーランドや日本においては、火山地帯を開発し、湿り蒸気を利用している。湿り蒸気の場合は熱水を伴うから、蒸気と熱水をセパレーターで分離する必要がある。大岳においては分離された熱水は、還元井を通して地下に還元されている。

松川発電所においては、第3号井の管の腐食があったために、すぐ傍に新3号井を掘さくして70 $\frac{1}{2}$ %の蒸気を得ている。

この掘さくに当って、わが国では初めてエアードリルを使用して、(深度815mはマッドドリリングを使用して、それ以深1170mまでをエアードリリング)成功をおさめている。

しかしながら、地下水とくに低温地下水の湧出対策が困難であるという欠点もあり、わが国のように浅部に多量の地下水を湧出するところでは、泥水掘りとの組合せで適用されるのが望ましい。

日本の地熱井における掘さく泥水はリグネート泥水が用いられている。循環泥水の吐出口温度が約80~90°位に上昇するので、泥水がゲル化し、デッチの流れが悪く、かつ煮沸の状態を上昇して来ることもある。したがって、調泥に時間がかかるので、冷却塔を設ける等し

て温度低下をはかり、調泥し易い状態にしている。

2.2.5 考 察

以上、現在用いられている主要泥水材料と問題点、及び米国における地熱井の循環システムと日本の地熱井について述べたが、現在のところ、わが国のようにモンモリロナイト粘土を主体とした膨潤性粘土を多量に含有する泥岩層の掘削には、リグノスルホネート泥水が適していると考えられる。さらに坑内安定を必要とする場合は、リグノスルホネート泥水に代わるインヒビテッドマッドとして、低比重、高比重の場合ともに最近米国で使用されているKイオンを主体としたインヒビテッドマッドとしてのKリグナイト泥水がよいと思われる。地層が硬くて掘進率が遅く膨潤性の地層がない場合には、ローソリッド非分散系ポリマーマッドが考えられるが、高温度における安定性が問題である。今後250℃の地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発にあたり、現在用いられている主要泥水材料および泥水を基に、問題点を検討し、200℃以上の高温度による熱変化を調査し、改良または試作実験を行ない、250℃の高温に安定な水-粘土系泥水の研究開発を行なう。

2.3 低ソリッド懸濁液に対する分散解膠剤の熱処理後における泥水性質の変化

2.3.1 はじめに

現在主に用いられているリグニン系、フミン酸系分散解膠剤を低濃度ベントナイト懸濁液中に溶解させた時、この懸濁液が温度によりどのような挙動を示すかを高温老化試験装置、高温 Model 50B Funn Viscometer を用いて試験を行なった。そして将来どのような組成の泥水が坑内温度の高い坑井の掘さくに使用できるか、どうかを検討する資料とした。

2.3.2 試験方法および試験結果

(1) 高温老化試験装置による試験

a. 試験を行なった泥水材料および組成

表 2.1

泥 水 材 料	主 成 分
テルナイト B	フミン酸類似物塩
B M - ナイト	フミン酸系 (クロム フミン酸ソーダ)
テ ル リ グ	鉄クロム、リグニンスルホン酸ソーダ
リ グ ネ ー ト	リグニンとフミン酸の複合物
K - <i>lig</i>	フミン酸系 (金属類を含有)

表 2.2 ベントナイト懸濁液に対する各泥水材料添加量および養生温度

ベントナイト懸濁液	泥 水 材 料	ベントナイト懸濁液 に対する各泥水材料 添加量	養 生 温 度
3 % 、 5 %	テルナイト B	0 (g/100ml)	150°C、180°C 200°C
	B M - ナイト	0, 2, 3	
	テ ル リ グ	5, 7, 10	
	リ グ ネ ー ト		
	K - <i>lig</i>		

ベントナイト 3%および 5%懸濁液に各泥水材料を 2.3, 5.7, 10%添加した場合の作泥時の泥水性質と 15.0°C、18.0°C、20.0°C、1.6時間高湿老化試験装置で養生後の泥水性質を測定した。

試験結果を表 2.3 ~ 表 2.20 に示す。

b. 試験結果

(1) ベントナイト 3%、懸濁液にテルナイト B、2.3, 5.7, 10%添加した場合の 15.0°C、18.0°C、20.0°C、1.6時間加熱後の泥水性質

表 2.3 5%ベントナイト懸濁液+テルナイト B の熟変化 (15.0°C)

テルナイト B 添加量 g/100 ml	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{lb}{100ft^2}$)	Gel($\frac{lb}{100ft^2}$)	水性質	
					PH	脱水量(cc)
0	3.5	3	1	1	9.9	20.8
2	3.5	3	1	1	11.3	10.2
3	4	4	0	0	9.8	7.1
5	4	3	2	—	9.7	6.3
7	5	4	2	2	9.7	5.1
10	6.5	6	1	1	9.7	4.0
	5.5	5	5	1	8.6	4.1

上段 作泥時の泥水性質

下段 15.0°C×1.6hr 加熱後の泥水性質

表2.4 3%ベントナイト懸濁液+テルナイトBの熱変化(180℃)

テルナイトB 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(cc)
0	3.5	3	1	0~0	9.9	20.8
	3	2.5	1	0~1	8.5	22.0
2	3.5	3	1	0~1	10.0	8.4
	3.5	3	1	0~1	8.7	9.6
3					10.0	6.0
	4	4	0	0~1	8.6	7.8
5	4.5	4	1	0~1	9.9	5.5
	4	3	2	0~1	8.6	5.8
7	5	5	0	0~1	9.8	4.9
	4.5	4	1	0~1	8.7	4.5
10	6.5	6	1	0~3	9.9	3.8
	7	6	2	0~1	8.8	4.4

上段：作泥時の泥水性質

下段：180℃、16時間加熱後の泥水性質

表 2.5 3%ベントナイト懸濁液+テルナイトBの熱変化(200°C)

テルナイトB 添 加 量 g / 100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(cc)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.3
	3.5	2.5	1.5	0 ~ 0	8.0	20.0
2	3.5	3	1	0 ~ 1	11.3	7.9
	4	4	0	0 ~ 0	8.9	11.1
3	4	4	0	0 ~ 1	9.8	6.4
	4	3.5	1	0 ~ 0	9.1	8.9
5	4	3	2	0 ~ 1	9.7	5.9
	5.5	5	1	0 ~ 1	9.9	6.5
7	5	4	2	0 ~ 1	9.9	5.4
	6.5	6	1	0 ~ 1	9.1	6.6
10	6.5	6	1	1 ~ 2	9.8	4.4
	8.5	7	3	0 ~ 3	9.1	6.3

上段：作泥時の泥水性質

下段：200°C、16時間加熱後の泥水性質

ロ. ベントナイト 3%、懸濁液に B M-ナイト 2, 3, 5, 10% 添加した場合
の 150°C、180°C、200°C、16 時間加熱後の泥水性質

表 2.6 3% ベントナイト 懸濁液 + B M-ナイト の熱変化 (150°C)

B M-ナイト 添 加 量 g / 100 ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.8
	3.5	3	1	0 ~ 0	8.5	21.3
2	4.5	4	1	0 ~ 0	10.5	8.5
	2.5	2	1	0 ~ 0	8.2	9.3
3	5	5	0	0 ~ 0	10.4	7.0
	2.5	2	1	0 ~ 0	8.2	7.9
5	8.5	8	1	0.5 ~ 2	10.6	5.5
	3.5	2	1	0 ~ 0	8.1	5.5
7	12.5	10	5	1 ~ 4	10.3	4.6
	4	4	0	0 ~ 0	8.3	4.4
10	2.2	1.5	1.2	2 ~ 18	10.4	3.6
	6.5	5	1	0 ~ 0	8.2	3.1

上段 作泥時

下段 150°C × 16 時間

表 2.7 3% ベントナイト懸濁液 + BM-ナイトの熱変化 (180°C)

BM-ナイト 添 加 量 g / 100 ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量 (ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.8
	3	2.5	1	0 ~ 1	8.5	22.0
2	4.5	4	1	0 ~ 0	10.8	8.9
	3	3	0	0 ~ 0	8.3	10.5
3	5.5	6	0	0 ~ 0	10.7	7.6
	3	3	0	0 ~ 0	8.4	9.0
5	8.5	8	1	0.5 ~ 1	10.5	5.7
	3.5	3	1	0 ~ 0	8.3	6.5
7	12.5	11	3	0.5 ~ 3.5	10.4	4.9
	5	5	0	0 ~ 0	8.5	5.5
10	23	18	10	2 ~ 10	10.6	3.9
	8.5	7	3	0.5 ~ 1	8.5	4.8

上段 作泥時

下段 180°C × 16 時間

表 2.8 3%ベントナイト懸濁液 + BM-ナイトの熱変化 (200°C)

BM-ナイト 添 加 量 g / 100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.3
	3.5	2.5	1.5	0 ~ 0	8.0	20.0
2	4.0	4	0	0 ~ 0	11.0	7.6
	3.0	3	0	0 ~ 0	8.1	11.0
3	4.5	4	1	0 ~ 0	11.0	5.5
	4.0	4	0	0 ~ 0	8.0	11.0
5	7.0	7	0	0 ~ 0	11.0	5.5
	6.5	6	1	0.5 ~ 1	7.9	8.6
7	12.5	11	3	0.5 ~ 2	11.0	4.9
	11.5	10	3	0.5 ~ 3	7.9	8.7
10	24.5	19	11	2 ~ 6	10.6	4.1
	22.0	16	12	0.5 ~ 2.8	8.0	8.9

上段 作泥時

下段 200°C × 16時間

ハ、ベントナイト3%、懸濁液にテリグ2.3, 5.1, 10%添加した場合の
15.00、18.00、20.00、16時間加熱後の泥水性質

表2.9 ベントナイト懸濁液+テリグの熱変化(15.00)

テリグ 添加量 g/100ml	泥				水		PH	脱水量(ml)
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{lb}{100ft}$)	LD($\frac{gel}{100ft}$)	LD($\frac{gel}{100ft}$)	LD($\frac{gel}{100ft}$)		
0	3.5	3	1	1	0~0	0~0	9.9	20.8
2	3	3	0	0	0~0	0~0	10.5	9.0
3	3	3	0	1	0~0	0~0	10.5	7.8
5	3.5	3	1	1	0~0	0~0	10.5	6.1
7	4	4	0	0	0~0	0~0	10.7	5.1
10	5.5	5	0	1	0~0	0~0	10.5	4.3
	4	4	0	0	0~0	0~0	4.9	4.5

上段 作泥時

下段 15.00×16時間

表2.10 ベントナイト懸濁液+テルリグの熱変化(180℃)

テルリグ 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.8
	3	2.5	1	0 ~ 1	8.5	22.0
2	2.5	2.5	0	0 ~ 0	10.6	19.0
	2.5	2.5	0	0 ~ 0	7.3	14.0
3	2.5	2.5	0	0 ~ 0	10.0	18.0
	2.5	2.5	0	0 ~ 0	7.0	10.9
5	2.5	2	1	0 ~ 0	10.2	18.5
	3.5	4	0	0 ~ 0	7.0	7.3
7	2.5	2	1	0 ~ 0	10.0	21.5
	3.5	4	0	0 ~ 0	7.0	6.4
10	6	4	4	2 ~ 7	10.1	40.0
	4.5	4	1	0 ~ 0	7.0	6.6

上段 作泥時

下段 180℃×1.6時間

表2.11 3%ベントナイト懸濁液+テカリタの熱変化(20.0℃)

テカリタ 添加量 g/100ml	泥					性		脱水量(ml)
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	PH	脱水量(ml)	
0	3.5	2.5	1	1.5	0~0	8.0	20.3	
2	2.5	3	0	0	0~0	11.0	19.0	
3	2.5	2.5	0	0	0~0	10.6	18.0	
5	2.5	2.5	0	0	0~0	11.2	18.0	
7	2.5	4	0	0	0~0	7.8	29.1	
10	7	5	4	5	0~0	10.8	42.0	

上段 作泥時

下段 20.0℃×16時間

ニ、ベントナイト3%、懸濁液にリグネート2, 3, 5, 10%添加した場合の
150°C、180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.12 3ベントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(150°C)

リグネート 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Ge($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.8
	3.5	3	1	0 ~ 0	8.5	21.3
2	2.5	2	1	0 ~ 0	10.6	10.0
	2.5	2.5	0	0 ~ 0	7.8	10.0
3	2.5	2	1	0 ~ 0	10.6	8.3
	3	3	0	0 ~ 0	7.5	8.3
5	3	3	0	0 ~ 0	10.3	6.9
	3	3	0	0 ~ 0	7.6	6.0
7	3.5	3	0	0 ~ 0	10.5	5.9
	3.5	3.5	0	0 ~ 0	7.5	5.0
10	4	3	2	0.5 ~ 1.5	10.5	5.1
	3.5	3.5	0	0 ~ 0	7.6	4.5

上段 作泥時

下段 150°C×16時間

表2.13 3%ペントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(180°C)

リグネート 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.8
	3	2.5	1	0 ~ 1	8.5	22.0
2	2.5	2.5	0	0 ~ 0	10.5	16.0
	3	3	0	0 ~ 0	7.5	11.2
3	2.5	2.5	0	0 ~ 0	10.3	9.5
	3	3	0	0 ~ 0	7.3	8.7
5	3	3	0	0 ~ 0	10.5	8.5
	3	3	0	0 ~ 0	7.5	5.5
7	3.5	3	1	0.5 ~ 1	10.5	7.3
	3.5	4	0	0 ~ 0	7.4	4.4
10	3.5	3	1	0.5 ~ 0.5	10.2	5.9
	4.5	5	0	0 ~ 0	7.2	3.7

上段 作泥時

下段 180°C×16時間

表2.14 3% ベントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(200°C)

リグネート 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(ml)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.3
	3.5	2.5	1.5	0 ~ 0	8.0	20.0
2	2.5	2.5	0	0 ~ 0	11.0	11.8
	3.5	4	0	0 ~ 0	7.8	17.3
3	2.5	2	1	0 ~ 0	11.0	9.6
	4.0	4	0	0 ~ 0	7.6	16.1
5	3.0	3	0	0 ~ 0	10.5	7.1
	6.5	6	1	0 ~ 0	7.5	15.9
7	3.5	3	1	0 ~ 0	10.6	6.5
	12.5	12	1	0.5 ~ 1	7.8	15.5
10	4.0	3	0	0.5 ~ 1	10.5	5.8
	21.5	20	3	0.5 ~ 3	7.6	14.9

上段 作泥時

下段 200°C×16時間

ホ、ベントナイト3%、懸濁液にK-*elig* 2, 3, 5, 10%添加した場合の
150°C、180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.15 3%ベントナイト懸濁液+K-*elig* の熱変化(150°C)

K- <i>elig</i> 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(cc)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.0
	3	2.5	1	0 ~ 0	8.5	18.0
2	3.5	3	1	0 ~ 1	10.3	13.8
	3.5	3	1	0 ~ 1	8.5	12.4
3	4	3	2	0 ~ 10	10.0	11.7
	4	3.5	0.5	0 ~ 0	8.6	10.0
5	5.5	4	3	1 ~ 23	10.1	8.9
	5	4	0.5	0 ~ 0	8.6	7.6
7	7.5	4	7	5 ~ 24	10.1	7.6
	5	5	0	0 ~ 1	8.6	5.9
10	9.5	5	9	9 ~ 28	10.1	6.5
	5.5	5.5	0.5	0 ~ 1	8.7	4.5

上段：作泥時の泥水性質

下段：150°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.16 3%ベントナイト懸濁液+K-*lig*の熱変化(180°C)

K- <i>lig</i> 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(cc)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	9.9	20.0
	3	2.5	1	0 ~ 0	8.5	21
2	3.5	3	1	0 ~ 1	10.3	13.8
	3.5	3	1	0 ~ 1	8.6	19.0
3	4	3	2	0 ~ 10	10.0	11.7
	4	3.5	0.5	0 ~ 1	8.7	13.2
5	5.5	4	3	1 ~ 23	10.1	8.9
	4.5	4	1	0 ~ 1	8.7	8.7
7	7.5	4	7	5 ~ 24	10.1	7.6
	4.5	4	1	0 ~ 1	6.8	
10	9.5	5	9	9 ~ 28	10.1	6.5
	5.5	5	1	0 ~ 1	8.7	5.6

上段：作泥時の泥水性質

下段：180°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.17 3%ベントナイト懸濁液+K-*lig* の熱変化 (200°C)

K- <i>lig</i> 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量 (cc)
0	3.5	3	1	0 ~ 0	10.0	19.5
	3.5	3	1	0 ~ 0		19.2
2	3.5	3	1	0 ~ 1	10.1	13.2
3	4	3	2	0 ~ 10	10.1	11.2
	5.5	4.5	2	0 ~ 3	8.7	16.0
5	5	3.5	3	1 ~ 21	10.1	9.1
	5.5	5	1	0 ~ 2	8.7	8.7
7	7	4	6	4 ~ 21	10.0	7.7
	5.5	5	1	0 ~ 1	8.6	7.0
10	8.5	4	9	8 ~ 28	10.1	6.2
	5.5	5	1	0 ~ 1	8.6	5.4

上段：作泥時の泥水性質

下段：200°C、16時間加熱後の泥水性質

へ、ペントナイト5%、懸濁液にテルナイトB 2, 3, 5, 10%添加した場合の
150°C、180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.18 5%ペントナイト懸濁液+テルナイトBの熱変化(150°C)

テルナイトB 添 加 量 g/100 ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{fs}}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^3}$)	P H	脱水量(cc)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	14.4
	6	5	2	1 ~ 1	9.1	14.0
2	5.5	5	1	1 ~ 2	9.7	8.3
	6	6	0	1 ~ 1	8.4	7.7
3	6	6	0	1 ~ 2	9.7	7.0
	5.5	5	1	1 ~ 2	8.4	6.2
5	6.5	6	1	1 ~ 2	9.8	5.8
	6.5	6	1	1 ~ 2	8.4	5.2
7	7.5	6	3	1 ~ 4	9.7	4.9
	7.5	7	1	1 ~ 2	8.2	4.8
10	10.5	8	5	2 ~ 5	9.6	4.0
	11	10	2	1 ~ 5	8.2	3.7

上段：作泥時の泥水性質

下段：150°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.19 5%ペントナイト懸濁液+テルナイトBの熱変化(180°C)

テルナイトB 添 加 量 g/100 _{ml}	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(cc)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 3	8.3	13.6
2	6	6	0	1 ~ 2	9.6	7.9
	7	7	0	1 ~ 1	8.3	9.2
3	6	5	2	1 ~ 2	9.7	7.7
	7.5	7	1	1 ~ 2	8.2	7.0
5	7	6	2	1 ~ 3	9.7	6.4
	8	7	2	1 ~ 2	8.3	5.1
7	8.5	7	3	1 ~ 4	9.8	4.6
	10	9	2	1 ~ 2	8.3	4.5
10	11	9	4	2 ~ 5	9.7	3.5
	15.5	13	5	1 ~ 5	8.3	4.3

上段：作泥時の泥水性質

下段：180°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.20 5%ベントナイト懸濁液+テルナイトBの熱変化(200℃)

テルナイトB 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{lb}{100ft^2}$)	Gel($\frac{lb}{100ft^2}$)	PH	脱水量(cc)
0	6	5	2	1~2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1~4	8.3	13.6
2	6	6	0	1~2	10.0	8.0
	7	6	2	1~2	8.4	10.0
3	6	5	2	1~2	9.7	6.9
	7.5	7	1	1~1	8.6	7.8
5	7	6	2	1~3	9.7	5.4
	8	7	2	1~2	8.4	5.8
7	8.5	7	3	1~4	9.7	4.9
	11.5	11	1	1~2	8.5	5.6
10	11	9	4	2~5	9.7	3.9
	19.5	15	9	1~12	8.5	5.5

上段：作泥時の泥水性質

下段：200℃、16時間加熱後の泥水性質

ト. ペントナイト 5% 懸濁液に BM-ナイト 2, 3, 5, 10% 添加した場合の
150°C、180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.21 5%ペントナイト懸濁液+BM-ナイトの熱変化(150°C)

BM-ナイト 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^3}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^3}$)	P H	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	14.4
	6	5	2	1 ~ 1	9.1	14.0
2	10	10	0	0 ~ 0	11.0	7.5
	7.5	8	0	0 ~ 0	8.5	8.7
3	12	11	2	0 ~ 0	10.6	6.2
	6.5	7	0	0 ~ 0	8.2	7.2
5	19	17	4	1 ~ 4	10.6	4.5
	8	8	0	0 ~ 0	8.3	5.5
7	30	25	10	2.5 ~ 10	10.5	4.0
	11.5	11	1	0.5 ~ 1	8.3	4.6
10	50	35	30	8 ~ 37	10.5	3.2
	16	14	4	1 ~ 3	8.3	3.5

上段 作泥時

下段 150°C×16時間

表2.2 2 5%ペントナイト懸濁液+BM-ナイトの熱変化(180°C)

BM-ナイト 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{lb}{100ft^2}$)	Gel($\frac{lb}{100ft^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 3	8.3	13.6
2	10	10	0	0 ~ 0	10.8	7.4
	7.5	7	1	0 ~ 0	8.4	8.6
3	13	13	0	0 ~ 0	10.8	6.3
	8	8	0	0 ~ 0	8.5	7.9
5	19.5	16	6	1 ~ 4	10.5	4.8
	11	11	0	0.5 ~ 1	8.5	6.0
7	26.5	21	11	2.5 ~ 9	10.4	4.0
	15.5	14	3	1 ~ 2	8.4	5.0
10	50	35	30	9 ~ 36	10.5	3.1
	26.5	21	11	2 ~ 10	8.3	4.5

上段 作泥時

下段 180°C×16時間

表2.23 5%ベントナイト懸濁液+BM-ナイトの熱変化(200°C)

BM-ナイト 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 4	8.3	13.6
2	7.5	8	0	0 ~ 0	11.0	8.5
	13.0	13	0	0 ~ 0	7.8	11.0
3	10.0	10	0	0 ~ 0	11.0	7.1
	16.0	14	4	0.5 ~ 2	7.9	10.0
5	26.5	14	5	1.5 ~ 3	10.6	5.3
	24.0	21	6	1 ~ 7	7.8	8.0
7	31.0	24	14	3 ~ 9	10.6	4.4
	33.0	26	14	2 ~ 19	8.2	7.6
10	60.0	44	40	15 ~ 44	10.6	4.0
	62.5	37	51	16 ~ 82	8.0	7.4

上段 作泥時

下段 200°C×16時間

チ. ベントナイト 5 % 懸濁液にテルリグ 2, 3, 5, 10 % 添加した場合の 150°C
180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表 2.24 5%ベントナイト懸濁液+テルリグの熱変化(200°C)

テルリグ 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	14.4
	6	5	2	1 ~ 1	9.1	14.0
2	4.5	4	1	0 ~ 0	11.0	11.0
	5.0	5	0	0 ~ 0	9.3	10.2
3	4.5	4	1	0 ~ 0	10.8	11.8
	5.5	6	0	0 ~ 0	8.5	8.2
5	5.0	5	0	0.5 ~ 1	10.6	12.0
	6.0	6	0	0 ~ 0	8.0	6.3
7	5.0	4	2	0.5 ~ 2	10.5	15.5
	5.5	6	0	0 ~ 0	8.0	5.7
10	15.0	5	20	10 ~ 17	10.5	31.0
	7.0	4	6	1 ~ 11	7.8	6.5

上段 作泥時

下段 150°C×16時間

表 2.2 5 5%ベントナイト懸濁液+テルリグの熱変化(180°C)

テルリグ 添加量 g/100 ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$) ²⁾	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$) ²⁾	P H	脱水量 (ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 3	8.3	13.6
2	5.0	5	0	0 ~ 0	11.0	12.3
	7.5	8	0		7.8	10.3
3	5.0	5	0	0 ~ 0	11.0	12.1
	7.5	7	1	0 ~ 0	8.3	12.8
5	5.0	4	2	0 ~ 0	11.0	11.9
	7.5	7	1	0 ~ 0	7.6	7.0
7	5.5	5	1	0.5 ~ 2	10.8	16.0
	8.5	9	0	0 ~ 0	7.5	5.6
10	17.5	5	25	2 ~ 15	10.9	30.0
	12.5	8	9	0.5 ~ 1	7.8	7.1

上段 作泥時

下段 180°C×16時間

表 2.26 5%ベントナイト懸濁液+テルリグの熱変化(200°C)

テルリグ 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 4	8.3	13.6
2	5.5	6	0	0 ~ 0	10.1	12.0
	7.0	7	0	0 ~ 0	7.8	17.0
3	5.5	6	0	0 ~ 0	10.6	11.5
	9.0	1.0	0	0 ~ 0	7.8	19.0
5	5.5	5	1	0.5 ~ 1	10.8	12.0
	14.0	1.4	0	0.5 ~ 1	7.7	22.1
7	5.5	5	1	0.5 ~ 2	10.4	16.6
	10.0	1.1	0	0.5 ~ 1	8.1	27.0
10	12.5	4	7	11 ~ 23	10.4	13.0
	18.0	1.4	8	0.5 ~ 17	7.8	13.0

上段 作泥時

下段 200°C×16時間

リ、ベントナイト5%懸濁液にリグネート2,3,5,10%添加した場合の
150°C、180°C、200°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.27 5%ベントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(150°C)

リグネート 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^3}$)	P H	脱水量 (ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	14.4
	6	5	2	1 ~ 1	9.1	14.0
2	5.5	6	0	0 ~ 0	10.8	8.8
	6	6	0	0 ~ 0	7.8	8.0
3	5.5	6	0	0 ~ 0	10.5	7.5
	6	6	0	0 ~ 0	7.7	7.0
5	6.5	5	2	0.5 ~ 2	10.4	6.1
	6	6	0	0 ~ 0	7.6	5.7
7	6.5	5	2	1 ~ 3	10.6	5.1
	7	7	0	0.5 ~ 1	7.6	4.7
10	7.5	6	3	1 ~ 4	10.5	4.7
	7	7	0	0.5 ~ 1	7.7	4.1

上段 作泥時

下段 150°C×16時間

表 2.28 5%ベントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(180°C)

リグネート 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 3	8.3	13.6
2	5.0	5	0	0 ~ 0	10.6	8.6
	8.0	8	0	0 ~ 0	7.5	9.9
3	5.5	5	1	0 ~ 0	10.9	8.6
	8.0	8	0	0 ~ 0	7.7	8.0
5	6.5	6	1	0.5 ~ 1.5	10.9	8.4
	8.5	9	0	0 ~ 0	7.7	5.3
7	7.0	6	2	1 ~ 3	10.8	8.1
	9.5	9	1	0 ~ 0	7.6	4.5
10	8.0	6	4	1.5 ~ 5	10.7	8.2
	12	12	0	0.5 ~ 1.5	7.5	4.5

上段 作泥時

下段 180°C×16時間

表2.29 5%ベントナイト懸濁液+リグネートの熱変化(200°C)

リグネート 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{Lb}{100ft^2}$)	Gel($\frac{Lb}{100ft^2}$)	PH	脱水量(ml)
0	6	5	2	1 ~ 2	9.9	15.0
	6.5	5	3	1 ~ 4	8.3	13.6
2	5.0	5	0	0 ~ 0	11.0	9.5
	11.0	11	0	0 ~ 0	7.8	14.5
3	5.5	5	1	0 ~ 0	10.8	8.5
	12.0	12	0	0 ~ 0	7.7	12.7
5	6.0	5	2	0.5 ~ 1.5	10.7	8.0
	28.0	26	4	0.5 ~ 2	8.0	13.1
7	7.0	6	2	1 ~ 2.5	10.8	8.0
	30.0	26	8	1 ~ 2.5	7.9	10.8
10	8.0	6	4	1.5 ~ 4	10.5	8.1
	51.0	38	26	1.5 ~ 13	7.6	13.2

上段 作泥時

下段 200°C×16時間

又、 ベントナイト 5% 懸濁液に K- ℓ ig 2, 3, 5, 7, 10% 添加した場合の 150°C、180°C、200°C、16 時間加熱後の泥水性質

表 2.30 5% ベントナイト 懸濁液 + K- ℓ ig の熱変化 (150°C)

K- ℓ ig 添 加 量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量 (cc)
0	6.5	6	1	0 ~ 1	102	14.0
2	6.5	5.5	2	1 ~ 25	10.1	11.3
3	7.5	5.5	4	1 ~ 40	10.1	10.9
	7.5	7	1	0 ~ 1	87	7.4
5	9.5	5.5	8	4 ~ 51	10.1	9.3
	8.5	7.5	2	0 ~ 3	86	8.8
7	15.5	6	19	20 ~ 67	10.1	7.5
	10.5	9	3	0 ~ 5	87	6.8
10	21	8	26	35 ~ 52	100	6.0

上段：作泥時の泥水性質

下段：150°C、16 時間加熱後の泥水性質

表 2.3 1 5%ペントナイト懸濁液 + K-*lig* の熱変化 (180°C)

K- <i>lig</i> 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	PV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	PH	脱水量 (cc)
0	6.5	6	1	0 ~ 1	10.2	14.0
	7	6	2	0 ~ 8	8.5	13.0
2	6.5	5.5	2	1 ~ 25	10.1	11.3
	7.5	6.5	2	0 ~ 3	8.6	11.3
3	7.5	5.5	4	1 ~ 40	10.1	10.9
	9	7.5	3	0 ~ 9	8.7	10.8
5	9.5	5.5	8	4 ~ 51	10.1	9.3
	10.5	8	5	0 ~ 8	8.6	8.6
7	15.5	6	19	20 ~ 67	10.1	7.5
	11.5	10	3	1 ~ 6	8.4	6.1
10	21	8	26	35 ~ 52	10.0	6.0
	15	13	4	1 ~ 8	8.6	5.8

上段：作泥時の泥水性質

下段：180°C、16時間加熱後の泥水性質

表2.32 5%ベントナイト懸濁液+K-*lig* の熱変化(200°C)

K- <i>lig</i> 添加量 g/100ml	泥 水 性 質					
	AV(cp)	FV(cp)	YV($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	Gel($\frac{\text{Lb}}{100\text{ft}^2}$)	P H	脱水量(cc)
0	6.5	6	1	0 ~ 1	9.9	14.0
	7	5.5	2.5	0 ~ 1	8.4	13.8
2	6.5	5.5	2	0 ~ 22	10.0	11.2
	11.5	8	7	1 ~ 3	8.5	13.4
3	8.5	5	7	1 ~ 42	9.9	10.0
	18.5	9	19	5 ~ 48	8.5	13.1
5	11	5	12	12 ~ 70	10.0	8.4
	15.5	10	11	1 ~ 22	8.5	9.8
7	15	8	14	20 ~ 68	10.0	6.9
	14.5	12	5	0 ~ 7	8.5	7.4
10	23	10	26	40 ~ 62	10.2	5.9
	17.5	14	7	1 ~ 8	8.5	5.7

上段：作泥時の泥水性質

下段：200°C、16時間加熱後の泥水性質

(2) Fann MODEL 50B Viscometer による試験

3%および5%ベントナイト懸濁液にテルナイトB、K-*lig*、BM-ナイトを添加した場合の温度による粘度変化を Model 50B Fann Viscometer により測定した。

試験結果を図 2.1 ~ 図 2.8 に示す。

a. 試験結果

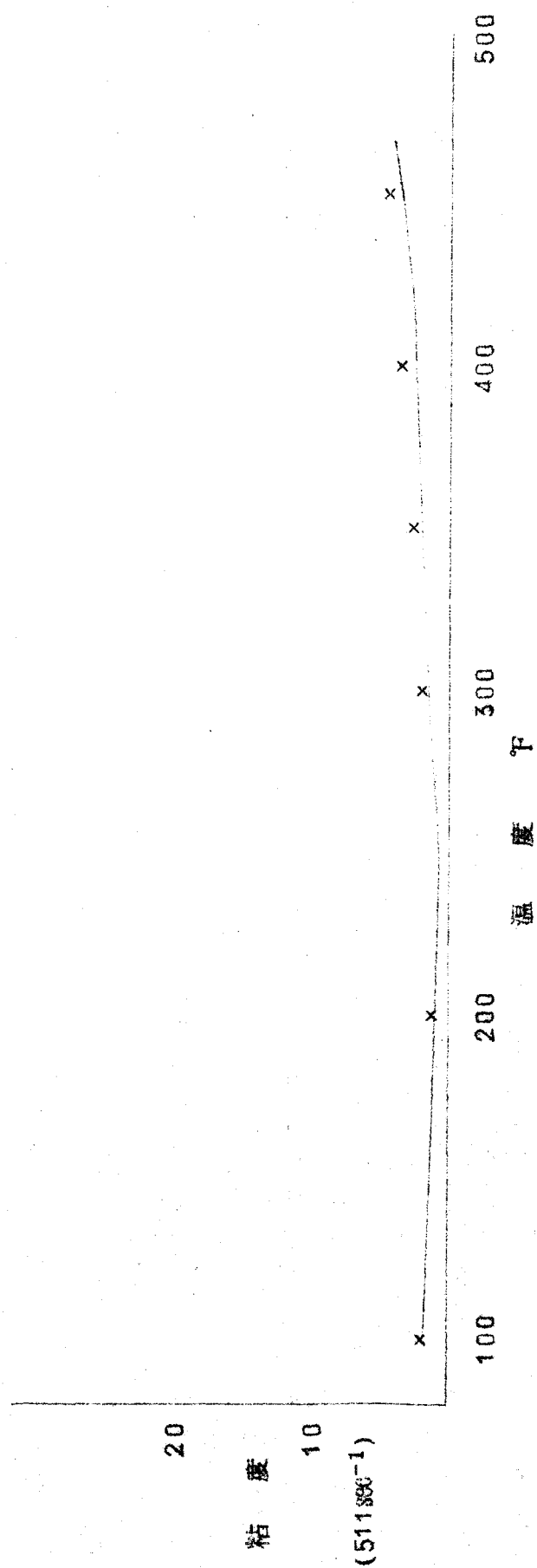


図 2.1 3%ベントナイト懸濁液の温度による粘度変化

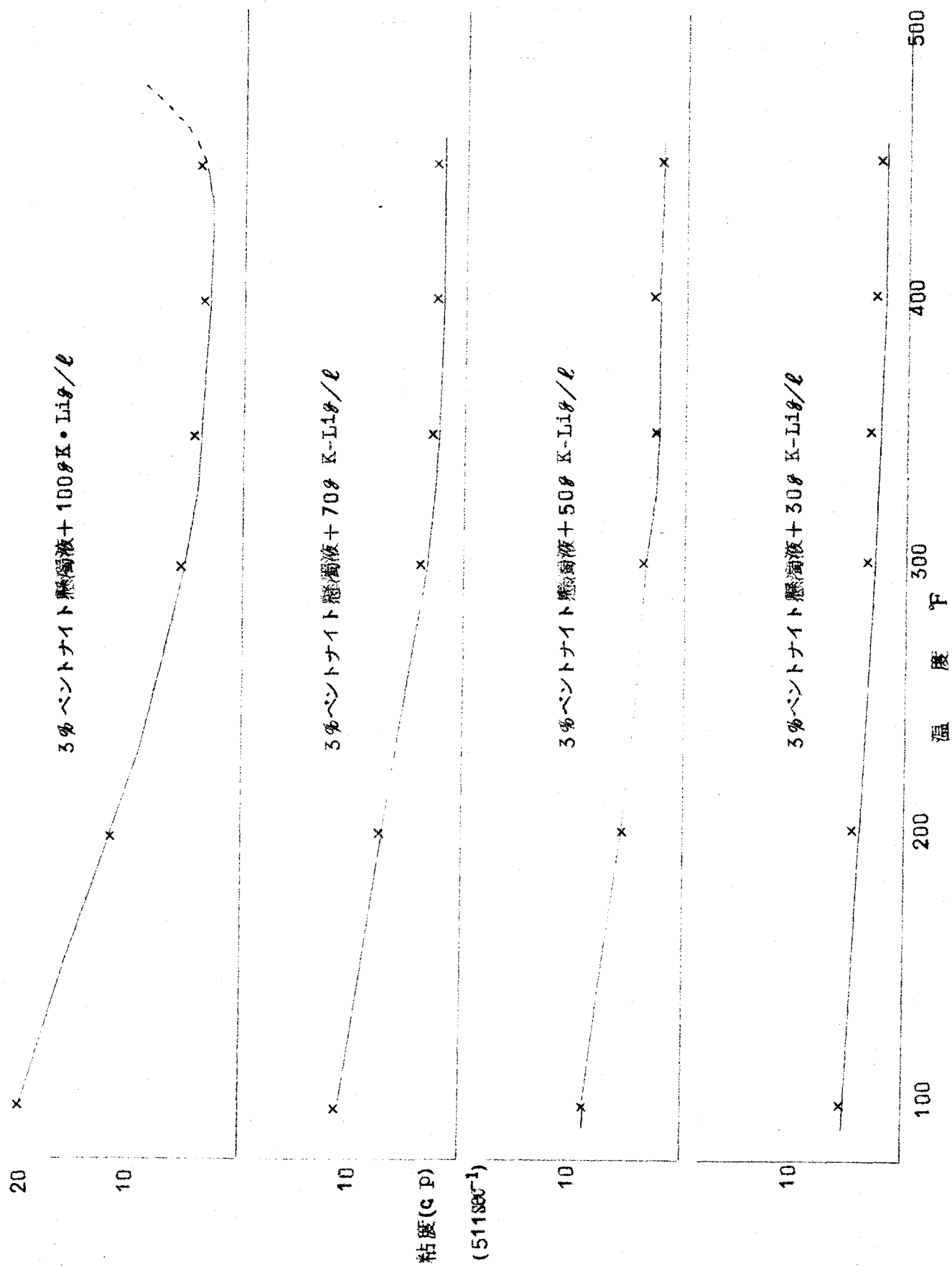


図 2.3 3% ベントナイト懸濁液 + K-Li₉ の温度による粘度変化

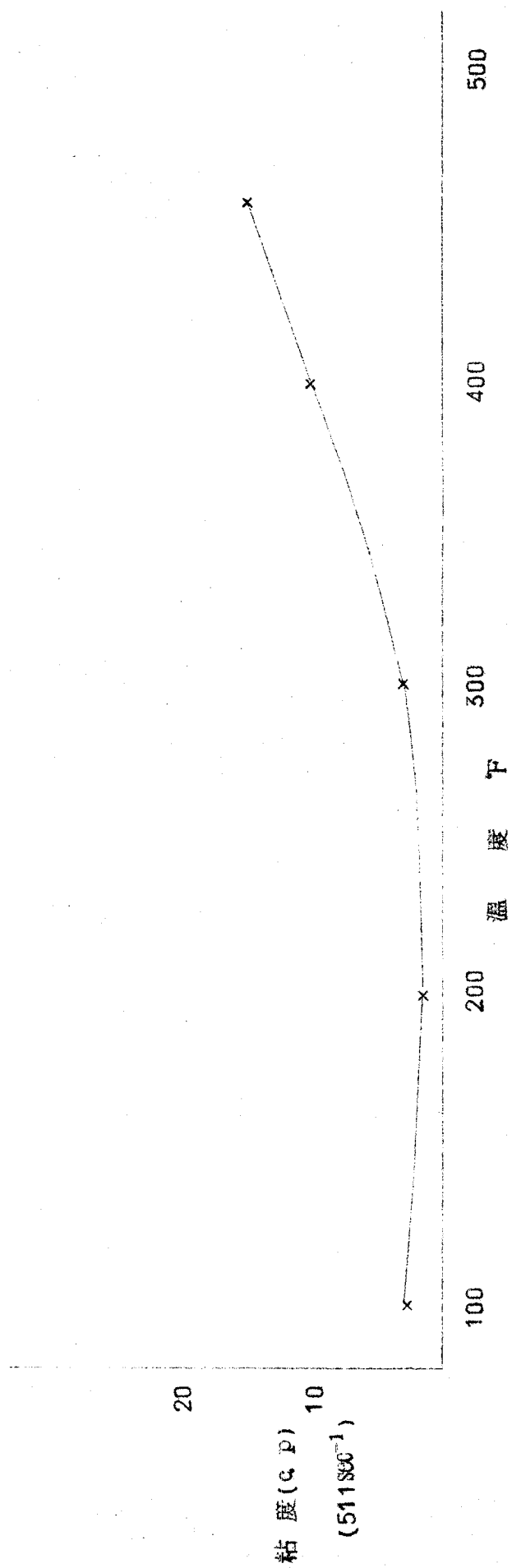
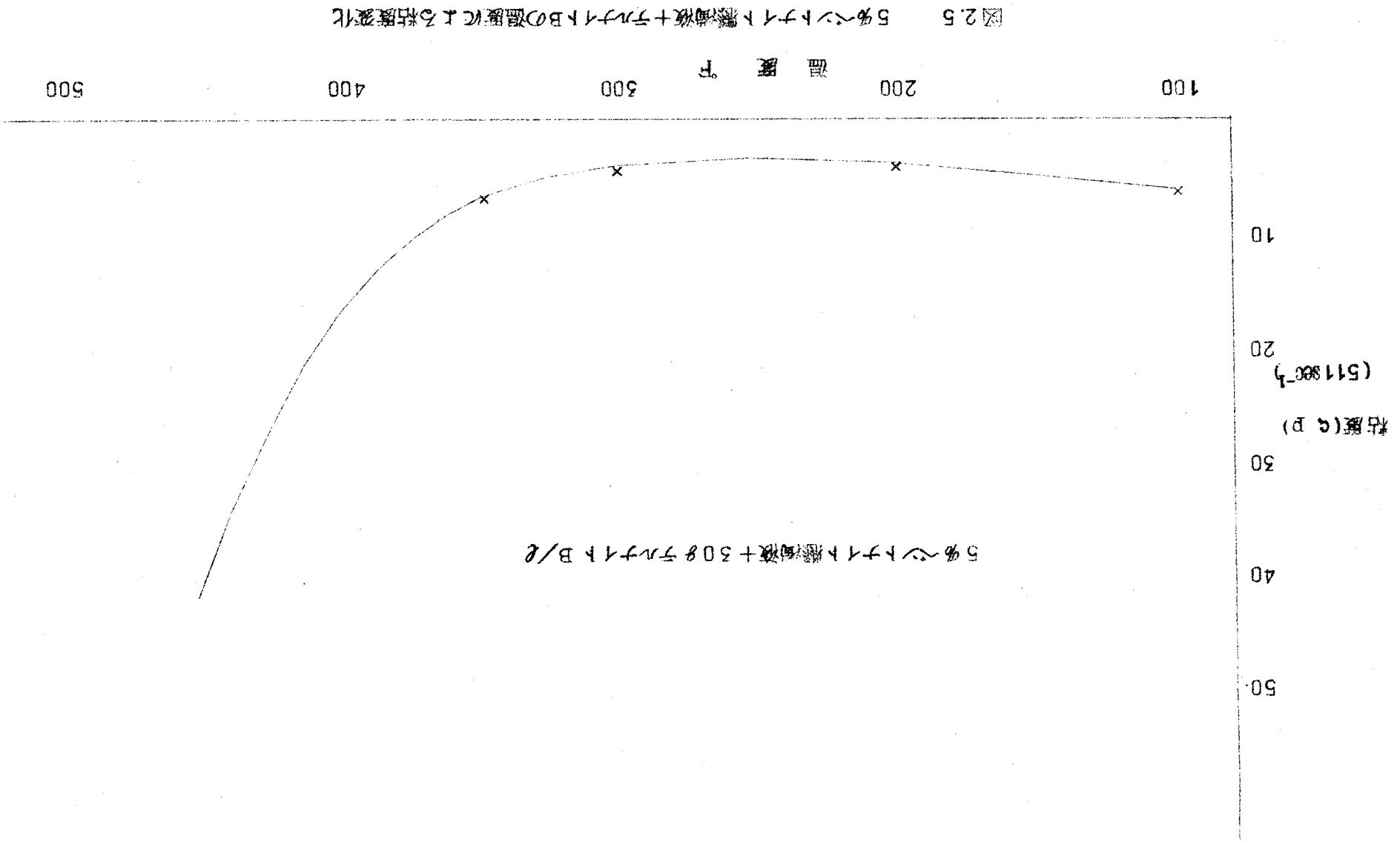


図 2.4 5% ベントナイト懸濁液の温度による粘度変化



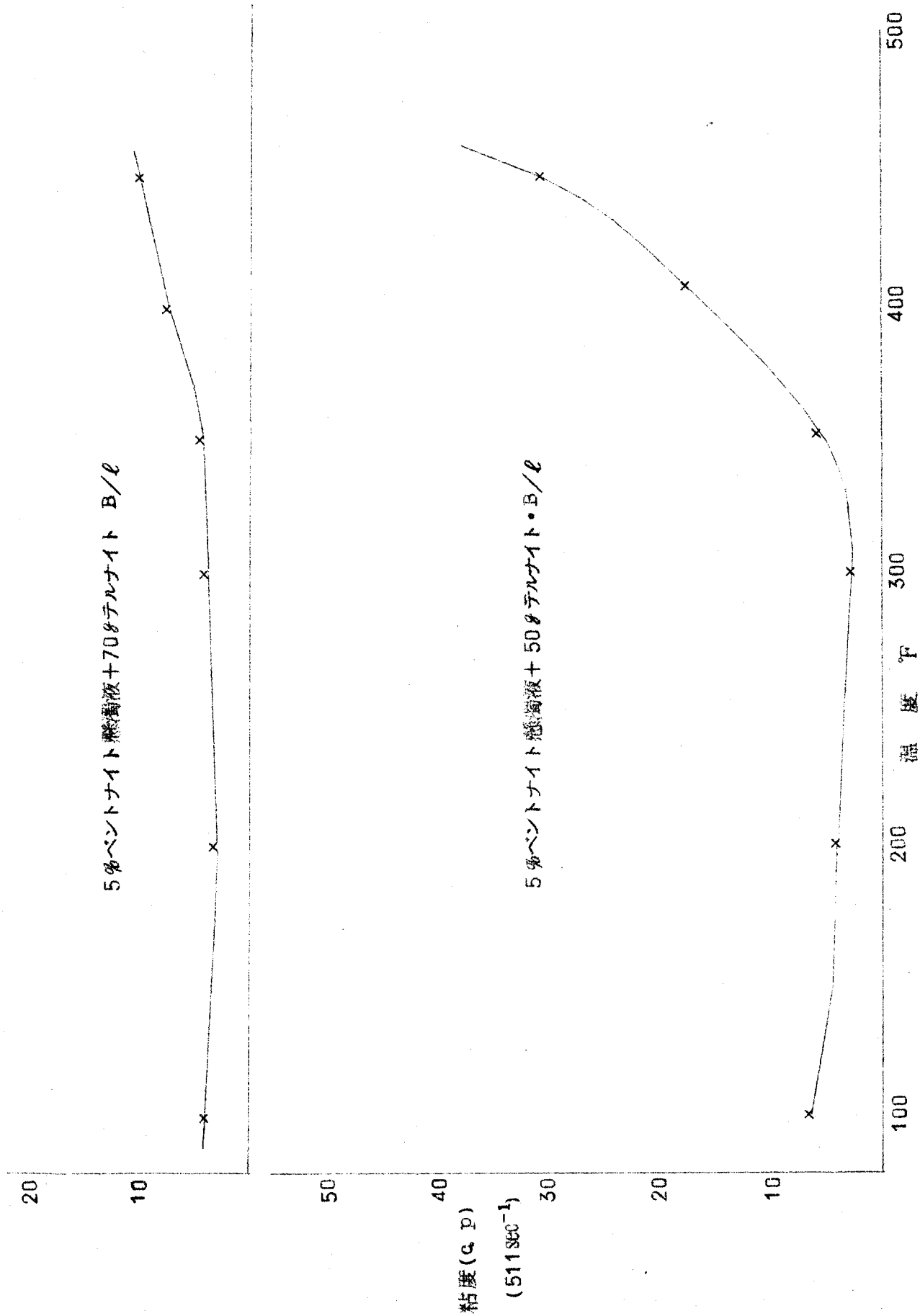


図 2.6 5%ベントナイト懸濁液+テルナイトBの温度による粘度変化

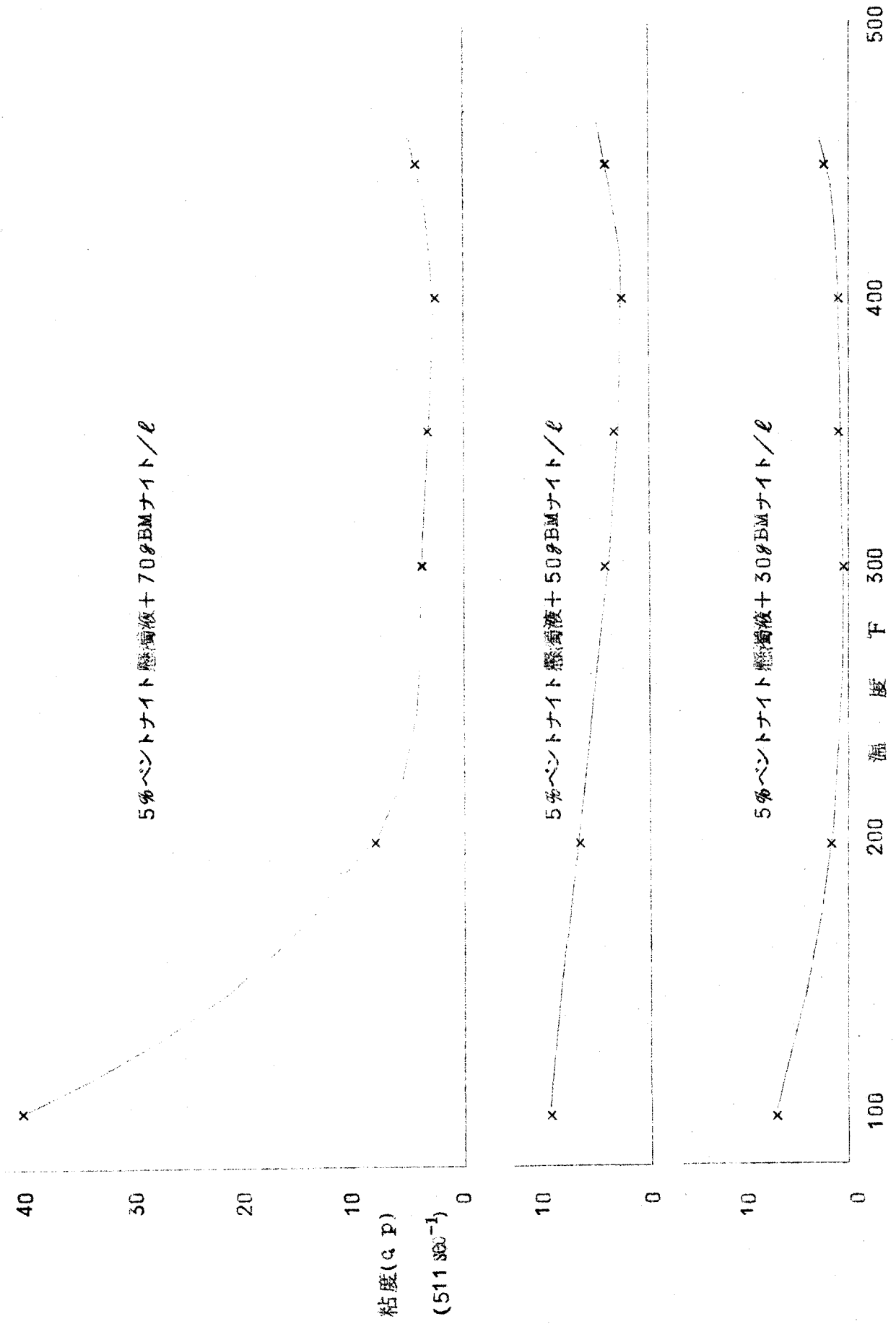


図 2.7 5%ベントナイト懸濁液+BM-ナイトの温度による粘度変化

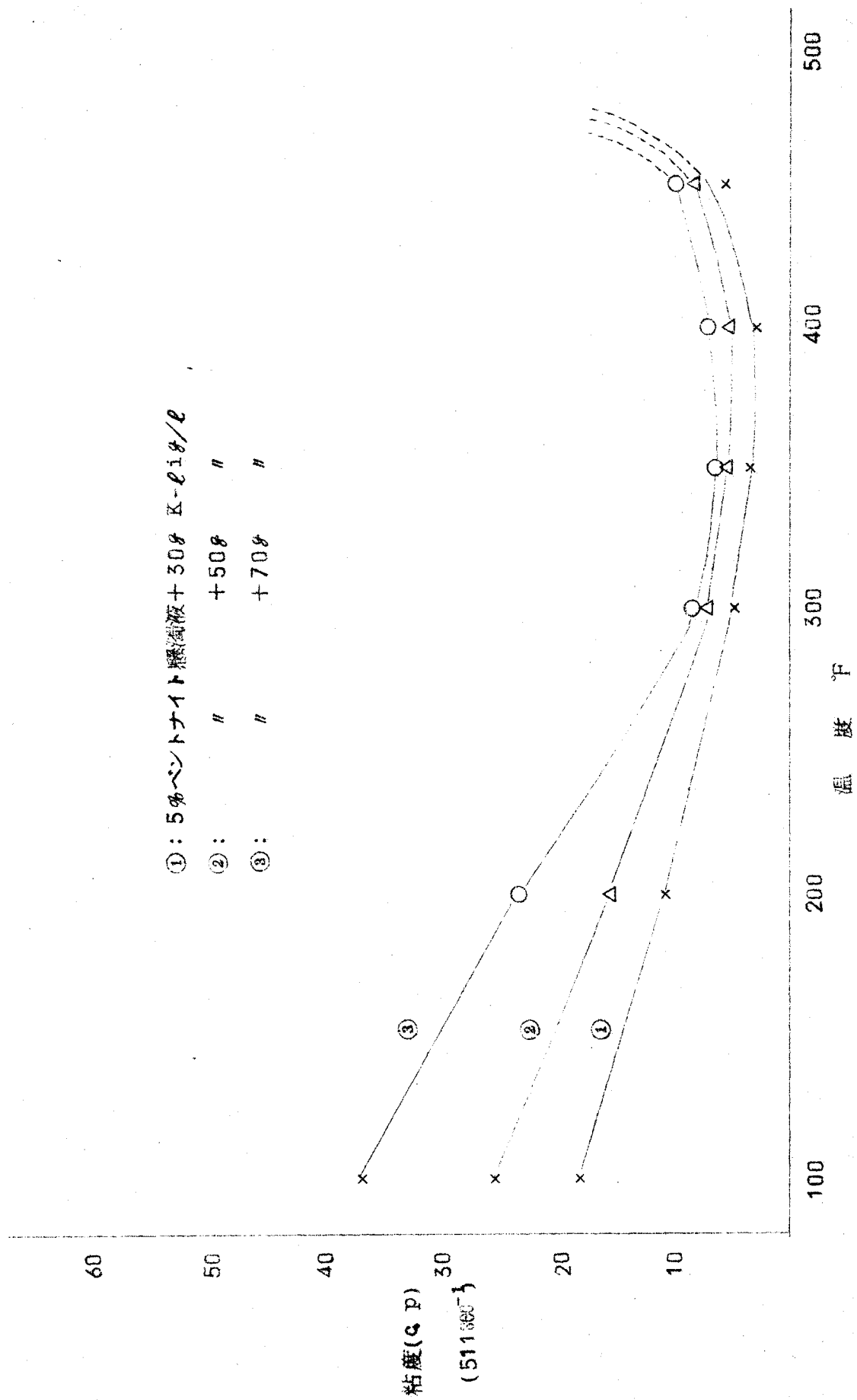


図2.8 5%ベントナイト懸濁液 + K-218の温度による粘度変化

2.3.3 考察および問題点

以上のデーターのように、どの材料についても、混入量10%程度になると、作泥時および加熱後のゲルストレングスが大きくなる傾向がある。また、2~3%の混入量の少ない場合には、粘性、ゲルストレングスに関しては良好な性質を示すが、脱水減少^力がやゝ劣る。またカッティングに対する抑制力も劣ると思われる。もし、このような組成で泥水を作るとするならば、使用量は5~8%程度が適量と考えられる。

また、Fann Model 50B Viscometer を用いた実験において、例えばテルナイト B を用いた時の温度~粘性曲線は室温から約350°F (177°C) までは粘性は殆んど変化をおこさないか、或いは若干降下する傾向があるが、約350°F (177°C) 附近より若干上昇気味になる。この傾向は3%ペントナイト懸濁液の場合も5%懸濁液の場合も同様であるが、粘性の上昇の割合は5%ペントナイト懸濁液の場合の方がはるかに大きい。又テルナイト B の混入量が多ければ多いほどこの傾向は大きくなる。しかし3%ペントナイト懸濁液の場合には、変化をおこしはじめる温度は350°F (177°C) 附近でかわらないが、温度上昇に伴う粘性上昇はかなり小さくなっている。たとえば、3%ペントナイト懸濁液を使用しテルナイト B を50~70 g/l の濃度の場合には400°F (約200°C) 以上になっても粘性は5 cp (511 sec^{-1}) 以下を示しており、温度上昇による粘性の変化は非常に少ない。

BMナイトと、K-*el* は殆んど同様な傾向を示す。テルナイト B のように350°F 附近で変化をおこすようなことはない。

BMナイトと K-*el* を比較してみると、3%ペントナイト懸濁液の場合は、両曲線には殆んど差は認められないが、5%ペントナイト懸濁液を用いた場合には、K-*el* 溶液は、温度上昇による粘性の上昇の割合がBMナイト溶液の場合よりはるかに大きい。

BMナイトの方が K-*el* よりソリッドに対する抵抗力が強いとも言え

る。

今後これらのデーターにもとずき、ベントナイト懸濁液 3 ~ 5 %、上記分散解膠剤 5 ~ 8 % の組成のものについて、他の泥水材料（脱水調整剤等）を併用して、使用可能な泥水を作ることができるかどうかを検討する。

2.4 分散解膠剤の温度 200 °C における熱変化

2.4.1 はじめに

現在用いられている分散解膠剤 7 種類について、分散剤自体が 200 °C の温度により、熱処理すると、どの程度の変化をするかを調査するために、オートクレーブおよび赤外線分光光度計を用いて試験検討を行った。

2.4.2 実験方法

(1) 試料

内外の代表的な分散解膠剤 6 種類とスルホン化褐炭（以下 C_pSA と表記する）を選び、200 °C 熱処理の試料に供した。

表 2.1 各試料の主成分

試料名	主成分
1. CC-16 (米国)	フミン酸系
2. XP-20 (")	" (金属類を含有)
3. テルナイト B (国産)	フミン酸類似塩
4. BM-ナイト (")	フミン酸系 (クロム、フミン酸ソーダ)
5. K-618 (米国)	カリウムリグナイト誘導体
6. C _p SA (国産 試作品)	スルホン化炭
7. レジネックス (米国)	" と同類のもの

(2) 試料の調整

(1)の試料を約20%程度の水溶液とし、PH10に保ちながら一昼夜放置後、3000rpmの遠心分離器により30分間、遠心分離し不溶解分を除去し、その後に減圧蒸留乾燥して粉末化した。

このように精製した試料を200℃の熱処理の試料に供した。

(3) 200℃熱処理方法

オートクレーブ(容量1ℓ)を用いて、(2)で調整した試料を約10grを採り、500mlの水に溶解(PH10に保って、一昼夜放置)し、これをオートクレーブ中に入れ、初期に50kg/cm²に加圧して、温度を200℃に上昇させた。

この200℃に達してから、6時間放置し、その後急冷して中の試料を取り出して分析に供した。

(4) 赤外分光光度計による分析

(3)によって得た試料を減圧蒸留乾燥し、KBr法によって、赤外吸収スペクトル曲線を得た。

赤外分光光度計による分析は、KBr法とヌジュール法とに分けられるが、試料が固体であることからKBr法が適しているので、このKBr法により行った。

このKBr法は、KBrの単結晶を微粉碎し、これを200mgと粉末試料を1mgを十分に混合し、その混合物100mgを採って所定の成形器によって、直径約10mm程度の円板状に成形し、その成形試料を、赤外分光光度計の試料に入れて、赤外線を透過させて、その透過率の変化を各波長ごとに、自動記録させるものである。これによって得たスペクトル曲線が図2-1.2である。

2.4.3 試験結果及び考察

(4)によって得た赤外吸収スペクトル曲線は図2-1.2の如くである。これによると200℃熱処理前後で赤外吸収スペクトル曲線が、かな

り変化している。これは、2000になると相当変化していることの意味である。

この前後の赤外吸収スペクトル曲線では、定量的に判断することは不可能であるが、定性的に云えることは、2000の熱によって非常に分解しやすい構造の部分がある。

その構造はどのような部分であるかは、この実験では、まだ判明しない。

また、この程度の温度によっても鎖状構造部分が多く生成しているのではないかと推測される。

これらの構造変化が泥水にどの程度の影響力があるか、今後の問題である。

今後、さらに分析を行なって、構造変化についての解明について検討するとともに、2500の高温度に使用可能な泥水の研究開発を目標に、熱処理後における泥水性質の変化の試験と並行して、泥水材料の2000以上の高温度における熱変化について試験研究を行なう。

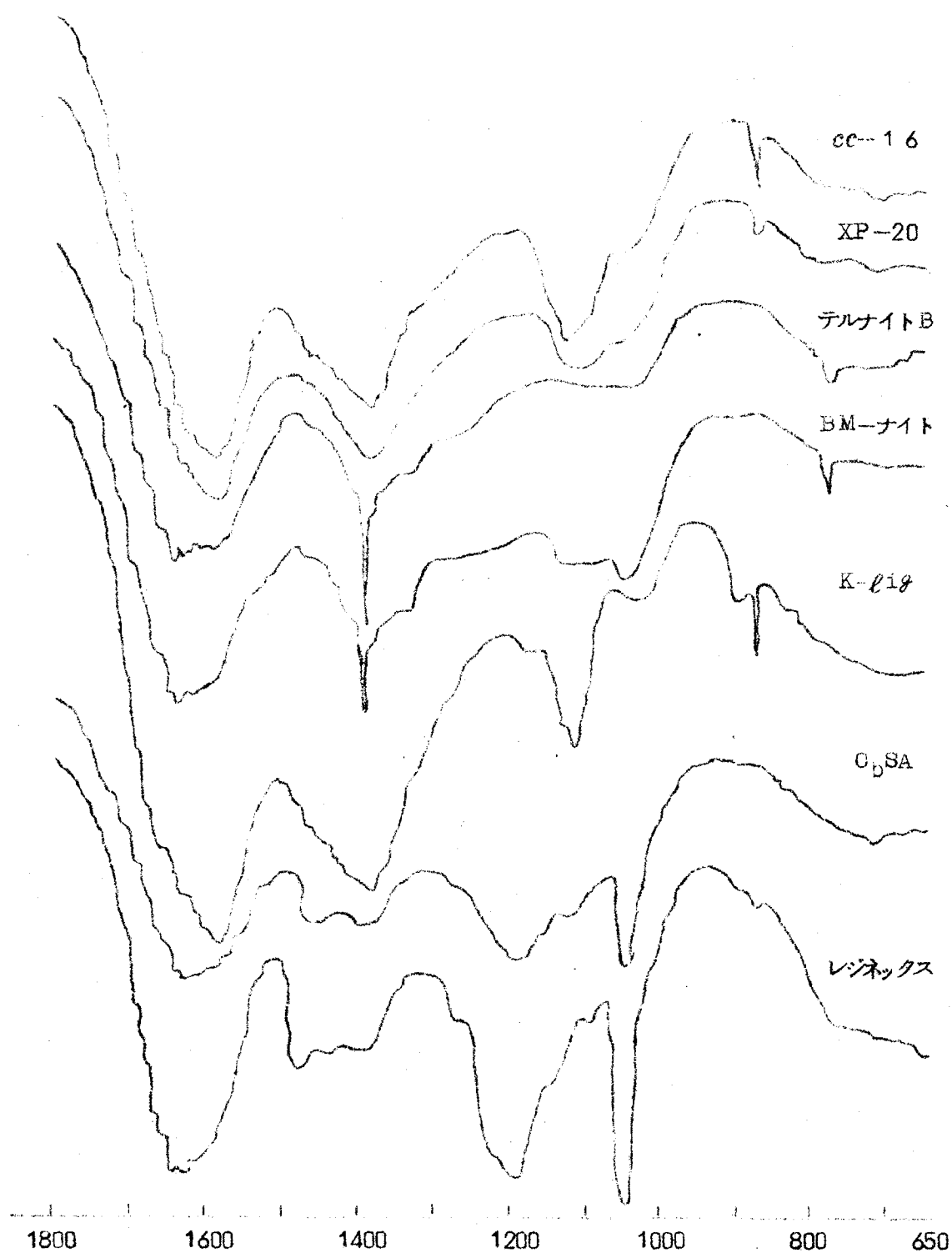


図2-1 200°C 熱処理前 cm^{-1}

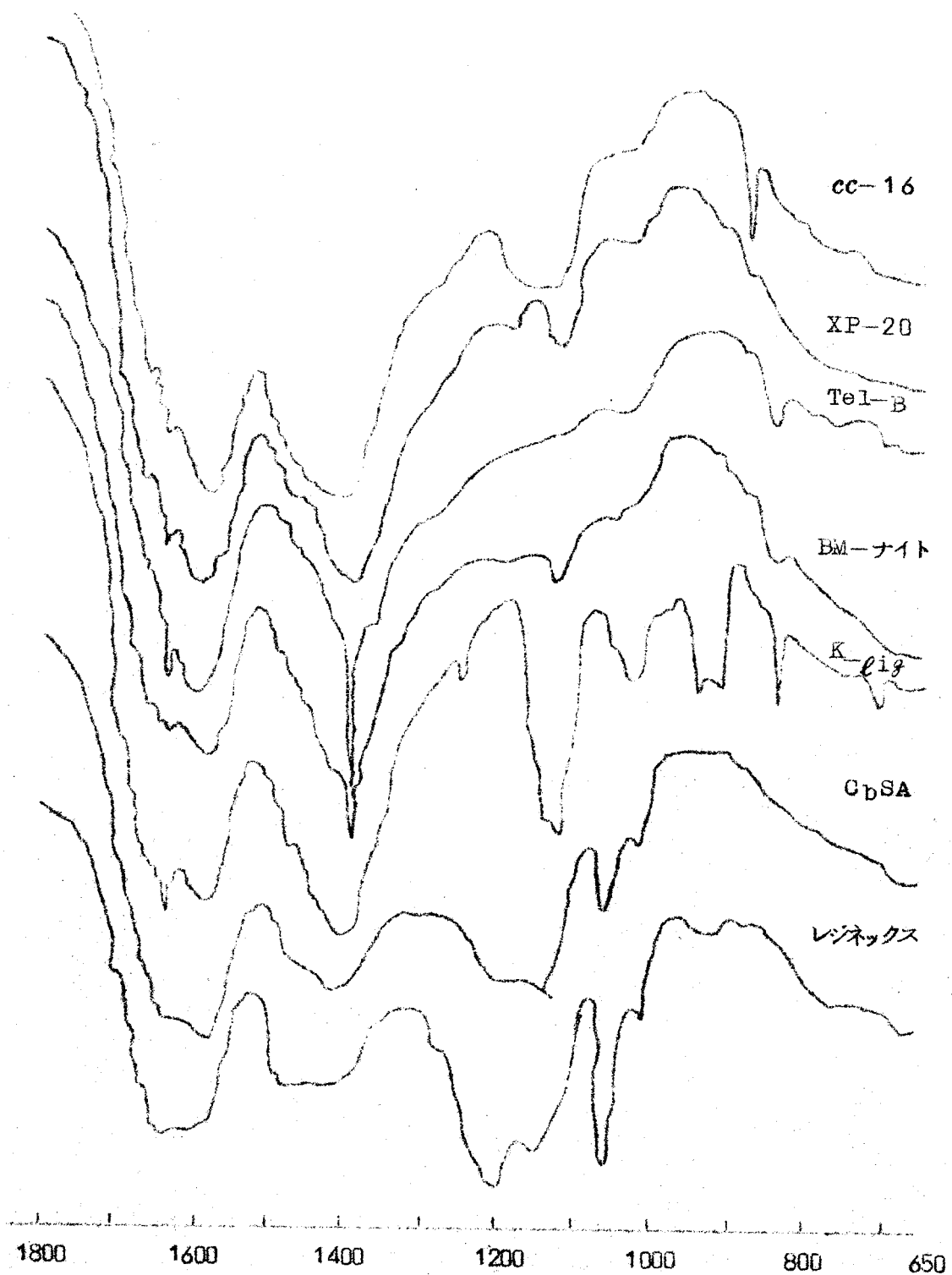


図2-2 200°C熱処理後 cm^{-1}

3. 実験用廃泥処理装置

3.1 はじめに

現用の掘削泥水には、クロム、フミン酸ソーダやリグニンスルホン酸ソーダおよび油類その他浮遊物等を含み、そのままでは放流、投棄できず、廃泥処理を行わなければならない。

この泥水中に懸濁されている微細な粒子は、そのままでは分離しにくく、短期間で清澄水にできない。

これらの粒子をお互に結合させて大きな集合体（フロック）にすることによって、沈降、脱水の分離操作を容易にさせる凝集作用が必要である。これに用いる薬品が凝集剤である。

一般の石油、ガス井の掘さく泥水の廃泥処理については、これまでのいろいろと研究を重ねて、無機凝集剤および高分子凝集剤を使用して処理できる見通しを得ているが、まだ実用されていない。

地熱井に用いられる泥水材料は、高温度のため一般の石油、ガス井に用いられる泥水と比較して、先に述べたクロム、フミン酸ソーダやリグニン系の泥水材料の使用量が多く、廃泥水の処理には相当の困難が予想される。

また49年7月よりサンシャイン計画の第1期計画として「250℃の地熱環境下で使用する泥水の研究開発」が発足しており、将来200℃～250℃以上の高温度に使用可能な、地熱井用掘さく泥水として、泥水材料、種類等現用のものと異なるものが開発されるものと思われる。したがって、地熱井用掘さく泥水の研究開発と並行して廃泥処理の研究をすすめる必要がある。

49年度は、今まで行なった廃泥処理の研究成果にもとづいて、廃泥処理フローシートを定め、 $1\frac{kg}{hr}$ の性能をもつ実験用廃泥処理装置の調査、検討を行ない仕様を設定し、製作図面を設計した。

3.2 廃泥処理フローシート

実験用廃泥処理装置を設計するにあたり、廃泥処理方法を検討した。
廃泥処理方法には、普通分離法と濃縮分離法が考えられる。

(1) 普通分離法（泥水中のソリッド $6\text{g}/100\text{cc} \sim 18\text{g}/100\text{cc}$ のもの）

一次処理（第一の凝集作用）

(イ) 無機凝集剤（塩化第二鉄等）

(ロ) " （消石灰等）を添加

二次処理（大きなフロックを作り水とスラッジに分離させる）

(イ) 高分子凝集剤（サンフロック N-50P 等）を添加

(ロ) 回転ドラム反応機に入れる。

(ハ) 次に濾布コンベヤー（30メッシュ）にかけ脱水させる。

(ニ) 分離水は pH 調整脱色後放流する。

(ホ) スラッジは運搬投棄又は固化剤で安定化後投棄する。

(2) 濃縮分離法（泥水中のソリッド $6\text{g}/100\text{cc}$ 以下の低濃度のもの）

一次処理

(イ) 無機凝集剤（塩化第二鉄等）添加攪拌

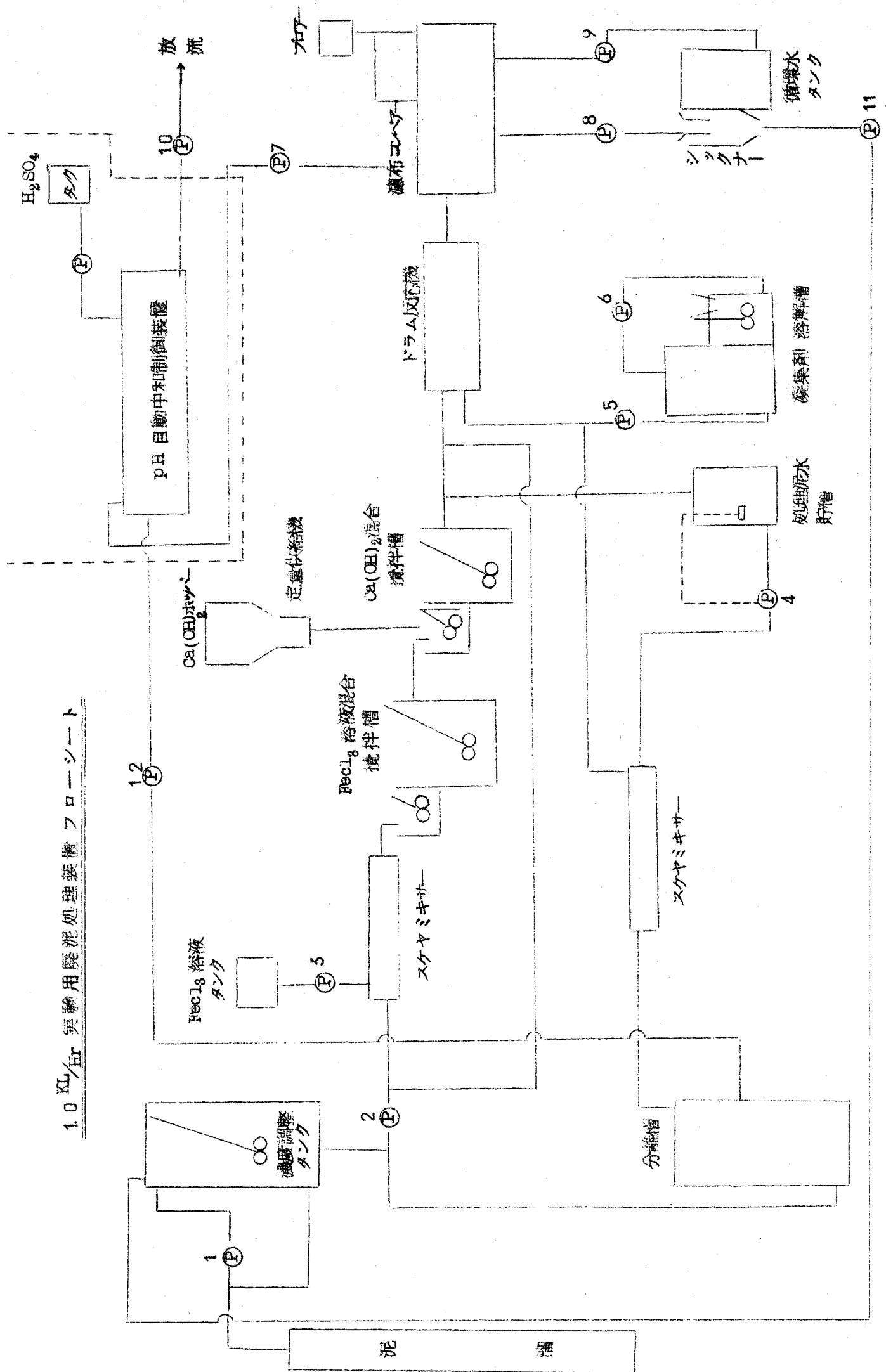
(ロ) " （消石灰等） "

(ハ) 高分子凝集剤（サンフロック N-50P 等） 添加攪拌

一次反応槽（薬品混入槽）で一次処理後凝集分離槽へ入れ自然沈降させ、水分とスラッジに分け分離水は pH 調整脱色後放流する。濃縮物のスラッジは(1)普通法の二次処理の方法と同様の処理を行なう。

実験用廃泥処理装置を設計するにあたり、低濃度廃泥水の普通分離法と濃縮分離法で処理可能な廃泥方法のフローシートを設定した。

1.0 KL/日 実験用廃泥処理装置 フローシート



3.3 廃泥処理装置の仕様

廃泥処理能力 $\frac{1\text{kg}}{\text{hr}}$ の実験用廃泥処理装置に必要な泥水供給定量ポンプ、凝集剤供給定量ポンプ、中和水放流ポンプ等の各種ポンプ類、タンク関係、攪拌槽、ドラム反応機、濾布、コンベヤー、pH検出自動中和装置等について、必要性能、型式等について検討を加え、その仕様を次のように設定した。

(1) ポンプ関係

No	機 種	仕 様
1	泥 水 ポ ン プ	スラリーポンプ KP-II-50型 50A×5m ³ /min×10m×3.7kW-4p 定量性必要とせず ケーシング全鋳鉄製、シール、メカニカルシール
2	泥水供給定量ポンプ	スネークポンプ NF-11-FNIV型 JIS10K2B×8~28ℓ/min×max×5kg/cm ² ×1.5kW-4p ケーシング鋳鉄、シール、メカニカルシール、無段変速機付
3	塩化第二鉄 供給定量ポンプ	レッポロポンプ、0.04ℓ~0.22ℓ/min 耐塩性
4	処理泥水ポンプ	ダイヤフラムポンプ HDP-10210W-SL型 JIS10K 65A×max 34.9ℓ/min×max 5kg/cm ² ×1.5kW-4p ケーシング SUS-304 シール、グランドレス 定量性必要
5	凝集剤供給 定量ポンプ	ダイヤフラムポンプ HDP-IB150W-VS4型 JIS 10K 40A max 11.5ℓ/min×max 5kg/cm ² ×0.75kW-4p ケーシング PVC シール、グランドレス
6	凝集剤送入ポンプ	ギャーポンプ SG P-32 型 32A×51ℓ/min×2~3kg/cm ² ×0.75kW-4p ケーシング SUS-304 シール、グランドバックキング 定量性必要なし

No	機 種	仕 様
7	濾水ポンプ	カスケードポンプ KP-2型 JIS 5K 20A×12ℓ/min×10m×0.2kW-4p ケーシング全鋳鉄 シール、グランドパッキング 定量性必要なし
8	循環ポンプ	カスケードポンプ KP-2型 JIS 5K 20A×12ℓ/min×10m×0.2kW-4p ケーシング全鋳鉄 シール、グランドパッキング 定量性必要なし
9	洗浄水ポンプ	カスケードポンプ KP-4型 JIS 5K 35A×25ℓ/min×20m×0.75kW-4p ケーシング全鋳鉄 シール、グランドパッキング 定量性必要なし
10	中和水放流ポンプ	カスケードポンプ KP-6型 JIS 5K 40A×83ℓ/min×10m×1.5kW-4p ケーシング全鋳鉄 シール、グランドパッキング 定量性必要なし
11	シックナースラッチ ポンプ	スネークポンプ NF-318 T型 20A×max 10ℓ/min×max 3.5kg/cm ² ×0.4kW-6p ケーシングアルミニウム合金 シール、メカニカルシール 定量性必要なし
12	分離槽内分離水 ポンプ	スラリーポンプ KP-II-40型 40A×50~150ℓ/min×8m×0.75kW ケーシング全鋳鉄 シール、メカニカルシール 定量性必要なし

(2) 攪拌機

No	機 種	仕 様
1	濃度調整タンク用	型式 MT34-BOS 電動機 7.5kW-4p シャフト径×長さ 55φ×2700 プロペラ 550φ×2段

No	機 種	仕 様
2	塩化第二鉄 タンク用	型式 520F-0.2B 電動機 0.2kW-4p シャフト径×長さ 15.81φ×800 プロペラ 200φ×2段
3	塩化第二鉄 混合タンク用	型式 520-0.75 電動機 0.75kW-4p シャフト径×長さ 22.2φ×1,000 プロペラ 300φ×2段
4	消石灰混合タンク用	型式 520F-0.1B 電動機 0.1kW-4p シャフト径×長さ 12.7φ×500 プロペラ 160φ×2段
5	消石灰混合タンク用	型式 520-0.4 電動機 0.4kW-4p シャフト径×長さ 22.2φ×850 プロペラ 250φ×2段
6	凝集剤 タンク用	型式 520-0.4 電動機 0.4kW-4p シャフト径×長さ 22.2φ×850 プロペラ 250φ×2段

(3) スケヤミキサー

ステンレス製ミキサー

外径 33.5mm

内径 26.7mm

材質 ハウジング SUS-32

エレメント SUS-33

エレメント数 12枚

(4) フロアー

ミッキターボファン

PF 24^B-1 型

5m³/min × 600mm A₂

ベルト掛式

電動機 1.5kW-2P

(5) pH 検出自動制御中和装置

操作盤 一式

pH 指示調節記録計 1

中和槽、記録槽タンク 1

硫酸タンク 1

攪拌機 1

硫酸注入ポンプ CM-3 型

pH 電極

(6) 濾布コンベアー

スプロケット DP 394.25φ

歯数 78 枚

濾布 30メッシュ ベルトコンベアー KMR-2 型

駆動チェーン

(7) その他

pH 指示調節計 HIC-2 形 2 式

PID 調節計 PS-863 形 1 式

2 ペン式記録計 EM-8,800 形 1 式

定量注入ポンプ 1 台

消石灰オートフィーダー 1 台

以上は、外註のものであり、自社製（帝国石油）の廃泥処理装置としては、次のようなものがある。

ドラム反応機

1.3 Kl 濃度調整タンク

// 分離槽

塩化第二鉄混合攪拌槽

// 溶液槽

消石灰 混合攪拌槽

凝集剤溶解槽

シクナー

濾布コンベアーおよびターボフューンコンモンベース

pH自動中和装置用コンモンベース

凝集剤溶解槽関係配管、濾布コンベアー～中和タンク配管

その他、各タンク関係の配管および電気関係等。

以上 $1.0 \frac{\text{Kl}}{\text{hr}}$ 廃泥処理装置の仕様であるが、廃泥処理装置の全体改置図を図 3.1 にドラム反応機の構成図を図 3.2 に示す。

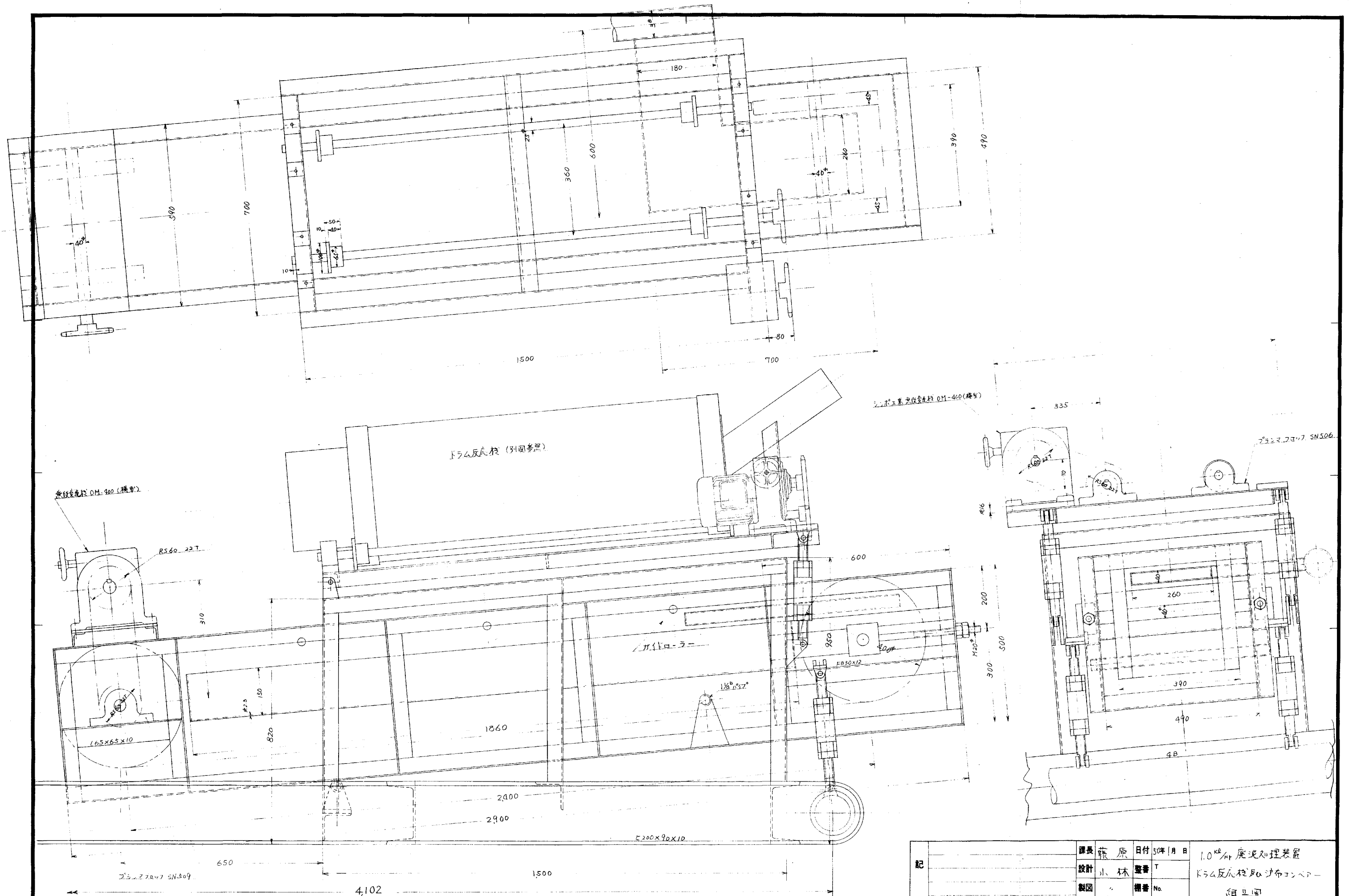


図3.2 ドラム反応機

記 事	課長	藤原	日付	50年1月日	1.0 ^{kg} /hr 炭泥処理装置
	設計	小林	監審	T	ドラム反応機取付布コンベアー
	製図		欄番	No.	組立図
	写図		葉数	16	帝国石油株式会社
	照査	小林			施設資材部施設課

3.4 考察および問題点

1 Kg/hr の性能をもつ、実験用低濃度廃泥処理装置についての仕様設定に当って、特に凝集剤自動混入方法、pH自動コントロールに重点をおいて、連続廃泥処理可能なフローシートを設定した。

すなわち、無機凝集剤塩化第二鉄添加後の pH コントロールについては、pH 調節計 (P. I. D) からの信号にて薬注ポンプをコントロールして吐出量を自動的に変化させる方法とし、消石灰添加後の pH コントロールは、pH 調節計 (上下限) とタイマーを組合わせた調節法で、調節計からの信号でオートフィダーの回転数を変えて供給量を自動的に変化させる方法とした。今後実験用廃泥処理装置を製作後は、室内及び現場実験を重ね、地熱井用廃泥処理について、最も経済的で最適の処理方法を設定しなければならないが、特に問題となる点は二次処理における回転ドラム反応機の回転スピードの変化によるブロック、透過率、含水率の変化と一次脱水に用いられる濾布の種類およびスピードの変化による含水率の変化および二次脱水方法等について検討する必要がある。また、実験用廃泥処理装置により、処理した後の分離されたスラッジおよび高濃度廃泥水を直接固化する方法を研究する必要があると思われる。

Ⅱ 今後の開発計画

Ⅱ 今後の研究開発計画

地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発

研 究 項 目	分担会社	5 0 年 度	5 1 年 度	5 2 年 度	5 3 年 度	5 4 年 度	5 5 年 度
1. 専用試験装置の開発							
(a) 高温老化試験装置	テルナイト	調査、計画、設計	製作調整				
(b) 高温高圧フライングス	"	調査、計画、設計	製作調整				
(c) 高温粘度計	"		調査、計画、設計	製作、調整			
(d) 逸泥に属する試験装置	"		調 査	調査、計画、設計	製作、運転		
2. 水-粘土系泥水材料 の研究開発(250℃目標)							
(a) 各泥水材料の研究	テルナイト	泥水材料耐熱試験 組成の研究	泥水材料耐熱試験 組成の研究	泥水材料の改良 組成の研究	泥水材料の試作 組成の研究	泥水組成、調泥 技術の研究	泥水組成 調泥技術の総合研 究、まとめ
(b) 逸泥防止方法に關 する研究	帝国石油 テルナイト		調 査	調査、研究	調査、試験研究	追試研究 逸泥対策	総合研究、まとめ
3. 廃泥処理の研究							
(a) 実験用廃泥処理装 置の製作	帝国石油	計画、設計	装置の製作 運転研究	運 転 研 究	改良、運転	追試総合検討まとめ	
(b) 廃泥処理試験	テルナイト	処理方法 処理剤の研究	処理剤の研究	処理剤の研究室内 および(現場実験)	処理剤の研究室内 および(現場実験)	追試総合検討まとめ	
(c) 廃泥処理装置(実 機)の計画設計	帝国石油 テルナイト						計 画 設 計
4. 油-粘土系泥水の調査 基礎研究(350℃目標)	テルナイト					基礎調査	基礎研究まとめ

昭和50年度以降の研究開発計画の概要

地熱環境下で使用可能な泥水の研究開発

昭和50年度

1. 専用試験装置の開発

坑内と類似の条件下で泥水の性状を調査する必要があるが、既存の試験装置では不十分である。このための試験装置として高温老化試験装置、高温高圧フィルタープレスおよび高温粘度計が必要である。この種の試験は従来も行なわれているが、試験装置の性能は、250℃を目標とする条件を満足しないものである。

したがって、本研究で設定された坑底条件下で試験しうる上記装置を早期に開発しなければならない。

50年度は、高温老化試験装置および高温高圧フィルタープレスについて調査し、仕様を設定する。

2. 水-粘土系泥水材料の研究開発

49年度において行なった泥水材料および泥水の基礎調査と200℃までの熱変化の試験結果をもとに、220℃(目標温度250℃)に耐える泥水を開発するため、オートクレーブ、赤外線分光々度計およびX線回折装置、ならびに高温老化試験装置、粘度計等を用いて泥水材料と各泥水材料を用いた泥水組成について試験研究を行ない、250℃に耐える泥水の開発のための問題点を解明する。

3. 廃泥処理の研究

49年度において、調査、計画、設計した実験用廃泥処理装置について、その細部について検討を行なう。

また高濃度廃泥水の処理方法を検討し、直接安定化法について試験研究を行なう。

昭和 5 1 年度

1. 専用試験装置の開発

昭和 5 1 年度は、5 0 年度において調査仕様設定を行なった結果に基づき、高温老化試験装置、高温高圧フィルタープレスを製作、調整を行なう。高温粘度計については、5 2 年度製作を目標に調査計画を行なう。

また、逸泥防止に関する試験装置について調査を行なう。

2. 水一粘土系泥水材料の研究開発

(1) 昭和 5 0 年度の研究成果に基づき、高温度に安定な泥水材料について、オートクレーブ、赤外分光光度計を用いて 235℃までの熱変化(250℃目標)について試験研究を行なう。

(2) 泥水組成の研究として、各種泥水材料(分散解膠剤、高温度安定剤、潤滑剤、脱水調整剤)を用いた泥水の熱処理後における泥水諸性質の変化について、高温老化試験装置、高温粘度計等を用いて試験研究を行ない、235℃の条件下でも長時間使用し、十分機能を発揮しうるような泥水の研究開発を行なう。

(3) 地熱井の逸泥防止に関して、調査研究を行なう。

3. 廃泥処理の研究

実験用廃泥処理装置について、昭和 4 9 年、5 0 年度において調査、計画、設計を行なった結果に基づき、設計製作し、5 2 年度から廃泥処理の実験に使用できるよう調整する。また、廃泥処理剤については、5 0 年度に引続き、高濃度廃泥水の直接安定化法について試験研究を行ない、全体処理方式および装置の形式等を決定する。

第 5 2 年度

1. 専用試験装置の開発

5 1 年度に調査、計画、設計を行なった結果に基づいて、高温粘度計を製作し、調整を行なう。また、逸泥に関する試験装置について、調査、計画、設計を行なう。

2. 水一粘度系泥水材料の研究開発

- (1) 51年度235℃程度の使用温度を目標とした研究に引き続き、これをさらに250℃の条件下でも長時間使用し、十分な機能を発揮しうるような泥水材料の研究開発を行なう。

分散解膠剤については、51年度の研究結果に基づいて改良または、試作を行ない、250℃の高温における熱変化につき、赤外分光光度計、高温粘度計等を用いて研究する。

- (2) 各種泥水材料（分散解膠剤、高温安定剤、潤滑剤等）を用いた泥水についても、老化試験装置、高温粘度計、潤滑試験機等を用いて250℃の加熱後にどのような挙動、性状を示すかにつき試験する。その結果に基づき、改良、試作等を検討する。

- (3) 逸泥防止に関し、51年度の調査結果に基づいて逸泥対策について検討する。

3. 廃泥処理の研究

低濃度廃泥水について、その処理方法および処理剤の研究を行なうとともに、51年度において製作した実験用廃泥処理装置を用いて室内試験および掘削現場において、凝集、脱水、水処理など一連の処理プロセスを実験する。

昭和53年度

1. 水一粘土系泥水材料の研究開発

- (1) 52年度250°程度の使用を目標として、改良または試作した分散解膠剤等の泥水材料について、250℃の地熱環境下で使用可能な泥水としてどのような組成の泥水が最適であるかを設定するため、さらに詳細に各種性能試験を行なう。

- (2) 逸泥防止方法に関する試験

52年度の計画設計にもとづいて、必要な試験装置を製作するとともに、どのような逸泥防止対策が地熱環境下で有効かを研究する。

2. 廃泥処理の研究

低濃度泥水および高濃度廃泥水の処理剤の研究を行なうとともに、試験装置については、52年度における室内および現場実験を行なった結果により、必要な改造を行ない、室内および現場にて確認テストを行なう。

昭和54年度

1. 水一粘土系泥水材料の研究開発

(1) 泥水材料の研究開発

53年度までに改良、試作を行なった泥水材料を用いた250℃の地熱環境下で使用可能な泥水について、粘度計、フィルタープレス、老化試験装置等により種々の性能試験を行ない、最適の泥水組成を設定する。

この結果にもとづいて、地熱井の深さと温度に適應した泥水の種類、その調泥方法を検討する。

(2) 逸泥防止剤耐熱試験および逸泥対策

53年度において行なった逸泥防止に関する研究結果にもとづき、さらに詳細に検討を行ない、地熱井に適應できる逸泥対策について検討を行なう。

2. 廃泥処理の研究

53年度までに生じた問題点、廃泥処理装置および廃泥処理剤について総合的に検討し、確認テストを行なってこれまでの成果をまとめる。

3. 油一粘土系泥水の調査、基礎研究

前年度まで研究開発を行なった250℃の地熱環境下で使用可能な水一粘土系泥水は、250℃以上の高温度においては、大巾の向上は技術的に難かしいと思われ、最終目標である350℃以上の耐熱性を有する泥水として、油一粘土系の泥水が考えられる。

54年度は、これらの関連資料の調査を行ない、材料のめやすをつける。

昭和 5 5 年度

1. 水一粘土系泥水材料の研究開発

(1) 泥水材料の研究開発

5 4 年度までに生じた問題点等を総合的に検討し、これまでに開発されたものを含む所要の泥水材料を用いた 250℃の地熱環境下で使用可能な泥水について、250℃までの各種性能試験を行なう。

以上の結果にもとづき、地熱井に適した深度と温度ペースの泥水種類および標準組成を定め、その調泥技術を総合的に検討し、これまでの成果をまとめる。

(2) 逸泥防止剤耐熱試験

5 4 年度までの調査、研究成果にもとづき、地熱井に適用できる逸泥防止対策および逸泥防止剤について総合的に検討し、これまでの成果をまとめる。

2. 廃泥処理の研究

5 4 年度で終了した実験用廃泥処理装置 (1kg/hr 処理能力) の研究成果にもとづき、廃泥処理装置の実機について計画、設計を行なう。

3. 油一粘土系泥水の調査、基礎研究

5 4 年度に引続き油一粘土系泥水について調査、研究を行ない、350℃の高温で使用可能な油一粘土系泥水の研究開発のめやすをつける。

JN0040361