

第30回試錐研究会
記念大会

講演資料集

期 日：平成4年3月25日(水)

会 場：札幌サンプラザ(2F金枝の間)

(札幌市北区北24条西5丁目)

第30回 試錐研究会

記念大会

— 北海道の地下資源とボーリング —

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
(社)全国鑿井協会北海道支部
- 日時** 平成4年3月25日(水) (10:00~17:00)
- 場所** 札幌市北区北24条西5丁目
札幌サンプラザ (Tel. 011-758-3111)
(2F 金枝の間)



あいさつ

北海道立地下資源調査所長 早川 福利

座長 北海道立地下資源調査所資源地質部長 和気 徹

記念講演

“北海道の資源開発とボーリング”

(株)ユニオンコンサルタント

代表取締役社長 斎藤 昌之

~~~~~ 昼 食 (12:00~13:00) ~~~~~

I. G. C. (万国地質学会議) と

北海道国際アースサイエンスフォーラムについて

工業技術院地質調査所北海道支所長 岡部 賢二

**記念講演**

“建設工事におけるボーリングの役割”

～ボーリング資料の活用～

北海道工業大学土木工学科

教授 土居 繁雄

**記念講演**

“地熱・温泉開発とボーリング”

エス・エス・リサーチ

代表 酒匂 純俊

あいさつ

(社)全国鑿井協会北海道支部長 細目 義雄

---

懇親会 (17:30~19:30)

会場 札幌サンプラザ  
(2F 高砂の間)

# 記 念 講 演





# 北海道の資源開発とボーリング

(株)ユニオンコンサルタント

代表取締役社長 齋藤昌之

ボーリングの歴史は古い。古代エジプト人は、ピラミッドの建設に、宝石を植えた一種のビットを手動穿孔器に使い、中国でも、一種の衝撃式さく井機を使用して、食塩採取の井戸を掘ったという。

近代ボーリングは、綱掘り衝撃式ボーリングと掘桿を用いた回転式ボーリングの2種に分かれ、それぞれ長い変遷をへて今日にいたっている。

わが国での経緯は、全国地質調査業協会連合会編の新編ボーリングポケットブック（昭和58年）によると、草創期（明治の始めから大正6年頃までの外国技術の模倣時代）；成長期（大正7年頃から昭和10年頃まで、わが国独自のボーリング技術がメーカーを中心に開発された時期）；停滞期（昭和11年から昭和23年頃までの、第2次大戦を挟んだ停滞と混乱の時期）；躍進期（昭和24年から昭和40年頃までの高度成長期に相当し、ボーリング技術が飛躍的に成長した時期）；発展期（昭和41年以降のボーリング技術の多様化と情報化の時期）の5段階に分れる。概略は次のようである。

明治4年（1871）アメリカから衝撃式綱掘り（ローピング）さく井機2組を、石油採掘の目的で輸入している。さく井技術が未熟で失敗したという。炭鉱では、明治9年（1876）高島炭鉱がイギリスから、回転式ボーリングマシンを輸入し使用している。以降、綱掘り衝撃さく井機は石油関係で、回転式ボーリングマシンは炭鉱方面で多用され始めた。明治26年（1893）になると、上総掘りが油田浅井掘削に採用されている。

金属鉱山では、明治37年（1904）小坂鉱山でボーリングが行なわれた。明治40年（1907）には日立鉱山が、イギリスのシュラムハーカー社製ボーリングマシンを輸入している。しかし大正年代になると、上総掘りが金属鉱山でも探鉱目的に使用され、花岡、安部城などの鉱山で成功している。

戦後、金属鉱山の開発が盛んになるにしたがって、鉱床探査に占めるボーリングの役割は、一段と高まってきた。昭和23年（1948）に、アメリカ製の高速回転ダイヤモンドボーリングマシンが紹介され、昭和25年（1950）には、わが国で初めて、高速度回転ボーリングマシンが試作された。昭和30年（1955）には、ワイヤライン工法がアメリカから導入され、ボーリングによる金属鉱山の本格的鉱床探査の時代に入った。

資源開発とボーリングのかかわりは、鉱床の発見や地質構造の把握に不可欠なものとして、探査手段への利用である。鉱山の開発規模が大きくなると、鉱量の確保が鉱山の死命を制することになる。当然、探査のためのボーリングの役割は重くなり、野外ばかりでなく坑内からも行われるようになる。

金属鉱山におけるボーリング探査の状況を、浅野五郎編「鉱山地質ハンドブック」（朝倉書店、

昭和37年)でみると、次の通りである。

足尾鉱山(古河鉱業)ではボーリングマシン8台(能力70~300m)、年間総延長6,000m。八總鉱山(住友金属鉱山)ではボーリングマシン11台(能力50~500m)、年間総延長約5,000m。日立鉱山(日本鉱業)ではボーリングマシン10台(能力70~400m)、年間総延長約7,000m。花岡鉱山(同和鉱業)ではボーリングマシン8台(能力40~300m)、年間総延長約13,000m。(第1表)。

第1表 金属鉱山におけるボーリングの一例

| 鉱山名               | 足尾鉱山<br>(古河鉱業)<br>銅・鉛・亜鉛<br>鉱脈鉱床 | 八總鉱山<br>(住友金属鉱山)<br>銅・鉛・亜鉛<br>鉱脈鉱床 | 日立鉱山<br>(日本鉱業)<br>銅・鉛・亜鉛<br>キースラーガー | 花岡鉱山<br>(同和鉱業)<br>銅・鉛・亜鉛<br>鉱脈鉱床 |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 規模                | 鉱員数 約200<br>月産銅量<br>300~400 t    | 月産銅量<br>220~230 t                  | 月産銅量<br>約450 t                      | 月産銅量<br>約400~500 t<br>亜鉛 450 t   |
| ボーリング機<br>(台数・能力) | ボーリング機8台<br>(能力70~300m)          | ボーリング機11台<br>(能力50~500m)           | ボーリング機10台<br>(能力70~400m)            | ボーリング機8台<br>(能力40~300m)          |
| 総掘さく延長            | 約6,000m                          | 約5,000m                            | 約7,000m                             | 約13,000m                         |
| 1台当り掘さくm          | 750m                             | 454m                               | 700m                                | 1,625m                           |

浅野五郎編：鉱山地質ハンドブックを参考

また「紀州鉱山の探鉱と開発」(阿部頭、手記)によれば、同鉱山の探査状況は次の通りである。昭和31年(1956)にはボーリング総延長が6,500mであったが、40年(1965)には3倍以上となり、約20,500mに達した。ボーリングマシンは14台(能力50~90m)である。

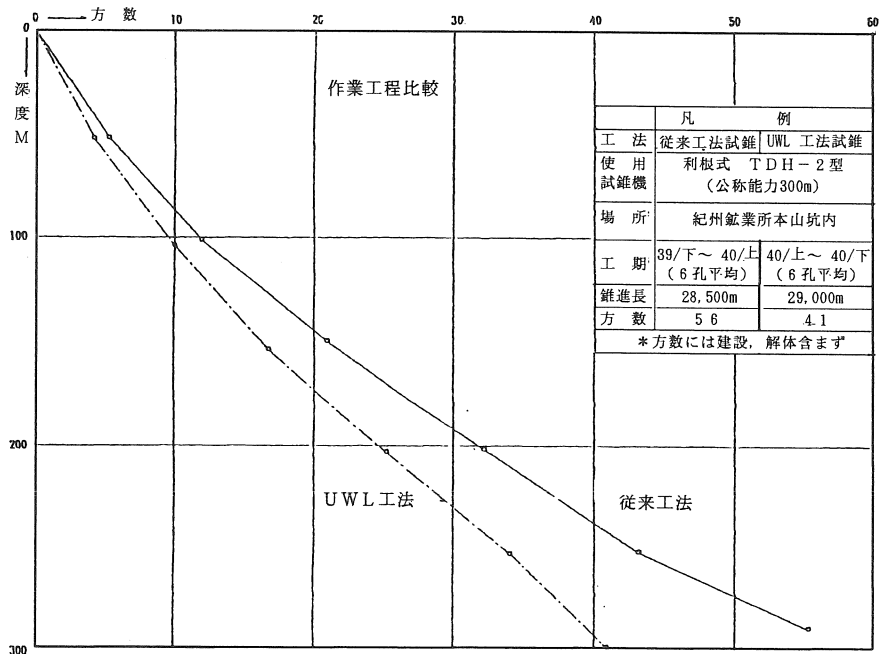
この驚異的な伸びは、新鋭ボーリングマシンの輩出に加えて、ドリリングツールの小型化、ロングサイズコアバーレルを検討しドリリングスピードの上昇化などの、改良を加えたことによる。そしてこれを決定的にしたのは、ワイヤライン工法の採用である。従来工法と比較すれば、深度250mを境に急激に能率が良くなる(第1図)。この結果、作業労力が軽減されコストの低下に役立っている。

ワイヤライン工法の特徴は、ロッドと孔壁の間隙が小さいのでロッドの振動が少なく、最も地質条件に合った、効果的なビット回転とビット荷重を加えることができることにある。同時に、ノンコアボーリングの孔内の自然電位を測定し、その検層データと実際に得たコアとの対比によって、間接的ではあるが、岩相の判定が可能である。したがって、補完的探鉱手段として、十分に活用できる。

のべた例は、資源開発とボーリングが、不可分の関係にあることを物語っている。鉱山における探査の拡大が、ボーリングマシンの性能の進歩を促し、ボーリングマシンの性能開発が、探査規模を一層大きくし、鉱山開発をスケールアップしていったといえる。

第1図 紀州鉾山における在来工法とワイヤライン工法の比較

(阿部 顕；紀州鉾山の探鉾と開発)



しかし、ボーリングが利用されるのは、探査分野だけではない。鉾山の開発が進むにしたがって、立坑のパイロットボーリング、探鉾の先進ボーリング、排水孔を目的としたボーリング、通気を目的とするボーリングなど、鉾山開発とともに多様化し、探鉾の面ばかりでなく保安の面での役割までも、分担するのである。

道内におけるボーリング探査の業績は、明らかでないが、若干の記録はみることができる。

大正2年(1913)、夕張と大夕張炭鉾でダイヤモンドボーリングマシンにより探鉾が行われ、大正5年(1915)砂川炭鉾で、上総掘機2台が探鉾に使われている。金属鉾山では、明治鉾山が、大正2年(1913)～3年に上総掘機で積極的に探鉾し(使用機は100台ともいわれる)、黒鉾床の開発に成果をあげている。大正6年(1916)には虻田鉾山で、ダイヤモンドボーリングマシンにより、73ヶ所の探鉾が行われている。

道内鉾山の昭和34年度(1959)から36年度(1961)までのボーリング作業状況(昭和35年度以降は計画)を、札幌通産局が取りまとめている(第2表)。

鉾山数44鉾山(金・銀2、銅4、鉛・亜鉛5、硫化鉄・鉄8、砂鉄4、クロム3、マンガシ、水銀5、硫黄3、重晶石2、石灰石2、カオリン1、石綿2)。ボーリングの総延長は直轄と外注を合わせて、34年度66,796m、35年度84,466m、36年度89,743mである。この数字は、ボーリング

第2表 鉱種別・直轄外注別試錐実績及び計画

(単位m)

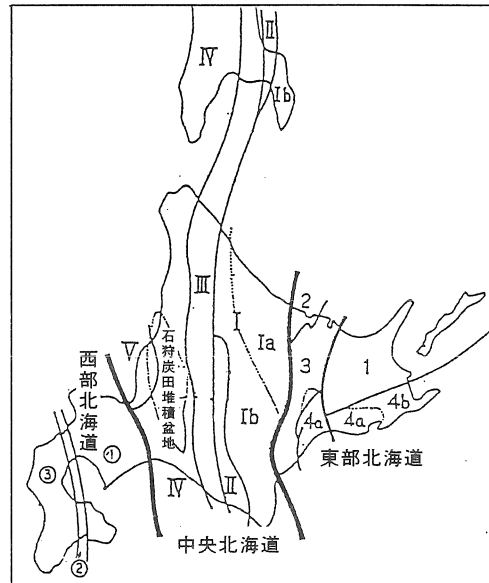
| 鉱種名   | 鉱山数 | 34年度   |        |        | 35年度   |        |        | 36年度   |        |        |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       |     | 直轄     | 外注     | 計      | 直轄     | 外注     | 計      | 直轄     | 外注     | 計      |
| 金・銀   | 2   | 6,410  | 3,992  | 10,402 | 6,913  | 4,693  | 11,606 | 7,400  | 4,700  | 12,100 |
| 銅     | 4   | 12,903 | 114    | 13,017 | 15,865 | 463    | 16,328 | 16,000 | —      | 16,000 |
| 鉛・亜鉛  | 5   | 2,469  | 579    | 3,048  | 2,535  | 3,580  | 6,115  | 5,010  | 2,560  | 7,570  |
| 硫化鉄・鉄 | 8   | 7,263  | 1,284  | 8,547  | 9,431  | 500    | 9,931  | 8,736  | —      | 8,736  |
| 砂鉄    | 2   | 2,059  | —      | 2,059  | 2,387  | 186    | 2,573  | 4,380  | —      | 4,380  |
| クロム   | 3   | 5,729  | —      | 5,729  | 5,675  | —      | 5,675  | 4,140  | —      | 4,140  |
| マンガン  | 3   | 3,244  | 2,254  | 5,498  | 4,229  | 2,516  | 6,745  | 6,707  | 3,000  | 9,707  |
| 水銀    | 5   | 7,474  | 1,276  | 8,750  | 7,255  | 3,683  | 10,938 | 8,800  | 4,750  | 13,550 |
| 硫黄    | 3   | 2,677  | —      | 2,677  | 1,594  | 993    | 2,587  | 2,460  | 400    | 2,860  |
| 重晶石   | 2   | —      | 505    | 505    | 400    | 1,080  | 1,480  | 500    | 600    | 1,100  |
| 石灰石   | 2   | 432    | —      | 432    | 928    | —      | 928    | 600    | —      | 600    |
| オリン   | 1   | —      | —      | —      | —      | 550    | 550    | —      | 800    | 800    |
| 石綿    | 2   | 2,281  | 2,021  | 4,302  | 3,080  | 3,350  | 6,430  | 3,400  | 1,400  | 4,800  |
| 在札事務所 | —   | —      | 1,830  | 1,830  | —      | 2,580  | 2,580  | —      | 2,500  | 2,500  |
| 合計    | 44  | 52,941 | 13,855 | 66,796 | 60,292 | 24,174 | 84,466 | 68,133 | 21,610 | 89,743 |

探鉱の必要性とともに、今後のボーリング設備の拡充を意味すると思われる。ボーリング作業量を使用機の能力別にみると、200m以上23.7%、100m以上48.1%、50m以上14.7%、50m未満13.5%となっている。直轄のボーリング作業員は全体で192名、1m当りのボーリング費は総平均で2,187円となっている。

北海道は、地質構造的に、西部北海道（西南北海道）、中央北海道（中軸北海道）、東部北海道（東北北海道）に大別される（第2図）。しかも、本州から北上する那須・鳥海の両火山帯と、千島から南下する千島火山帯の会合する所でもある。

この地質構造と地質構成とから、北海道はいくつかの鉱床区に分かれ（第3図）、賦存する鉱産資源は、石油・天然ガス、石炭、そして多種多様な金属鉱物と非金属鉱物である。高品位クロム、白金、石綿のように北海道特産鉱物と、水銀、重晶石のように全国生産の80%以上を生じた多産鉱物はよく知られており、金、マンガン、砂鉄も全国生産のほぼ半ばを占めていた。

第2図 北海道地質構造図

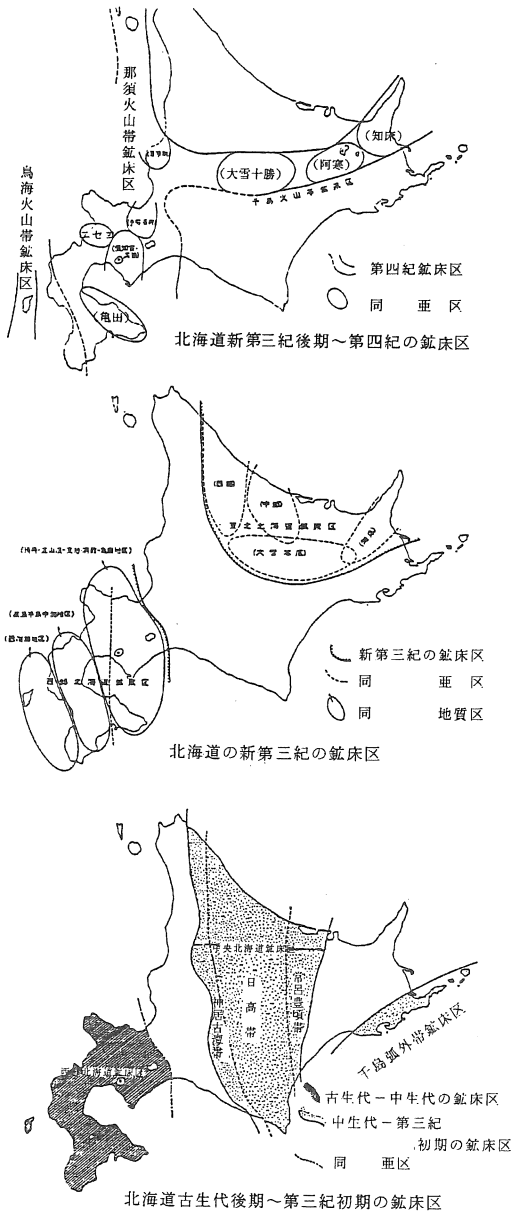


- 西部 ①東部 ②黒松内低地帯 ③西部
- 中軸部 I日高帯 I a東部（緑色凝灰岩区）
- I b西部 II三畳～白亜系褶曲帯
- III神居古潭帯 IV白亜～第三系褶曲帯
- V樺戸山地
- 東部 1.千島内帯 2.サロマ帯 3.豊
- 頃～北見帯 4.千島外帯 4 a釧路
- 炭田部 4 b主部

北海道開発庁「北海道の地下資源」による

### 第3図 北海道鉱床区

地質調査所「金属非金属鉱床総覧」による



しかも面積は広い。わが国総面積の2.1%を占め、東北6県に新潟県を加えたもの、あるいは、九州と四国に山口県を加えたものに匹敵する。人口密度もわが国としては低い。

このような背景をもとに、戦後の北海道では、鳴物入りで地下資源の調査開発が叫ばれた。北海道開発庁、通産省地質調査所北海道支所、北海道立地下資源調査所、北海道地下資源開発株式会社が相次いで設立され、北海道総合開発計画が策定された(第3表)。企業による探鉱と設備投資も活発に行われ、若返った鉱山や新たに開発された鉱山が、少なからず出現した。

未利用鉄資源調査(昭和29年～37年)によって、噴火湾をはじめ道内各地の海浜地帯に、砂鉄鉱山が輩出した。

銅・鉛・亜鉛の非鉄金属鉱物を対象としては、金属鉱物探鉱促進事業団が、広域調査と精密調査を行なっている。広域調査は、昭和42年(1967)からの国富地域に引続いて、定山溪・千歳・積丹・久遠など、西南北北海道のグリンタフ地区で進められた。精密調査は、昭和44年から下川地域(下川鉱山)で始められ、45年からは国富地域(国富鉱山)、48年からは定山溪地域(豊羽鉱山)が取上げられた。

国富鉱山と下川鉱山における精密調査のボーリングは、国富鉱山が64本、延長36,780m、下川鉱山が13本、延長11,505mである。自社探鉱も意



第3表 北海道における主な資源開発施策年表

|                |                                                   |
|----------------|---------------------------------------------------|
| 明 治 2 年 (1869) | 開拓使庁設立。                                           |
| ” 5 年 (1876)   | ライマンを招聘。                                          |
| ” 19年 (1886)   | 北海道庁設立、庁内に地質鉱山調査機関設置。                             |
| ” 20年 (1887)   | 神保小虎北海道庁技師として招聘。                                  |
| 大 正13年 (1924)  | 北大に工学部新設、鉱山学科設置。                                  |
| 昭 和 4 年 (1929) | 北海道工業試験場に資源調査部設置。                                 |
| ” 5 年 (1930)   | 北大に理学部新設、地質学鉱物学科設置。                               |
| ” 14年 (1939)   | 北海道千島調査所設立。                                       |
| ” 21年 (1946)   | 地質調査所札幌出張所設置。                                     |
| ” 23年 (1948)   | 北海道工業試験場資源調査部、地質調査所に移管。<br>地質調査所北海道支所発足。          |
| ” 25年 (1950)   | 北海道開発庁発足。北海道立地下資源調査所設立。                           |
| ” 26年 (1951)   | 北海道開発局発足。                                         |
| ” 27年 (1952)   | 北海道総合開発計画策定。                                      |
| ” 28年 (1953)   | 北大理学部に地球物理学科設置。                                   |
| ” 29年 (1954)   | 通産省、北海道未利用鉄資源開発調査委員会設置。                           |
| ” 33年 (1958)   | 北海道地下資源開発株式会社設立。北海道立地下資源調査所「20万分の<br>1、北海道地質図」刊行。 |
| ” 35年 (1960)   | 北海道開発庁「北海道の地下資源」刊行。                               |
| ” 38年 (1963)   | 金属鉱物探鉱促進事業団設立。                                    |
| ” 42年 (1967)   | 国富地域広域調査開始。                                       |
| ” 44年 (1969)   | 下川地域精密調査開始。                                       |
| ” 45年 (1970)   | 国富地域精密調査開始。                                       |
| ” 48年 (1973)   | 定山溪地域精密調査開始。                                      |

的に行なわれており、国富鉱山の場合をみると、昭和39年（1964）から46年（1971）までに、284本、延長65,800m（1本当り掘進長約230m）のボーリング探鉱が行われ、把握された鉱量は約250万トンという。そして昭和46年（1971）、日本鉱業(株)が、苫小牧東部大規模工業基地（苫東）に、待望の非鉄金属製錬所の建設を決定した。用地面積130ヘクタール（39万坪）；年産量、銅24万トン、鉛6万トン、亜鉛15万トン、硫酸102万トン；取扱量、年間約420万トン（鉱石、地金、資材等）；所要人員約1,100名；わが国最大規模の構想である。

このような状況に水をさしたのが、同年8月の変動相場制への移行決定である。これは、実質的に円の切り上げであり、海外鉱山への投融資は為替損失をうけ、国内鉱山は鉱石価格の引下げという結果になる。とくに、非鉄金属鉱山各社のこうむった影響が大きく、休廃止鉱山の発生も避けられない、という事態に発展してゆくのである。こうして、変動相場制への移行は、金属鉱業全般にも波及することとなり、僅かの非金属鉱山を残して、豊羽以外の金属鉱山は、壊滅したのである。

しかし最近、金鉱床の見直し論で、地質年代の新しい金鉱床を目標とする調査が、金属鉱業事業団によって進められている（生田原・置戸地域）。



しかしごく小規模な調査を除いた大部分の調査は、のべたように段階的に進められることが必要である。

最近では工事の大規模化とともに、地盤調査自体も大規模化する傾向は避けられない。したがって、段階的に調査を進めることの意義と必要性が一層大きくなっている。

調査は本来、研究的側面をもっている。地盤調査は岩盤あるいは土の工学的研究であって、段階的・系統的に調査し、成果を積み重ねてゆくことが必要である。調査は問題解決の場であると同時に、問題提起の場でもあって、これを繰り返すことにより、地盤の中に潜んでいる多くの問題点が明らかになり、解決へと導かれるのである。

調査が段階的に進められる場合に、最も重要なことは、一連の調査を一貫した思想のもとに進めなければならないことである。

現実の問題として計画、調査、設計、施工が、それぞれ別々の機関で実施されるという完全に工業化した体制があって、調査担当の技術者が、計画の段階から竣工に至るまで、継続して一つの工事に参画できるとは云えない。このようなわけで各段階の調査が、それぞれ別個の技術者によって計画、実施されることもあるので、その場合に大切なことは、工事を遂行する基本思想の一貫性である。

### Ⅲ. 調査段階におけるボーリング調査

調査段階の中で、概略調査は本格的な現場調査の第1段階であって、詳細調査、補足調査とともにボーリング、サウンディングを始めとするいろいろの調査手段が利用されている。

表-1 各段階の調査の主な手法と項目 (土質工学ハンドブック)

| 工事<br>段階   | 構 想                                                          |                                                                             | 調 査                                                                    |                                                                                             |                                                                          | 施 工                                                                       |                                                  |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|            | 計 画                                                          |                                                                             | 設 計                                                                    |                                                                                             |                                                                          | 維持管理                                                                      |                                                  |
| 調査<br>段階   | 資 料 調 査                                                      | 現 地 踏 査                                                                     | 概 略 調 査                                                                | 詳 細 調 査                                                                                     | 補 足 調 査                                                                  | 施工管理調査                                                                    | 維持管理調査                                           |
| 調 査<br>手 法 | 資料収集<br>資料整理解析                                               | 地表面地質調査<br>周辺地質調査<br>井戸調査<br>サウンディング                                        | ボーリング<br>サウンディング<br>弾性波探査<br>電気探査<br>サンプリング<br>室内試験                    | ボーリング<br>サンプリング<br>原位置試験<br>物理検層<br>室内試験<br>現場揚水試験<br>動的的特性調査<br>材料試験<br>水質試験               | ボーリング<br>サンプリング<br>原位置試験<br>物理検層<br>平板載荷試験<br>杭試験<br>施工試験<br>地下水シミュレーション | 動態観測<br>施工試験<br>地下水観測<br>水質観測<br>騒音、振動測定                                  | 地盤変位観測<br>構造物変位観測<br>地下水観測<br>現地視察               |
| 調 査<br>項 目 | 概略の地形<br>概略の地質<br>周辺の自然および社会環境の概観<br>概略の水文・気象条件<br>既往地盤災害の把握 | 地形解析<br>概略の地質<br>周辺自然および社会環境の確認<br>軟弱地盤の分布状況<br>地すべり、地震等既往地盤災害の把握<br>調査地点選定 | 地質構造<br>土層の分布状態<br>態特に軟弱地盤の分布状態<br>代表的土層の工学的性質<br>地下水分布状況<br>設計施工上の問題点 | 詳細な地質構造と土層の分布状態<br>各層の詳細な工学的性質(強度、変形、圧密、透水性など)<br>帯水層の性状<br>地盤の地震時挙動<br>材料土の適性<br>設計施工上の問題点 | 詳細調査の補足<br>設計用数値の決定、確認<br>施工時の問題点                                        | 地表、地中沈下<br>地表側方変位<br>地中側方変位<br>間隙水圧<br>地下水位、水質周辺構造物の変位<br>仮設、山留めの応力、変形、土圧 | 施工後の構造物の変位<br>周辺地盤の変位変状<br>周辺構造物への影響<br>自然環境への影響 |

### Ⅲ. 1 調査手法としてのボーリング調査

地盤調査の1つである土質調査を例にとると、対象は主として沖積層、洪積層といった新しい地質時代の産物であり、地形的には平坦低地から比較的低い丘陵地あるいは台地を形成している。これらの地層は、一般にほぼ水平に堆積しているので、地表踏査で得られる地盤情報はごく限られる。したがって土質調査ではボーリングやサウンディングのような、深さ方向に調査する手段がどうしても必要である。とくにボーリングはサンプリングや、標準貫入試験をはじめ、いろいろな原位置試験や検層を併用できる、きわめて有効な調査手段である。ボーリング孔を利用する原位置試験の主なものを表-2に、土質調査に利用される検層の種類と適用性を表-3にそれぞれ示した。

表-2 ボーリング孔を利用する原位置試験（土質工学ハンドブック）

| 試験名          | 適用土質 |   |   | 適用孔径<br>mm | 測定値               |
|--------------|------|---|---|------------|-------------------|
|              | 粘土   | 砂 | 礫 |            |                   |
| 標準貫入試験       | ○    | ○ | △ | 66以上       | N値試料採取            |
| 水位測定         | ○    | ○ | ○ | 66以上       | 地下水位              |
| 現場透水試験       | ×    | ○ | ○ | 66以上       | 透水係数<br>間隙水圧      |
| 間隙水圧測定       | ○    | ○ | ○ | 66以上       | 間隙水圧              |
| ベーンせん断試験     | ○    | × | × | 66以上       | せん断強度             |
| 水平載荷試験       | ○    | ○ | △ | 66以上       | 水平K値、E値           |
| 深層載荷試験       | ○    | ○ | ○ | 150以上      | 地盤反力係数<br>降伏、極限荷重 |
| 透気試験         | ×    | ○ | ○ | 86以上       | 透気係数              |
| コロジョンサウンディング | ○    | ○ | × | 115以上      | 減極率               |
| 乱さない試料採取     | ○    | ○ | × | 86以上       | 室内試験              |
| 地下水採取        | △    | ○ | ○ | 46以上       | 水質分析              |

○適 △可能 ×不適

表-3 土質調査に使われる検層の種類と適用 (土質工学ハンドブック)

| 検層の種類       | 測定量            | 孔内水 |    |    | ケーシング |   | 孔径 mm |    |    |    |    |     |     |
|-------------|----------------|-----|----|----|-------|---|-------|----|----|----|----|-----|-----|
|             |                | 無水  | 清水 | 泥水 | 有     | 無 | 46    | 56 | 66 | 76 | 86 | 101 | 116 |
| 電気検層        | 見かけ比抵抗<br>自然電位 | ×   | ○  | ○  | ×     | ○ | △     | △  | ○  | ○  | ○  | △   | ×   |
| 温度検層        | 温度             | ×   | ○  | ○  | △     | ○ | △     | △  | ○  | ○  | ○  | △   | ×   |
| キャリパー<br>検層 | 孔径             | ○   | ○  | ○  | ×     | ○ | △     | △  | ○  | ○  | ○  | △   | ×   |
| 密度検層        | 密度             | ○   | ○  | ○  | ○     | ○ | ×     | △  | ○  | ○  | ○  | △   | ×   |
| 速度検層        | P波速度           | △   | ○  | ○  | ×     | ○ | ×     | △  | ○  | ○  | △  | ×   | ×   |
| PS検層        | P波速度<br>S波速度   | ×   | ○  | ○  | ×     | ○ | ×     | △  | ○  | ○  | △  | ×   | ×   |

○適 △可能 ×不適

サウンディングには多くの種類があり、調査目的と地盤条件に応じて、適切な方法を選ぶならば非常に有効である。標準貫入試験は、ボーリング孔を利用した動的サウンディングの一種であって、きわめて実用的な工学的指標であるN値が求められるとともに、試料が同時に採取できる利点があるので、広く利用されている。

一般的な構造物の基礎地盤調査の流れ図を示すと図-2のとおりである。調査目的を1) 構造物の支持力解析、2) 掘削の仮設土留め計画、3) 掘削の排水計画、4) 構造物の沈下解析の4項目を対象とした静的調査にボーリング調査が行われている一例である。

図-2 構造物基礎地盤の静的調査 (土質工学ハンドブック)

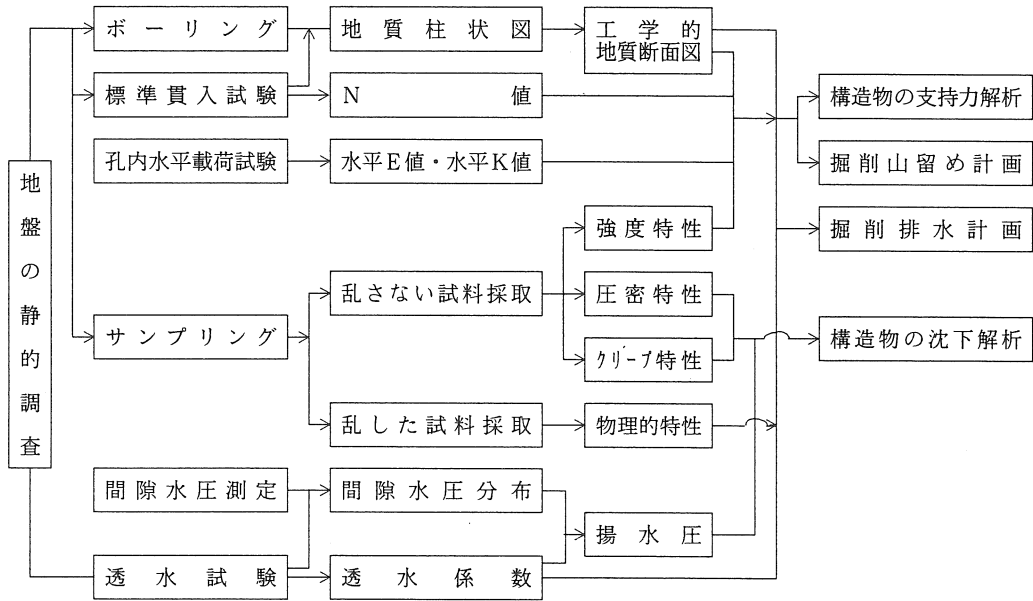
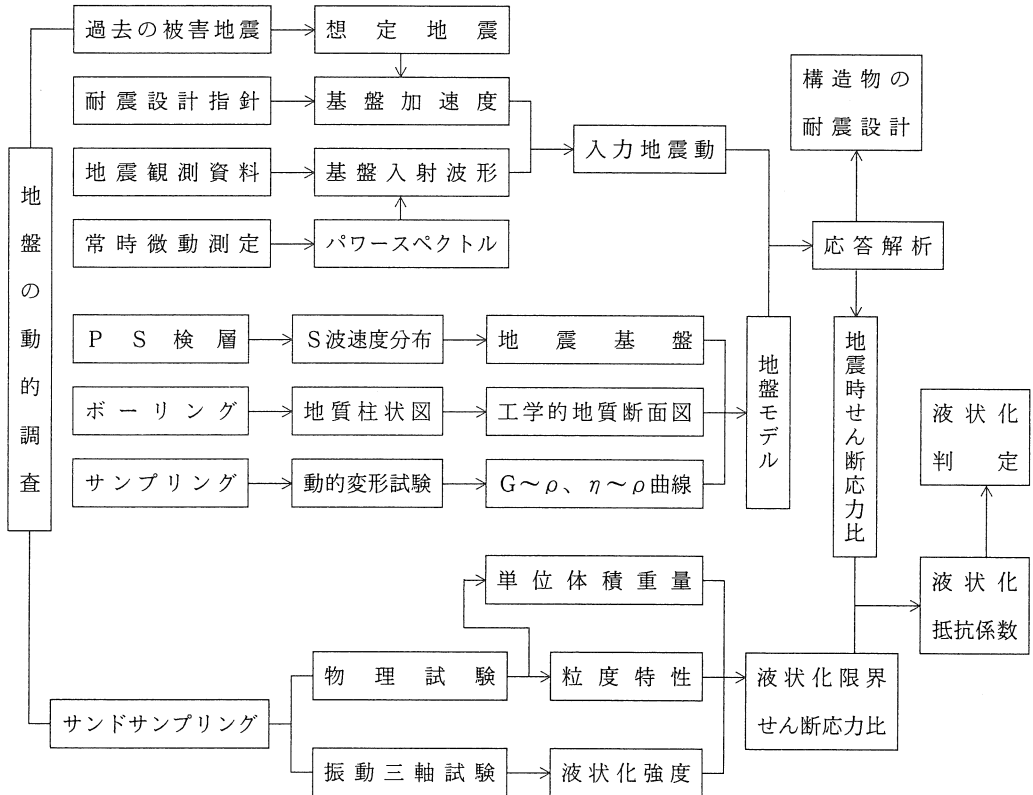


図-3 構造物基礎地盤の動的調査 (土質工学ハンドブック)





また、図-3は調査目的を1) 構造物の地震応答解析、2) 地盤の液状化判定の2つを対象とした動的調査にも、ボーリング調査が行われている一例である。

施工段階および維持管理段階に行われる調査は、ボーリング調査、原位置試験および室内試験を主とする場合もある。この場合のボーリング調査は、まえにのべた概略調査、詳細調査および補足調査の要領と変わらない。

### Ⅲ. 2 ボーリングコアの観察と記載

ボーリング調査を実施する場合、孔壁の安定、孔底の清掃、ボーリング孔の傾斜・湾曲の防止、地下水位の観測、掘進状況の記録、コアの採取とその整理、ボーリング孔の保護など、管理という観点から必要な事柄があげられる。

とくに地質柱状図を作成するにあたって、採取されたコアの観察とその記載は、最も重要な要素となっている。

#### Ⅲ. 2. 1 土質調査

土質調査はまえにのべたように、沖積層および洪積層を対象としている。このため、地質踏査による地盤の情報がきわめて少ない。このようなことから、土質の調査は、ボーリング調査が主体となっている。

そこで土質調査におけるボーリングコアを観察する場合に、どのような項目について検討し、記載するかをあげてみる。

- 1) 土の構成物
- 2) 色 調
- 3) 土の粗密および硬軟の程度(締め具合)
- 4) 礫径、礫質および砂礫の形状
- 5) 礫の含有率および充てん物(マトリックス)
- 6) 粘性土の強さ
- 7) 地下水位の測定
- 8) 1次堆積物か2次堆積物の区別
- 9) 岩盤の確認

これらのうち、1)～8)の項目は土の性状判定のために重要な要因である。

#### Ⅲ. 2. 2 岩盤調査

岩盤のボーリング調査において、採取されたコアの岩盤等級区分を細く行くと、かえって全体的な岩盤の評価に、混乱をまねく場合がしばしばある。原則的には1m程度を最小区分として観察し記載を行うのが適当である。しかし、断層や破碎帯などの脆弱層の記載については、小規模なもの(数cmの程度)であっても、明確に記録しなければならない。コアの判定結果は、ボーリング孔内を利用して行われた各種試験結果と対比され、岩盤の変形性状および透水性を把握するための

データとして利用されるので、十分に考慮して作業を行うことが望ましい。つぎにコア判定における記載事項をあげておく。

- 1) 岩石名および地層名
- 2) 岩石の硬さ
- 3) 岩石の風化ならびに変質状態
- 4) 不連続面の分布状態（方向・密度・形態）
- 5) 不連続面の風化状態
- 6) コアの長さ（最大コア長、平均コア長）
- 7) コアの採取率
- 8) R Q D
- 9) 岩盤等級区分
- 10) ルジオン値または透水係数

#### IV. 具体的例としての地すべり地のボーリング調査

地すべり地内外の地質を調査する場合、ボーリング調査は最も精度の高いものである。また、ボーリング孔は標準貫入試験、不攪乱試料の採取、電気検層、ヒズミ計埋設、水位測定、採水といった各種調査に利用される。したがって地すべり地におけるボーリング調査は、地質調査ばかりでなく、いろいろの調査を考慮に入れて、可能な限り多数の調査を行うことが望ましい。

ボーリング調査は、地すべり地内外の地質状況、とくに移動土塊と不動岩盤の区別を調査するのに、最も信頼性に富んだ調査の方法である。とは云っても掘進技術の優劣・コアの採取率、地質判定技術のいかんによっては、いちじるしくその精度は低下し、極端な場合には全く用をなさない場合もある。採取されたコアの判定は、地質と地すべりとの関連性をつねに把握して行わなければならない。コア判定は地質技師といえども一定せず、単なる地質名称の総称記載にとどまる場合も多い。

##### IV. 1 掘進状況の記録

掘進状況は次の6項目について詳しく検討を行ない、ボーリング作業野帳、作業日誌に記載する。

- 1) 亀裂、空洞、崩壊の有無および漏水、湧水、ガス発生の有無などの特異現象のあった位置とその度合
- 2) ベントナイト使用量、送水量、および油圧試錐機の場合はその給圧
- 3) 掘進開始前の孔内水位
- 4) 地質（土質）の大まかな区別とその形状
- 5) コアの色ならびに排水色、スライムの色彩
- 6) 硬軟および粗密の程度
- 7) コア採取率

## IV. 2 コアの判定

コアの判定は、地すべり機構を地質的に論ずるのに最も重要な項目である。コアの判定の良否により、調査成果の優劣が決まると云っても過言でない。したがってコアの判定は、地すべりに対する高度の学識と経験のある地質技師が担当することが必要である。

地すべりに関連のある表層土類（火山碎屑物を含む）を含めた広義の崩積土層、古生層、中生層、第三紀層などの堆積岩類、結晶片岩を主とした変成岩、温泉変質岩を含む火山岩類などの基盤岩類のコアの判定法をのべる。

### IV. 2. 1 崩積土積

広義の崩積土類は、地すべり地にほぼ普遍的に分布発達していて、最も地すべり移動土塊となり易い性質をもっている。地質的検討は云うまでもなく、土質的考察を加えて観察する必要がある。

- 1) 土質の状況（土塊の構成成分）
- 2) 色 調
- 3) 粗密および硬軟の程度（締り具合）

崩積土の締り具合は、砂および砂質土の場合は粗密、粘性土および粘土の場合は硬軟で表示し、定量的には標準貫入試験のN値によって表-6と表-7のように分類される。

- 4) 礫径・礫質および礫の形状
- 5) 礫の含有率および充てん物（マトリックス）
- 6) 1次堆積物か2次堆積物かの区別

これらのうち6)は、地すべり土塊判定のための重要な要因である。

表-4 土質の簡易判別法（地すべり調査と解析）

|     |                                                                       |
|-----|-----------------------------------------------------------------------|
| 粘 土 | 粒子細かく粘性大。手の掌で径2mm程度のヒモ状のものを作成可能。水浸した場合はその形状が容易に崩れない。                  |
| シルト | 粒子は粘土について細かいが、粘性に乏しい。径2mm程度のヒモは作成不可能（簡単に切れる）。水浸した場合は容易にその形状が変化し泥流化する。 |
| 砂   | 粒子荒く、いわゆるザラザラした感触を有する。粘性はまったくない。                                      |
| ローム | 粘土・シルト・砂の中間物にて粘性に乏しい。地質学上のそれはいわゆる関東ローム層などの火山灰（Volcanic ash）の意味である。    |

表-5 色調の簡便記載 (地すべり調査と解析)

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| 色 系 統      | 複合色および特定色合を帯びたもの         |
| 褐 色 系      | 褐色・黄褐色・赤褐色・黒褐色           |
| 灰 色 系      | 灰色・褐灰色・黄灰色・赤灰色・乳灰色       |
| 緑 青 色 系    | 緑色・黄緑色・青色・緑青色            |
| 特定色合を帯びたもの | 帯褐…色・帯黄…色・帯赤…色・帯緑…色・帯青…色 |

表-6 砂の相対密度 (地すべり調査と解析)

| N 値   | 相対密度 (Relative density) | 内部摩擦角 ( $\phi$ ) |          |
|-------|-------------------------|------------------|----------|
|       |                         | Peck             | Meyerhof |
| 0~4   | ごくゆるい (very loose)      | 28.5° 以下         | 30° 以下   |
| 4~10  | ゆるい (loose)             | 28.5° ~30°       | 30° ~35° |
| 10~30 | 締った (compact)           | 30° ~36°         | 35° ~40° |
| 30~50 | 密な (dense)              | 36° ~41°         | 40° ~45° |
| 50以上  | ごく密な (very dense)       | 41° 以上           | 45° 以上   |

表-7 粘土の硬軟 (地すべり調査と解析)

| N 値   | 硬軟 (Constensy)      | 粘着力 (c)          | 一軸圧縮強度( $q_u$ )    |
|-------|---------------------|------------------|--------------------|
|       |                     | t/m <sup>2</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
| 0~2   | 非常に柔らかい (very soft) | 1以下              | 1以下                |
| 2~4   | 柔らかい (soft)         | 1~3              | 1~5                |
| 4~8   | 中位の (middle)        | 3~6              | 5~10               |
| 8~15  | 堅い (stiff)          | 6~10             | 10~19              |
| 15~30 | 非常に堅い (very stiff)  | 10~20            | 19~39              |
| 30以上  | 特別に堅い (hard)        | 20以上             | 39以上               |

表-8 礫径による名称区分 (地すべり調査と解析)

| 名 称 |   |                  | 粒 径      |
|-----|---|------------------|----------|
| 巨   | 礫 | (Boulder gravel) | 256mm以上  |
| 大   | 礫 | (Cobble gravel)  | 256~64mm |
| 中   | 礫 | (Pebble gravel)  | 64~4 mm  |
| 細   | 礫 | (Granule)        | 4~2 mm   |

図-4 円磨・淘汰度による礫の分類 (地質ハンドブック)

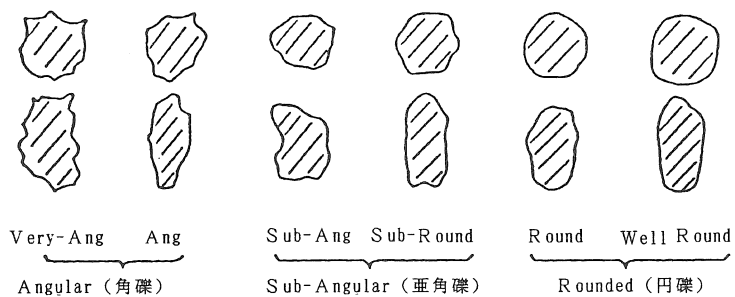


表-9 1次堆積物・2次堆積物の特性（地すべり調査と解析）

| 種別   |        | 1次たい積物                                       | 2次たい積物                                                 |
|------|--------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 性状   | 土質     | 基盤岩の風化生成物（原位置風化）に起因するたい積物にて同一の土質状況を示す。       | 多種多様の攪乱土質および後背地・周辺地区に分布する基盤岩の風化生成物に起因するたい積物。           |
|      | 粗密（硬軟） | 全般的に締まり、表層部から深層部へ漸移的によく締まる。コアの採取率は良好。        | 全般的に空隙に富み、粗密（硬軟）の変化がいちじるしい。コアの採取率は一般に不良。               |
| 礫の状況 | 礫径     | ほぼ一定                                         | 径数mmの細礫から径256mm以上の巨礫までを含み一定しない。                        |
|      | 礫質     | 基盤岩と同一                                       | 一般に基盤岩と異質のものが多いが、同一のものも一部存在。                           |
|      | 形状     | 角礫・亜角礫が多い。                                   | 角礫が一般的であるが、円礫を一部混入する場合もある。                             |
|      | 含有量    | 比較的少ない。                                      | 比較的が多い。                                                |
|      | 充てん物   | 基盤岩と同一系統                                     | 基盤岩に無関係、多種多様。                                          |
|      | 色調     | 褐色系統を主色調とするが、基盤岩の色調に規制され、ほぼ一定の色調を成層的に示す。     | 一般に褐色系統であるが、黒色・赤灰色・青灰色など数種の色が雑然と混入。                    |
|      | その他    | 基盤岩の風化に無関係な表層土類は、いわゆる成層状であり、土質・色調ともに整然と変化する。 | 河床礫・段丘礫などの場合はほとんど円礫にて、かつ礫径もよくそろそろ。また礫の含有率は80%以上の場合が多い。 |

#### IV. 2. 2 基盤岩類

地すべり変動における不動岩盤、準不動岩盤、すべり層形成の可能性のある風化岩類などの基盤岩は、大きくみると堆積岩・火成岩・変成岩に区分される。

これらのボーリングコアを判定する場合、次の項目について観察し記載を行う。

- 1) 岩種の判定
- 2) 色調
- 3) 硬軟および表面の粗滑
- 4) コアの形状と採取率
- 5) 節理、亀裂、層理、片理の有無および方向性
- 6) 風化、破碎の度合



表-10 岩石の硬軟分類 (運輸省、昭和24年)

| 岩種      | 地質時代         | 階級    | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    |       |
|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         |              | 岩石名   |       |       |       |       |       |       |       |
| 変成岩・古生界 | 始生・お原よ生び界水成岩 | 片麻岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 石英片岩  |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 石墨片岩  | ----- | ----- |       |       |       |       |       |
|         |              | 緑泥片岩  |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 千枚岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 珪岩    |       |       |       |       | ----- | ----- | ----- |
|         |              | 石灰岩   |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 硬砂岩   |       |       |       | ----- | ----- | ----- | ----- |
|         |              | 角岩    |       |       |       |       | ----- | ----- | ----- |
| 水成岩     | 中生界          | 粘板岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 頁岩    |       | ----- | ----- | ----- |       |       |       |
|         |              | 砂岩    |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 礫岩    |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         | 第三系          | 頁岩    | ----- | ----- |       |       |       |       |       |
|         |              | 砂岩    | ----- | ----- |       |       |       |       |       |
|         |              | 凝灰岩   | ----- | ----- | ----- |       |       |       |       |
|         |              | 凝灰角礫岩 |       | ----- | ----- |       |       |       |       |
| 火成岩     | 深成岩          | 花崗岩   | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 閃緑岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 斑禰岩   |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 橄欖岩   |       |       | ----- | ----- | ----- |       |       |
|         |              | 蛇紋岩   | ----- | ----- | ----- |       |       |       |       |
|         | 火山岩          | 流紋岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |       |
|         |              | 玢岩    |       |       | ----- | ----- | ----- | ----- |       |
|         |              | 安山岩   |       | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |       |
|         |              | 玄武岩   |       |       |       | ----- | ----- | ----- |       |
|         |              | 集塊岩   | ----- | ----- | ----- |       |       |       |       |

————— 岩質新鮮にしてキレツ少ないもの      - - - - - 風化したものおよびキレツのあるもの

表-11 切取土砂・岩石分類表（運輸省、昭和24年）

| 種別 | 階級  | 代表的岩石<br>および土砂   | 岩質および土質の程度                                                                            | 切取作業難易の程度                                                   |
|----|-----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 土砂 | I   | 粘土<br>および砂       | 沖積層にて粘土・土などの軟きものにして田畑などに用い得るようなもの、泥炭層・風化土にして森林などに敵するもの                                | 切崩し作業中崩壊し易きもの、一部ショベルだけにて取得るもの                               |
|    | II  | 砂利層<br>および砂利・砂互層 | 東京付近の赤土厚層にしてロームと称するもの、九州南部の火山灰・火山荒砂よりなるシラス、花崗岩の風化により生ずる真砂、段丘の砂、砂利層のしまりたるもの            | ツルハシにて切崩し得るもの、ある程度まで垂直に取得るもの                                |
|    | III | 玉石層              | 段丘にて砂利を交うる玉石の厚層、岩石は全く遊離して角礫・岩塊などの集合状態をなすもの                                            | ツルハシだけにては困難にして時には石工、または発破を要するもの                             |
| 岩石 | I   | 第三紀頁岩            | 第三紀の岩石にして固結の程度弱きもの、風化甚だしく極めて脆弱なるもの、指先にて離し得る程度のものでしてキレツ間の間隔は1～5cm位のもの                  | ツルハシにて掘起し得る程度のもの                                            |
|    | II  | 凝灰岩              | 第三紀の岩石にして固結の程度良好なるもの、風化相当進み多少変色を伴い軽き打撃により容易に割り得るもの、離れ易いもの、Iよりは密着し、キレツ間の間隔は5～10cm程度のもの | 一部ツルハシを使用し、一部ダイナマイトを使用するようなもの、ダイナマイト使用量 80gr/m <sup>2</sup> |
|    | III | 集塊岩              | 凝灰質にして固結せるもの、風化は目に沿いて相当進めるもの、キレツの間隔は10～30cm程度で、軽い打撃により離し得る程度、異種の堅き互層せるもので層面の楽に離し得るもの  | 全部ダイナマイトを用うるもの、ダイナマイト使用量120gr/m <sup>2</sup>                |
|    | IV  | 石灰岩              | 石灰岩・多孔質安山岩のように特に堅密ならざるも相当の堅さを有するもの、風化の程度余り進まざるもの、堅き岩石にして間隔30～50cm程度のキレツを有するもの         | ダイナマイト<br>使用量160gr/m <sup>2</sup>                           |
|    | V   | 花崗岩              | 花崗岩・結晶片岩などの全く変化せざるもの、キレツ間の間隔は1m内外にして相当密着せるもの、硬き良好なる石材を取り得るようなもの                       | ダイナマイト<br>使用量200gr/m <sup>2</sup>                           |
|    | VI  | 珪岩               | 珪岩・角岩などの石英質に富む岩質も硬きもの、風化せずして新鮮なる状態にあるもの、キレツ少なくよく密着せるもの                                | ダイナマイト<br>使用量240gr/m <sup>2</sup>                           |

表-12 岩盤の分類基準 (1966. 岡本・安江)

| 横坑観察              |                                                                                                                          | ボーリングコア観察         |                                                                 |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 総合判定区分            | 内容 (一般概念)                                                                                                                | 総合判定区分            | 内容 (一般概念)                                                       |
| [A]               | 割れ目の間隔大きく密着している。堅岩、ダム岩盤として十分な条件を備えている。                                                                                   | [A]               | 堅硬な良岩、コアは棒状で完全な形態を保ちコアが長い(おおむね1m当りのコア数5~6個以下)。                  |
| [B]               | 割れ目の間隔 [A] よりやや小さい。割れ目の状態も [A] より多少劣るが堅岩。ダム基盤として十分。                                                                      | [B]               | 同上、コアが短い(おおむね1m当りのコア数5~6個以上)。                                   |
| [C <sub>1</sub> ] | 割れ目の間隔 [B] よりやや小。割れ目沿いの風化・変質も [B] よりやや進むが、岩質は堅硬。ダム基盤として一般に使用可能。                                                          | [C <sub>H</sub> ] | [B] より割れ目が多く、コアが安全な棒状を保てないので、比較的大きな岩片状になっている。組合せればおおむね原形に復元しうる。 |
| [C]               | 割れ目の間隔は [B] および [C <sub>1</sub> ] に近いが、割れ目に沿う風化・変質は [C <sub>1</sub> ] より進む。岩盤は一般にやや風化、ダム取付部付近に様に分布している場合は、ダム基盤として望ましくない。 | [C]               | 同上、もとのコアの形に復元できないほど細かく割れた状態。                                    |
|                   |                                                                                                                          | [C <sub>L</sub> ] | 同上、さらに細かくコアが細片状のもの。                                             |
| [D]               | 破碎を受けたり、風化・変質が非常に進んだもの。ダム取付部付近に様に分布している場合はダム基盤としてその対象とはし難い。                                                              | [D]               | 断層などで、砂状ないし粘土状となった部分、採取率0の場合は [D] とみなす。                         |

(注) 岩盤が風化あるいは変質作用のため軟弱化したものについては、コアの形状にかかわらずその程度に応じて総合判定する。

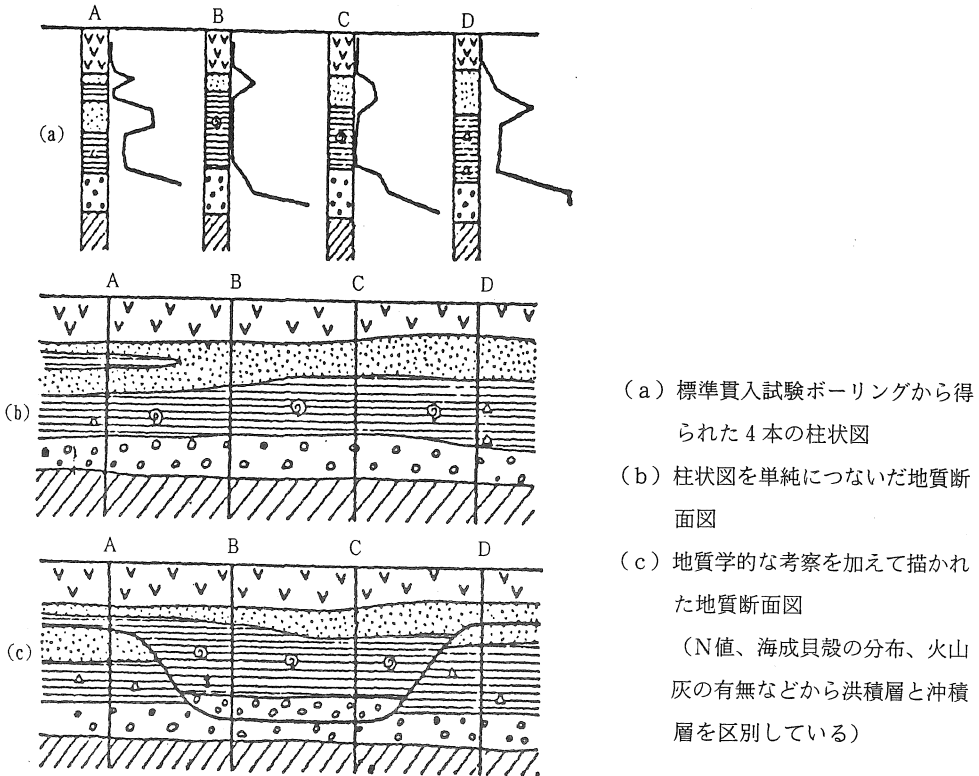
表-13 コアの形状記載法

| コアの形状    | 形状記載例               |
|----------|---------------------|
| 棒状(完全)コア | 長50~200mmの棒状(完全コア状) |
| 円板状コア    | 長5~10mmの円板状         |
| 塊状コア     | 径30~50mmの塊状         |
| 破片状コア    | 径10~30mmの破片状        |
| 細片状コア    | 径2~10mmの細片状         |
| 粘土状コア    | 軟質粘土・硬質粘土状          |

#### V. ボーリング調査資料の利用

ボーリングを30~50mピッチで実施して、図-5の(a)の地(土)質柱状図ができたとする。これらを単純に地表は泥炭層で、その下位に砂層があり、砂層の下位に粘土層が、粘土層の下位に砂礫層が、さらに砂礫層の下位に軟岩層があったとして、これらの地(土)質柱状図を、単純に横になぐと、(b)のような地(土)質断面図となる。

図-5 地質柱状図から地質断面図の作成



ところが柱状図のデータをよくみると、N値も違うし、片方は海棲の貝殻が入っており、片方は海棲の貝殻がなく軽石礫が含まれている。これらの資料から、これらは軟着層は別として、貝殻を含む地層と、軽石礫を含む地層とは全く性質が違ふということがわかる。

つまり付近の地質学的過程を考えに入れた場合、オボレ谷が埋没したとみてよいはずである。このことからボーリング柱状図の解釈は(c)のような地(土)質断面図となる。

調査工事とくに地盤の調査工事では、ボーリングと土質試験が、かならずと云ってよい程行われている。そこで大事なことは、個々のボーリングデータを得ることのほかに、得られたデータから全般の地盤の地(土)質断面や、地盤の性格を正しく説明することである。

一つ一つの地点におけるボーリングの柱状図と、土質試験あるいは岩石試験のデータから、全体的な地質学的な考察を行って、正しく説明された地(土)質断面図は、土木建設工事に非常に役に立つものなのである。

また、ボーリングを行って、標準貫入試験から土のN値を求め、その値から支持層を決め、支持杭を打ち込んだところ、支持層とした地盤を過ぎても、支持杭は地中深く入るという現象がしばしばおきている。

当然ボーリング柱状図の砂礫層のところでは、礫にあたればN値は大きな値を示すことは云うま

でもない。

何故にN値から判断した地盤の性質と、工事実施段階における地盤の性質との違いが生じたのであろうか。それは礫層を構成している礫と礫の間を埋めている充てん物（マトリックス）が問題となる。礫間を埋めている物質が未固結の粘土質でしかも含水率が大きい場合、支持杭を打ち込むと、杭の先端で礫を移動させて地中に入り込むことは間違いない。

この例は、ボーリングによって採取されたコアの性状を十分に観察検討しないで、単にN値だけから支持層を判断し、失敗したよい例である。

つまり、地盤の支持層の判定は、標準貫入試験のN値だけで決めるのではなく、ボーリングによって採取されたコアの観察を十分にを行い検討したならば、地盤の工学的な性質は予想されたに違いない。

## VI. あとがき

建設工事は地盤地（土）質と非常に関連があり、建設構造物はかならず天然自然の地盤の上に、あるいは地盤の中に作られている。

これらの工事において概略調査から詳細調査、補足調査、施工管理調査の各調査段階でボーリング調査が行われている。

ボーリング調査は、地表下垂直方向の地（土）質の性状を明らかにすることは言うまでもないが、ボーリング孔を用いての多くの原位置試験や検層のデータと併せて地質構造あるいは土層の分布発達状態を究明し、あわせて強度、変形、圧密、透水性などの工学的性質を明らかにする調査である。また、ボーリング調査は帯水層の性状や地盤の地震時における挙動など基礎データの収集、設計施工上の問題や、施工時における問題点を提起するための基礎データを提供する。

このようなことから、ボーリング調査は建設工事の推進にあたって、重要でしかも必要な欠くことのできない調査部門の1つであると云うことができる。

# 地熱温泉開発とボーリング

エス・エス・リサーチ

代表 酒 匂 純 俊

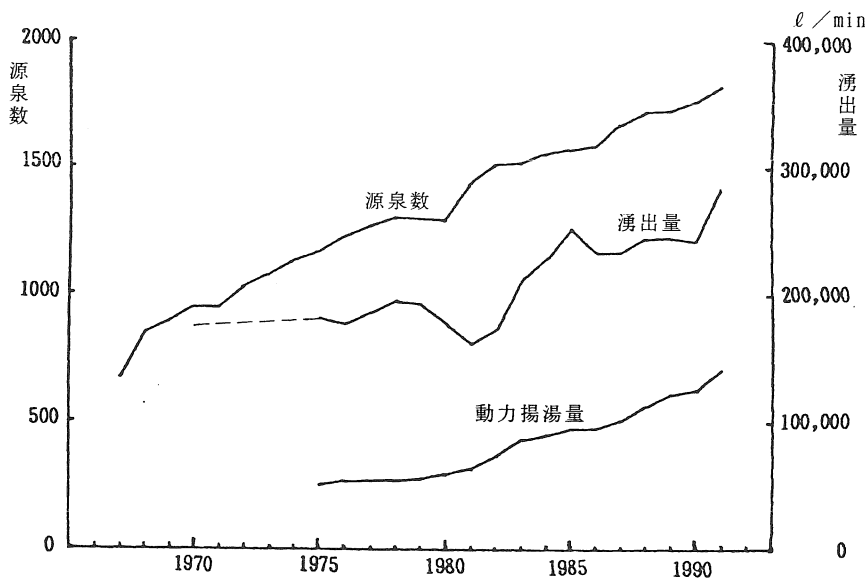
## 1 北海道における地熱温泉開発の経緯とボーリング

本道はわが国の中でも地熱温泉資源に恵まれたところで、数多くの地熱地帯や温泉地が存在し、開発も活発に行われてきた。とくに近年は深度1000m以上の地熱温泉掘削が盛んとなり、新たな温泉地が開発されるとともに、地熱温泉の利用も多様な形で進展をみせている。ボーリングがこのような地熱温泉の開発に大きな役割をはたしてきたことは論を待たない。

〔地熱温泉開発の経緯〕

本道では以前から道外に較べて温泉掘削が盛んで、1991年3月現在の環境庁自然保護局の統計では宿泊施設をもった温泉地数は212、湧出量は285,190ℓ/minとされており、ともに全国都道府県中第一位を占めている。源泉数は1827となっているが、過去の統計をみると温泉地数と源泉数はほぼ一定の割合で増加し、約20年間に2倍になっている。湧出量も増大する傾向にあるが、とくに動力揚湯量が約10年で倍増している。源泉数の増加は主として動力揚湯泉源の増加によるもので、開発の進展をしめしている。このような本道の地熱温泉開発の経緯については、1970年代前半を境とした社会経済情勢の移り変わりに対応した大きな変化をみることができる（図-1）。

図-1 北海道における源泉数及び湧出量の推移（各年3月末現在）



・北海道保健環境部：北海道温泉利用状況一覧より作成



## 1970年以前

戦後の復興期から工業化の進展による高度経済成長の時代には、温泉は各種の資源開発とともに主に観光資源として開発が進められていた。この時代の温泉ボーリングは、天然の温泉湧出地や徴候地において泉温の上昇や湯量の確保を目的としたものがほとんどで、掘削深度も100m前後から500m以内のものが多かったようである。

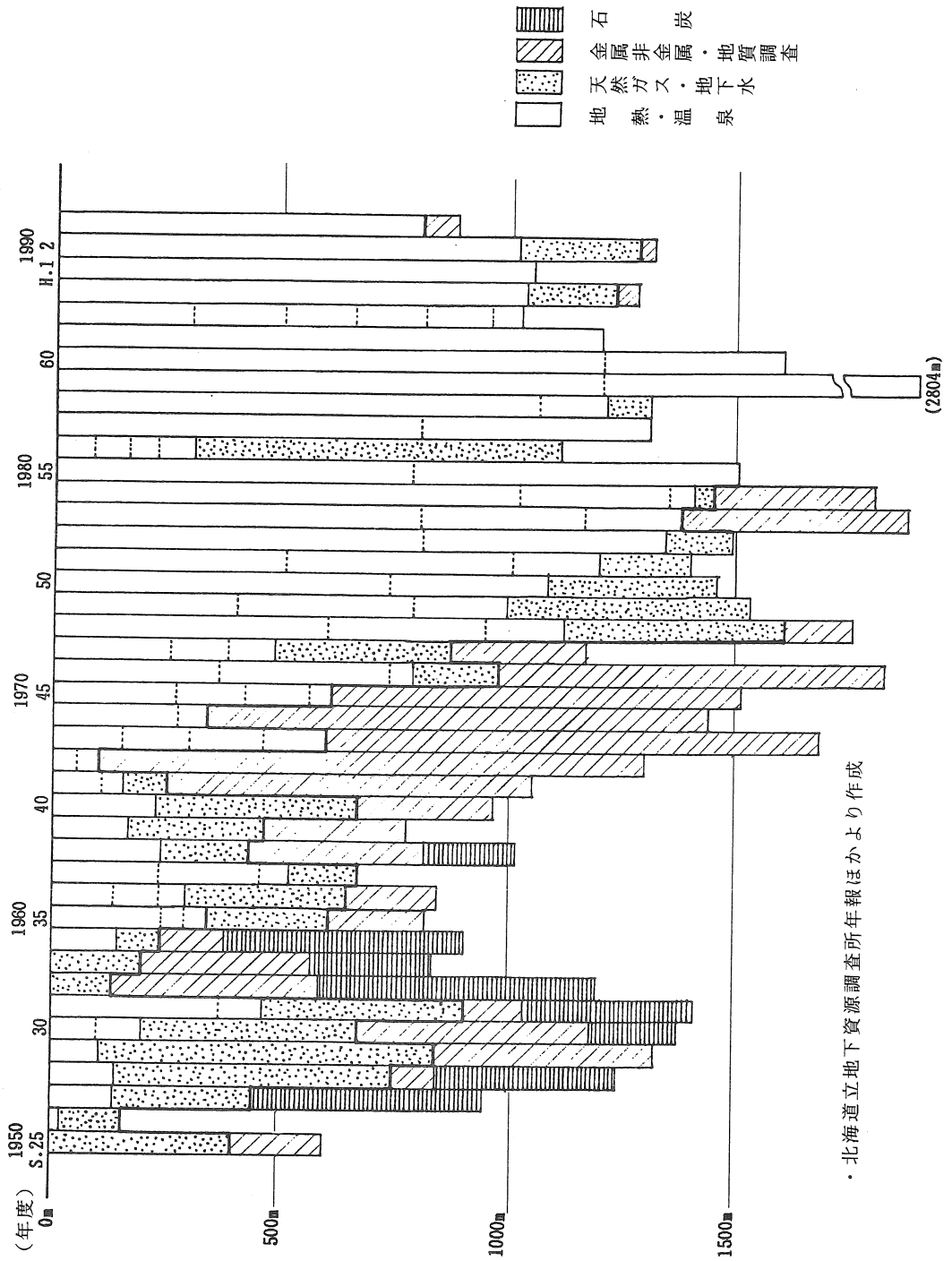
また戦後の電力不足時代に地熱発電が国内エネルギー資源による電源開発として全国的に注目され、本道でも昭和新山で調査が行われたが、熱水卓越型地熱蒸気による発電技術が実用化をみないまま一時下火になったという経緯がある。その後ニュージーランドにおいてその技術が開発され、大規模発電が行われたのを見て再び全国的に活発となり、岩手県松川と大分県大岳に地熱発電所が実現した。本道においても国や道および一部民間による調査が行われ、1968年に道立地下資源調査所が上川町白水川において実施したボーリングでは道内初の地熱蒸気の連続噴出に成功し、ついで1970年過熱蒸気の大量噴出をみている。白水川の地熱蒸気は比較的地下浅部から噴出するもので、ボーリングに際しては高温高压対策が大きな課題であったが、その成果がその後の技術の向上に大きく寄与した。

## 1970年代

1960年代後半になると高度経済成長の中で物資の大量消費が次第に資源の前途に対する不安を招き、また公害問題の高まりもあって将来の資源エネルギー問題が論議を呼ぶようになった。危惧されていたエネルギー情勢は1973年の第一次および1978年の第二次エネルギー危機の発生により一挙に緊迫し、省エネルギー、代替エネルギー開発が叫ばれる時代となった。このような状況の中で1973年から国による地熱基礎調査が始められたが、調査ボーリングの深度は500mにとどまり、地熱発電については国立国定公園内における開発が規制され、大きな進展をみないまま今日に至っている。ただ公園外にあった森町濁川では50MWの地熱発電所の建設が計画され、1976年から生産井の掘削にはいり深度2000m以上のボーリングも行われ、1982年営業運転を開始している。

一方いわゆる地熱の多目的利用と呼ばれる暖房・給湯、農業ハウス、養殖、融雪などへの利用については、冬の長い積雪寒冷地である本道において効果的な地域エネルギー利用として認識され、温泉開発も一躍地熱開発の側面をもつこととなった。地方自治体として地熱温泉開発に積極的に取り組むところも多くなり、道立地下資源調査所では多目的利用の推進を主たる目的として有望な地熱地帯について開発調査を実施するとともに、全道の地熱温泉について湧出状況の調査を行なった。温泉開発も熱エネルギー利用を目的とするものが多くなり、より高温多量のもものが求められたことから、ボーリング深度も急速に増大して1000m前後のものが一般化した(図-2)。このように1970年代は道の地熱温泉開発が一挙に進展する方向に向かった時期といえる。この時期には平野部においていわゆる深層地熱水と呼ばれる高温泉が開発される例も多くみられた。

図-2 北海道立地下資源調査所ボーリング事業経過 (直接実施分)



・北海道立地下資源調査所年報ほかより作成

## 1980年以降

1970年代の緊迫したエネルギー情勢をうけて1981年から国による本格的な地熱開発促進調査が始まり、1000m以上の調査ボーリングも数多く実施されるようになるなど、地熱温泉開発に対する行政施策も進展した。道では1980年から地域エネルギー開発振興事業補助の対象に、地熱・天然ガス開発利用施設整備事業としてボーリングを含めたことから、市町村による地熱温泉開発が急速な進展をみることとなった。この制度によって平成2年度までの11年間に実施された地熱温泉掘削は、96箇所、掘削総延長は100,000m以上に達し、およそ26,000 l/minの温泉湧出をみている。その結果36の新しい温泉地が誕生し、それまで管内に温泉のなかった19市町村にも温泉が湧出した。ボーリングの深度もさらに深くなり、1500m前後のものも多くなった。

一方省エネルギー、脱石油の進展とソフト化といわれる社会経済の変革により、1980年代には資源エネルギー情勢は大方の予想に反して緩和の方向に一転した。しかし地熱温泉開発に対する期待は依然として変わりなく、とくに地域振興を目的とした市町村の要望はますます高まっているようである。このことは地熱温泉が単に熱エネルギー資源としてのみならず、地域の振興にとって多様な価値をもつ貴重な資源であることを示しているように思われる。

〔ボーリング技術および揚湯技術の進歩〕

以上のような地熱温泉開発の進展は当然ながらボーリング技術の進歩によって可能であったといえよう。試錐機や泥水ポンプなどのボーリング機器についてみると、1960年代に入り大型高能力のものなど多種多様な機種が開発され、泥水技術も著しく進展したようである。1970年代になると大深度大口径の掘削が多くなり、それに対応した新しいタイプの大型機器が開発されるとともに、石油掘削に準じた掘削が行われるようになっていく。

地熱温泉の開発地点は深層熱水賦存地域を除けば多くが山間部であり、用地や道路の制約をうける。また地熱温泉地域の地質は一般に硬質岩が多く、粘土変質や破碎帯も少なくない。さらには高温高压対策など地熱温泉に特有のさまざまな問題に対して、多くの工夫が重ねられたようである。

一方揚湯技術の進展も著しく、1970年頃までは多くがエアリフトに頼っていたが、温泉専用の水中モーターポンプが登場し、その後耐圧、耐温、防蝕、ガス対策などの技術向上により、200m以上の深部からも安定した揚湯が可能となった。

## 2 地熱温泉開発の特徴とボーリング

地熱温泉開発は、他の地下資源開発と同じように、リスクを伴うことが避けられない。地熱温泉ボーリングはその中で目的達成が求められるところに、一般的な事業との大きな違いがある。

地熱温泉開発の場合その賦存密度が比較的高いことから、他の地下資源開発とくらべると成功率は高いといえる。また商業発電のような大規模開発は別として、一般的な多目的利用はボーリングにより温泉の湧出をみれば直ちに利用が可能であり、リードタイムといわれる期間も短い。このことが地熱温泉開発を取り組み易いものとしているが、本質的に多くの不確定要素が存在する。

本道においてはこれまでの調査やボーリング結果の集積によって、地熱温泉賦存密度の高いところがほぼ明らかにされている。地下の地質構成に限れば全道的におよその推定が可能であり、地下

温度の状況も概要が把握されている。これに対して地熱流体の具体的な賦存状態については推定がきわめて困難であり、このことが開発の成否を決定づける最大の不確定要素となっている。

地熱温泉についての科学的究明は、地質学、地球物理学、地球化学、開発工学など多くの分野から行われているが、地下深部における熱源の問題や地熱流体の賦存状況が具体的に解明された例はほとんどなく、観念的な考察の域を出ていないように思われる。わが国においては古くから温泉利用が行われ、多くの調査研究もされてきたが、学術研究が活発に行われるようになったのは地熱開発が本格化してからである。わが国の地熱開発は先進国に見習ったところが多く、学術研究においてもその影響を多分にうけている面が伺える。地域的な特性をふまえた現実的な理論が確立されるまでには至っていないのが現状のようである。

このため地熱温泉開発は純粋に科学的理論的な面のみでなく、直感的定性的な判断により行われる面をもっている。地熱温泉ボーリングはこのような不確定要素を前提として、直面する現象に弾力的に対応しながら目的を達成するといった開発技術の典型ともいえるものであろう。具体的には計画準備段階での検討、掘削段階における対応、仕上げ段階での判断などになると思われるが、このようなことについて既存の蒸気井に近接して掘削された、上川町白水川の地熱ボーリングを例として紹介したい（図-3, 4, 5を参照）。

### 3 地熱温泉の有効利用とボーリング

近年地熱温泉開発が進展をみていることは喜ばしいことであるが、それにともない配慮を必要とする問題も生じており、中にはいわゆる温泉の枯渇現象がある。枯渇現象の定義は難しい面もあるが、道内において動力揚湯による泉源数や動力揚湯量が増加していること自体が、ある意味で枯渇現象の進行を示しているとみてよいであろう（表-1）。

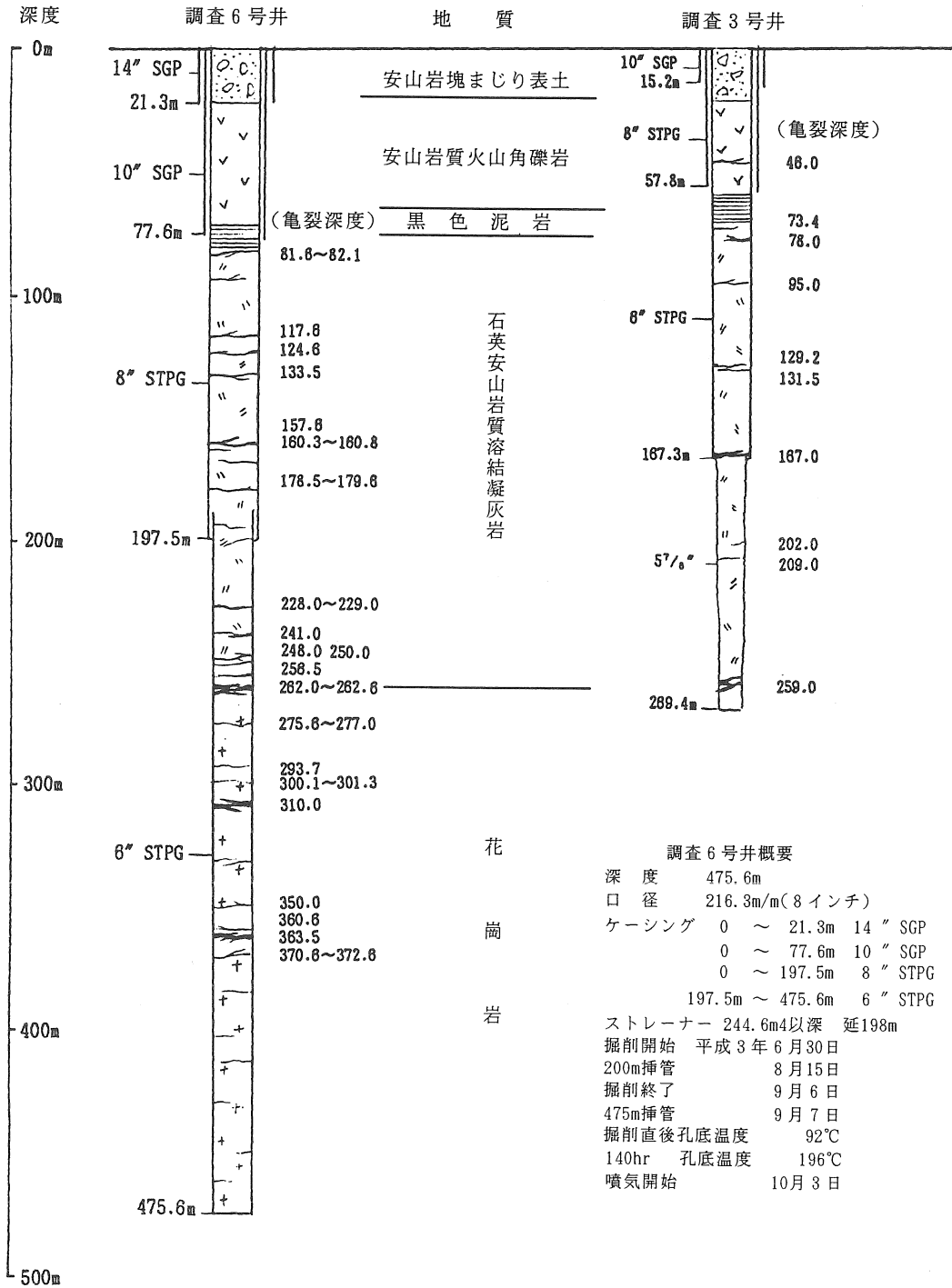
表-1 北海道における源泉数および揚湯量の動力による比率の変化

| 年    | 源泉数     |         |         |      | 揚湯量     |         |         |      | C/A        |
|------|---------|---------|---------|------|---------|---------|---------|------|------------|
|      | 総数<br>A | 自噴<br>B | 動力<br>C | C/A  | 総量<br>a | 自噴<br>b | 動力<br>c | c/a  | c/a<br>平均値 |
| 1975 | 1168    | 793     | 375     | 0.32 | 182,929 | 132,748 | 50,181  | 0.27 | 0.30       |
| 1980 | 1292    | 791     | 501     | 0.39 | 177,390 | 119,293 | 58,097  | 0.33 | 0.36       |
| 1985 | 1566    | 841     | 725     | 0.46 | 251,724 | 157,851 | 93,873  | 0.37 | 0.42       |
| 1990 | 1763    | 881     | 882     | 0.50 | 242,981 | 117,778 | 125,203 | 0.52 | 0.51       |

- ・福富孝治（1985）：北海道内の中規模以上の温泉地における温泉の相互影響と枯渇現象についてを参照
- ・北海道保健環境部薬務課：北海道温泉利用状況一覧による

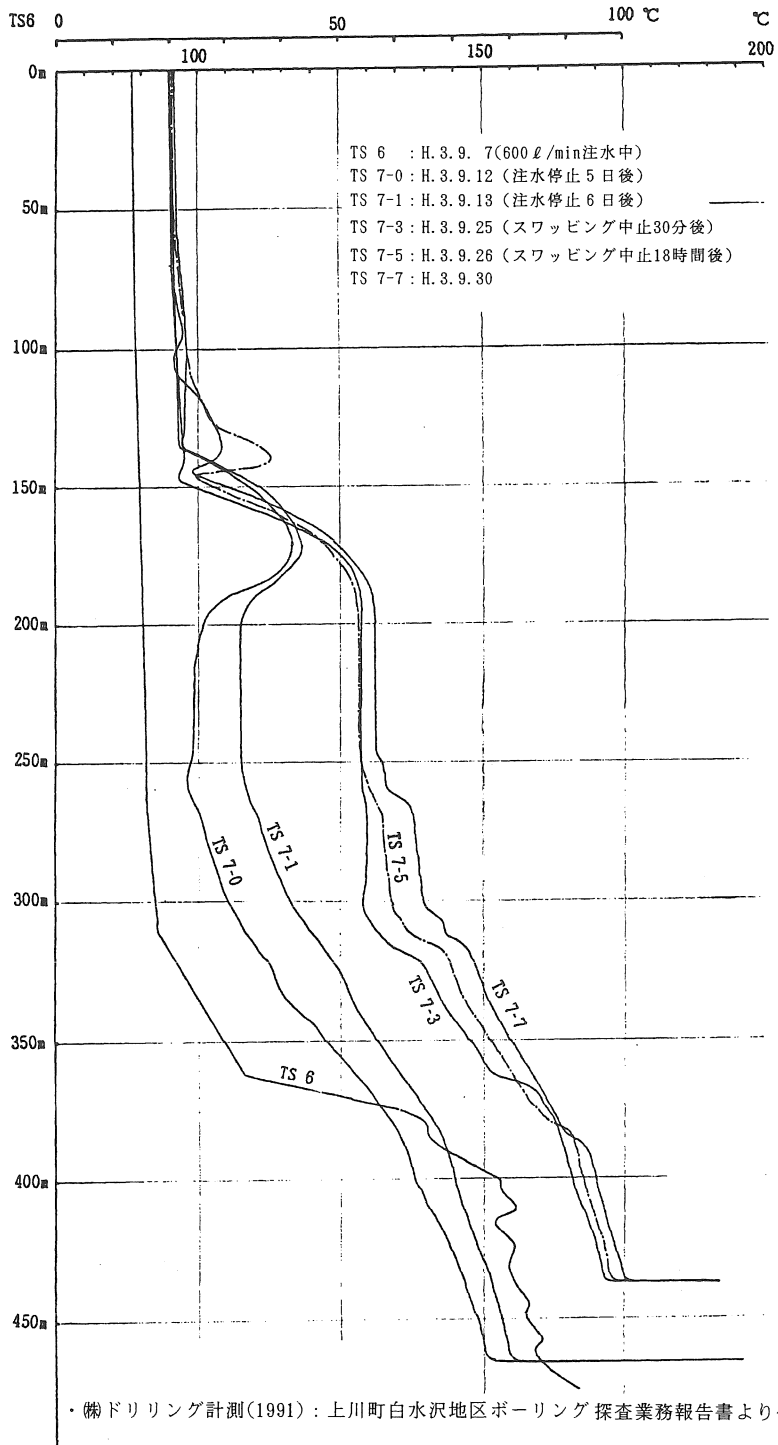


図-4 調査6号井および調査3号井状況図



・(株)ドリリング計測(1991): 上川町白水沢地区ボーリング探査業務報告書より作成

図-5 調査6号井孔内温度測定結果



地熱温泉の熱源は半永久的なもので、温泉水の大半は地下に浸透した雨水とされることから、地熱温泉資源は常に更新されているとみられる。しかし温泉資源の更新量を知ることは難しく、長期的地域的な水位観測結果等から判断する以外に方法がないため、利用に障害が発生してはじめて考慮される例も少なくない。更新資源が更新量以上に消費された場合、消費量の僅かの違いが資源の寿命に大きな差異をもたらすことがある。地熱温泉もそのような特徴をもった資源であり、今後は適正な資源管理に対する努力が求められるであろう。

地熱温泉は浴用や多目的利用の場合需要量に時間的・時期的にかなりの変動がある。温泉の貯蔵には限界があるため、需要に応じて揚湯することが考えられ、最近ではインバーターによる揚湯ポンプの制御が行われるようになった。これにより水位低下を極力防止するとともに、電力料の節減やポンプ寿命の延長など大きな効果をあげている。

温泉井には各井戸ごとの揚湯特性があり、揚湯量を減少させると湧出温度が低下する。本道の温泉の湧出温度は40～60℃の範囲のものが最も多く、揚湯量を制限すると利用温度以下になるものがあり、必要量以上に揚湯する例も少なくない。この場合温泉の賦存状況によっては井戸の揚湯特性を改変することも可能である。それが成功した白老町石山の例を紹介したい（図-6, 7, 8 参照）。

地熱温泉は地域エネルギー資源として効果的に利用されているところが多いが、一部には改善が望まれる状況もみられる。泉源から湧出した段階の温泉は一般的に熱単価は非常に安価であるが、利用効率により大きな違いが生じるし、利用方式によっても設備費が高いと単価は上昇する。したがって地熱温泉の有効利用は資源の無駄な消費を抑制するとともに、地熱温泉そのものの価値を高めることになるであろう。

地熱温泉は輸送や貯蔵に限界があり、生産と消費がほぼ同じ場所で同じ時期に行われ、しかも需要量は時間的にも時期的にも変動が大きい。また多額の先行投資を必要とするなどその特徴にはサービス産業に共通する点が多い。このため全体的な利用システムから個々の設備まで、ソフトな分野を含めて工夫の余地は無限に存在するといえる。

さらには地熱温泉はエネルギー資源としてのみならず、地域資源として多様な価値をもっており、他の資源と効果的に組み合わせることにより大きな付加価値を生み出す可能性もある。このような観点から今後の地熱温泉の開発と利用については、資源の特性をふまえた資源管理と有効利用が最大の課題になるものと思われる。



図-6 岩倉白老住宅地美人の湯1号泉源孔内温度測定および湧出量算定結果図

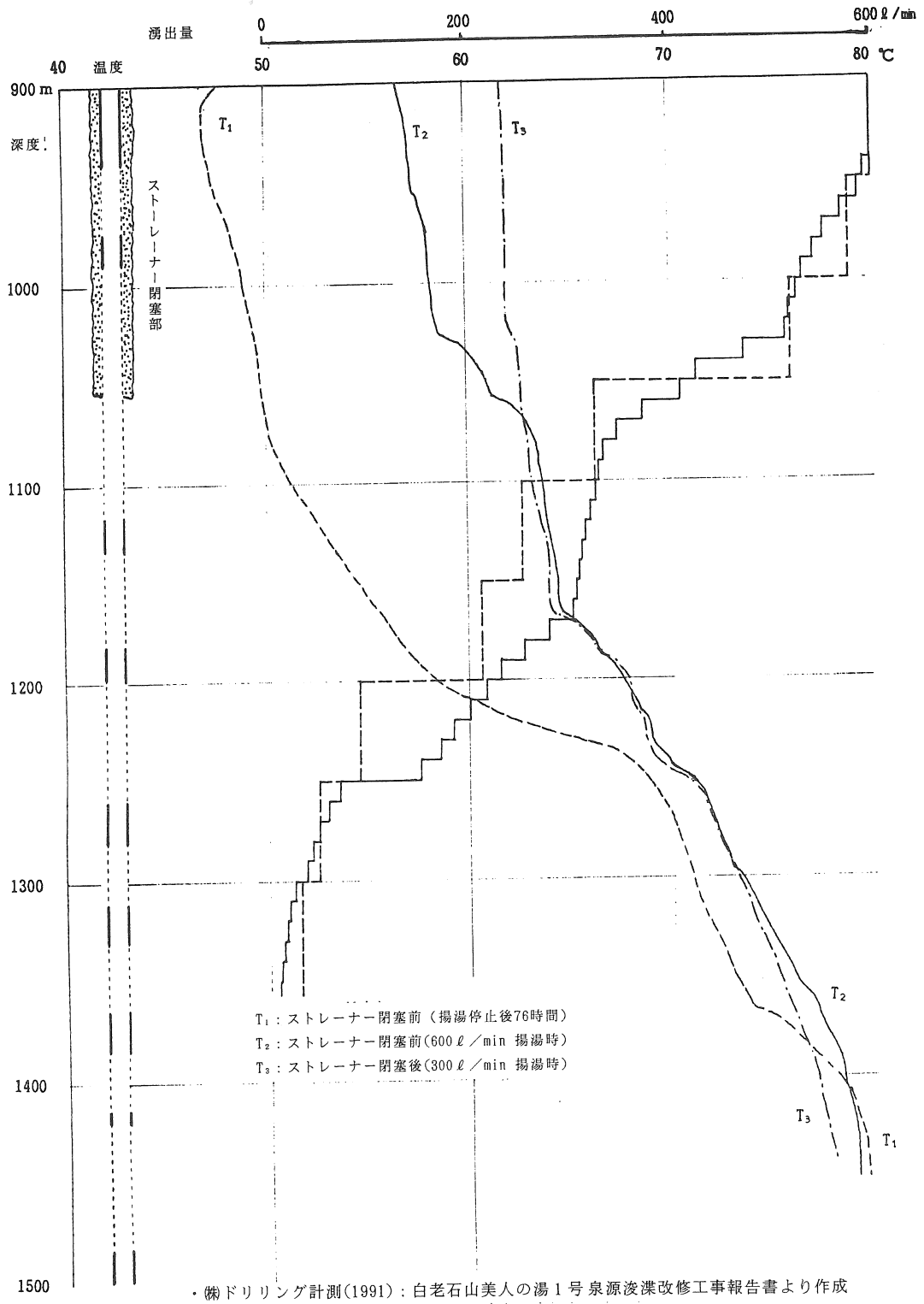
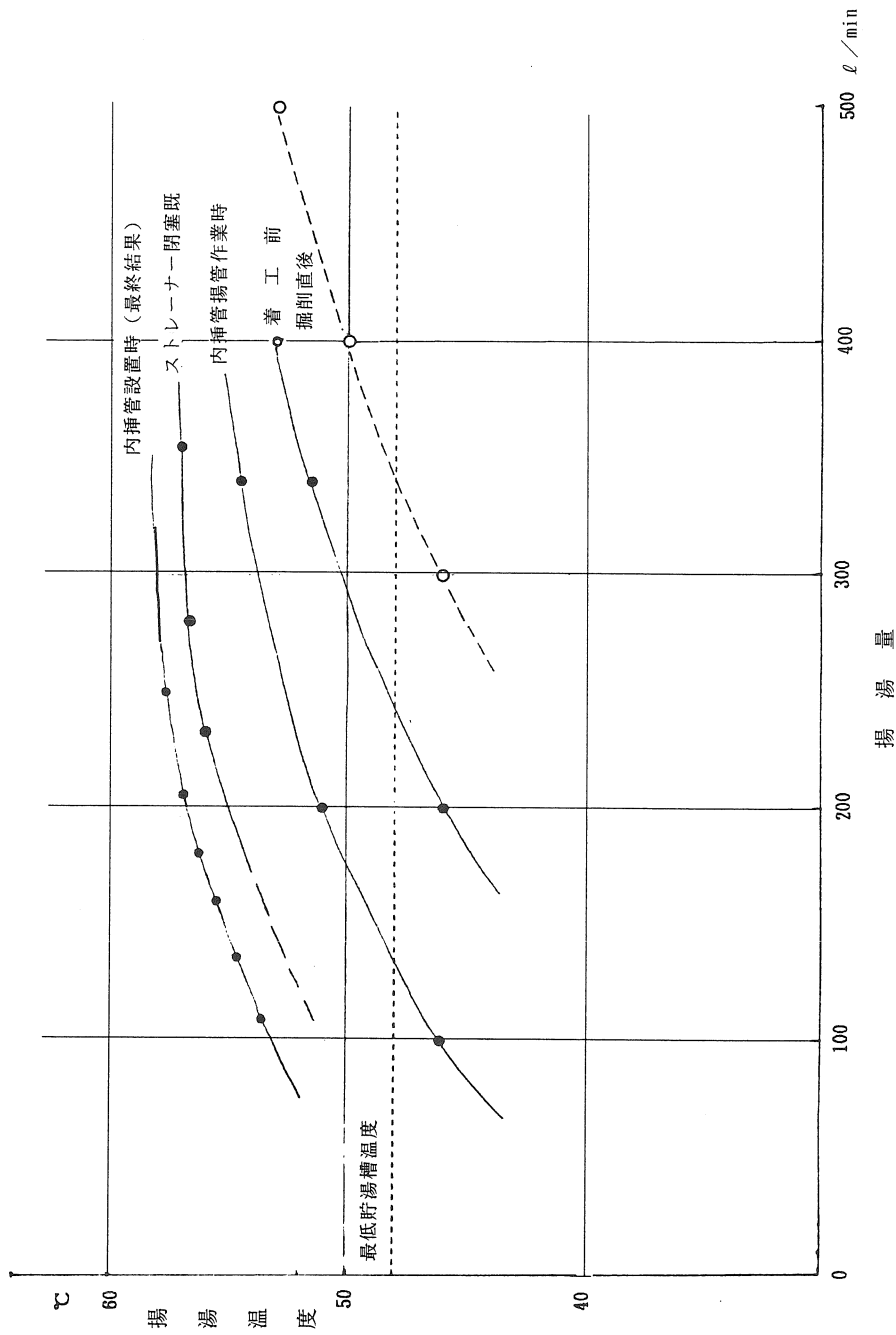
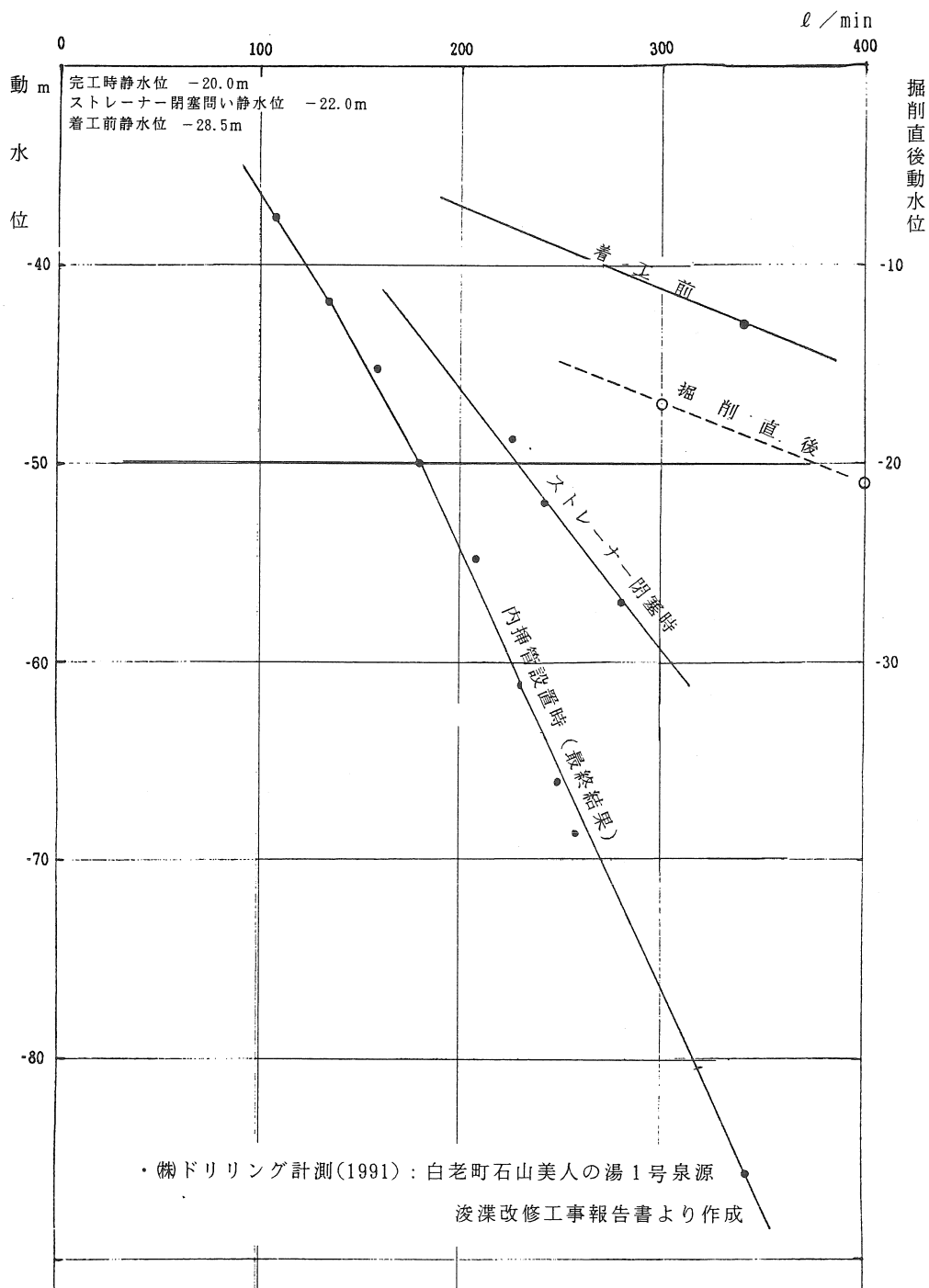


図-7 1号源泉揚湯温度の変化



・ (株)ドリリング計測 (1991) : 白老町石山美の湯1号源泉浚業改修工事報告書より作成

図-8 1号泉源動水位の変化



試錐研究会を振り返って



### 第30回試錐研究会を迎えて

北海道立地下資源調査所

開発技術科長 川森 博史

回を重ねてきました試錐研究会も、関係機関・業界の方々の御協力と諸先輩のご尽力によって第30回を迎えました。この間、一貫して事務局を担当してきたのが、開発技術科（旧 試すい科）の職員で延べ10名が関わってきました。現在、その担当の任にある者として、僭越ながら30回の研究会を振り返ってみたいと思います。（参考までに、過去29回の講演者と演題を一覧としてまとめました。）

そもそも、この研究会が開催されるに至った経緯を諸先輩にお聞きして簡略にまとめますと、時代背景もふくめて次のようであったといえます。

まず、昭和30年代後半、道内のボーリング業界も漸く盛んになる兆しが見え始めた時期でした。この背景には、日本経済が発展期に入っていたこともあり、土木・建設に関連して地盤調査・ダムやトンネルのグラウト工事・水井戸掘削などの需要が多くなりました。一方では、炭鉱・鉱山の生残りを賭た探鉱ボーリングが盛んに行なわれるようになったことなど、総体的にボーリングの仕事が急激に増大してきました。

これらの仕事を実施する業界は、鉱山・炭鉱から転進した会社や水井戸掘削から本格的なボーリング業を目指す会社など数多く出現していたものの、いずれも業暦が浅く、かつ技術的にも系統だった教育・訓練を受けた技術者は極めて少ない状態でした。また、関連の学会に入っている人も少なく、ボーリング技術に関する情報の流れは非常に悪い状態にありました。

特に、泥水の機能やその管理技術・新しい掘削工法・掘削設備(主にツールズ関係)に関する技術情報の少なさから、全体的に技術レベルが低く、道内各地で技術的なトラブルが数多く発生しました。地下資源調査所では、これらの問題を少しでも改善し、技術者間の交流によって若い技術者が多く育つことを願って企画されたのが試錐研究会の始まりだったといえます。

こうして開催された第1回研究会では、「試すい技術研究会報告」として報告内容が162頁にのぼる冊子にまとめられています。また、一覧をみて知られるように試錐研究会に相応しい演題が並び、ほぼ第5回までに地熱温泉・地下水・探鉱・探炭および検層・揚水試験・泥水関係・新技術

等掘削に関する報告が網羅されています。こうした状況のなかで、第7回からは著名な方々に〈特別講演〉をお願いし、さく井部門・応用部門・温泉地熱部門・土木関連部門など焦点を絞った研究会が開催されてきました。こうした研究会も第11回でほぼ一巡し、12回以降は第15回の現地検討会（第4回にも実施している）や第25回のシンポジウム形式など種々の試みがなされてきました。こうしてみてきますと、このような研究会は5～6回位をサイクルとしていろいろ企画していくのが長く続けていく糧のように思われます。しかし、これを担当する側にとってはそのあたりが大変なところであることを実感しています。

私がこの研究会の裏方をさせられた最初は、アルバイト時代の第7回（昭和45年 北海道経済センター）で、第10回からは試すい科の一員として雑用係を務めてきました。この後、約15回に渡って受付等雑用係を何も考えずに務めてきましたが、第26回からは企画および準備を担当することとなり、いまさらながら先輩諸氏の努力と企画力のすばらしさを痛感させられています。

ここで、過去29回の研究会を振り返ってみることは、今後の方向を模索してゆく糧になるものと思ひ、少々身勝手な振り返り方をしてみたいと思います。

これまでの全講演を、下記のように強引に分類すると次のような表にまとめられます。

| 泥水<br>(A)   | 検層<br>(B)    | 地熱温泉<br>(C) | 石油天然ガス<br>(D) | 地下水<br>(E) |
|-------------|--------------|-------------|---------------|------------|
| 15          | 10           | 52          | 9             | 15         |
| 土質調査<br>(F) | 金属非金属<br>(G) | 石炭<br>(H)   | 海洋<br>(I)     | その他<br>(J) |
| 13          | 8            | 1           | 3             | 49         |
| 総講演数        |              |             |               | 175件       |

この分類のしかたで問題となるのは、その他の項目ですが、独断と偏見をもって機種の選定・岩石の被削性・作業管理・土木関連工法・新工法・

油井管等々かなり広範囲のものをふくめました。また、2回の新機種紹介については講演件数から除きました。

この表から、地熱温泉関係がほぼ3割に達することがわかります。また、その他についても約3割を占めますが、これはそれだけバラエティに富んでいることを示していると思います。

そして、石炭に関連した講演が1件というのは、この研究会のスタートが昭和39年であったと言う時代背景を表していると思います。

次に、ほぼ5回サイクルで研究会の活性化(?)がなされてきたとして見たときどんな傾向が指摘できるのかを探るために、上記の分類に従って機械的に5回毎に区切って見たいと思います。

|            | (A) | (B) | (C) | (D) | (E) | (F) | (G) | (H) | (I)     | (J) |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|
| 1<br>~ 5   | 4   | 2   | 4   | 1   | 1   | 1   | 4   | 1   | 1       | 9   |
| 6<br>~ 10  | 5   | 2   | 6   | 1   | 3   | 4   | 2   |     |         | 1 1 |
| 11<br>~ 15 | 2   | 2   | 2   | 3   | 2   | 2   |     |     |         | 8   |
| 16<br>~ 20 | 1   |     | 1 4 | 1   | 3   | 6   |     |     |         | 5   |
| 21<br>~ 25 | 2   | 3   | 1 4 | 3   | 3   |     |     |     | 1       | 9   |
| 26<br>~ 29 | 1   | 1   | 1 2 |     | 3   |     | 2   |     | 1       | 7   |
| 計          | 15  | 10  | 52  | 9   | 15  | 13  | 8   | 1   | 3       | 49  |
| 総数         |     |     |     |     |     |     |     |     | 1 7 5 件 |     |

これを見ると、第10回までは広範囲に各分野を満遍なく網羅しているのがよくわかります。逆に第16回以降は、かなり地熱温泉に偏っていると言えるかも知れません。しかし、これは昭和55年からスタートした地域エネルギー開発振興事業と同時期であることから、これが大きく影響していると思いますし、時代的要請であるともいえます。また、この分類



からすると地熱温泉・地下水および泥水関係については、各サイクルにかならず1度は顔をだしており、この研究会の性格(?)に見合った掘削に関係する話題であると言えるのかもしれませんが。これにたいして、大規模な石油に関する話題は4回もの特別講演を数え、最先端の掘削技術にも触れていかなければという姿勢の現われといえます。これについても、講演を快諾いただいた石油資源開発(株)や石油公団の皆様の御協力に感謝を申し上げるとともに、ここでも諸先輩の努力に敬意を表さなければならないところです。

また、表のなかでは見えてきませんが、最も講演件数の割合が大きい地熱温泉部門のなかでも利用に関する講演(引湯理論やスケールおよび水中モーターについてもこれに含む)は11件が数えられます。この数は、同部門の2割を占めますが約半数が第26回以降に行われており、だんだん重要な位置を占めてきました。

次に、少し裏方の方をお話しますと、最初の方で触れましたように第1回に立派な報告として冊子にまとめられましたが、それ以降はなにもまとめられておらず現在のような講演資料集として発行されるのは第22回からでした。この間、第18回から第22回まではラジオカセットでテープに録音してきましたがこのテープは現在私の机の中で眠っております。

また、第22回にはアンケートをお願いして、今後の参考にさせていただくということも試みしました。このアンケートばかりでなく何かの話しのついでにも、いくつかの研究会に対する要望や意見が寄せられました。

これらの主だったものをまとめるとつぎのように要約されます。

1. 現場技術者を重点に、またシンポジウム形式で個別の問題を深める
2. 現地研究会・検討会の開催
3. 失策について具体的な報告とその解決策の討論
4. 実地研究や研修の機会を企画

これらの意見や要望について、ほとんど答えてこれなかったことは、第30回を迎えて大いに反省しなければいけない点であると思っております。

さて、ながながと振り返ってきましたが、過去を振り返るということはこれからの方向を見定める作業であると思います。この点から見ますと、今回が丁度30回の節目であり、そのうえ次回が強引に導いてきた5回サイクルのスタートにあたり、研究会の活性化のためにも新企画をもってこ

なければなりません。初心にかえることも新企画のうち（これもかなり強引ですが）とすれば、やはり幅広い分野を対象として当面は現場からの報告を重点に現場担当者の発表の機会を多くしていきたいと考えています。

反省点を念頭において、今後このような方向を考えた場合、いままで以上に関係各位のご協力とご指導が是非とも必要であり、この点紙面をお借りしてくれぐれもお願いいたします。

この稚拙な一文をまとめるにあたり、研究会を企画・発展させてこられた斎藤尚志氏〔丸石基礎工業（株）常務取締役〕・内田豊氏〔（株）ドリリング計測 代表取締役社長〕・鈴木豊重氏〔地下資源 主任研究員〕の各氏にお話を伺いました。本来なら、第30回目の節目として各氏にお集りいただいて座談会のような形でお話をいただき、それを掲載することを考えましたが、例年どおりの取組みの遅れから不可能となり、拙い文章でお茶を濁してしまいました。

今後とも、皆様のご指導とご協力をいただきながらこの研究会を続けてまいりたいというささやかな決意を表明してこの項を終えさせていただきます。



# 試錐研究会講演一覽

北海道立地下資源調査所

|                                     |            |             |       |
|-------------------------------------|------------|-------------|-------|
| ◎第1回                                | 昭和39年3月11日 | 道立労働会館      |       |
| 1. 孟温泉ボーリングについて                     |            | 道立地下資源調査所   | 内田 豊  |
| 2. ボーリングはどんな機会を選び<br>その施工技術はどうあるべきか |            | (株)利根ボーリング  | 福沢 正規 |
| 3. 逸泥について                           |            | 石油資源開発(株)   | 金子 敦雄 |
| 4. 回転式ボーリングにおける岩石<br>の被削性について       |            | 北大助教授       | 木下 重教 |
| 5. さく井工事における仕様書につ<br>いて             |            | 道立地下資源調査所   | 河田 英  |
| 6. 水井戸の電気検層と揚水試験                    |            | 道立地下資源調査所   | 山口久之助 |
| 7. 苫小牧地区の地下水ボーリング<br>について           |            | 道立地下資源調査所   | 斎藤 尚志 |
| 8. 燃料油及び潤滑油について                     |            | 北海道石油(株)    | 多田 健二 |
| 9. 深尺ボーリングについて                      |            | 北星鉱工コンサルタント | 用田 明甫 |

|                           |               |                     |       |
|---------------------------|---------------|---------------------|-------|
| ◎第2回                      | 昭和39年9月22—24日 | ホテル三愛(全国鉱業大会)       |       |
| 1. ボーリングの穿孔速度について         |               | 資源技術試験所             | 佐々木和郎 |
| 2. 海底地質の試すいサンプリング<br>法の研究 |               | 地質調査所               | 河内 英幸 |
| 3. 地熱温泉ボーリング技術            |               | (株)利根ボーリング          | 北村 八郎 |
| 4. ワイヤーライン試錐機について         |               | マイカイ貿易(株)           | 白井 成美 |
| 5. 土質調査ボーリングについて          |               | 北海道開発コンサルタ<br>ント(株) | 佐々木敏雄 |
| 6. 試すい作業の管理について           |               | 地下資源開発(株)           | 相川 鎮夫 |
| 7. 北海道における天然ガスのボー<br>リング  |               | 道立地下資源調査所           | 中村 定男 |

|                            |            |           |       |
|----------------------------|------------|-----------|-------|
| ◎第3回                       | 昭和41年2月19日 | 自治会館      |       |
| 1. 最近の黒鉱鉱床の探鉱試錐の発<br>達について |            | 秋田大学教授    | 谷口啓之助 |
| 2. 掘さく用泥水について              |            | 石油資源開発(株) | 沖野 文吉 |

|                |                |                     |       |
|----------------|----------------|---------------------|-------|
| ◎第4回           | 昭和41年7月30. 31日 | 鹿部村鹿ノ湯<br>地熱掘削現場 見学 |       |
| 1. 地熱ボーリングについて |                | 東化工(株)              | 中島 洋二 |
| 2. 地熱井の検層について  |                | 道立地下資源調査所           | 山口久之助 |
| 3. 地熱地質について    |                | 道立地下資源調査所           | 国府谷盛明 |

|                      |                  |                 |
|----------------------|------------------|-----------------|
| ◎第5回                 | 昭和43年3月9日        | 札商ビル(北海道経済センター) |
| 1. 道内における試錐現況について    | 札幌通産局            | 北 善次            |
| 2. クロム泥水による試すい工法     | 三菱金属鉱業(株)下川      | 田中良一郎           |
| 3. ロットリユープの使用について    | 鉄興社(株)稲倉石        | 馬路 吉郎           |
| 4. 鴻の舞における試錐現況について   | 住友金属鉱山(株)鴻の舞     | 高野 朔            |
| 5. WL工法実施結果とその問題について | 千歳鉱山(株)千歳        | 武内 繁            |
| 6. 豊羽鉱山における試すい現況     | 日本鉱業(株)豊羽        | 原口 正敏           |
| 7. 炭田試すいについて         | 北星鉱工コンサルタント(株)藤川 | 広義              |

|                      |                 |       |
|----------------------|-----------------|-------|
| ◎第6回                 | 昭和44年4月24日      | 日赤会館  |
| 1. 北海道における地下資源開発の問題点 | 道立地下資源調査所       | 斎藤 昌之 |
| 2. 豊羽鉱山の試すい現況について    | 日本鉱業(株)豊羽       | 宮崎 猛  |
| 3. レッグ式ボーラーについて      | 鉄興社(株)稲倉石       | 杉山 憲一 |
| 4. 循環泥水について          | 帝石テルナイト工業(株)    | 村田 博  |
| 5. EH-1200全断面掘削機について | 砂川ボーリング         | 田中 武  |
| 6. 新機種の紹介            | マイカイ貿易・利根・鉱研の各社 |       |

|                           |              |           |
|---------------------------|--------------|-----------|
| ◎第7回                      | 昭和45年3月2日    | 北海道経済センター |
| 【特別講演】                    |              |           |
| 掘さく関係者のための温泉常識            | 北大教授         | 福富 孝治     |
| <一般講演>                    |              |           |
| 1. 道内における深層地下水の産状と採水上の問題点 | 道立地下資源調査所    | 山口久之助     |
| 2. 深井戸用水中モートルポンプについて      | 浅野鑿井工業(株)    | 土方 利彦     |
| 3. さく井長寿の三原則              | 日本鑿井探鉱(株)    | 大塚 一郎     |
| 4. ロータリー方式によるさく井について      | 北星コンサルタント(株) | 福田 博      |
| 5. 遠別天然ガス井の掘削について         | 道立地下資源調査所    | 用田 明甫     |
| 6. 坑井の物理検層について            | 道立地下資源調査所    | 内田 豊      |
| 7. ボーリング用泥水について           | 帝石テルナイト工業(株) | 早川 福利     |
| 8. 温泉用プラスチックパイプについて       | 積水化学工業(株)    | 村田 博      |
|                           |              | 比島 徹      |

- ◎第8回 昭和46年3月16日 ホテル アカシヤ
- 【特別講演】  
軟弱地盤の試すい調査について 北海道大学教授 湊 正雄
- <一般講演>
1. 橋梁と道路の基礎調査から 北海道ボーリング工業(株) 若松 幹男
  2. 集水井内における集排水ボーリングの一例 北星コンサルタント(株) 酒井 豊
  3. 北海道のダムグラウト工事について 日本特殊土木工業(株) 坂本 光
  4. BH工法について (株)利根ボ-リング 小柳正太郎
  5. 大口径掘さく機ビックマンについて 鉦研試錐工業(株) 桜井 宣穂
  6. 基礎工事用泥水について 帝石テルナイト工業(株) 村田 博
- ◎第9回 昭和47年2月23日 ホテル アカシヤ
- 【特別講演】  
北海道の温泉について 北海道大学教授 石川 俊夫
- <一般講演>
1. 高温度用泥水について (株)テルナイト 沖野 文吉
  2. 台湾の地熱開発ボーリングについて (株)利根ボ-リング 村山 一貫
  3. 引湯理論とその実例について 富士化工(株) 平野 芳純
  4. 北海道における地熱資源の探査 道立地下資源調査所 酒匂 純俊
  5. 層雲峡地区の地熱ボーリングについて 道立地下資源調査所 鈴木 豊重
  6. 温泉の坑内温度分布について 道立地下資源調査所 和気 徹
- ◎第10回 昭和48年3月15日 ホテル アカシヤ
- 【特別講演】  
環境地質工学について 元 東北大学教授 小貫 義男
- <一般講演>
1. ダウンザホール機による砂利層掘さくについて 日特建設(株) 星野 輝彦
  2. 大口径掘さく及び傾斜掘さくについて 帝石鑿井工業(株) 篠山 昌市
  3. 大口径掘削機ビックマンの応用方法 鉦研試錐工業(株) 加藤 信一
  4. RRC大口径掘削工法について (株)利根ボ-リング 小柳正太郎
  5. 安定液材料の性質と用途について (株)テルナイト 村田 博

|                                |                     |                |  |
|--------------------------------|---------------------|----------------|--|
| ◎第11回                          | 昭和49年2月21日          | ホテル アカシヤ       |  |
| 【特別講演】                         |                     |                |  |
| 石油ボーリングにおける世界の現状<br>と将来の推移について | 石油資源開発(株)           | 浅野 昇           |  |
| <一般講演>                         |                     |                |  |
| 1. ビックマンによるさく井について             | 鉦研試錐工業(株)           | 中屋 敏幸          |  |
| 2. ダウンザホールの使用現況について            | (株)利根ボーリング          | 村山 一貫          |  |
| 3. 遠別天然ガスE-3. 4号井の<br>掘削について   | 道立地下資源調査所           | 川森 博史          |  |
| 4. 物理検層とその応用について               | 石油資源開発(株)           | 山下 武男<br>松本 正一 |  |
| 5. ボーリングにおける廃液処理について           | (株)テルナイト            | 三浦 正弘          |  |
| ◎第12回                          | 昭和50年3月6日           | ホテル アカシヤ       |  |
| 【特別講演】                         |                     |                |  |
| 石油ボーリングにおける計測と<br>計画について       | 東京大学助教授             | 田中 彰一          |  |
| <一般講演>                         |                     |                |  |
| 1. 地下水並びに温泉採取上の問題点<br>について     | 道立地下資源調査所           | 山口久之助          |  |
| 2. 油井管の種類と特徴                   | 住友金属工業(株)           | 中田 友一          |  |
| 3. トリコンビットの正しい使用法に<br>ついて      | 石油鑿井機(株)            | 直江 国夫          |  |
| 4. 温泉から放出するスケールの沈積<br>防止について   | 道立地下資源調査所           | 二間瀬 洌          |  |
| 5. 今後の泥水の方向                    | (株)テルナイト            | 三浦 正弘          |  |
| ◎第13回                          | 昭和51年3月4日           | ホテル アカシヤ       |  |
| 【特別講演】                         |                     |                |  |
| 電源開発と地質調査                      | 北海道電力(株)            | 石崎 嘉明          |  |
| <一般講演>                         |                     |                |  |
| 1. 軟質岩における透水試験について             | 日特建設(株)             | 木村 恒美          |  |
| 2. 最近の孔内外の物理探査機の紹介             | エスケイエンジニア<br>リング(株) | 松本 正一          |  |
| 3. 角山地区の大孔径深井戸掘さく<br>について      | 上山試錐工業(株)           | 氏家 奉之          |  |
| 4. ボーリングにおける失策対策に<br>ついて       | 道立地下資源調査所           | 鈴木 豊重          |  |



- ◎第14回 昭和52年3月10日 ホテル アカシヤ
- 【特別講演】  
 火山地帯の地下構造について 北海道大学教授 横山 泉
- 〈一般講演〉
1. 油圧パーカッションドリルの使用実績について 三和土質基礎(株) 寺崎 靖則
  2. ダウンザホールによるアンカー工事の掘さく 三和ボーリング工業(株) 吉元 常蔵
  3. ラウスの地熱ボーリングについて 道立地下資源調査所 川森 博史
- ◎第15回 昭和52年9月27、28日 泊村 茂岩荘  
 温泉井掘さく現場見学検討会 (神恵内村)
- ◎第16回 昭和53年3月8日 ホテル アカシヤ
- 【特別講演】  
 地すべり・崩壊等の発生要因とその対策 北海道大学教授 木下 重教
- 〈一般講演〉
1. ボーリング孔を利用した原位置試験について (株)応用地質調査事務所 三島 史郎
  2. セメントパチルス工法について 鹿島建設(株) 砂子 幸男
  3. 上の国町湯の岱における地すべり対策 明治コンサルタント(株) 三室 俊昭
  4. 地盤沈下井作成の問題点 道立地下資源調査所 川森 博史
  5. 掘削現場における廃液処理作業 (株)テルナイト 横山 政雄
- ◎第17回 昭和54年3月12日 東急ホテル
- 【特別講演】  
 地熱資源の調査と開発 九州大学教授 湯原 浩三
- 〈一般講演〉
1. 地熱井の掘さくについて SKエンジニアリング(株) 大石 寅雄
  2. 稚内温泉井(ノシャップ)の掘削について (株)ユニオンコンサルタント 河野 純一
  3. 十勝平野における温泉ボーリングの溢泥対策 (株)有賀さく泉工業 有賀 甫光
  4. 温泉ボーリングにおける泥水対策 石川ボーリング(株) 石川 英雄
  5. 神恵内村における温泉ボーリングの結果と利用 道立地下資源調査所 藤本 和徳

|                               |            |                  |                |
|-------------------------------|------------|------------------|----------------|
| ◎第18回                         | 昭和55年3月12日 | 東急ホテル            |                |
| 【特別講演】                        |            |                  |                |
| サウンディングとサンプリング                |            | 北海道大学教授          | 北郷 繁           |
| <一般講演>                        |            |                  |                |
| 1. シールド機種の選定と土質調査<br>について     |            | 清水建設(株)          | 井坂 和夫          |
| 2. 地下水サンプリングのための孔井<br>仕上げの問題点 |            | (株)応用地質<br>調査事務所 | 大井 幸雄          |
| 3. 地すべり対策工事について               |            | 日特建設(株)          | 斉藤 政美          |
| 4. 札幌北部の地盤沈下と沈下観測井            |            | 道立地下資源調査所        | 川森 博史<br>嵯峨山 積 |
| ボーリング工法の紹介                    |            |                  |                |
| RRC大口径工法                      |            | (株)利根ボーリング       |                |
| RBB工法及びアロードリルによる急速掘削について      |            | 鉦研試錐工業(株)        |                |

|                      |            |                     |       |
|----------------------|------------|---------------------|-------|
| ◎第19回                | 昭和56年3月11日 | 東急ホテル               |       |
| 【特別講演】               |            |                     |       |
| 我国の石油探鉱技術の現状         |            | 石油公団・石油開発<br>技術センター | 石和田靖章 |
| <一般講演>               |            |                     |       |
| 1. 地熱井掘さくにおける問題点     |            | 帝石さく井工業(株)          | 中村 昭一 |
| 2. 森町地熱開発の現状と課題      |            | 道南地熱エネルギー(株)        | 山崎 一郎 |
| 3. 鶴居村の温泉ボーリングについて   |            | 上山試錐工業(株)           | 佐藤 彰芳 |
| 4. 温泉(熱水)輸送と多目的利用の現状 |            | 富士化工(株)             | 平野 芳純 |
| 5. 弟子屈町の地熱ボーリングについて  |            | 道立地下資源調査所           | 藤本 和徳 |

|                               |           |                              |                |
|-------------------------------|-----------|------------------------------|----------------|
| ◎第20回                         | 昭和57年3月2日 | 東急ホテル                        |                |
| 【特別講演】                        |           |                              |                |
| 地熱開発技術の展望                     |           | 石油資源開発(株)                    | 池辺 穰           |
| <一般講演>                        |           |                              |                |
| 1. 青函トンネル本州方の水平先進<br>ボーリング    |           | 三鉦ボーリング(株)                   | 松淵清次郎<br>長谷川八雄 |
| 2. ミストボーリングならびに<br>サンプリングについて |           | 鉄建青函<br>日鉄鉦コンサルタント(株)        | 藤本 正敏          |
| 3. 地熱ボーリングにおけるダイナ<br>ドリルの使用実績 |           | 道立地下資源調査所                    | 川森 博史          |
| 4. 地熱用セメントとセメンチング             |           | (株)テルナイト                     | 瀬川 廣           |
| 新機種の紹介                        |           | 鉦研試錐工業(株):(株)利根ボ-リング:(株)セキサク |                |

|                                                   |                    |            |       |
|---------------------------------------------------|--------------------|------------|-------|
| ◎第21回                                             | 昭和58年3月4日          | 東急ホテル      |       |
| 【特別講演】                                            |                    |            |       |
| 地下水計測における2・3の<br>問題点について                          |                    | 室蘭工業大学教授   | 山口久之助 |
| <一般講演>                                            |                    |            |       |
| 1. 濁川地域の地熱井における<br>フラクチャリング                       |                    | 日本重化学工業(株) | 中島 洋二 |
| 2. 坑井の物理検層                                        | (株)物理計測コンサルタント     |            | 藤原 忠一 |
| 3. 室蘭市白鳥台温泉井の揚湯試験                                 | 北星コンサルタント(株)       |            | 阿部 泰徳 |
| 4. 温泉用水中モーターポンプについて                               | (株)ますだポンプ          |            | 川崎 悦男 |
| 5. 地熱開発調査ボーリングの変遷                                 | (株)利根ボ-リング         |            | 三輪 和夫 |
| 6. 羅臼地域の地熱ボーリング                                   | 道立地下資源調査所          |            | 川森 博史 |
| ◎第22回                                             | 昭和59年3月7日          | 東急ホテル      |       |
| 【特別講演】                                            |                    |            |       |
| 森林の変遷に関する年代学的考察                                   |                    | 北海道大学教授    | 東 三郎  |
| <一般講演>                                            |                    |            |       |
| 1. 温泉ボーリングにおける計測                                  | (株)ドリリング計測         |            | 宮田 厚  |
| 2. 阿寒地熱井の逸泥対策                                     | 道立地下資源調査所          |            | 高橋 徹哉 |
| 3. ポリマー泥水について                                     | (株)テルナイト           |            | 佐野 守宏 |
| 4. 小口径推進工法およびストレーナー<br>カッターについて                   | (株)利根ボ-リング         |            | 吉田 興生 |
| 5. 深尺ボーリングにおける失策と<br>その対策                         | 道立地下資源調査所          |            | 鈴木 豊重 |
| ◎第23回                                             | 昭和60年3月14日         | 水産ビル       |       |
| 【特別講演】                                            |                    |            |       |
| 石油の掘削技術                                           |                    | 石油資源開発(株)  | 竹田 幸平 |
| <一般講演>                                            |                    |            |       |
| 1. 中深度ボーリングにおけるスピンドル<br>タイプとロータリータイプの経済的<br>比較の一例 | 上山試錐工業(株)          |            | 石塚 学  |
| 2. 物理検層結果のクロスプロット解析                               | 道立地下資源調査所          |            | 秋田 藤夫 |
| 3. 浜益村温泉ボーリングについて                                 | 道立地下資源調査所          |            | 藤本 和徳 |
| 4. 掘削中の計測データに関する考察                                | 道立地下資源調査所          |            | 若浜 洋  |
| 5. 北松山町温泉2号井ボーリングに<br>おけるビットの使用実績について             | (株)ユニオン<br>コンサルタント |            | 宮本 義則 |
|                                                   | 協和試錐土木(株)          |            | 石川 英雄 |

|                                    |                         |                |  |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|--|
| ◎第24回                              | 昭和61年3月13日              | ホテル アカシヤ       |  |
| 【特別講演】                             |                         |                |  |
| 地熱開発にまつわる雑感                        | (株)ユニオン<br>コンサルタント      | 斎藤 昌之          |  |
| 〈一般講演〉                             |                         |                |  |
| 1. 新しい逸泥対策工法について                   | (株)テルナイト                | 渋谷 裕           |  |
| 2. 最近のマッドロギング                      | (株)物理計測<br>コンサルタント      | 富岡 聡           |  |
| 3. 十勝平野の深層熱水開発の現状                  | 道立地下資源調査所               | 岡 孝雄           |  |
| 4. 最近の温泉揚湯用ポンプと<br>その制御            | 富士川機械(株)<br>北海道温泉ポンプ(株) | 川崎 悦男          |  |
| 5. 多層仕上げと揚湯試験の一例                   | 道立地下資源調査所               | 堀田 健二          |  |
| 6. ボーリング孔における湧水対策<br>の一例           | 常盤ボーリング(株)              | 高橋 徹哉<br>吉田 耕作 |  |
| ◎第25回                              | 昭和62年3月10日              | ホテル アカシヤ       |  |
| 【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              | 堀田 宏           |  |
| シンポジウム                             |                         |                |  |
| I. 新しい技術と機器                        | 座長 鈴木 豊重                |                |  |
| 1. 最近の新しいボーリング技術<br>について           | 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<br>の開発           | 石油鑿井機製作(株)              | 玉地 伸好          |  |
| 3. 岩盤・転石掘さくの新技术                    | (株)利根ボーリング              | 吉田 興生          |  |
| 4. 最近の油井用鋼管の動向                     | 住友金属工業(株)               | 成田 昱           |  |
| 5. 油・ガス井掘削におけるパイプ<br>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                |                |  |
| 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<br>谷口 久能  |  |
| 2. 揚湯・還元試験時の水位変動<br>に着目した滞水層評価の一手法 | 道立地下資源調査所               | 若浜 洋           |  |
| 3. 豊富天然ガスR-10号井の<br>掘さくについて        | 上山試錐工業(株)               | 出口 高広          |  |

◎第26回 昭和63年3月17日 ホテル アカシヤ

【特別講演】

リゾート資源と北海道 新エネルギー財団 吉田 国夫

〈一般講演〉

1. 夕張市日吉地区の温泉ボーリング 北星コンサルタント(株) 鈴木 秀洋  
谷口 久能
2. 深井戸用水中TVカメラについて (株)日さく 根岸 基治
3. 地熱貯留層評価の検層について (株)物理計測コンサルタント 藤原 忠一
4. 水平ボーリングによる長尺パイプ  
ルーフ工事施工例 東邦地下工機(株) 永野 勝昭
5. 暴噴制御費用保険 地熱ボーリング協議会 大庭功三郎
6. 北海道の地熱・温泉利用の現状 道立地下資源調査所 藤本 和徳

◎第27回 平成元年3月28日 ホテル アカシヤ

【特別講演】

世界の地熱利用の現状と北海道 北海道大学助教授 浦上 晃一

〈一般講演〉

- I. 温泉利用の実情と問題点
  1. 岩内町における観光開発と温泉利用 岩内町企画振興室 渡辺 謙二
  2. 弟子屈町の温泉利用の概況 弟子屈町地熱開発課 松橋 秀和
  3. 地熱水利用の施設園芸とその展開 壮瞥町産業振興課 橋本 清孝
- II. 熱利用の関連技術
  1. ヒートパイプとその利用法 道立工業試験場 富田 和彦
  2. 地下深部における地下畜熱実験  
材木沢層および西野層を例として 道立地下資源調査所 若浜 洋
  3. 坑井内同軸熱交換方式の実験結果  
夕張市東山地区を例として 道立地下資源調査所 秋田 藤夫

◎第28回 平成2年3月20日 ホテル アカシヤ

【特別講演】

金鉱床と地熱 金属鉱業事業団 近藤 皓二

〈一般講演〉

- I. 水資源
  1. 水質汚濁防止法の改正と  
地下水汚染 北海道保健環境部 内藤 洋
  2. 最新技術の取水井とストレーナー 永岡金網(株) 黒田 俊明
  3. 融雪期における不圧地下水の  
挙動とその活用について 道立地下資源調査所 深見 浩司

## II. 温泉資源

### 1. 地域エネルギー開発振興事業

について

北海道商工労働観光部

板谷 隆広

### 2. 掘削井の計測技術

(株)物理計測

コンサルタント

茨木 幸夫

### 3. 温泉ボーリングにおける計測の事例

道立地下資源調査所

高橋 徹哉

◎第29回

平成3年3月19日

札幌サンプラザ

#### 【特別講演】

海洋開発と北海道

北海道東海大学教授

大島 正直

#### 〈一般講演〉

#### 1. 最近のポリマー泥水について

(株)テルナイト

阿部 勝久

#### 2. 道外の温泉開発事情

ジオサイエンス(株)

小出 潔

沖縄を例として

ジオサイエンス(株)

小村 精一

#### 3. 世界の超深度掘さく計画について

(株)利根

副島寅二郎

#### 4. 光竜鉱山の地化学探査

道立地下資源調査所

黒沢 邦彦

#### 5. 真狩村の地質と温泉ボーリング

道立地下資源調査所

菅 和哉

道立地下資源調査所

大津 直

---

---

第30回 試錐研究会記念大会講演資料集

平成4年3月18日印刷

平成4年3月25日発行

編集 北海道立地下資源調査所

発行所 試錐研究会

〒060

札幌市北区北19条西12丁目

北海道立地下資源調査所内

---

---

