

第25回試錐研究会

講演資料集



期 日：昭和62年3月10日(火)

会 場：ホテルアカシヤ(2Fにれの間)

(札幌市中央区南12条西1丁目)

第25回試錐研究会

プログラム

- 主催** 北海道立地下資源調査所
- 協賛** 北海道地質調査業協会
全国さく井協会北海道支部
- 日時** 昭和62年3月10日(火)(10:00~17:30)
- 場所** 札幌市中央区南12条西1丁目
ホテルアカシヤ(TEL 521-5211)
(2F にれの間)

あいさつ

北海道立地下資源調査所長 酒 匂 純 俊

特別講演(10:00~12:00)

わが国の海洋開発の最近の話題

海洋科学技術センター

深海研究部長 堀 田 宏

昼 食(12:00~13:00)

シンポジウム (13:00~17:30)

I. 新しい技術と機器

座長 鈴木 豊 重(道立地下資)

1. 最近の新しいボーリング技術について

—油圧ロータリーパーカッションドリル・小口径管推進工法・ボーリングの自動化—

鉦 研 試 錐 工 業 (株) 中 屋 敏 幸

2. 経済的掘削機および新掘削機器の開発

石 油 鑿 井 機 製 作 (株) 玉 地 伸 好

3. 岩盤・転石掘さくの新技術 —MACH工法—

(株) 利 根 ボ ー リ ン グ 吉 田 興 生

4. 最近の油井用鋼管の動向 —特に掘管について—

住 友 金 属 工 業 (株) 成 田 昱

5. 油・ガス井掘削におけるパイプハンドリング

石 油 資 源 開 発 (株) 定 松 道 弘

II. 坑井仕上げと関連技術

座長 川 森 博 史(道立地下資)

1. 浅層地熱開発の一例について

北 星 コ ン サ ル タ ン ト (株) 丸 山 博

谷 口 久 能

2. 揚湯・還元試験時の水位変動に着目した帯水層評価の一手法

—研究団地の坑井を一例として—

北 海 道 立 地 下 資 源 調 査 所 若 浜 洋

3. 豊富天然ガスR-10号井の掘さくについて

上 山 試 錐 工 業 (株) 出 口 高 広

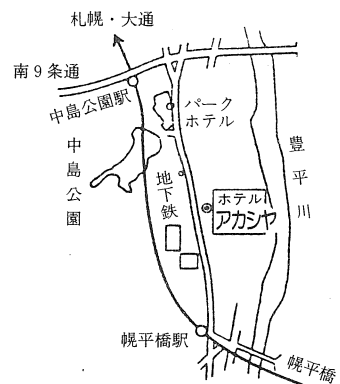
あいさつ

北海道地質調査業協会理事長 斎藤 昌之

懇 親 会 (18:00~20:00)

会 場 ホテル アカシヤ

(2F しゃくなげの間)



特 別 講 演

わが国の海洋開発の最近の話題

海洋科学技術センター
 深海研究部長 堀田 宏

はじめに

わが国で海洋開発の必要性が盛んにいわれたのは約25年前であり、それに応じてわが国の海洋開発を推進する中核的機関として海洋科学技術センターが設立されてから既に14年が経過した。この間に、本四架橋工事や栽培漁業等沿岸域における開発が実行され、これには潜水技術が大いに活用されてきた。一方、世界的にみるとマンガンノジュールや熱水鉱床など深海底における鉱物資源の開発にまつわる話題が盛んとなり、各国の目は、深海域にも強く向けられてきている。

海洋開発を進めるには

我々は、「海」というといかにも身近にあって良く知っているような気がするが、実際には主として水の不透明さに隠された実体をあまり良く知っていないことに気が付く。海の開発利用を推進するためには、まずその空間がいかなる性質を持ち、そこには何が存在するかということを十分に良く知らなくてはならない。次に、開発利用の目標が定められるとそれに必要な技術開発が行われ、試験が行われ、実行へと移ってゆくことになる。

上述のように海の精密調査を行い、技術開発にともなう試験等を行うためには「船」が必要である。特に、大深度潜水の実験等で人間が乗った大型装置を海中に昇降させるためには安定したプラットフォームを持つことが望ましい。この種のものとしては、既に海洋石油掘削や沖縄海洋博のアクアポリスで使われた技術がある。これを船に利用し、波に揺れない安定した洋上基地としたのが半没水型双胴船として建造された海中作業実験船「かいよう」である。この船には、計算機で操作される多くの推進機が装備されていて、高性能精密測位装置と合せて洋上で一定の位置に

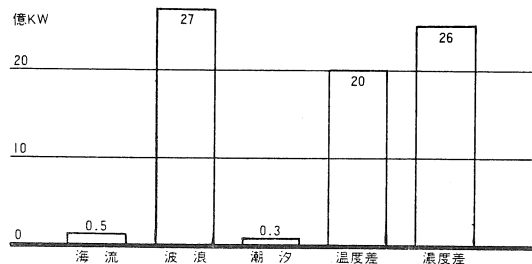
第1表 わが国の200海里水域

わが国の200海里水域の面積は世界6位、陸上面積を加えると世界10位との試算があり、わが国の管轄面積は、200海里時代に入り飛躍的に拡大されました。

200海里水域の面積(万km ²)			陸地	陸海	経済水域面積と
順位	国名	面積	面積	合計面積	陸地面積との比
1	米 国	762	936	1,698	0.8
2	オーストラリア	701	769	1,470	0.9
3	インドネシア	541	190	731	2.9
4	ニュージーランド	483	27	510	17.9
5	カナダ	470	998	1,468	0.5
6	日 本	451	38	489	11.9
7	ソ 連	449	2,240	2,689	0.2

第2表 海水中の微量成分

稀少資源名	海水中の含有率 (PPm)
金 (Au)	0.00015~0.0004
ウラン (U)	0.003
チタン (Ti)	0.001
コバルト (Co)	0.0001
銅 (Cu)	0.0015~0.0248
鉄 (Fe)	0.0034~0.0045



第1図 海洋エネルギーの試算量

第3表 海洋プロジェクトの社会的背景とその現状一覧表

区 勢		社会的背景	海洋プロジェクトの現状	
海洋生物資源	水産増養殖	①開発途上国漁業の進展 ②200海里水域設定国の増加 ③漁業経営基盤の強化 ④消費者の嗜好の多様化	①沿岸漁場の整備開発（魚礁設置事業、増養殖造成、海域基幹事業、砂泥域開発調査等） ②栽培漁業…沿岸漁場整備開発法に組み込む ③マリンランティングの研究	
	漁船漁業	①燃料油の高騰 ②200海里時代の到来による漁船漁業経営の危機	①資源管理型漁業（資源評価手法の開発、海況・漁業資源動向に関する研究等） ②漁業生産性の向上（漁船・漁具等の開発、漁海況予測事業、漁場速報化の研究）	
海水・海底資源	海水淡水化	①水不足解決	①蒸発法・膜法（既に実用化） ②逆浸透法・LNG冷熱利用法	
	海水中溶存物質回収	①エネルギー源の多様化 ②自給技術の確立	①ウラン回収技術研究（香川県仁尾町にテストプラント建設） ②リチウム採取技術研究	
	海底石油・天然ガス	①石油・天然ガスに70%依存 ②石油の99.8%は輸入に依存 ③自主開発石油は約9% ④海底石油生産量の割合年々増加	①関連事業として一つの産業を形成している ②国内開発のための基礎物理探査と基礎試錐 ③海底石油生産システムの開発（工業技術院） ④磐城沖ガス田、阿賀沖油田等	
	マンガン団塊	①第三次国連海洋法会議の決着	①探鉱技術の開発（工業技術院）	
	熱水鉱床	①200海里内での存在可能性大	①資源調査会での報告、通商産業省での研究	
海洋エネルギー資源	波浪発電	①化石燃料枯渇の心配 ②地球有限性の視覚的認識 ③化石燃料等の多量消費による環境問題 ④相次ぐ石油危機による経済の混乱、国家維持の問題、石油価格	①「海明」による海域実験（科学技術庁） ②その他の海域実験（新技術開発事業団等）	
	海洋温度差		①テストプラントによる実験（徳之島等）	
	海流潮流		①黒潮エネルギー把握のための海域調査 ②模型実験（日本大学、海洋科学技術センター）	
	海水濃度差		①浸透圧利用方式の研究（千葉工業大学等）	
	潮汐発電		①フランスのランス（最大潮位差13.5m）	
海洋空間資源	生産	発電所	①エネルギーフロンティア計画 ②沖合人工島計画（運輸省等） ③関西電力御坊火力発電所	
		工業	①臨海工業地 ②環境問題 漁業との競合等	
	備蓄配分基地	①第一次石油危機	①石油備蓄（タンカー備蓄、恒久タンク備蓄）	
	交通	港湾	①海陸交通の接点としての必要性	①港湾数約1100港 ②エネルギー港湾制度
		空港	①需要増大への対応 ②騒音等の環境問題解消の必要性	①空港整備77港（内ジェット機就航33港） ②長崎県大村空港 ③関西国際空港
鉄道・道路		①国土の総合開発 ②地域の活性化	①本州四国連絡橋 ②東京湾横断道路 ③海底トンネル（関門・青函トンネル等）	
その他	①工業基地、発電所等の沖合化	①東京湾海底ガス幹線、磐城沖海底ガス管等		
海上都市	①大都市における工業用地・都市用地の取得難	①ポートアイランド、アクアポリス等 ②マリン・コミュニティ・ポリス構想等		
海洋レクリエーション	①国民の生活レベルの向上・自由時間の増大	①人工海浜（幕張の浜等） ②野鳥公園、魚釣施設		
廃棄物防	①最終処分場確保の困難性 ②広域防災	①フェニックス計画（東京湾・大阪湾圏） ①釜石港等の大水深防波堤 ②横浜海上防災基地（仮称）		

第4表 海洋プロジェクトの技術的課題

区 分		海洋プロジェクトの技術的課題
海洋 生物資源	増養殖業	良好漁場環境の造成・漁場施設の装置化等の漁場の整備、富栄養化対策・環境改変システム等の環境保全技術・漁場モニタリング技術等の開発
	漁船漁業	資源の長期予報技術の精度向上、資源の安定化技術・漁場形成情報の漁業者への迅速広報技術・新漁具漁法等の開発
海水・ 海底資源	海水淡水化	コストダウン及び省エネルギー化の推進
	海水中溶存物質	ウラン回収に関する実証的検討・リチウムに関する基礎研究等の推進
	海底石油・ 天然ガス開発	総合探査システムの確立、測定器の位置制御及び位置測定技術・大水深掘削技術・大水深プラットフォーム・海底石油生産システム等の開発
	そ の 他	マンガン団塊及び熱水鉱床に関する探査及び採鉱技術の確立
海洋 エネルギー 資源	波浪発電	エネルギー変換効率の向上、台風時等に対する安全性・最適設計手法の確立、出力の平滑化等の開発、他の発電装置との併用法の研究
	海洋温度差発電	船体の係留法・冷却取水管の設計手法・熱サイクル効率向上の技術開発、冷海水の環境へ及ぼす影響の事前調査
	海流・潮流発電	係留・設置技術、増速装置の開発、海流の変動調査、保守・管理法の確立、海底ケーブルの接続法・設置法の技術開発
	海水濃度差発電	低コスト・高性能半透膜の開発、半透膜の耐久性向上・劣化防止法の研究
	潮汐発電	超低落差大水量水車・潮汐シミュレーション技術の開発
海洋 空間資源	海域特性把握	自然条件の把握技術、海域特性の評価技術の技術開発
	海洋構造物 の建設	〔外郭施設〕耐波設計法・耐震設計法の確立、多方向不規則波に関する調査研究、捨石マウンド・基礎地盤の耐力及び被覆石・ブロックの設計法の確立 〔埋立地造成〕大口径杭の設計手法・大口径長尺杭打設方法の確立 〔着底式構造物〕耐波・耐震設計技術の開発、海上組立・設置工法等の効率化 〔浮体構造物〕耐波設計技術、係留施設の設計・施工技術の開発 〔アクセス技術〕沈埋トンネル、海底バイブライン等の設計・施工技術の確立 船の接舷・防衝対策の開発
	保守管理	防食技術、疲労・摩耗、生物付着の防止及び防除技術、水中検査技術の開発
	環境保全・ 安全対策	環境影響調査・環境影響評価法・海洋汚染防止工法の開発、脱出救命設備・防火設備・対衝突施設の開発等

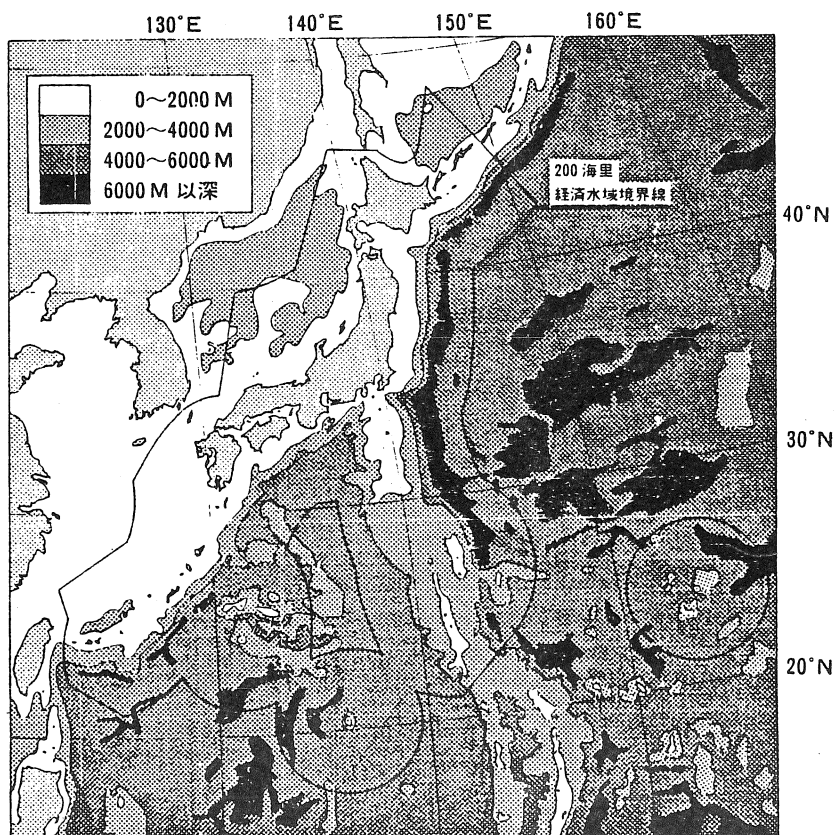
とどまっていられるのもわが国で初めての優れた特徴である。また、海底調査のために従来の測深機とは違って、「面的」に海底地形図を作ることができる最新の測深機も装備しており、今後の活躍が期待されている。

世界の海洋開発においては深海域における鉱物資源が重要な目標となっており、その調査には潜水調査船が活躍している。わが国にとっても資源の開発は極めて重要であるが、更に重要なことは地震に対する防災である。大きな被害を及ぼす大地震の多くは深海底で起っており、その調査研究のためには潜水船による調査が強く要望されている。「しんかい 2000」は富山湾を初め多くの海域で既に 200 回を越える潜航を行い、興味ある結果を得ており、各方面から注目されている。

海洋開発を進めるには、なお多くの努力が必要であり、官学民の一層の協力が望まれる。

潜水調査船による深海調査

近年、国際的に海への関心がたかまり、海の資源は人類共有の財産という考え方に立ち、国連海洋法条約の制定が準備されている。この長期間にわたる議論の過程で、海を持つ国々の間には、海岸から 200 海里沖合までの海を、その国が主体的に海洋開発を進める権利を有するという考えが強く打出され、「排他的経済水域」の設定が相次いだ。



第 2 図 日本列島周辺の海底地形の概要及び我が国の 200 海里水域

我が国の200海里水域を考えると、その面積は国土の約12倍に相当する450万km²であるという試算がある。その内における水深分布を海底地形図で見ると水深が6,000mを越える特別に深い海溝部分は、約5%に過ぎない。したがって、我が国周辺の海洋開発を推進するために必要とされる潜水調査船の建造に関して海洋開発審議会は、昭和48年に6,000m級潜水調査船の研究開発を答申している。これを受けて海洋科学技術センターでは科学技術庁からの委託のもとにその建造の可能性を調査、検討した。その結果、建造に係わる国産技術レベルや潜水船運用の経験などから一挙に6,000m級潜水調査船の建造に取り組むよりは、その中間段階として2,000m潜水調査船の開発建造及び運用経験の蓄積が必要であるとの結論を得た。この結論にしたがって2,000m潜水調査は、その支援母船と共に昭和53年度から4年計画で開発建造が行われ、昭和56年10月30日に海洋科学技術センターに引渡された。これによって、我が国の200海里水域の約30%にわたる深海域の調査研究が可能となった。(第2図)

潜水調査船システム

我が国としては初めての水深2,000mまで潜航できる潜水調査船の建造に当って、安全に、そして効率良く調査行動を行うためには、いかなるシステムとすべきかが十分に検討された。その結果として、システムの最も重要な基本要素は、潜水船の正確な位置を測定し、適切な表示を行うことであることが確認された。これらの他に、潜水船の電池整備等を含む電気系統の整備を行うための設備の必要性も認識され、潜水調査船の調査活動を最も安全にかつ効率良く行うためには次の3つの要素からなるトータルシステムが必要との結論に達した。すなわち

- ① 潜水調査船
- ② 潜水調査船の専用支援母船
- ③ 陸上基地

である。

このように、潜水調査船の建造に当って、最初からその支援母船と一体としたトータルシステムとして設計されるということは世界的に見ても極めて特異なケースであるばかりではなく、更に潜水船の本格的な整備を行い、部品等の必要物資の保管、補給も考えた整備場や支援母船の着岸・係留のための専用岸壁を含む陸上基地が当初から基本構想として組込まれ、その建設が実行された事は、全く画期的なことといえる。

潜水調査船がその潜航目的を達するためには、その中における正確な位置を測定することが不可欠であることを先に述べた。水中位置の測定方法は、海上の位置測定のように各種の電波航法は利用できず、音波を利用した音響トランスポンダ航法以外には適切な技術は、現在、他にはない。

音響トランスポンダ航法とは、調査海域の海底に何本かの音響トランスポンダを設置して、これを基準点或いは基準座標として相対位置を測定する方式である。この航法には、次のような三つの型式がある。

- ① ロングベースライン (LBL)

② ショートベースライン (SBL)

③ スーパーショートベースライン (SSBL)

これらは、位置の測定できる範囲と精度に特徴がある。この潜水調査船システムでは、これらの型式を全て使えるようにし、調査行動の目的に合わせて使い分けができるようになっている。

この音響トランスポンダ航法には、送受波器、送受信機、計算機、及び航跡表示器等を装備する必要がある。これらの内で、送受波器は海中に装備するものであるが、これ以外は、人間が乗る空間になくなくてはならない。潜水船において人間が乗る空間とは、耐压殻内である。その耐压殻の大きさは、システム全体の大きさを支配する最も重要な要素である。この大きさ、つまり重量は、実際の海での支援母船における発進・揚収作業の安全性等の条件から強く制約を受ける。

2,000m潜水調査船の場合に、その大きさは、調査潜航遂行上必要な最少限度の3名の人間が乗込み、潜航操船に欠くことができない計器類を装備するに必要なギリギリの大きさとして、内径2.2mに決められた。

このような大きさの耐压殻内に、先に述べた音響トランスポンダ航法に必要な装置類を持ち込むことは完全に不可能である。そこで、これらの機能は、全て海面上にいる支援母船に持たせることにした。このことによって、支援母船は、単なる「運び屋」ではなく潜水調査船と機能を分かち合う一体のシステムとなったのである。海面上の支援母船が測定した潜水船の位置は、水中通話機によって潜水調査船に通知される。更に予め計画された海底の目標点への誘導やその他の司令も水中通話機によって潜水船に伝えられる。このように支援母船には、潜航を直接支援する「司令部」が置かれているといえる。潜水調査船の内部では、通知された位置等を手書きで書き込み、自分の位置を確認することになる。

「しんかい2000」による潜航調査の成果の例

潜航は58年2月から駿河湾で再開された。

駿河湾での潜航の目的の一つは、駿河湾中央部にある駿河トラフと呼ばれる深まりに関する地形及び地質の調査であった。これは、フィリピン海プレートとアジアプレートとの衝突によって作られている沈込みの場であるという考えがあり、その機構によって過去にも大地震が発生し、将来には「東海地震」が起ることが懸念されている所である。潜航調査によって、このトラフを挟んで伊豆半島側と静岡市側の地形及び地質は大いに違っていることが認められ、先に述べたプレートの衝突が起っているとの考えが支持されることがわかった。この調査によって、従来の海面上の船からの調査では確かめることができない急崖や小地形については潜水船による潜航調査がいかに有効であるかということが示された。このトラフについては、更に60年2月に北部の潜航調査が行われ、その急崖地形における地質の観察等から、陸上において富士川に沿って存在する断層と一連のものである考えが強く示唆されたと考えられている。

駿河湾における水産生物に関する潜航調査としてはその特産品として知られるサクラエビの分布や生態調査が行われ、今後の振興策を研究する上で役立つ資料が集められつつある。

相模湾については、59年5月から6月にかけて潜航調査が行われた。ここにも駿河湾と同様に

相模トラフと呼ばれる深まりがあり、1923年の関東地震の震源がここにあることが知られている。また1980年には、このトラフと伊豆半島との間で群発地震が起り、その地震断層は海底に達している可能性があることが指摘されている。この地震断層については潜航調査による確認が要望されたが海底ケーブルが付近にあり、それに係わる工事も行われるということから断念せざるを得なかった。これに隣接する伊豆半島東側斜面では過去の地殻変動による断層地形と思われるものが観察されたが、付近にはほとんど全く生物が見られず、その地形が極く新しい時期に形成されたものか或いは違う要素による影響なのか興味を持たれている。

59年9月には、南に下がり琉球列島周辺で潜航調査が行われた。この内、沖縄トラフについては琉球列島及び中国大陸の間に広がる東支那海の内の深まりであり、その北部は極く最近に海底が割れて拡大が始まった所ではないかと考えられている所である。

この海域で高い地殻熱流量が測定される等拡大軸と思われた凹地に潜航したところ、その海底は堆積物で広く、平坦に覆われている所が多かった。その内で小海丘のふもとでは軽石を含む火山岩が撮影された。この小海丘に登ったところ頂上部付近はほとんど堆積物に覆われていない火山岩が重なり合う新鮮な火山地形であることが確認された。潜水船で採集した岩片は、石英安山岩の他、多くは軽石であることがわかった。これらのことから確に新しい時代の火山活動があることが確められ、今回は確認には至らなかったが、今後この付近で最近話題の熱水現象が発見される可能性も強いとして潜航調査が継続されることも望まれている。

おわりに

我が国で初めて水深2,000mの深海底にまで調査潜航を行える潜水調査船「しんかい2000」は、海洋科学技術センターに引渡しを受けて就航して以来、59年度末までに既に158回の潜航を行ってきた。本格的な潜航調査を始めてからは、極めて順調にスケジュールをこなし、我が国の深海研究上極めて貴重な多くの新しい情報を提供している。

一方、我が国の200海里海域には「しんかい2000」では調査ができない深海域としてまだ約70%が残されている。この内で特別に深い海溝内部を除く約6,000mまでの潜航調査を行うことができる次期潜水船の開発建造もようやく60年度から着手されることとなり、「しんかい2000」と合せて、我が国周辺の深海開発の推進が大いに期待される。

【メ モ】

シンポジウム I. 新しい技術と機器

最近の新しいボーリング技術について

鉦研試錐工業㈱ 中屋敏幸

1. 油圧ロータリパーカッションドリルによる急速掘進について

従来の回転と給圧の掘さく機能に油圧の打撃機能を加えた結果、このドリルは岩盤はもちろん礫層、玉石層など従来ボーリングには困難とされてきた地層にも急速掘進が可能となった。

さく岩機の分野では以前から空気圧を用いた打撃方式が使われ、現在でも利用度は高いが、エネルギー効率の面、又、機能の面から油圧化が急がれていた。

当社は1975年にこのドリルを開発し、ユーザー各位に供しているが、特にこの2～3年、この油圧ロータリパーカッションドリルの利用度が急速にたかまっている。本機は、アースアンカー、グラウトホール、プラストホール等の削孔の他、地すべりの水抜孔及び集水孔、水井戸等の削孔に応用範囲を広めている。

本ドリルは使用目的に応じて、クローラ搭載型、トレーラ搭載型、スキッド搭載型、又法面アンカー用のドリルユニット、パワーユニット分離型などの機種がある。(第1図)

2. 小口径管推進の新工法について

都市環境の整備のため、ますます普及する下水道。なかでも、枝線工事にとまなう小口径管の埋設工事は、増加傾向にあり、より安全、確実で、効率的な小口径管埋設工法の開発が急がれている。

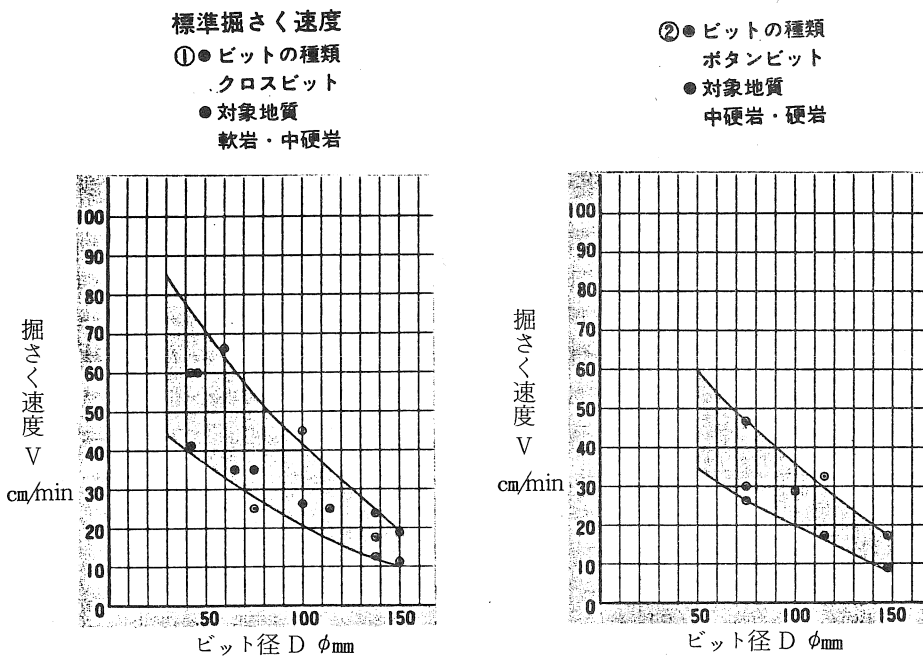
これに対し、従来から、交通阻害、地盤沈下、騒音など、生活環境に多くの影響を及ぼして来た開削工法に代り、安全、低公害を実現するため、多種の小口径管推進工法が実用化されているが、そのほとんどは玉石混じりの礫層に問題を残している。当社は、東急建設㈱と共同で、この礫層への対応をより強化した新工法、S S T工法(Super Striker Tunnelling Method)を開発し、実用化に至っている。本工法は、普通土から玉石層、軟岩までの土質に適応でき、特に玉石層に対しては先端にセットされたマルチドリル(空気圧駆動のダウンザホールドリルのマルチタイプ)により掘進を容易にした。又、偏芯円断面をもつ特殊な先導管(偏孔ホイップストック)を採用したシンプルな方向修正機構により、故障のない確実な敷設精度が得られる。パイロット管推進と拡孔ヒューム管推進の2工程方式を採用し、ヒューム管に過大な力が加わらず、亀裂や座屈などの損傷がない。(第2図)

3. ボーリングの自動化について

従来より、ボーリング作業における掘さくの効率化、並びに作業環境、労務対策の改善が望まれてきたが、これらを解決するため、当社は、東京電力㈱と共同でボーリング作業の完全自動

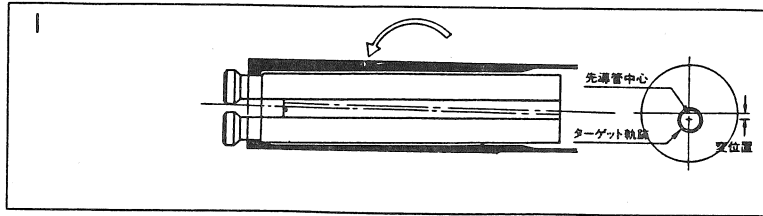
化を目指したシステムの開発に着手し、この程コンピュータコントロールオートマチックドリリングシステムを完成させた。本装置はボーリングに必要な全ての操作を自動化し、その能率並びに信頼性を熟練度の高いオペレータのレベルに維持すると共に、地中の未知の現象、及び不測の事態に対処しながら自動掘進するシステムである。更に掘進状態を全て記録するドリリングレコーダと記録したデータを目的に応じて取り出しフィードバック出来るデータ処理装置を装備している。自動掘さく開始ボタンを押すと掘進中の岩質の変化に対応し、瞬時に掘進条件を変更する汎用性の高い掘さくプログラムで自動掘進し、ジャミング前兆、ロッド振動等に適切に応じながらオートマチックロッドチェンジャにより、掘進中のロッドの継足しを行い設定区間を自動掘進する。掘進完了後は、ロッド引揚げ、ネジ切離し、ロッドチェンジャへの格納を自動的にを行い作業を完了する。又、ドリリングレコーダをデータ処理装置によって掘進日報の作成を自動化させることが出来、施行管理業務を合理化するとともに、地層、岩質の推定にも利用出来る。(第3図)

第1図 ロックアンカー、発破孔、注入孔でのシングル工法(クロスビット、ボタンビット)

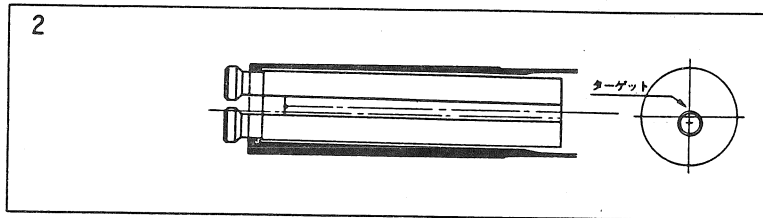


第2図 孔曲がり測定と修正方法

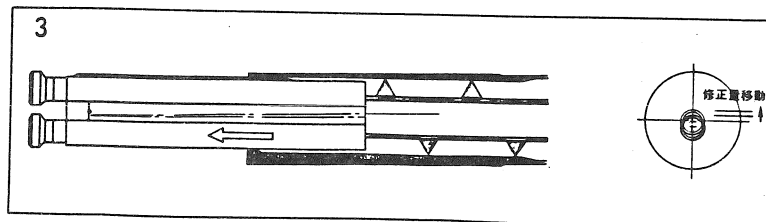
1. 変位測定



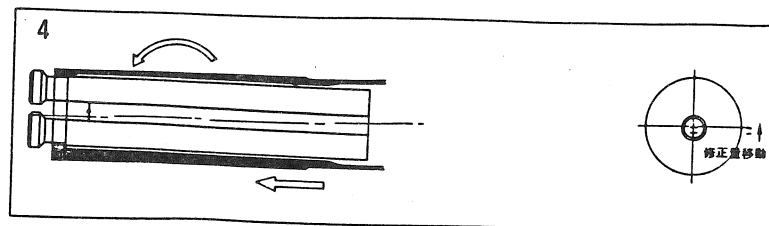
2. 修正方向に先導管をセット



3. 内管のみ先行掘進

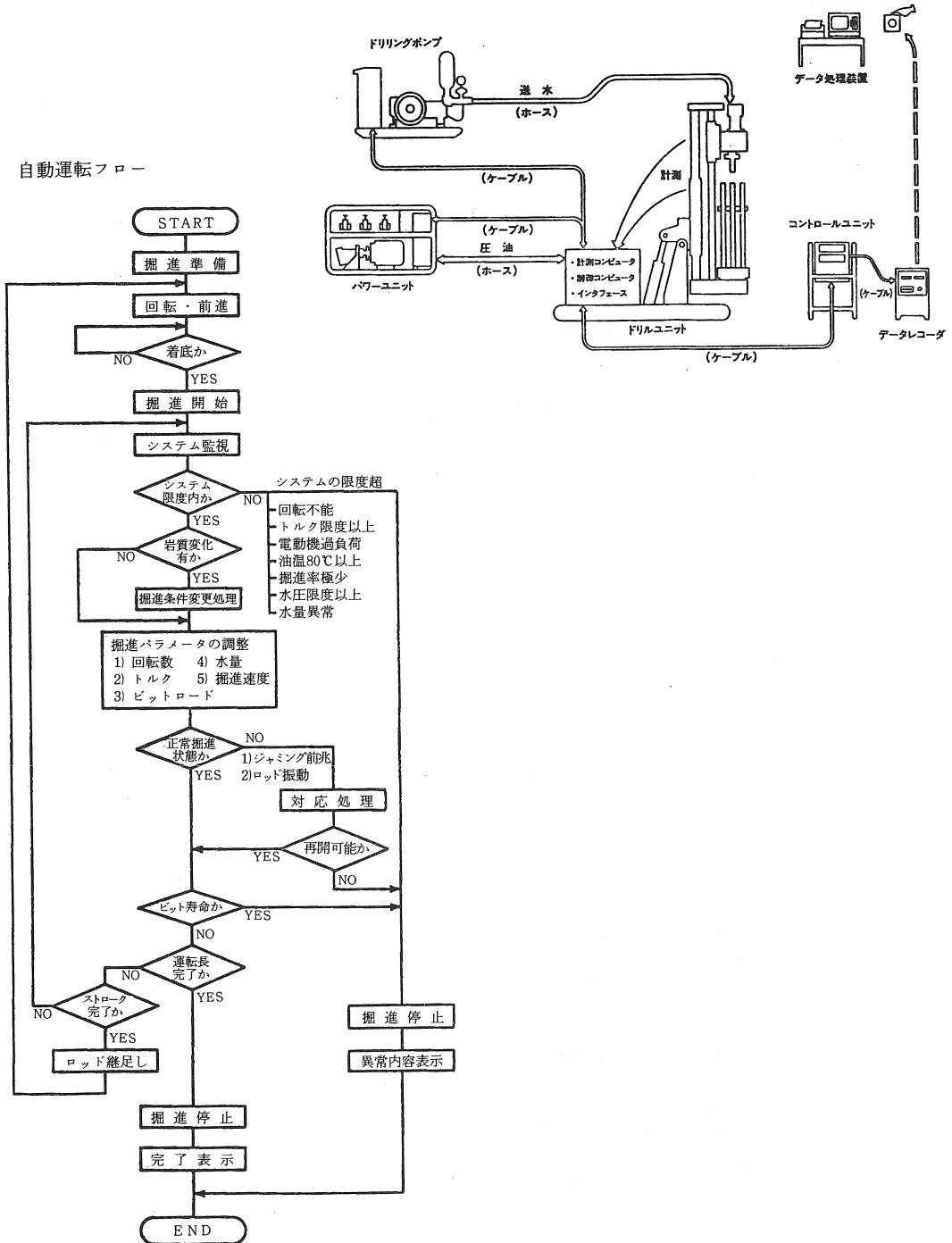


4. 先導管回転前進



第 3 図

コントロールシステム



経済的掘削機及び新掘削機器の開発

石油鑿井機製作㈱ 玉地伸好

1. 経済的掘削機

① S-32型「地熱資源開発中深度掘削装置」特徴

- (1) 深度 $10\frac{5}{8}'' \times 700\text{m}$, $8\frac{1}{2}'' \times 1500\text{m}$ の還元井・生産井を掘削することができる
- (2) 掘削の省力化のため自動掘進装置を備えている
- (3) 山間地の使用に適するように軽量化されており、最大4,000kgに分解可能である

② トラックマウントリグ

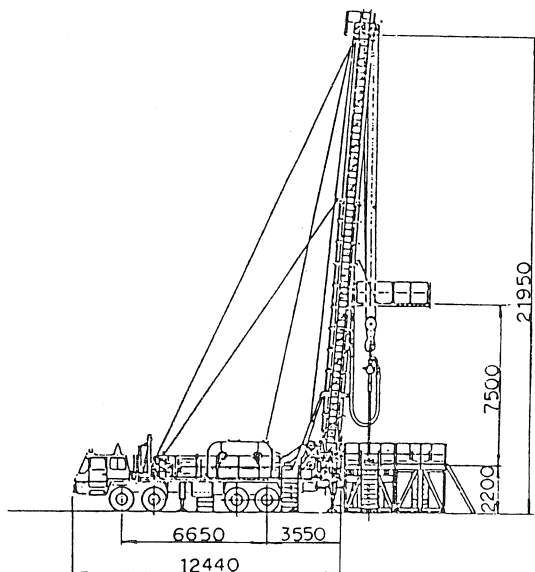
石油井の掘削及びサービス作業を目的として設計製作されており、マスト・ドロワー・ク拉斯及びエンジン等をすべてトラックあるいはトレーラーに搭載することにより機動性を持たせ、またマスト起倒及び引伸し作業の油圧化によりワンマンコントロールができる省力化をはかった掘削装置である。

(1) T.M-230型ドリリング&ワークオーバーリグ

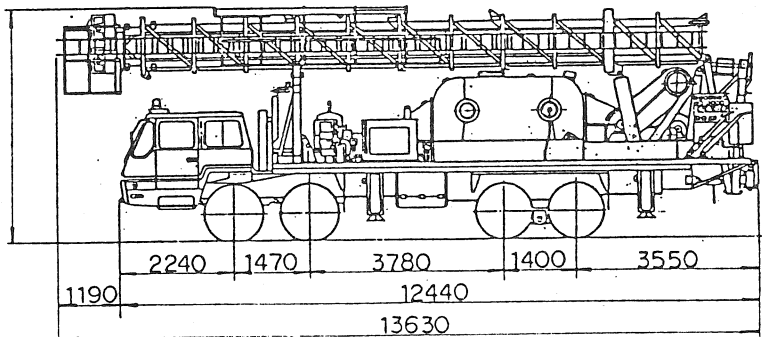
深度1,000mの石油井の掘削および2,300mのサービス作業を目的として設計製作されたトラックマウントタイプのポータブルリグである。

(2) T.M-150R型

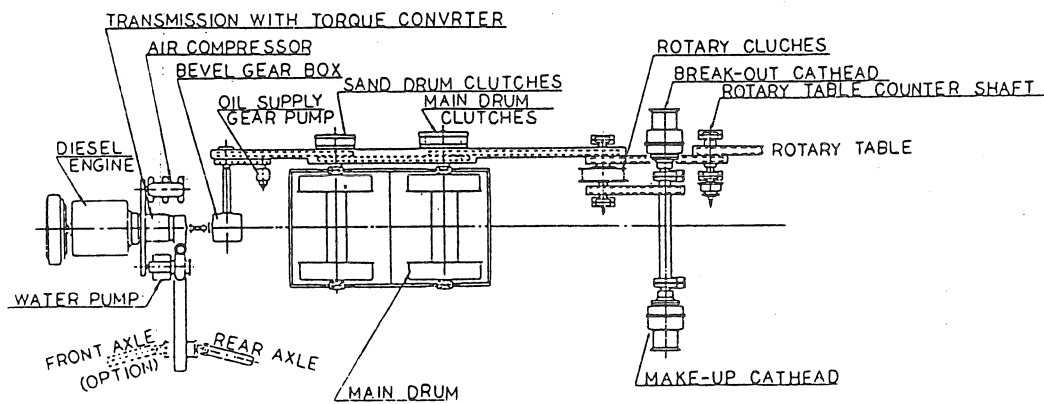
深度600～800mの石油井の掘削と深度1,000m～1,500mの石油・ガス井のサービス作業を目的として設計製作されたトレーラーマウントタイプのリグである。



第1図



第 2 图



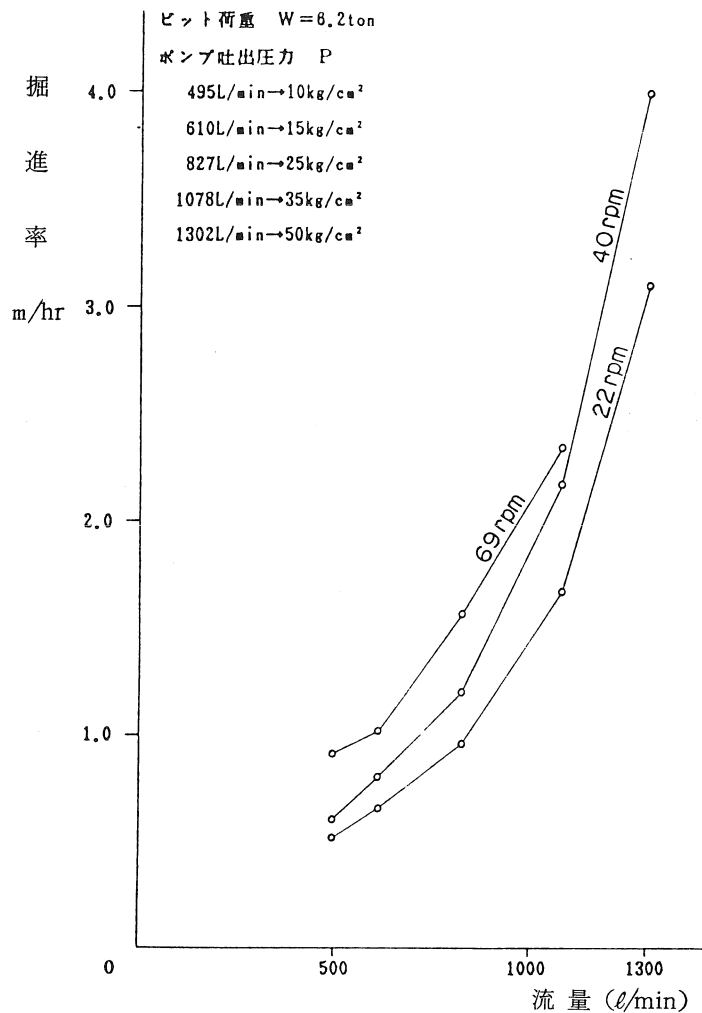
第 3 图

2. パーカッションドリルの開発

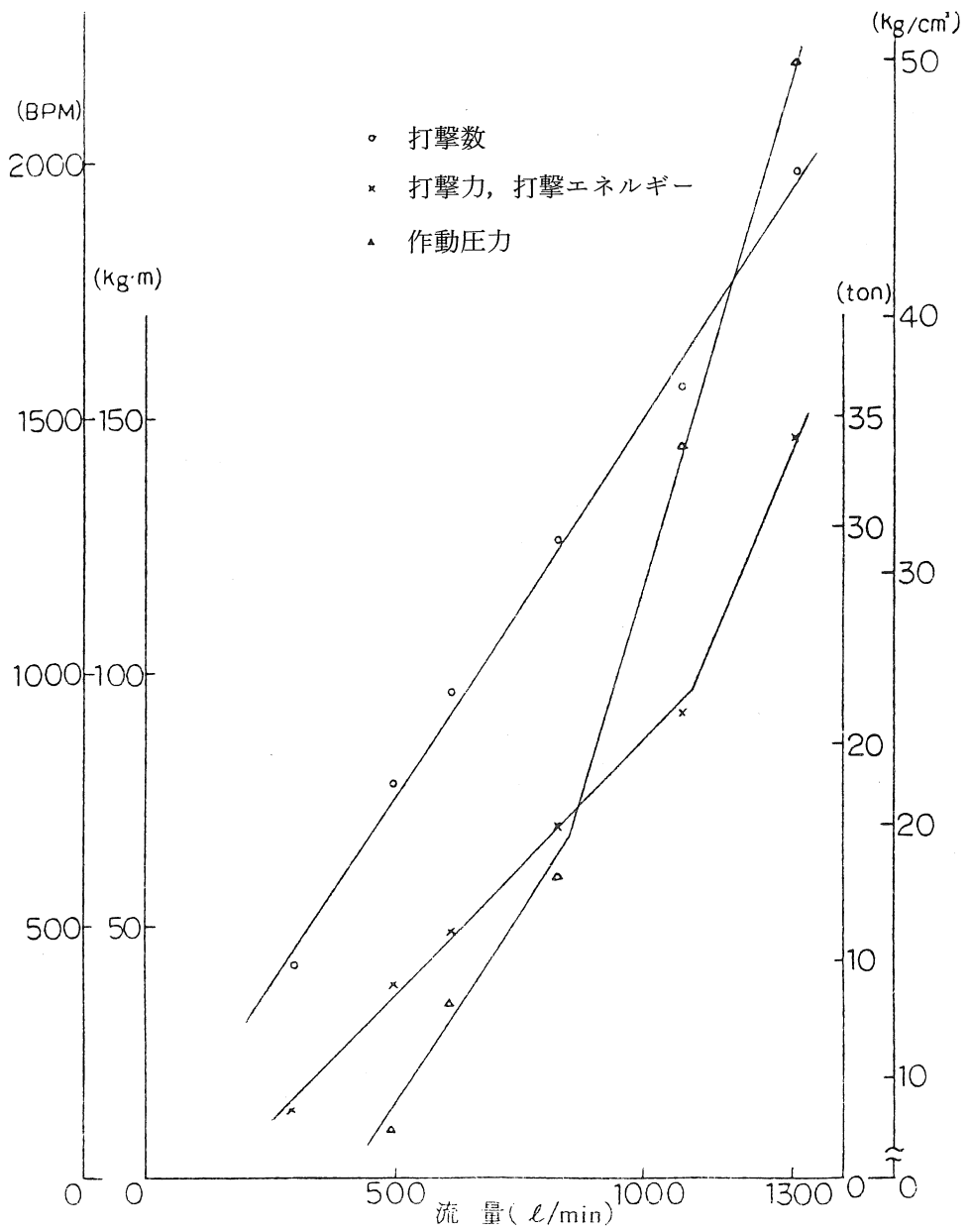
地熱井の掘削コスト低減という観点から、特に硬質岩を効率よく掘削するための掘削機器の開発を、通産省工業技術院から委託を受けて、現在パーカッションドリルを研究中である。

本研究では液圧駆動式のを研究課題とし、通常のロータリー掘削装置を使用し、ビット直上に接続して使用する。また、液圧駆動式であるので、一般の泥水ポンプ設備で使用可能である。

仕様	適用ビット径	8 1/2" (215.9 mm)
	ポンプ流量×圧力	1300 ℓ/min × 90 kg/cm ²
	ツールの外径×長さ	6 1/2" (165 mm) × 1400 mm
	ハンマーの重量	50 kg
	ハンマーのストローク長	25 mm



第4図



第5図

岩盤・転石掘さくの新技术 —MACH工法—

利根ボーリング 吉田 興生

はじめに

岩盤や玉石・転石層の掘削には、ローラビットやコアチューブを使用するロータリ工法、チゼルビットによるパーカッション工法、あるいはハンマビットによるロータリパーカッション工法などが使用されている。この中で最も効率的とされているロータリパーカッション工法では、アンカー工事・グラウト工事など比較的小口径で深度の浅い掘削には近年油圧ドリフトタイプが普及している。一方、ダウンザホールタイプのエアハンマは、大口径タイプの開発により地すべり抑止工事・基礎工事などのH鋼杭・鋼管杭の建込孔掘削、場所打ち杭工事などに使用されている。

このダウンザホールハンマは孔底のハンマを作動させた圧縮空気が孔底へ排出され、その上昇空気流によってカッティングスを地上へ排出する乾式掘削方式であり、このため地質条件あるいは施工条件により制約を受けやすく、破碎能力を発揮できない場合が多かった。

利根ボーリングでは、ADシリーズダウンザホールエアハンマによる大口径掘削の経験と実績をもとに、このたび広範な地盤に対応可能な湿式のダウンザホールエアハンマを開発し、これをMACH(Mud Air Circulation Hammer:マッハ)工法と名付けた。

ここにその概要を紹介する(写真-1参照)。

MACH工法の概要

従来のダウンザホールエアハンマでは、ハンマの排気は孔底に排出され掘削孔とドリルロッドとの空間(アニュラススペース)を上昇する。この排気の上昇気流によりカッティングスを地上まで排出するためには、通常20m/sec以上の流速が必要とされている。したがって掘削孔径が大きくなりアニュラススペースが大きくなるに従い、必要流速を得るためハンマ作動の必要量以上の空気量が必要となる。あるいはアニュラススペースを小さくすることで流速を上げるため、大口径の2重管ドリルロッドを使用する。

これに対しMACH工法では、水と空気にそれぞれ独立した回路を設けているため、ハンマを作動させた圧縮空気は孔内には排出されず、専用の回路により地上に導かれる。一方、カッティ

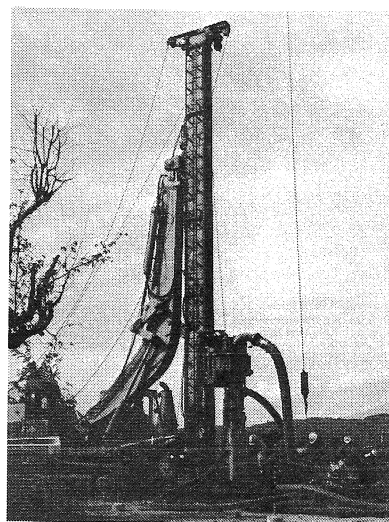


写真-1 小型アースオーガのリーダに装置したMACH-100R

ングスの排出，ビットの冷却および孔壁の安定には水が使用される。カッタングスの排出のための水の循環には，孔径により正循環あるいは逆循環（リバースサーキュレーション）が採用される（図-1参照）。

このように水と空気の回路が分離されているため，エアハンマの水中での使用が可能となった。したがって従来の乾式掘削では孔壁の保護が困難であった崖錐層，れき層で，安定液を使用して掘削することができる。さらにリバースサーキュレーションによりφ100～φ150mmまでのれきは

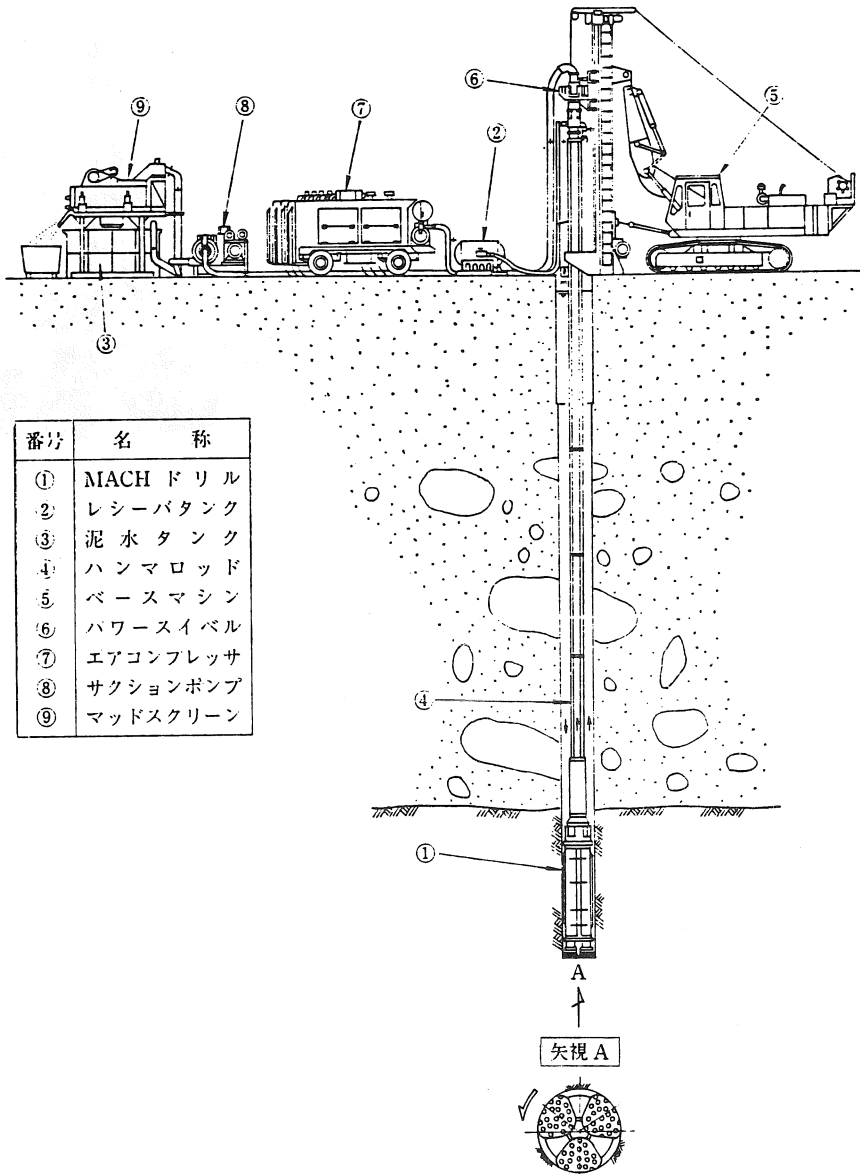


図-1 MACH工法施工図

小割りすることなく排出できるため、掘削効率が向上する。また圧縮空気をハンマの打撃機能のみに使用するので、地盤の状態に応じてハンマの打撃力をコントロールすることが可能となり、硬岩には高圧、破碎岩・堆積層には低圧と、エアコンプレッサを効率的に使用することができる。さらに、滞水層の掘削あるいは河川・海上工事の場合、排気を大きな水圧を受ける孔底に排出する必要がないため、大深度でも水圧の影響を受けることなく、コンプレッサの圧力を効果的に掘削に使用することができる。

MACH 工法用エアハンマには、孔径により中央にウォーターラインをもつシングルハンマタイプ ($\phi 800\text{mm}$ 以下) と、リバースパイプの周りに3個のハンマを組合せたマルチハンマタイプ ($\phi 1,000\text{mm}$ 以上) の2つのタイプがあり、ウォーターラインの口径は孔径により50mmから200mmの4種となっている(表-1, 写真-2, 写真-3参照)。ハンマ内部の空気回路には、空気の洩れおよび孔内水の侵入を防止する特殊シール機構が設けられている。

ドリルロッドはフランジタイプで中央のウォーターラインの周囲に給気用1本、排気用2本のパイプを設けている。地上の回転駆動装置の上部にはウォータースイベル下部にはエアスイベルが設けられ、それぞれウォーターホース(リバースホースまたは送水ホース)給気ホース、排気ホースが接続される(写真-4参照)。地上のベースマシンとしては小型アースオーガあるいは3点支持式杭打機と専用の回転駆動装置の組合せ、トップドライブ

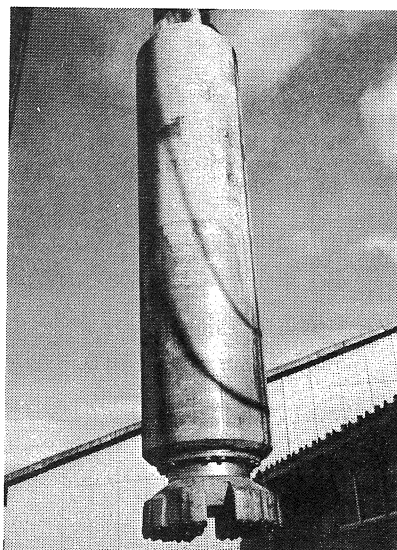


写真-2 MACH-45R



写真-3 MACH-100R

表-1 MACH ドリル仕様

適用孔径 (mm)	ドリル型式	エアハンマ型式	空気消費量 (m^3/min)	リバース口径 (mm)	備考
1,500 1,200 (オプション)	MACH-150 R MACH-120 RS	AD-350 \times 3 ^{SET}	90 (7 kg/cm ²)	200 (8")	リバースタイプ (マルチ形)
1,200 1,000	MACH-120 R MACH-100 R	AD-270 \times 3 ^{SET}	57 (7 kg/cm ²)		
800 600	MACH- 80 R MACH- 60 R	AD-510 \times 1 ^{SET}	40 (7 kg/cm ²)	150 (6")	リバースタイプ (シングル形)
500 450	MACH- 50 R MACH- 45 R	AD-380 \times 1 ^{SET}	25 (7 kg/cm ²)		
380 250	MACH- 38 MACH- 25	AD-300 \times 1 ^{SET} AD-220 \times 1 ^{SET}	20 (7 kg/cm ²) 14 (7 kg/cm ²)	100 (4") —	リバース送水タイプ (シングル形) 50 (2") 送水タイプ (シングル形)

リバースサーキュレーションドリルのほか専用のケリーロッドとロータリテーブルの組合せも可能である。

2. 特 長

- ① 普通土かられき、玉石、転石、崖錐、風化岩、硬岩までの広範な地層に対応できる。

—ローラビットと比較して—

- ② ビット荷重が少なく、良いため、小型の設備で施工できる。

- ③ 掘削精度が高い。

- ④ 掘削速度が速い。

—乾式エアハンマと比較して—

- ⑤ 滞水層あるいは水中で、深度の影響を受けずに掘削できる。

- ⑥ 安定液、泥水による孔壁保護が可能。

- ⑦ 地盤に応じてハンマの打撃力の調整が可能。

- ⑧ 圧縮空気の消費量が少ない。

- ⑨ ビット刃先の冷却作用が効果的で、ビットライフが長い。

- ⑩ 大きなカッティングのまま排出でき、掘削速度が速い。

- ⑪ 排気のためのアニュラススペース調整が不用で、単一タイプのロッドで掘削できる。

- ⑫ 粉塵の発生、油の飛散が防止できる。

- ⑬ 水中掘削のため騒音が少ない。

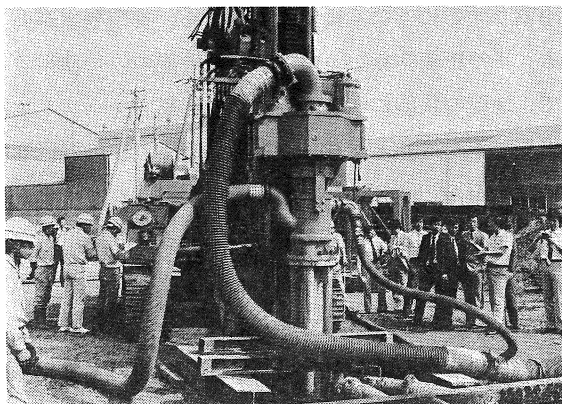


写真-4 リバース給気、排気ホースの接続

3. 掘削実績

① 大和テスト場における掘削実験

神奈川県大和市の当社テスト場において、MACH-100R機(φ1,000mm)を使用し、関東ロームおよび砂れき層ならびに埋設した各種岩石ブロックの掘削実験を行った。循環水には清水を使用して掘削を行った。関東ローム層では粘着は発生せず空気圧3~4%で純掘削速度10~15m/hrと、通常のリバース工法に劣らない成績が得られた。最大径150~200mmの玉石を含む砕れき層では、空気圧3~4%で純掘削速度6~12m/hr、径100~150mm以下のれきは細かく破碎されることなく排出された。埋設した安山岩、硬質砂岩、花崗岩では空気圧5~6%で純掘削速度は0.8~1.4m/hr、コンクリートでは2~4m/hr、いずれも大きなカッティングスが排出されリバース方式による効果を実証された(写真-5、写真-6参照)。

② 現場実証実験

社内実験場における基礎実験の結果に基づき、さらに現場での性能確認を目的として、長崎県

南松浦郡上五島町のシーバース建設工事現場において実証実験を行った。掘削径は730mm，循環水には海水を使用した。現場の地質および掘削成績を図-2および図-3に示す。当初岩盤の上存在するシルト，表土に対する掘削性能が懸念されたが，粘着もなく良好な結果が得られた。この実験結果により，MACH工法が表土から硬岩まで全ての地盤に対応可能な工法であることが実証された。

以上の社内実験場における基礎実験，現場実証実験に続く掘削実験に併行して実工事における施工実績を重ね基礎データ，施工データの集積を行い，機械装置の改良，施工法の確立，施工標準の作成に努めているところである。

4. MACH工法の応用

MACH工法は，今日岩盤や転石層の掘削に最適といわれているダウンザホールエアハンマによる破碎方式に，リバースサーキュレーションによるカッピング排出方式を取入れた，合理的な掘削工法であり，従来困難とされていた岩盤，風化岩，崖錐，崩積土，転石，捨石層の掘削，安定液あるいは水中掘削を必要とする各種工事に適用が可能である。

- ① ロックアンカー工事
- ② さく井
- ③ 地すべり抑止工
- ④ 各種基礎杭工事
- ⑤ 海洋工事における銅管杭，ピンパイルの根入
- ⑥ ダム，原子力発電所などで必要とする風化岩，転石，れき層中の遮水壁工事
- ⑦ 地熱井口元工



写真-5 排出されたれき

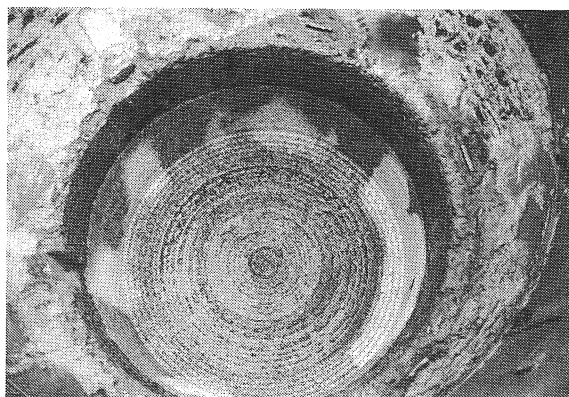


写真-6 花崗岩掘削

深度	地質		色調	一軸圧縮強度 q_u (kg/cm ²)	記事
	記号	名称			
4.5		盛土		—	
7.0		シルト	黄灰色	—	玉石混る
11.5		風化砂岩	茶灰色	400~500	クラックが非常に発達している
16.0		砂質頁岩	茶褐色	500~700	非常にもろい
19.5		砂岩	乳灰色	1,200~1,500	クラック多い
24.5		硬質砂岩	灰白色	2,000~2,300	新鮮

図-2 地質柱状図

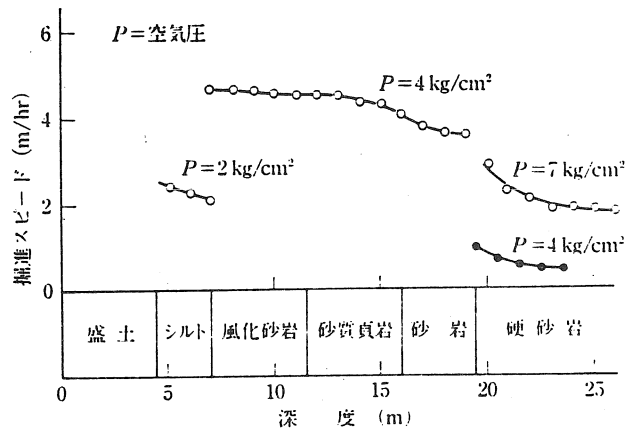


図-3 掘削成績 (φ730mm)

おわりに

以上湿式エアハンマMACH工法の概要を紹介した。今後多くの実線積み重ね、性能および信頼性の向上を努めるとともに、各種工事に応じた施工技術の確立をはかりユーザ各位の御要望に応じていきたい。

「最近の油井用鋼管の動向」

—特に掘管について—

住友金属工業㈱ 成田 昱

はじめに

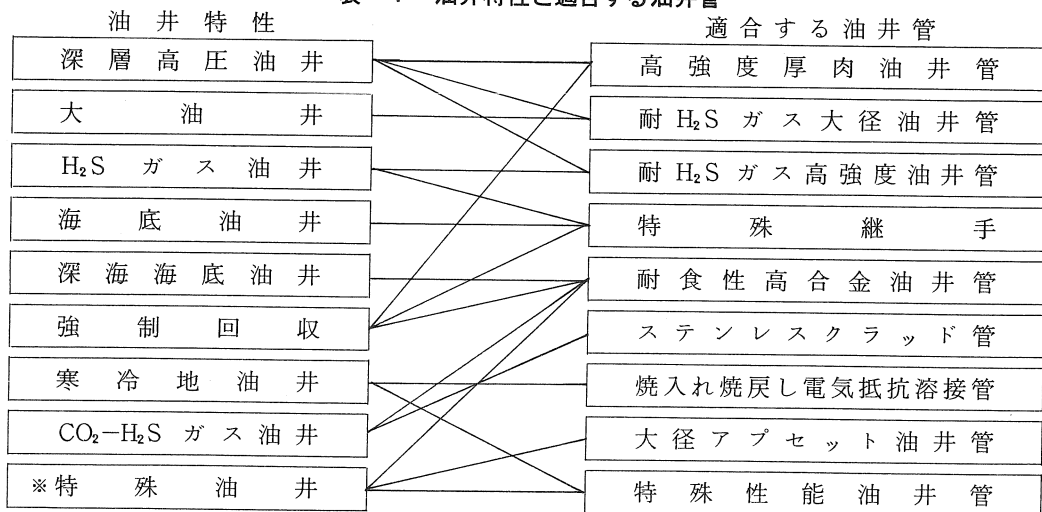
石油・ガスの掘削・生産に使用される鋼管（油井用鋼管）は、アメリカ石油協会（API）が規定した規格（API規格）に基づいて製造されたものが世界的に使用されている。しかし石油開発が寒冷地や深海地区など悪環境地への移行と井戸そのものの環境悪化は、油井管の性能と品質（信頼性）においてAPI規格以上のものが要求されるようになってきている。

このため油井管メーカーは、メーカー独自の特徴を盛り込んだ各種性能を有するグレードをシリーズ化すると共に、その製造工程において高品質化を行い需要家の要望に応じてきている。同時に油井管の継手についても、API規格品のネジ強化、気密性の改善が必要となり、特殊ネジ継手の開発が鋼管メーカーで行なわれ実用されている。ここではその代表的開発および実用の状況について述べる。

1. 油井管の性能向上

二度にわたる石油危機は油井管の需要ばかりでなくその性能向上にも大きな影響を与えた。開発環境の悪化、油井環境の悪化、そして新エネルギー開発・新資源開発は、油井管に今までにない性能と品質の向上を要求するようになった。その内容を表-1にまとめる。

表-1 油井特性と適合する油井管



- ※ 1. 地熱発電
- 2. オイルサンド、オイルシユル
- 3. 産業廃棄物
- 4. 海洋マンガング塊収集

表-2 炭素鋼油井管のシリーズ化の一例 (SMシリーズ)

種 類	グレード	降 伏 強 度		引張強度 kg/mm ² (psi)	特 長
		最小 kg/mm ² (psi)	最大 kg/mm ² (psi)		
深 井 戸 用	SM-125G	87.9 (125,000)	109.0 (155,000)	98.4 (140,000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 深井戸および高井戸用 ○ 高強度でありながら、良好な低温靱性および良好な耐環境脆化性を持っている
	SM-140G	98.4 (140,000)	119.5 (170,000)	105.5 (150,000)	
	SM-150G	105.5 (150,000)	126.5 (180,000)	112.0 (160,000)	
硫 化 水 素 含 有 油 ・ ガ ス 井 戸 用	SM-80S	56.2 (80,000)	66.8 (95,000)	70.3 (100,000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高強度でかつ高い硫化物応力腐食割れ性を持っている この特長を生かすために、 ○ 最適材料の選択 (SM-90S, 95SではCr-Mo鋼を使用) ○ 厳しい温度管理実施の焼入れ-焼戻し熱処理の採用 ○ 硬度管理等、厳しい品質管理の実施 ○ 硫化物応力腐食割れテストの実施等を行っている。
	SM-90S	63.3 (90,000)	73.8 (105,000)	72.4 (103,000)	
	SM-95S	66.8 (95,000)	77.3 (110,000)	73.8 (105,000)	
高 濃 度 硫 化 水 素 含 有 油 ・ ガ ス 井 戸 用	SM-85SS	59.8 (85,000)	70.3 (100,000)	70.3 (100,000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 上記Sシリーズよりもさらに高い耐硫化物応力腐食割れ性をもち、高圧、高濃度硫化水素含有油・ガス井戸用 この特長を生かすために、Sシリーズよりも ○ さらに高級なCr-Mo鋼の使用 ○ さらに厳しい温度管理実施の焼入れ-焼戻し熱処理の採用 ○ 全数両端硬度試験の実施等、さらに厳しい品質管理 ○ 硫化物応力腐食割れテストでの、さらに高い耐硫化物応力腐食割れ性等の配慮している。
	SM-90SS	63.3 (90,000)	73.8 (105,000)	70.3 (100,000)	
高 圧 潰 強 度 油 井 管	SM-95T	66.8 (95,000)	87.9 (125,000)	77.3 (110,000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高圧潰強度 この特長を生かすために、 ○ 特に高い寸法精度 (外径, 内厚) と厳しい品質管理 ○ 圧潰テスト実施による、圧潰強度の確認等を行っている。
	SM-110T	77.3 (110,000)	98.4 (140,000)	87.9 (125,000)	
極 ・ 寒 冷 地 用	SM-80L	56.2 (80,000)	77.3 (110,000)	70.3 (100,000)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 高強度でかつ、特に優れた低温靱性 (低温衝撃値) この特長を生かすために、 ○ 最適材料の使用 ○ 厳しい温度管理の焼入れ-焼戻し熱処理実施等を行っている。
	SM-95L	66.8 (95,000)	87.9 (125,000)	77.3 (110,000)	
	SM-105L	73.8 (105,000)	94.9 (135,000)	84.4 (120,000)	
	SM-110L	77.3 (110,000)	98.4 (140,000)	87.9 (125,000)	

表-3 高合金油井管のシリーズ化の一例(新SMシリーズ)

降伏強さ (最小psi)	特殊ケーシング・チュービング										
	湿潤CO ₂ ガス用				湿潤CO ₂ ガス, H ₂ Sガス, 塩素イオン用					強制回収用	
	SM-9CR	SM-13CR	SM-22CR	SM-25CR	SM-2025	SM-2035	SM-2535	SM-2242	SM-2550	SM-3040	SM-2050
40,000											
55,000											
65,000			○								
75,000	○	○		○							
80,000	○	○									
90,000											
95,000	○	○	○	○	○	○	○	○	○	(○)	(○)
105,000			○	○	○	○	○	○	○	(○)	(○)
110,000			○	○	○	○	○	○	○	(○)	(○)
125,000			○	○	○	○	○	○	○	(○)	(○)
135,000											
140,000			○	○			(○)		○		
150,000							(○)		○		
155,000											
備考	クローム高合金シリーズ				ニッケル高合金シリーズ						

これらの使用環境・井戸環境に適合すべく開発された特殊グレード油井管のシリーズ化の一例を表-2に示す。この表のうち、硫化水素含有油ガス井戸用SM-90S相当品は1984年に、深井戸用SM-125G相当品は1985年にそれぞれAPI規格に規定されている。

一方油井環境のより一層の悪化、特に高温高圧下でCO₂、H₂S等の腐食ガスを同時に含有するガス井、地熱井等では表-2のシリーズのグレードの材料でも対応が困難で、表-3に示すような高合金油井管の使用が必要である。この高合金油井管についてもAPI規格化すべく検討されている。

ネジ継手については、API規格化されているAPI丸ネジやバットレスネジの気密性を向上するためにテフロン・リングなどをネジ部に挿入することが規定された(1982年)が、より一層の気密性および継手強度向上の要求が大きく、特別な井戸環境下では金属密封面(メタルシール)を備えた特殊ネジ継手を使用される。代表的な特殊ネジ継手を図-1にしめす。このような金属密封面をもった特殊ネジ継手についてもAPI規格化の動きがある。

2. 掘管の性能向上

一般に油井管という場合、掘管(ドリルパイプ)も含まれるが、ケーシング・チュービングとは異なった苛酷な条件で使用されることから要求される性能も異なり、その性能改善の傾向もケーシング・チュービングと異なったものである。

掘管の要求される性能のうち、耐摩耗性向上と疲労強度向上の二つは極めて大きく、各メーカ

ーは独自の性能改善を行っているが、API規格でも性能向上のための見直しが行なわれている。

掘管の耐摩耗性向上のために、ツールジョイントの表面にタングステン・カーバイド（WC）粉末の硬装（ハードフェイシング）をすることが普及してきている。同様に掘管本体の摩耗防止のため高硬度材の使用および硬質ゴムリングの装着等が行なわれてきている。硬質ゴムリングについては、「ケーシング・プロテクター」として1984年API規格化された。

掘管のもう一つの重要問題に疲労現象がある。この疲労には応力疲労と腐食疲労があり、前者は鋼の強度と関係し、掘管の表面欠陥（例えば切り欠き疵）のような表面性状の不連続部はこの発生を助長し、後者は鋼の腐食を起因として発生する。腐食疲労防止には、管内表面のプラスチックコーティングが一般的であるが、耐食性材料の使用も行なわれてきている。

最近の油井環境の悪化に伴い掘管も新たな問題を抱え、その改善がなされてきている。その中で高深度化・高傾斜掘削・軽量化の要求に対応して高強度ドリルパイプが、 H_2S を含む腐食性井戸掘削のために耐食性ドリルパイプが、ツールジョイント継手部の捩り防止のためにトルクショルダー付ツールジョイント等が開発され使用されてきている。また新材料の適用も行なわれ、アルミ製ドリルパイプ、チタン製ドリルパイプも軽量化・耐食性の面から使用されている。

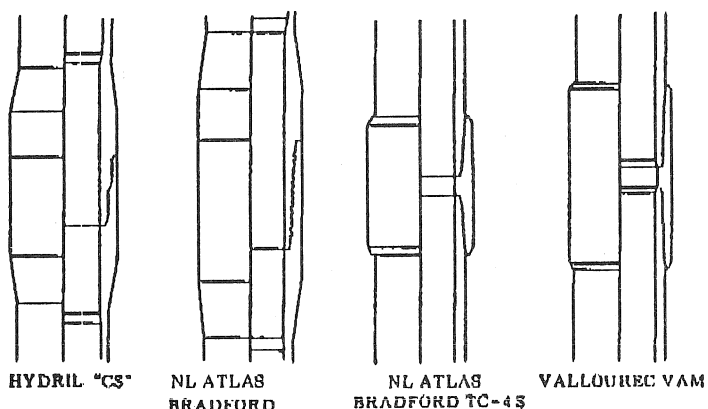


図-1 油井管のねじ継手

表4 特殊ドリルパイプのシリーズ化の一例

種類	グレード	降伏強度		引張強度 kg/mm ² (psi)	特長
		最小 kg/mm ² (psi)	最大 kg/mm ² (psi)		
深井戸用	SM-150D	105.5 (150,000)	126.5 (180,000)	112.0 (160,000)	・深井戸および高傾斜角井戸用
硫化水素含有 油・ガス井戸用	SM-75DS	52.7 (75,000)	63.3 (90,000)	66.8 (95,000)	・高い耐硫化物応力腐食割れ性をもつ ・応力腐食割れテストの実施 ・溶接部硬度の厳しい管理
	SM-95DS	66.8 (95,000)	77.3 (110,000)	73.8 (105,000)	

油ガス井掘削におけるパイプハンドリング

石油資源開発株式会社
札幌鉱業所 定松道弘

はじめに

昭和43年頃を契機に掘削機の大型化が計られ、T-130 リグを皮切りに、1320-M, 110-M, 110-UE と重掘削機が、ここ十数年の間に相次いで登場してきた。この間海洋石油開発でも本格的な開発計画が始まり、半潜水型掘削船（セミサブマリーナ）第2白竜号が昭和46年6月より日本海で稼働を開始した。その後も続々と大型の掘削船が登場し、昭和49年には新潟県阿賀野川の沖合10km、水深90mの位置に本格的な海洋石油生産プラットフォームが建造された。私達石油鉱業関係者にとってまさに新時代の到来となり、国内の石油掘削技術も飛躍的な向上を遂げ、世界の技術水準へと急接近したのもこの十数年間であったように思われる。掘削深度も2,000～3,000mから4,000～5,000m時代へと主力が移り、ケーシングプログラムも大幅に変わり、あらゆる面で重量感あるものへと塗り変えられてきた。それらに伴い、安全性と経済性、効率化と省力化等を確保するためにパイプハンドリングツールズについても大型化、自動化へとその機種も大きく変わってきました。

油ガス井掘削における現在の代表的なパイプハンドリングツールズを紹介し、最近導入した自動装置オートラフネックAR-3000について説明します。

1. 主なハンドリングツールズ

(1) クラウンブロック

一般的に使用滑車数は5～7車、滑車径は60inで、使用ドリリングラインは1～1½inであり、容量は600t位までのものを使用している。附帯滑車としてサンドラインプーリーとキャットラインプーリー等がある。

(2) フックブロック

トラベリングブロックとフックとを組み合わせたものであり、容量は350t～500tのものを中心に使用しており、フックには左右の回転を自由にしたり、任意の位置にロックするローテーション機構が付けられている。またオートポジショナーを備えたものもある。

(3) ロータリースイベル

掘管を回転させながら泥水を坑内に循環させる循環システムの最重要部分であり、容量は150t～500tで、大容量のローラーベアリング、ウォッシュパイプ等を備えている。

(4) エレベーターリンク

ケーシング用、ドリルパイプ用、チュービング用で、容量は150t～500t、長さは90～132in、直径は2¾～3½inで、鍛造一体式のものを使用している。

(5) エレベーター

ラッチタイプとスリップタイプがある。センターラッチエレベーターはテーパショルダー18度とスクエアショルダータイプの2種類あり、ドリルパイプ用とチュービング用で、容量は150t～500tである。サイドドアエレベーターは主にドリルカラー用として使用し、特別な場合を除きケーシング、チュービング作業には使用していない。容量は80t～250t。

グリップエレベーターはケーシング用で、グリップスパイダーとで一式となる。両者とも本体は同じで、操作はエアーで行われ、ドリラーが遠隔操作できる。手動のタイプもある。容量は350t～500t。チュービング用のスリップエレベーターも深度により使い分けている。

(6) スリップ

各用途別スリップとスパイダーに分類され、ドリルパイプ及びチュービングに使用されるものは、ロータリースリップ、スプリングスリップ、パワースリップの3種類ある。

(7) セフティークランプ

ドリルカラー、ドリリングジャー、ショックガード、テストングツール等特殊機器の組立、解体時の安全バンドとして使用する。

(8) ロータリーテーブル

23½ in, 27½ inのサイズのもはスクエアドライブで、37½ inはピンドライブのものである。ケリードライブにもスクエアドライブとピンドライブの2機種がある。

(9) トング

ロータリートングはドリルパイプ、ドリルカラー、ケーシング、チュービング等の締付け、締戻しを行うもので、動力はドローワークスのキャットヘッドより行う。パワートングについては、独立した油圧式のパワーユニットを持ち、均一で正確な締付け、締戻しが素早くでき、ケーシング、チュービング用として使用している。サイズは2¾～20 inの広範囲にそれぞれ適切なものがある。セフティースピニングレンチは動力として、リグエアーが使用でき、ドリルパイプ、チュービングの締付け、締戻し用として使用されている。巻きライン、スピニングチェーンに代わって登場したもので、作業の迅速化、安全化に役立っている。

2. オートラフネックAR-3000

AR-3000は昭和61年1月にVARCO社の2号機として製作され、輸入されたもので最新の自動装置である。AR-3000は本体、移動用レール、スプリングスリップ、パワーユニットとに分かれ、パワーユニットは油圧式で、槽下ドローワークスとロータリーテーブル間に移動式レールとともに設置された本体とパワーホースで接続され、本体の作動をコントロールする。本体は、コンピューターボックス、ソレノイドバルブ内臓ボックス、マニュアルコントロールスイッチボックス、オートコントロールペンダントスイッチボックス、ドリラーズコンソールスイッチボックスと各圧力計よりなり、本体上部よりスピニングレンチ左右回転、トルクレンチ締付け、締戻し、レンチ上下移動、本体前後移動と8行程の運動を自動的に行う。この運動のスピードとパワーはコンピューターにより全部コントロールされ、8行程を1回のスイッチオンで行うことができる。揚降管作業中はオートマチック、掘進作業中はマニュアル操作で、基本的に使い分けてい

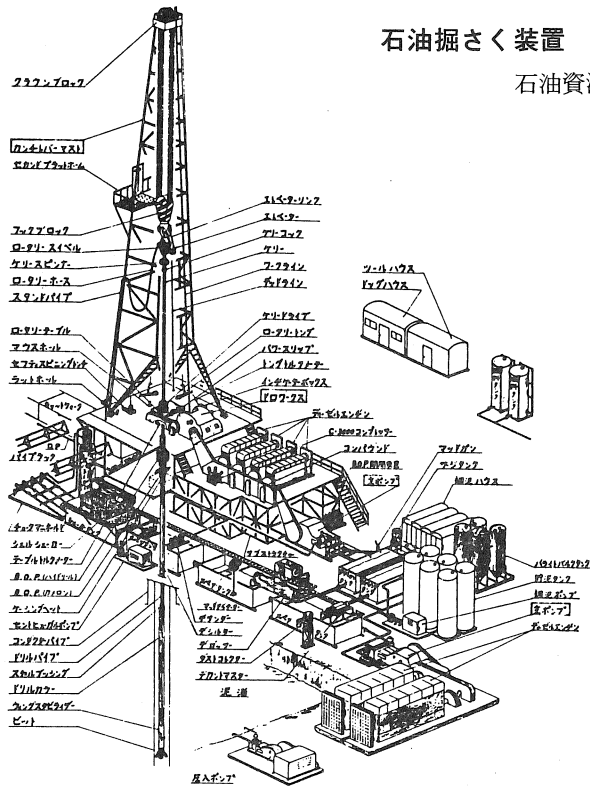
る。スピニングレンチ、トルクレンチのサイズは $3\frac{1}{2}$ ～ $9\frac{1}{2}$ inの範囲内で使用でき、トルクレンチの締付けトルクは100,000 ft-lb、締戻しトルクは120,000 ft-lbまで可能である。使用動力は電源AC 90～130 V、周波数40～80 Hzで、エア圧力60～135 psi、パワーユニットからの操作圧力2,000～2,500 psi、油の流量40～45 GPMの範囲内で使用できる。このオートラフネックは、昭和61年6月基礎試錐留萌の3,800 m～5,030 m間の掘削作業に使用され、その後2,000 m及び2,600 mの各坑井で使用され実績を作ってきた。しかし、気温に関する問題点、及び油圧、コンピューター等に関する若干の機構的問題点があり、今後の研究課題として現在検討中である。

ま と め

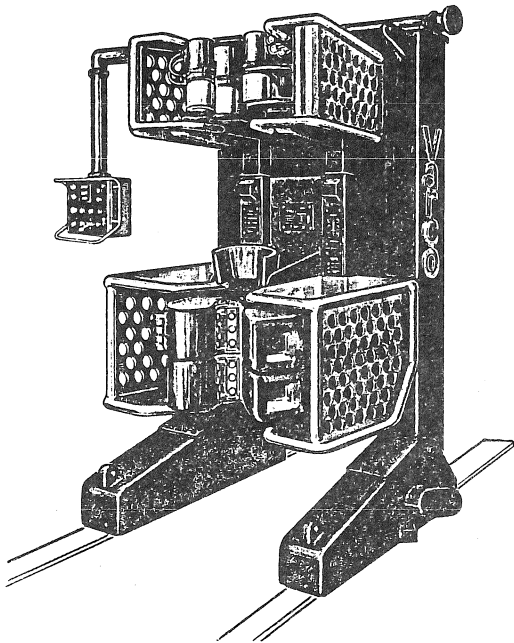
AR-3000の導入により、ロータリートング、ロータリースリップ、パワースリップ、スピニングレンチ等が主力の座から退き、特殊作業及びAR-3000の故障等がない限り登場する機会を失ってしまった。AR-3000の使用により長時間必要とする揚降管作業に余裕ができ、各機器のメンテナンス、資材確保等に余力を回すことができるようになり、また作業の安全性を高めることができ、極めて価値あるツールだと思われる。しかしながら従来のツールを完全になくすることができない事情があり、今後はAR-3000使用上残された諸問題点の検討が必要であり、早急に解決し、ますます大深度化の進む中で総合的なパイプハンドリング装置の自動化の研究を進めていかなければならないと思われる。既にアメリカのメーカーであるBJ-HUGHES社やVARCO社から総合的なパイプハンドリング自動装置が新製品として出されており、今後の大いなる課題として検討を進めていく必要があると思われる。

石油掘さく装置

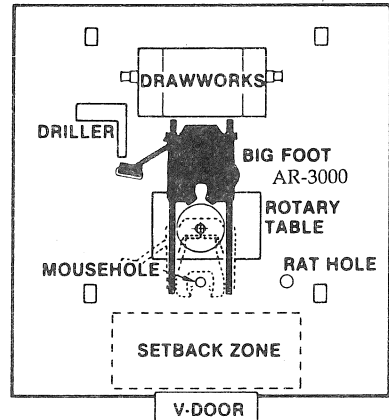
石油資源開発株式会社



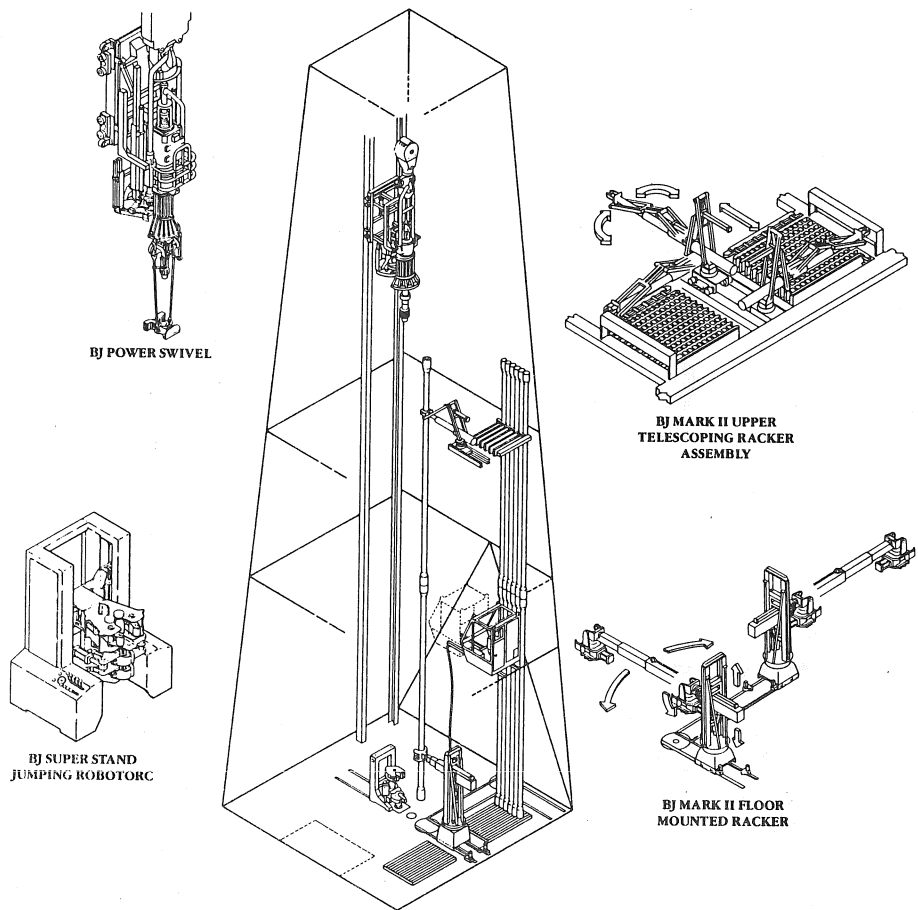
第1図 石油掘さく装置



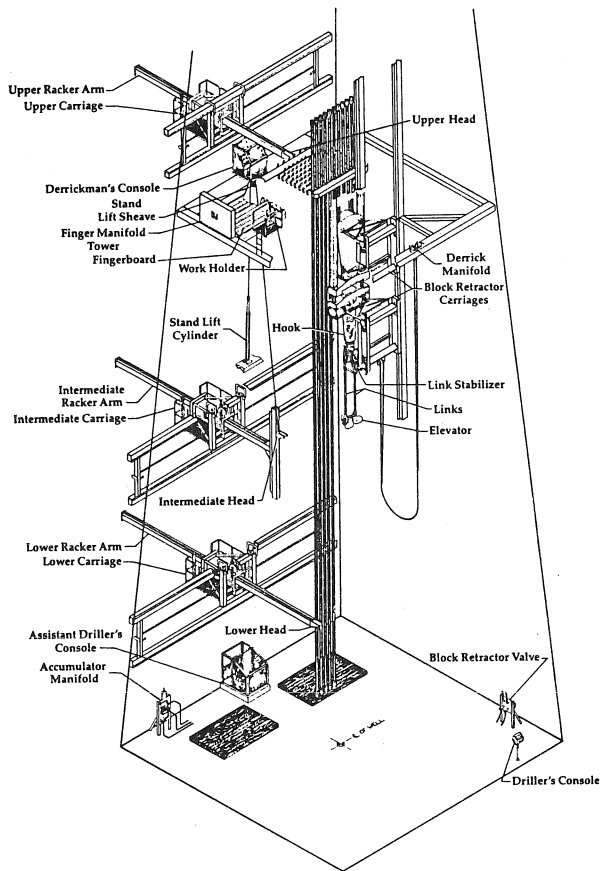
第2図 AR-3000



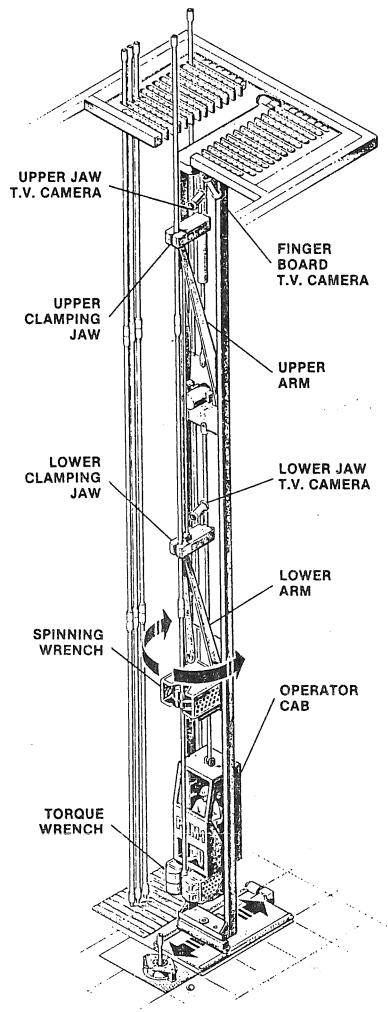
第3図 AR-3000 据付配置図



第4図 BJ-HUGHES社
パイプハンドリングシステム



第5図 BJ-HUGHES社
タイプVスリーアームラッカーシステム



第6図 VARCO社
パイプハンドリングマシーン
PHM-1

シンポジウムII. 坑井仕上げと関連技術

浅層地熱開発の一例について

北星コンサルタント 丸山 博
谷口久能

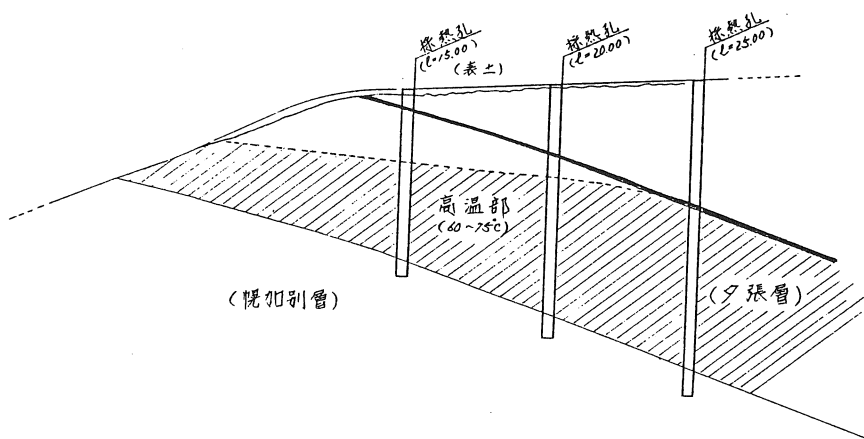
はじめに

当社では、先頃、地下の浅所に賦存する特異な地熱資源を開発する事業に携わる機会をもった。ここに、その地熱の概要と、ボーリング施工法について紹介する。

1. 事業施工地の地質・地熱について

本事業の施工地は、夕張市本町の通称東山地区にあり、南東から北西方向に張り出した尾根上に位置している。周辺を構成する地質は、古第三紀石狩層群の登川層・幌加別層・夕張層・若鍋層等に属する頁岩・砂岩等の堆積岩類で、多くの炭層が挟在されている。地層の走向はN70°E、傾斜は25°~30°SEで、前述の尾根では山頂側に向かって傾斜している形となる。この尾根の中腹には、夕張層の主要炭層である六・八尺層と十尺層とが一枚の層厚となって分布している。この炭層は、本区域においては北炭神通坑として大正年間、大規模に採炭されていた。同坑は大正13年に坑内火災が発生したため廃坑とされたが、その後もこの火は地下で徐々に燃焼を続け、これが地熱の熱源となっている。熱の一部は地表にふき出して、小規模な噴気地が形成され、常に湯気が立ちのぼっている。また、周辺の岩石は熱によって変質を受け、淡紅色~赤褐色のいわゆる「焼ズリ」となっているものが多い。

模式地質断面図



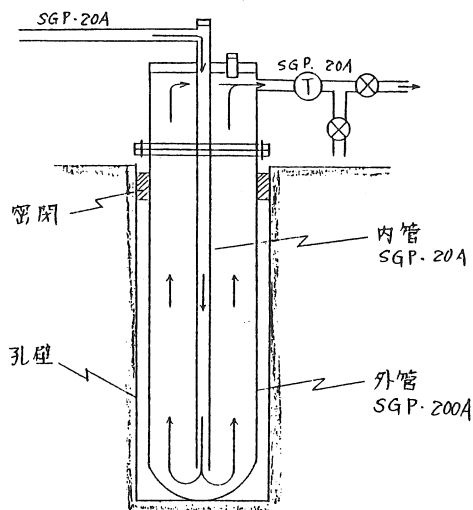
第1図

2. 地熱開発事業の概要

この地熱を利用する構想は、昭和57年に具体化した。第一次調査として、1 m 深地温探査等が行なわれ、次いで翌年、調査ボーリング2坑（深度27mと30m）が実施された。これによって深度10～30m付近に、60～75℃前後の温度が認められ、また、ボーリング坑を利用した採熱試験も行なわれた。

この結果をもとに、今回の事業では、径250㎜、深度15～25mの採熱坑を8坑掘さくし、SGP 200AまたはSGP 150A（フィン付）による採熱管（坑井内同軸熱交換器）を建込むこととした。そして、各坑には給水・排水用管を接続し、水を送って直接加熱する計画をたてた。

採熱坑略図



第2図

3. ボーリングの施工法について

採熱坑掘削の工法選定にあたっては、調査ボーリング時の実績をふまえ、次のような点を考慮した。

- 岩質は、約10m以深は「焼ズリ」状で崩壊しやすい。
- 地下水はないと考えられる。
- 掘削に水を使う場合、付近に沢水等はなく、水道水を揚水することになる（揚程約50m）。
- 熱源の性質から、掘削水を大量に使うことは好ましくない。しかし、岩質から、無水掘りは極めて能率が悪い。
- 深度が浅く、坑数が多い。このため、移設に時間を要するものは不適當である。

このような条件から、「TMM工法」と呼ばれる機種を採用した。これは、アースオーガタイプのマシンで、スクリーロッドを使用し、掘削はエアハンマーによる方式である。このため、硬質岩でも水を使わずに掘削でき、また坑壁崩壊による抑留に対しては、スクリーロッドで切抜可能という利点がある。また、本体はキャタピラにより自走するため、移設は容易である。

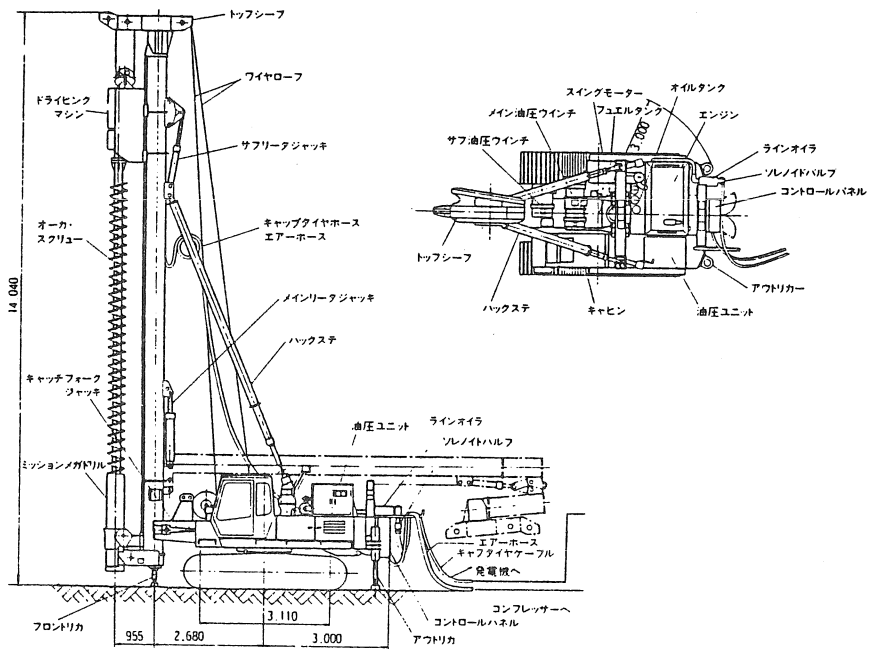
使用機器の諸元は第1表のとおりである。

掘削工事の結果の概略をのべる。

深度15～20m以浅で熱による変質（焼け）の少ないところでは、非常に順調に掘進できた。しかし、これにより深く焼けの著しい個所では、深部で坑壁崩壊・坑径拡大の起こることが多く、スライムが排出されない状態となった。このため、バケット（エア吹出管付）によるスライム汲出しや、スライム排出用パイプ（同じくエア吹出管付）の使用などの対策をとり、また、これによっても坑を確保できない場合は、φ450㎜オーガーヘッドにより拡坑、ケーシングパイプ

第1表

本 体	形 式	三菱MS180	ド ラ イ ビ ン グ マ シ ン	形 式	電動式G-40EP	
	エ ン ジ ン	102 PS/1800 rpm				30 Kw (200 V) × 6 P
	旋 回 速 度	最高 9.4 rpm		回 転 数		20 rpm/50Hz
	走 行 速 度	最高 3.1 km/時		トルク		1.46 tm/50Hz
	登 坂 能 力	輸送時 26°		スイベル口径		53 mm
		作業時 21°		最大圧入力		18,000 kg
	全 装 備 重 量	34,000kg		最大引抜力		24,000 kg
リ ー ダ ー	形 式	油圧式折たたみリーダー	そ の 他	重 量	2,600 kg	
	長 さ	12,445 m		コンプレッサー	10.5%, 17m ³ /min	
	傾 斜 角	前後各 5°, 左右各 3°		発 電 機	125 KVA	
	ス ラ イ ド 量	200 mm		エ ア ハ ン マ ー	ミッションメカドリル A63-15	
	1 作 動	掘進長さ10 m		スクリーロッド	定尺 5 m	



第3図

挿入を行なった。

このように、事前の検討では他の工法と比較して有利な点が多いと考えられた工法であり、実際にも充分能力を発揮するところが多かったものの、地質条件に不応の面もみられた。この点は今後の掘削工法の検討課題として残ることになる。

おわりに

現地では、ボーリング関係の工事終了後、採熱坑に水を送るための諸設備の工事が行なわれ、現在、採熱試験と解析が進められているところである。その結果によって、この地熱の資源評価がなされることになる。

揚湯・還元試験時の水位変動に着目した帯水層評価の一手法

— 研究団地の坑井を一例として —

北海道立地下資源調査所 若 浜 洋

はじめに

地熱水資源の安定供給と保全を含めたトータルサイクル [生産—利用—地下環元]，あるいは地下空間の積極的利用形態の1つとして最近注目を集めている地下蓄熱技術を確立するうえで帯水層評価は必要欠くべからざる課題である。帯水層評価の手法は数多いが，なかでも揚湯・環元試験は現位置試験法として最も有効的であると思われる。従来の揚湯試験は定常的な揚湯量と水位降下量に重点を置いて観測を実施しているのが現状である。

本報告では揚湯，環元により生ずる水位の変動が，人為的に帯水層に与えられた入力に対する応答信号であるという立場から，特に水位変動の過渡特性に着目して考察を進める。

水位変動は帯水層の物性を反映した応答であり，その応答信号から帯水層を評価しようとする場合，おおよそ第1図に示すような事項により制約を受けると考えられる。したがって帯水層の物性を明らかにするにはこれらの諸要素を解明していくことが必要であろう。

以下，昨年度，地下資源調査所敷地内で実施した環元井の揚湯，環元試験結果を一例とし議論を進める。

観測結果の概要

i) 計測方式

水位変動は第2図に示した様な方式を用いて連続的に計測した。エアープイプ長が本試験の様な30~40m程度では，水位変動に対する追従性はきわめて良く，0.5Hzぐらまでの変動には充分追従可能であった。

揚湯量，環元量の計測には流量計を用いたが，排出口で適宜実測し，キャリブレーションをおこなうと同時に流量値を電圧パルスでレコーダーに連続的に出力した。

ii) 水位変動の観測例

以上のような計測方式を用いて測定した水位変動を第3図に示す。揚湯の場合には，汲み上げを開始してから水位は低下し続けるが，約2000(sec)後にはほぼ一定のレベルに落ち着く。

一方環元（自然流下）の場合には60ℓ/min程度の注水で，10⁵(sec)経過後も依然と水位は上昇傾向にある。しかし坑口からオーバーフロー後の水位の挙動について不明である。

再び揚湯の方に目を移すと，安定水位に達する前に水位に行き過ぎ（＝オーバーシュート）が認められる。揚湯量の増加に伴い，行き過ぎの振幅は大きくなり，水位の初期応答はS字状となる。さらに揚湯量の多いB5の場合，応答は振動的になることが認められる。

この様な振動的な過渡応答は，一般にハンチングという名称で呼ばれており，応答源である物

理系（帯水層）の動作（圧力挙動）が2次以上の微分方程式で記述できる場合の特徴的な現象である。通常用いられているタイスやヤコブ等の水位降下式を検討したが、水位応答は1次遅れ系となりハンチングは起こり得ない。

したがって、このハンチング現象を説明するため新たに帯水層のモデルを考えた。

帯水層のモデル化と観測データとの対比

モデル化にあたっては第4図に示した様に帯水層の圧力挙動を次の3つの基本方程式で記述した。

- ① 帯水層を構成しているマトリックスの運動方程式
- ② 帯水層中を流れる流体の運動方程式
- ③ 帯水層内での質量保存則

また、第1表に各基本方程式の取り扱い方の骨子を従来型の理論と対比して載せた。内境界については第5図に表わした2つのパターンを考え、外境界による圧力波の反射、吸収等による影響は、今回の観測時間内にはないものと仮定する。

以上の物理モデルについて、任意の揚湯、環元入力に対する任意の位置での水位の時間応答を伝達関数という形で求めることができる。これを第6図に示す。帯水層および流体の運動を規定するパラメーター、 α 、 β 、 r 、 φ 等の増減によっては伝達関数の極配置が連続的に変化する。この伝達関数の極配置によって水位変動は振動性2次遅れ応答型になったり、1次遅れ応答型になったり、あるいは発散性応答になったりすることがわかる（第7図参照）。今回の揚水試験時の水位変動は第7図の非振動性2次遅れ応答～振動性2次遅れ応答型として考えることができる。

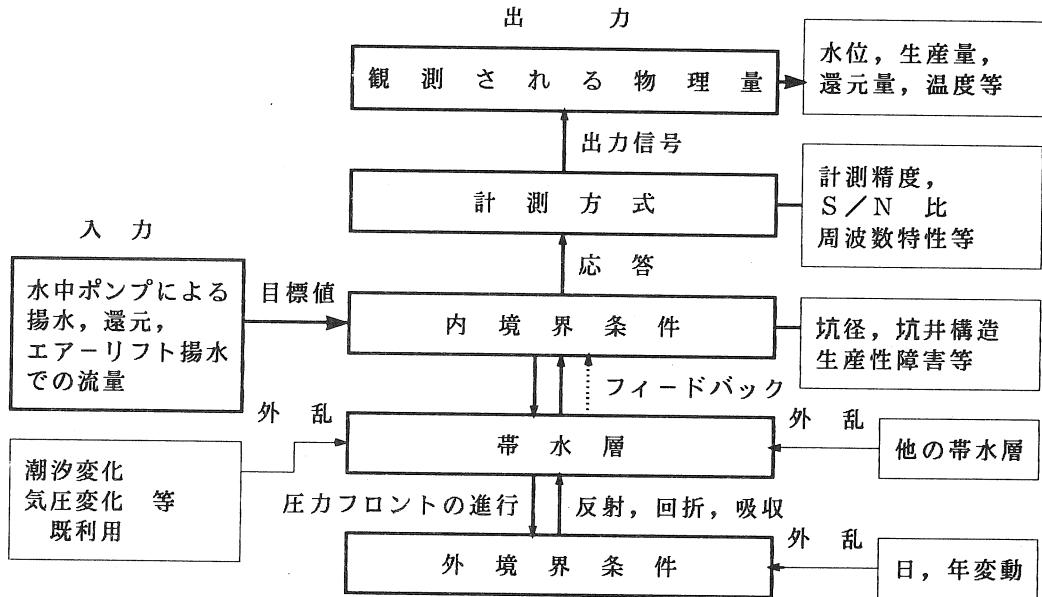
おわりに

本モデルで得られた水位の応答解を検討してみると、定常特性は β 、 r 等の関数となっており、過渡特性は α 、 β 、 r 、 φ 等の関数になっている。一例として、 $\frac{\alpha}{\beta}$ というパラメーターは基礎方程式の吟味から有効孔隙率と流体のレイノルズ数等の関数になっているが、このような情報は従来の定常特性主体の観測および解析からは得ることができない。また、複数の帯水層を比較する場合、同一の生産量で同程度の定常水位が得られたからといって湧出特性（例えば有効孔隙率）が似かよった性質の帯水層であるとは判断できないことを示唆している。以上一例ではあるが、水位を帯水層からの応答信号と考え、水位変動の定常特性に加え、過渡特性を調べることが帯水層の物性を探る上での新しい指針となることがわかった。

なお、今回は坑井検層で得られた物性値との対比等をおこなっていないが、今後それらも含めたより総合的な解析を進める所存である。

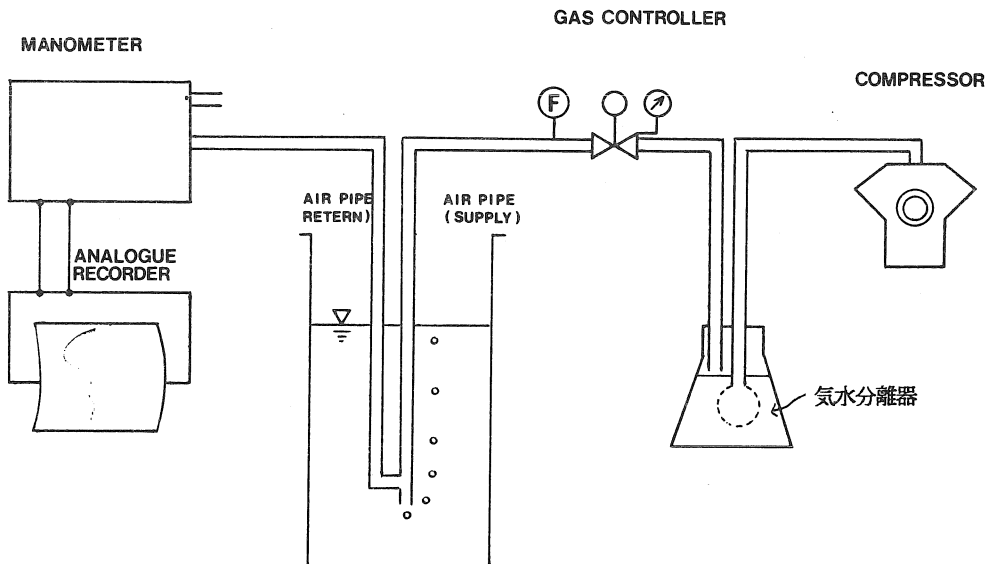
<第1図>

水位変動から帯水層を評価する場合の問題

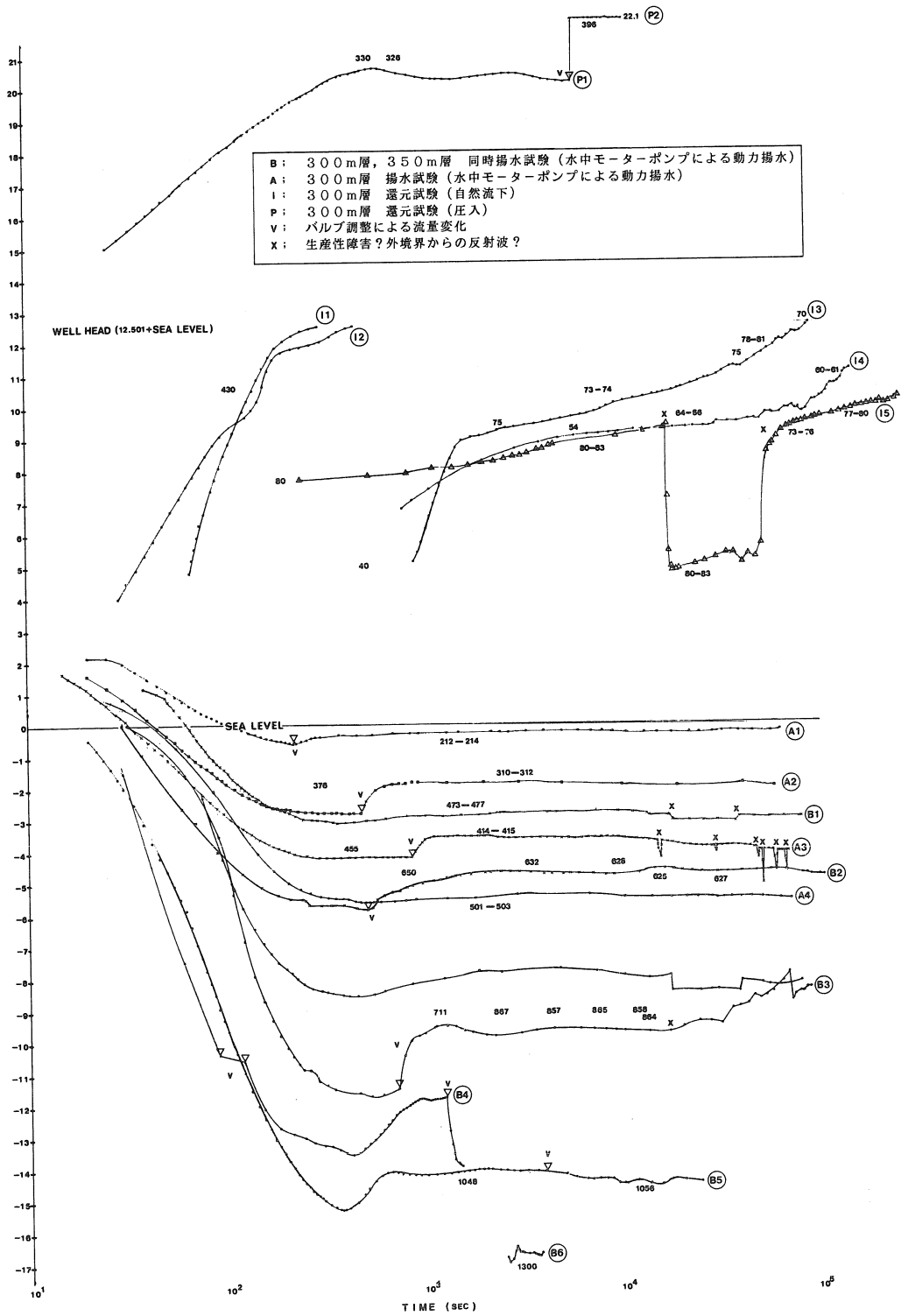


<第2図>

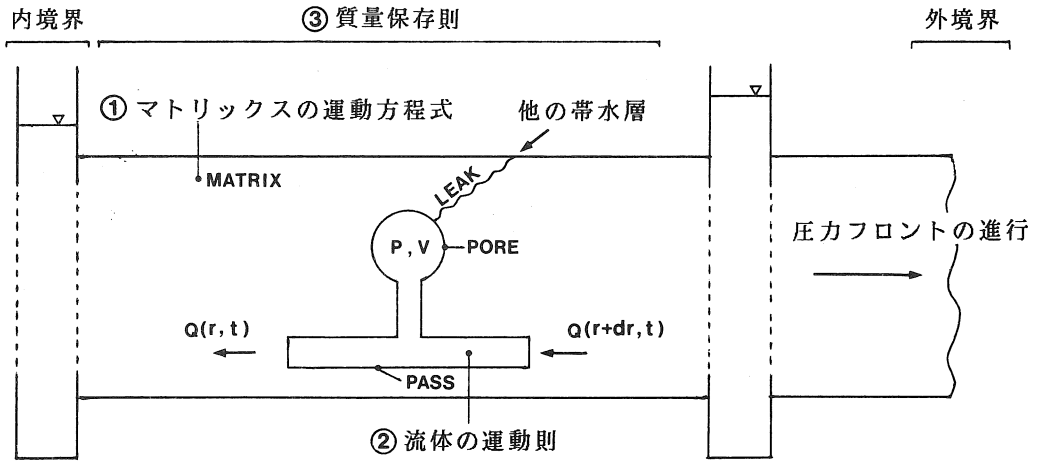
水位計測方式



第3図 都市型地熱水有効利用調査研究。還元井揚水試験結果



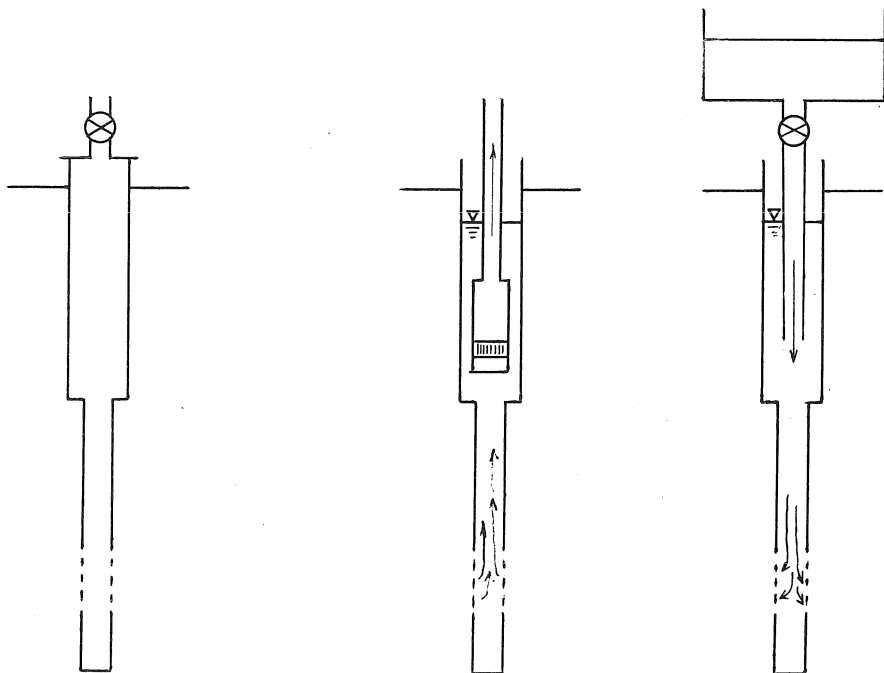
第4図 帯水層の水位変動に関するモデル



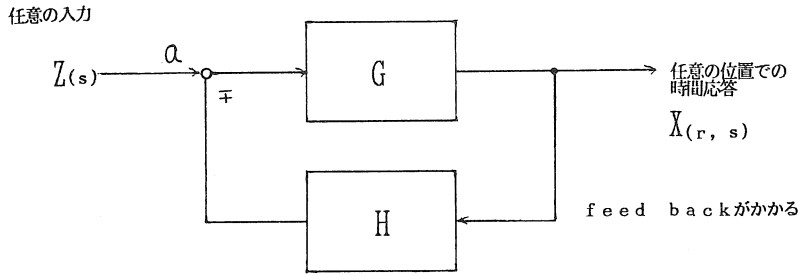
第5図 本モデルで用いた内境界条件

① 坑口を密閉して生産・還元する場合

② 坑口を開放して生産・還元する場合



第6図 物理モデルの解から得られた伝達関数



$$G = - \frac{1}{A_w (s \gamma + \phi)} \cdot \frac{\zeta K_0(\zeta r)}{K_1(\zeta r_w)}$$

$$H = s A_w \cdot \frac{K_0(\zeta r_w)}{K_0(\zeta r)}$$

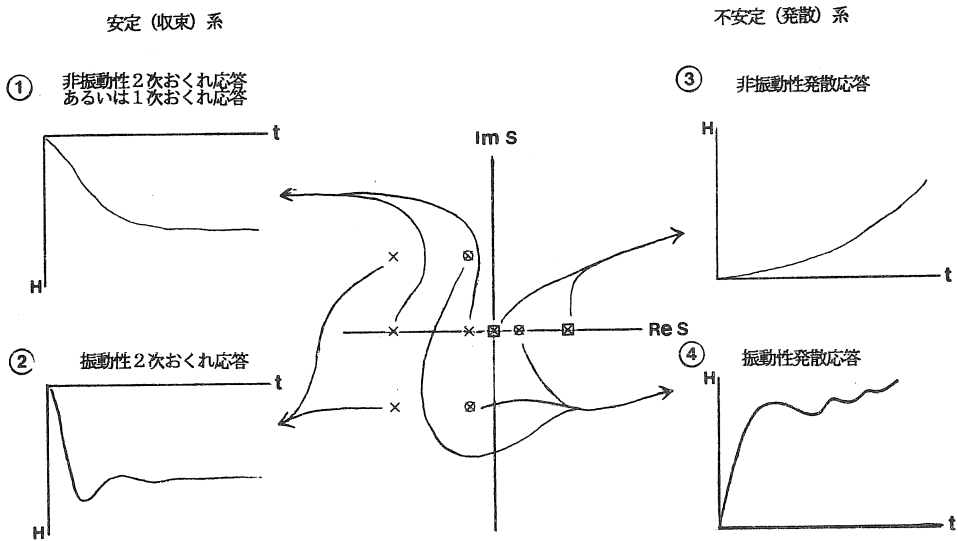
where $\zeta = \sqrt{(\gamma s + \phi)(\alpha s + \beta)}$
 K_0, K_1 は第2種の変形ベッセル関数

$\alpha, \beta, \gamma, \phi$ 等の物性値の増減により、応答は振動性2次遅れ応答、非振動性2次遅れ応答、1次おくれ応答等で記述できる。

- ① 揚水の場合には負のフィードバック……系は安定 →水位は収束する。
- ② 還元の場合には正のフィードバック……系は不安定 →水位は発散する。

第7図 伝達関数の極配置と水位の安定性

物性値 $\alpha, \beta, \gamma, \phi$ 等のとる値により次の様な形で代表される応答になる。



第1表 物理モデルを規定する基本方程式の要約

基本方程式		従来型理論	本発表で用いる基本式	注 記
帯水層を構成しているマトリックス部分の運動方程式 (応力方程式)		<p>等方, 均質として考える。</p> $\frac{dP}{dV} = \frac{1}{S}$ <p>としている</p> <p>S : 貯留係数</p> <p>S については種々の物理モデルが提案されている</p> <p>*応力方程式から出発していないので異方性への拡張ができない。</p>	<p>等方, 均質として考える。</p> <p>帯水層を連絡性のある空隙と連絡性のない空隙の集合体としてモデル化する。</p> <p>独立な2つの弾性定数を用いて</p> $\frac{dP}{dV} = \frac{\lambda' + 2G'}{k'(\lambda + 2G') - k^2}$ <p>k', k は定数と表わす。</p>	<p>帯水層の異方性について考える場合には, 独立な弾性係数を21個考え, 設定した形状モデルについて応力方程式を解く必要がある。</p> <p>(重力の影響は無視)</p>
帯水層中を流れる流体の運動則 (Navier-Stokesの方程式)		<p>層流での Navier-Stokes の方程式の解</p> <p>↓</p> <p>D'Arcy 則</p> $\frac{\partial P}{\partial r} = \beta V_r$ $\beta \propto \frac{1}{T}$ <p>としている</p> <p>T : 透水量係数</p>	<p>非層流での Navier-Stokes の方程式の解の一例</p> <p>↓</p> <p>非 D'Arcy 則</p> $\frac{\partial P}{\partial r} = \alpha \underbrace{\frac{\partial V_r}{\partial \tau}}_{\text{慣性項}} + \beta V_r$ <p>散逸項</p>	<p>化学工学等の分野では粉体充填層中での流体の運動則として</p> <p>実験的に</p> $\frac{\partial P}{\partial r} = \alpha' \rho V_r^2 + \beta V_r$ <p>を得ている。</p> <p>(重力の影響は考えていない)</p>
帯水層内での質量保存則 (連続の方程式)		<p>水平層, 層厚一定, 单相流, 放射状流とした円柱座標系で考える。</p> $Q_{out} - Q_{in} = \frac{\partial V_r}{\partial r} + \frac{1}{r} V_r = \frac{1}{dV} \cdot \frac{\partial P}{\partial \tau} + \varphi P$ <p>弾性項 漏水項</p> <p>従来型の理論では</p> $\varphi = -\frac{1}{B^2}$ <p>B : 漏水因数とおいている。</p>	$\frac{dP}{dV}$: 容積弾性率	<p>漏れは Poiseuille 流にしたがうものとする</p> <p>φ : 漏れの抵抗係数</p>
境界条件	内境界	第5図に示した場合について考える。		
	外境界	今回の試験での観測時間内では圧力フロントは外境界に達していないと仮定し, フロントの反射, 回折吸収等による影響は考えない。		

豊富町天然ガス（R-10号）井掘削について

上山試錐工業㈱ 出口 高 広

はじめに

豊富町字温泉町地区における天然ガス開発の発端は、大正14年豊富背斜付近に深度 960 m の R-1 号井が掘削され、初日産 30,000 m³/日のガス噴出に成功したことに始まる。その後、これまでに10本の坑井が掘削されており、この内 R-1 A, R-4 が 5,000 m³/日の生産を続けている。

本井（R-10号）は、この地区で11本目の坑井として、天然ガスの増量を目指し計画されたもので深度 1,200 m の掘削はこの地区では始めてである。

1. 掘削計画の概要

本井は可燃性の天然ガス開発を主目的としていることから、特に下記の点に留意して計画を行なった。

(1) 主要機器

作業上の安全性、掘削の高能率化を考慮し、表-1 にしめす設備を計画した。

(2) 泥水管理

既存データから、構成地質は泥質岩主体の軟質層であると予想されるため、泥水粘性、脱水量とも極力低く抑える（ガス層に対してはオーバーバランスを保てる範囲で比重をコントロール）。

(3) 掘削時の計測

ガス層掘削中は、泥水は常にガスカット状態になるので、マッドガスおよび泥水量の鋭敏な監視が必要である。そこで本井は掘進率、温度計測を含めて表-2 にしめした項目を計画した。

(4) 坑口装置

ウェルコントロールを安全に行なえるように図-1 にしめした坑口装置を具備した。

2. 掘削経過の概要

天然ガス生産層の対象となる深度 700 m 以深について、その掘削経過の概要を述べる。図-2 に掘削時の計測総括図をしめした。

(1) 深度 700 m ~ 1,100 m

この間は泥水比重 1.05~1.06 と低く抑えて掘削を行なった。図-2 にしめしたように深度 768 m から比較的大きな逸泥が発生したが、これは循環泥水中に L. C. M を 1~2% 添加することにより対応できた。また、マッドガスはガス徴として十数か所確認されたが、いずれも少量（1~5%）であった。

(2) 深度 1,100 m ~ 1,200 m

この間は大きなガス徴（50~70%）がみられた。特に深度 1,170 m ~ 1,180 m 付近では、掘削

中連続的に80%以上のガス徴が計測され、同時に溢泥（20～30ℓ/min）および崩壊が発生した。そこでガスキックを抑えるため泥水比重を除々に上昇させるとともに、坑壁強化剤の添加および浚渫等により坑井内の安定維持に努めたが、ガスを抑制すると逸泥が発生し掘削は難行した。このガスを伴う崩壊、逸・溢泥対策に6日間を費し、深度1,191 mまで浚渫した。その後4½"ケーシング挿入を実施したが、深度1,162 mで挿入不可能となった。

3. 坑井仕上げ

深度1,200 mまでの掘削記録から、ガス鉱床の最も有望な採取対象層は、深度1,170 m～1,180 m間であると推定された。従って、以下に示す工法により深度1,162 m以深の仕上げを実施した。

① 5⅞" 坑での掘削および浚渫状況から、完全な浚渫は困難であると判断されたため、掘管パイプをそのままケーシングパイプとして仕上げる工法により以深の浚渫を行なうことにした。

② 浚渫作業は、掘管の付替時に崩壊を誘発することが予想されるため、槽の高さの範囲で連続的掘削可能（本機は約30 m）なスピンドルタイプの掘削機を別に設置した。

③ 浚渫の編成は、3⅞" 径のトリコンビットを使用し、その直上にガス噴出を防止するためバックバルブを据付けた。また、掘削パイプは地上部から深度20 mまではHQロッド、深度20 m～600 mを3½" DP、深度600 m以深をHQロッドをそれぞれ使用し、深度1,200 mまで浚渫作業を実施した。最終仕上げ図を図-3に示した。

以下に各関連作業の概要をのべる。

(1) ストレーナー

浚渫後、ガス採取対象の深度1,170 m～1,180 m間に爆薬によるジェットを発射し、ガス層に到達する孔をあけることを目的としたジェットパーフォレーター工法を実施した。（表-3）

(2) パイプ離脱作業

① ジェットカッター

深度1,150 mで爆薬によるジェット効果によって、パイプを切断するジェットカッターを実施した。しかし、この作業でパイプを完全に切断することが出来ず、穿孔後約3日間にわたり行なった金属疲労を目的とした強引作業およびねじり作業においても離脱までには至らなかった。このため、工法を変更しバックオフツールによる脱管作業を行なうことにした。（表-4）

② バックオフツール

バックオフツールは、本来坑井内で抑留された掘管等を左トルクをかけて導爆線の発破による衝撃を利用して、ネジ戻しをする工法であるが、今回の場合、HQロッドの締めつけトルクが弱いいため左トルクはかけず、衝撃圧でネジ部をふくませることにより、脱管することにした。

深度1,142 mで第1回目のバックオフを行なったが脱管には至らなかった。このため、導爆線の本数を倍にして、再度同深度でバックオフを実施し脱管に成功した。起爆後深度1,142 mまでの掘管を回収し、作業を終了した。（表-5）

おわりに

豊富町の天然ガス井掘削について、その概要をのべた。報告したように、当初計画どおりの坑井仕上げができず、変則的な仕上げ工法を実施せざるを得なかった。

これは、①既存坑井に比べてガス圧が異常に高かったこと。②ガス生産層が著しい崩壊性地層であったこと。③深度 768 m 付近の逸泥層の閉塞が不完全であったため、逸泥個所を特定できず、逸・溢泥の対応が難しかったことなどの理由があげられる。

とにかく、変則的ではあったが予定深度までの掘さく・仕上げを実施し、種々の仕上げ方法および関連技術を経験した。これらの経験が今後何んらかの参考になればと思い報告した。

表-1 主要機器一覧

名 称	形 式	仕 様	分解重量	総重量
ドローワークス	S-50 (セキサク)	8ライン91ton	9,000kg	10,700kg
同上パワーユニット	ヤンマーS165L-UT形	420PS/1200RPM	—	6,500
ロータリーマシン	RT-205 (セキサク)	オイルバス式 オープニング径 (520 ϕ m)	4,400	4,940
泥水ポンプ(主)	ナショナル 8-P	Max.V:2051 ℓ /min Max.P: 309 kg/cm^2	—	12,780
同上パワーユニット	ヤンマー T220AL-ST 形	812PS/000RPM	—	20,000
泥水ポンプ(副)	D-100 (セキサク)	Max.V:1373 ℓ /min Max.P :110 kg/cm^2	—	4,500
同上パワーユニット	ニッサン PD6T04	160PS/1400RPM	—	1,650
ヤ グ ラ	カチンレバー式	耐加重 100ton h=38m	2,000	25,000
サブストラクチャー	ロ ン グ 型	12.4 x 7.7m x 1.5m	9,000	27,000
ドリルパイプ	3 1/2" x 13.3井 グレードE	9.6 x 135J	200	27,000
ケ リ -	4 角 ケ リ -	4"3/4 x 12m	—	1,500
ドリルカラー	4 3/4"D.C	80.4 kg/m x 9	723	7,230
クラウンブロック	760 ϕ m x 5車	耐加重 100ton	—	2,000
フックブック	760 ϕ m x 4車	耐加重 100ton	—	3,600
ウォータースイベル	WS-3	耐加重 50ton	—	800
泥水タンク	鉄 鋼 製	20 $\text{k}\ell$ x 3台	—	6,000
"	"	10 $\text{k}\ell$ x 1台	—	1,000
スラッジ分離タンク	"	2 x 5 x 1.5 m	—	5,000

表-2 計測項目及び方法

項目	計測方法
マツトガス	連続脱ガス装置をフローライン出口にセットし、排泥中のガス濃度をガス検知機により、時間的变化として連続記録する。
泥水量	ピットレベルメーターをシェイカー、サクション、ミキシングタンクの3ヶ所にセットし、逸泥・おう泥状況を時間的变化として連続記録する。
掘進率	時間送り記録計に掘進1m毎の信号をドリラーが入力
温度	温度センサーとしてC-C熱電対を用い、温度計のアナログ出力を連続記録する。測定項目は、送泥、排泥、気温、作泥温。

表-3 ガンパー種類および規格

種類	アルミジェット
薬量	10g
外径	54mm
穴径	7mm×50発
貫通深度	216mm
最高温度	325℃
最高圧力	840kgC
ガンパー区間	深度 1170～1180m

表-4 ジェットカッター種類・規格

管種	3½" C・P
薬量	18g
最高温度	350℃
最高圧力	1246kg
カッター深度	1150m

表-5 バックオフツールの仕様

第1回目 バックオフ	導爆線 1.6m×2本
第2回目 バックオフ	" 1.6m×4本

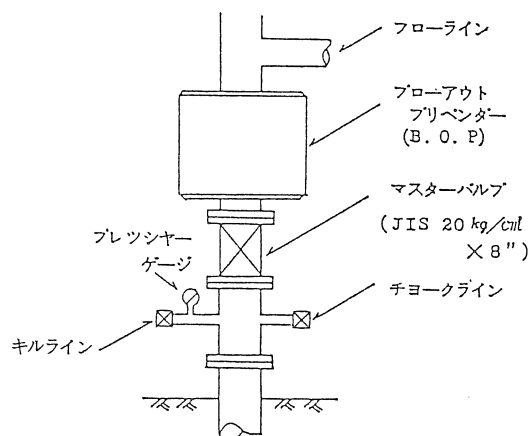


図-1 掘削時坑口装置

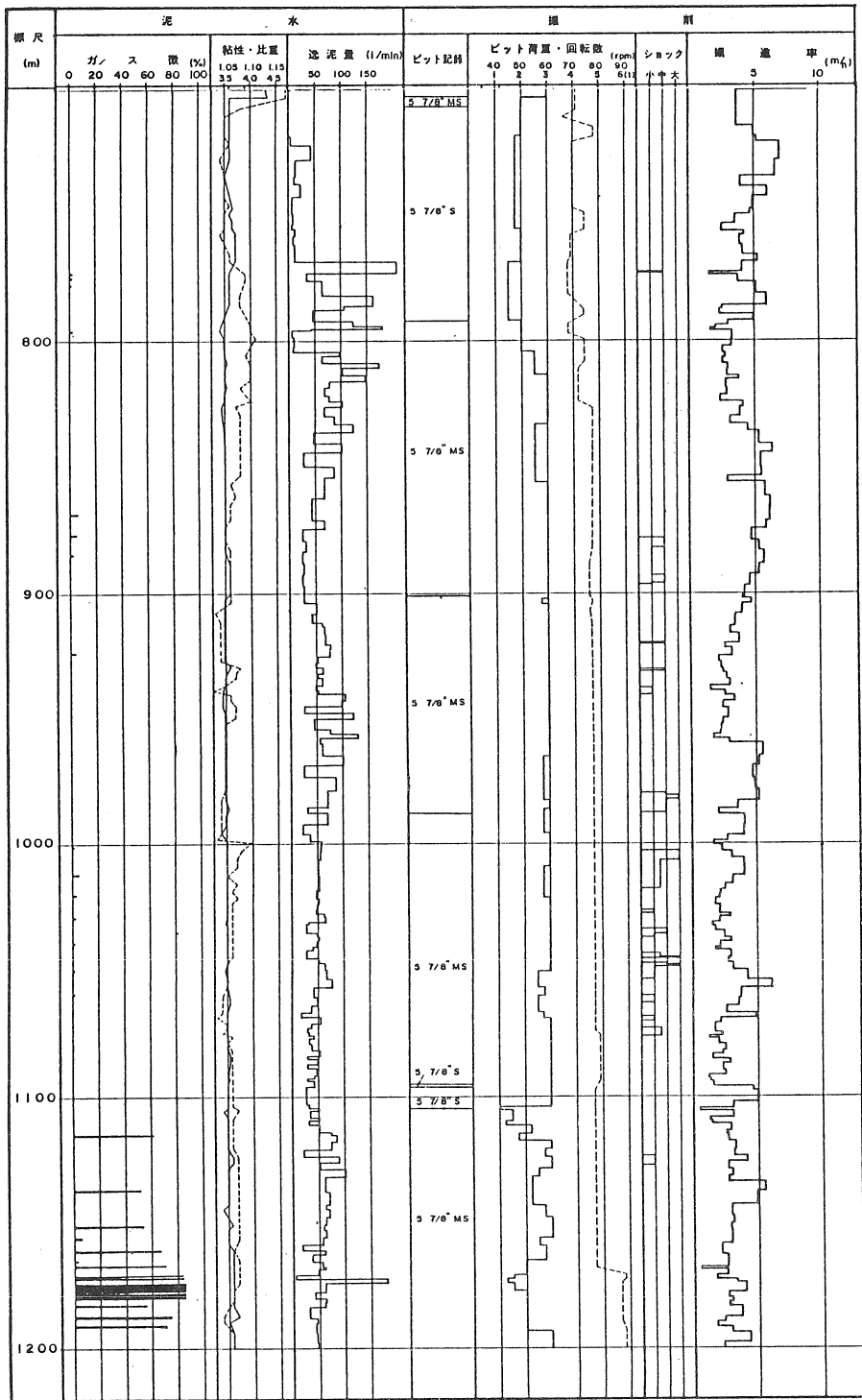


図-2 掘削時の計測総括図

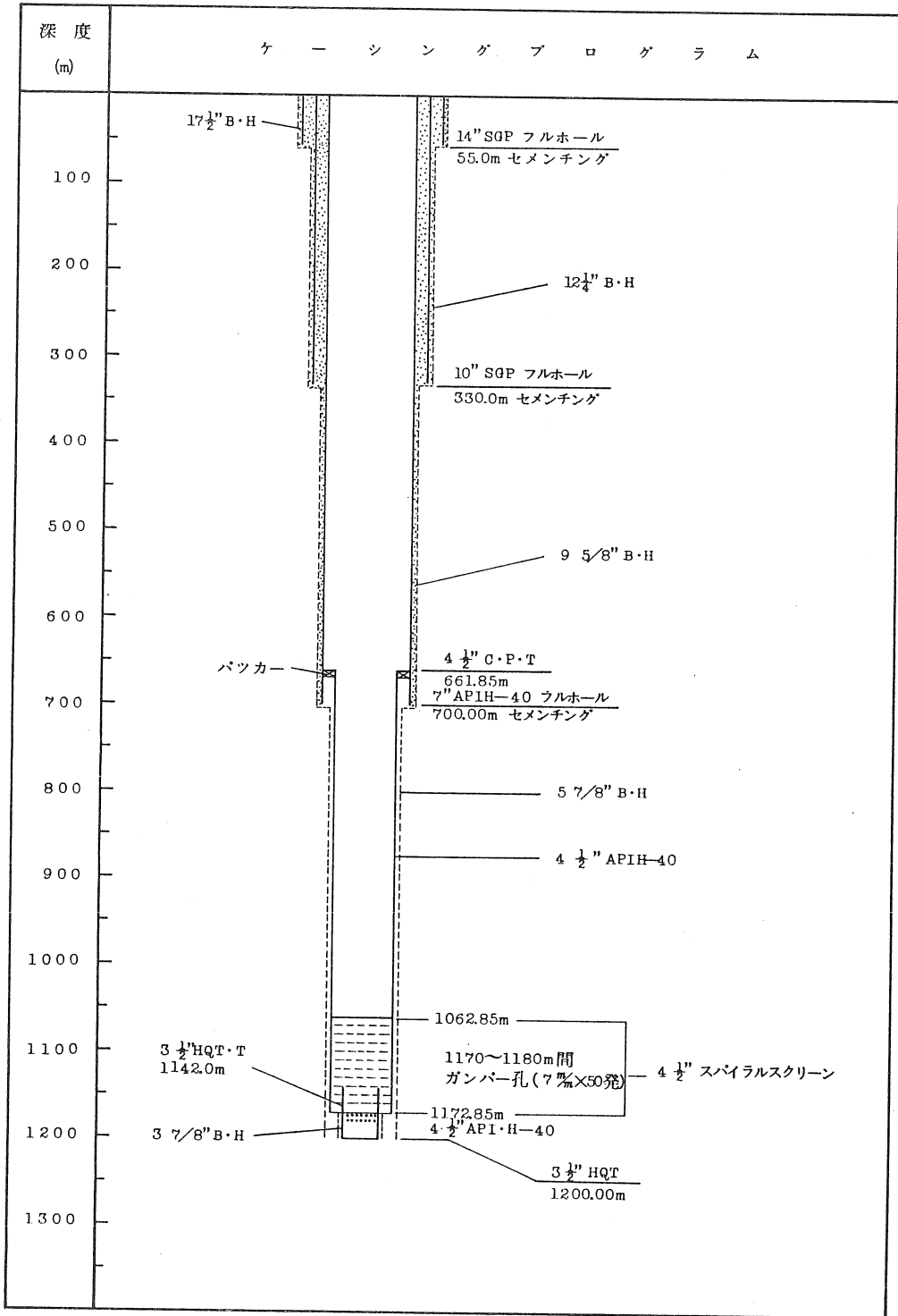


図-3 最終仕上げ図

【メ 毛】

