

# 試 錐 新 技 術

## ～研究委員会の紹介～

河 内 英 幸

### I] 本研究委員会の設置目的と経過

試錐作業（さく井を含む）は 過去においては地質調査・探鉱および地下資源の採取に主力が注がれてきたが近年ではその適用範囲が拡大され 構築物の地盤強化や防災・保安対策およびその他の土木工事にも必要欠くべからざるものになってきた。最近の試錐を技術面からみると ワイヤライン工法の導入 新規掘さく泥水の開発などによって 試錐能率は一段と向上してきているが それでも人件費の値上がり あるいは作業員の確保困難などの新しい問題が別に起き上がってきている。さらに新技術として ターボドリル ダイナドリルの技術導入 無加熱ビット リトラクタブルビットおよびケミカルグラウト剤の新規開発 連続コア採取法やエアードリリング工法の研究が 次々と発表されてきているがこれらは 個々の技術開発であって体系的にこれらを推進するまでに至っていない。要するに従来行ってきた試錐技術を根本的に 学問的に検討を加えたり 新技術を紹介し推進する機関がもたれていない現状において また試錐関係の学会活動がほとんど行なわれていない現状において 試錐関係の専門家が一堂に会し 意見の交換を行ないながら 1つの体系のもとで研究を推進することは 今後の試錐技術発展のためにきわめて必要なことである。日本鉱業会の鉱床・探査専門委員会において 試錐技術の学会活動の必要性が強調され 昭和45年度から試錐新技術研究委員会が誕生するに至ったのである。委員長には藤井清光先生（東大教授）を迎え 学界 研究所 試錐業界 メーカーから専門家19名の参加を得て 同年10月に第1回の委員会が開かれたのである。その後数回の会合がもたれ アンケートの集計 文献の収集 さらに2つの小委員会の設置など活発な活動が行なわれ 昨今ようやく取りまとめの段階になった。後日 本研究委員会から詳細の報告があるものと思われるが 今まで取り上げられた試錐新技術の概要を紹介し 読者の参考に供するとともに 今後のご協力をお願いする次第である。

### II] 試錐新技術に対するアンケートの集計

第1表に示すごとく 試錐技術に関して懸案となっている問題点はきわめて多岐にわたって存在し どの1つの項目を取り上げてみても さらに細分化された問題が

第1表 試錐新技術研究会アンケート集

- 1] 機械・器具に関係したもの
  1. 試錐作業の省力化・自動化（ロッド昇降を含む）の研究
  2. 試錐作業のオートメ化に関する総合的検討（深度1,000m級）
  3. 無人操作またはリモコンによる試錐工法の研究
  4. 試錐機・ポンプ・器具などの軽量小型化の研究
  5. 機器の設置・撤去・移動の簡易化・合理化の研究
  6. 軽量・可変・自立やぐらの開発
  7. ロッド切り・接続の能率化に関する器具の開発
  8. 試錐機および掘進中の掘さく器具の安定性の研究
- 2] 特殊ビット・特殊さく孔機に関係したもの
  1. リトラクタブルビットの研究
  2. フレキシブルボーリングロッドの開発
  3. 小孔径用ターボドリル・エレクトロドリルの開発
  4. 従来のビットによらない新しいさく孔法の研究（ノーベルドリリング）
- 3] 試錐工法に関係したもの
  1. エアドリリング工法の確立
  2. エンジンの排気ガスを利用したガスドリリング法の研究（ブースター併用）
  3. 指向性ボーリング工法の研究（孔曲り測定器の開発も含む）
  4. 一直線ボーリング工法（水平・垂直・傾斜）の研究……（孔曲り防止工法および器具の開発も含む）
  5. 連続コア採取法（逆循環工法）の研究
  6. 硬岩における超深度試錐（5,000m級）の問題点の求明
- 4] 試錐作業の能率向上に関係したもの
  1. 超硬岩用のビットおよび掘進法の研究
  2. ビット費の節減に関する研究：ビットライフ向上の研究
  3. 崩壊・湧・逸水を伴う硬岩の効果的な掘さく法の研究
  4. 悪条件の地層に対するコア採取率向上に関する研究
  5. ワイヤライン工法におけるノーセット解消の研究
  6. ノンコアビット活用に関する研究
  7. コア詰り防止に関する器具・工法の研究
  8. 作業能率向上に関連する孔内検層法の技術開発
- 5] 湧・逸水崩壊対策に関係したもの
  1. グラウテング工法の能率化および高性能化の研究
  2. 高性能・簡易型のグラウト用パッカーおよび小孔径用のプロウアウトブリベンターの開発
  3. 新薬液の開発および注入工法の研究
  4. 高圧湧水を伴う硬岩破砕帯の掘進法・保孔法の研究
  5. 局部ケーシング工法の研究
- 6] 泥水関係
  1. 掘さく泥水の合理的管理法の研究
  2. 万能循環泥水または新循環液の開発
  3. 泥水の現場管理に関する簡素化・合理化の研究
  4. 水平および上向きボーリングにおける泥水処理法の研究
  5. 排泥の公害問題に関する研究
- 7] その他一般事項
  1. 試錐コストの算定法に関する基準化
  2. コンピューターによる管理業務の能率化
  3. 掘さく理論の確立
  4. 掘さく状態の合理的解析法に関する研究
  5. 海底鉱物資源の開発に対するボーリングの果たす役目とその方法
  6. 試錐作業で人身保安に関する問題点の求明

残っているのである。また今後 土木方面でも 海底地質研究方面でも新しい試錐技術の課題が登場してくることは当然考えられることである。本研究委員会としては どれも序列がつけられないほど重要であるが 全部を一斉に取り上げることもできないので 最も身近かなものという点で 崩壊 湧・逸水対策とダイヤモンド掘さくの2つの小委員会を設け それぞれ現況の把握と問題点の掘り下げを行なうことにした。

### Ⅲ] 小委員会の活動状況

1. 崩壊 湧・逸水対策小委員会(小委員長 佐伯 守)  
試錐作業において発生する孔内事故のうち 数多く見られるのは孔壁の崩壊と湧・逸水に起因する事故である。この事故に対して適切な処置がとられていないと 目的が達成されないで孔を放棄する場合もしばしば出てくる。またその処置は各孔の地質条件によって多岐にわたっており 時間と多額の費用を必要としているのが現状である。本小委員会はこの処置に対して器具 薬液 手段などで何か画期的な対策はないのか その対策を求めするために発足したものである。まず手初めとして過去の事例を収集し 原因・対策別の分類を行なうことにしたが その結果をまとめたのが第2表 第3表である。

第2表の外に 上記基本データから水平 傾斜 垂直の分類も行なっており 件数では水平掘りの崩壊事故が最も多く 対策の失敗例では垂直・水平における崩壊 逸水の場合が最も多い比率を占めていた。

第3表の対策例をみると いずれの事故に対してもセメンテーション ケーシングの使用 あるいはこれらの併用という形 さらに泥水への切替えとか薬液の注入というきわめて基本的な手法が多く 器具の改良 操作の改善によるものは1例に過ぎない。これは従来からの試錐作業の慣習にもよるが 手法の複雑さ 費用の高む点に問題があったようで 今後 小委員会としては前記事例の代表的なものについて 簡便にして効果的な器具 薬液 工法などについて検討を積み重ねていくことにしている。最近では三井ストッパーという一液注入固結剤が開発され 現場実験ではかなり優れた成果を挙げているので ストッパーの適応性の研究も加味されるであろう。

### 2. ダイヤモンドビットの掘さく小委員会

(小委員長 奥山泰士)

ダイヤモンドボーリングにおけるビットの研究はすでに10数年間の業績があり 現場的にはほぼ完成の域に達し 最近では人件費の値上がりにも関係するが 試錐費の中でビット費の占める割合は非常に小さくなりつ

第2表 原因別分類

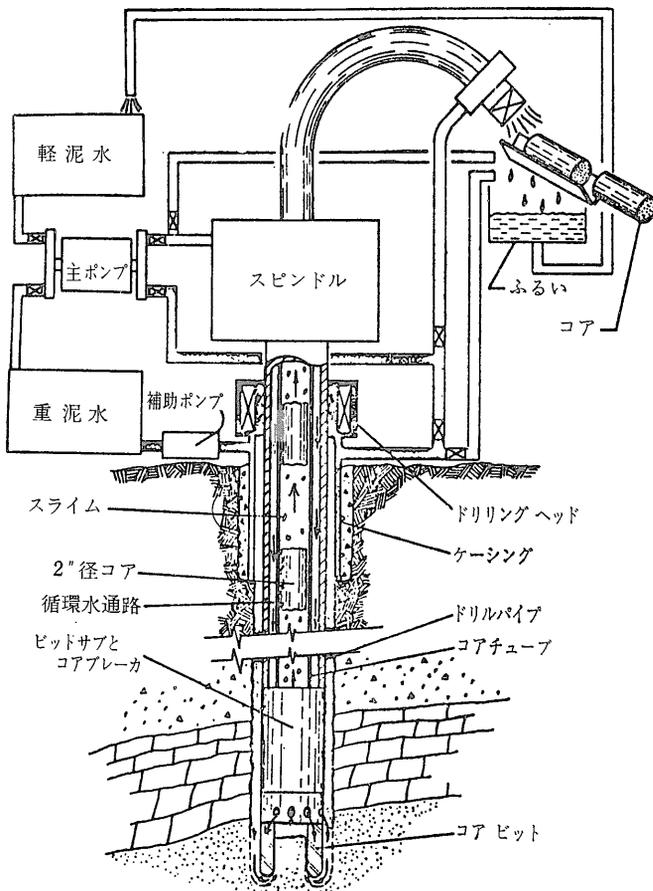
事故名	原因	件数	計	
単 一	崩 壊	1. 軟岩破砕帯	7件	21
		2. 断層(含粘土層)	6	
		3. 地質境界部	4	
		4. 硬岩破砕帯	4	
湧 水	1. 破砕帯	3	5	
	2. 亀裂発達部	2		
逸 水	1. 地質境界部	6	10	
	2. 亀裂発達部	4		
複 合	湧水・崩壊	1. 軟岩破砕帯	5	11
		2. 断層(粘土層)	2	
		3. 亀裂発達部	2	
		4. 硬岩破砕帯	2	
逸水・崩壊	1. 軟岩(表土との境界部を含む)破砕帯	4	6	
	2. 地質境界部	1		
	3. 亀裂発達部	1		
湧・逸 水 崩 壊	1. 破砕帯(特に互層のとき)	1	1	
合 計		54件	54件	

第3表 事故別対策の分類

事故例	発生件数	採用された対策	成功件数	計
崩 壊	21件	1. 拡孔 ケーシング使用	9件	18件
		2. 泥水使用(清水から泥水に切替)	4	
		3. 拡孔し 包含回収の後 継続	3	
		4. モンキーによる打上げ回収と復旧	2	
湧 水	6	1. ケーシングの使用	2	6
		2. セメンテーション	2	
		3. 薬液(日東SS)注入	1	
		4. 器具改良(ワイヤライン)と操作改善	1	
逸 水	10	1. セメンテーション(薬液混入)	3	7
		2. 薬液(珪酸ソーダ 日東SS)注入	2	
		3. 泥水に鋸屑の混入	1	
		4. ケーシングの使用	1	
湧水 崩壊	9	1. ケーシング使用(局部セットを含む)	4	6
		2. セメンテーション(急結剤使用)	2	
逸水 崩壊	7	1. セメンテーション後孔曲げ実施	2	4
		2. 泥水使用	2	
湧・逸 水 崩 壊	1	1. セメンテーションとケーシングの併用	1	1
合 計	54		42	42

④ [2例については失敗(目的を達することもなく中止または放棄)

つあり それらの問題は一応解決されたものと考えられている。しかしダイヤモンドビットの実績評価については 各現場の掘さく条件や岩質などの特異性が強調さ



第1図 逆循環ボーリング工法

れ それぞれの現場独自の評価に止まり 普遍的な評価の基準がなく 折角の各現場の資料はその現場にだけしか生かされず 他の現場にも有効に生かされていないのが現状である。それ故 ビットの評価ばかりでなく掘さく条件や岩質についても評価できる基準なるものがあれば 試錐技術の一層の向上に役立つばかりでなくその基準が確立されることにより 試錐の省力化の一環である自動化にも基礎資料が提供されるものと思われる。

本小委員会は各鉱山における従来のダイヤモンド掘さく資料 および研究文献から基本的なダイヤモンド掘さく基準を求め 普遍性を求明するために設置されたもので 手初めとして次項のように資料の収集およびアンケート調査を行なった。

- i ダイヤモンドビットおよび掘さくに関する文献
- ii 各鉱山のダイヤモンド掘さく資料
- iii 各鉱山におけるビットライフに対する考え方

- iv 各鉱山におけるダイヤモンドビットの切さくに対する考え方
- v 各鉱山において実施されている岩石の物性試験項目およびその結果の資料

上記のアンケートおよび研究文献などを色々の角度から検討した結果 今までに次のような図表をまとめている。すなわち

- ① 岩石の硬軟の穿孔性
- ② 穿孔におよぼすコア詰りの影響
- ③ 各種岩石の穿孔特性直線
- ④ ビットの磨耗による掘進率と荷重の変化
- ⑤ 各種鉱床におけるビットのPm(穿孔実績)

などである。これらを基にしてダイヤモンドビットの実績評価について 普遍性の求明に着々と成果を挙げつつある。

最近では(株)利根ボーリングが開発しつつある無加熱ビットの現場実験結果が徐々に提出され 優れたビット成績が現われて実用化に近づきつつある。

#### IV) 今後求明すべき課題

以上2つの小委員会における取りまとめと平行して 本研究委員会でも今後取り上げる問題を検討した結果 一応次の項目に的をしぼることにし(項目の追加もあり得る)。それぞれの項目に担当者を決め 深く掘り下げることにした。

- 1. 垂直孔における逆循環ボーリング工法の研究
- 2. 試錐機のユニット化・小型化の研究
- 3. ポケットブル ドリルの研究
- 4. ダイナドリルと指向性の研究
- 5. リトラクタブル ドリル システムの研究
- 6. 無加熱ビットの研究
- 7. 新薬液の試錐工法に応用する研究
- 8. エアードリリング工法の実用化の研究

1. 垂直孔における逆循環ボーリング工法の研究  
本工法は すでに 外国技術雑誌に連続コア採取法(Continuous Coring) という題名で紹介されているしわが国でも 坑内の水平・上向きボーリングにおいて本工法の現場実験が行なわれているが 特に湧水の多いところでは成功を収めている。主題のごとく垂直孔にこの工法の研究を始めたのは 動力炉・核燃料開発事業

団の東濃探鉱事務所で 第1回の現地実験では深度70mを若干の改良点を残しながら一応成功裏に目的を達している。本工法は第1図に示すように従来の泥水循環方式とは逆に循環水を孔口装置からロッドと孔壁との間に送り込みロッドの中を通して地上に排出させる方法でこの流れに導かれてコアもスライムもロッドの中を次々に上昇し地上にあるコア・コレクターに集積されるのである。前記東濃事務所の実験ではAQワイヤーラインロッドを使用し凝灰質砂岩・頁岩の中を掘進した際ポンプ送水量60ℓ/min送水圧1~2kg/cm<sup>2</sup>で100%のコアを採取している。従来の普通工法に対して1.5倍の掘進能率を挙げているが今後2倍の能率を挙げられるように研究を継続していく計画である。本工法の特長は刃先の取替え以外はロッド昇降が不要でありコア採取率がよく孔内にスライムを残さないしケーシングを省略させ得るなど多くの利点をもっているがその反面逸水層に当たると掘進不能になるなどの欠点もある。今後の研究課題としてコア詰りの防止逸水防止適用深度の増大地上設備の改良などが挙げられている。

## 2. 試錐機のユニット化・小型化(省力化を含む)

近年若い試錐技術者の確保が困難になりつつあるのに対して試錐能率の向上試錐技術の開発試錐費の減減は一段ときびしく要求されてきているのが現状である。さらに試錐の用途も従来からの探鉱ばかりでなく土木工事に付随した仕事も多くなりそれなりに平坦地ばかりでなく山間僻地の不便なところも多くなってきている。このような状況下において重労働の部分できるだけ人力から省き機械力または自動化に切り替えるとともに移設の簡素化能率化なども強く要望されてきている。この問題は非常に多くの内容を含んだもので数例を挙げただけでも

- ① 機器の材質の軽量化および機構の簡素化
- ② 試錐機・ポンプの一体化
- ③ ロッド昇降の自動化
- ④ 自動掘進装置
- ⑤ 軽量・可変・自立やぐら

など多数ある。この中のどれ1つみても大きな研究課題であり試錐新技術に値するものである。

## 3. ポケットブルドリル(エアードリリング併用)

本主題は山間僻地の地質調査用あるいは小規模の土木工事に必要な超小型試錐機や掘さく工法の研究開発のことである。小型試錐機についてはすでに地質ニユ

ース No. 7(昭29年4月) No. 25(31年5月) No. 49(33年9月) No. 178(44年6月)に一部紹介されているがこれらは循環水を用いた工法であって目的によってはすでに完成された機器も多い。地質調査の場合には水の取得困難な山頂や稜線付近のサンプリングも多くまた硬岩のためハンマーによるサンプリングでは満足な試料も得られない場合もある。さらに試錐技術者でない人あるいは地質研究者が操作する場合もある。

これらの要望に応じる場合まず検討することは試錐機の重さ穿孔深度と方向孔径とコア径対象地質をどのへんに絞るかという問題である。さらに用水取得の困難な場所での工法としては通常エアードリルが考えられる。これも深度や孔径などによってコンプレッサーの容量が決められるが試錐機の軽量・小型化に対してコンプレッサーが大きくなるという問題も出てくる。

極浅尺の小孔径サンプリングで1日の作業量が少なければ空気ポンプや液体窒素ポンプの反復使用も考えられる。さらにエアボーリングに必ず問題となる逸風対策や湧水防止対策も簡便な方法や装置を考えなければならぬ。試錐機の軽量・小型化に対して試錐機の安定化という問題も出てくる。坑内であれば簡便な装置もあるが坑外であれば簡易アンカー法も活用しなければならない。これらの諸問題を総合的に検討し全国に多数いる地質研究者に手頃な簡易装置を提供する必要がある。

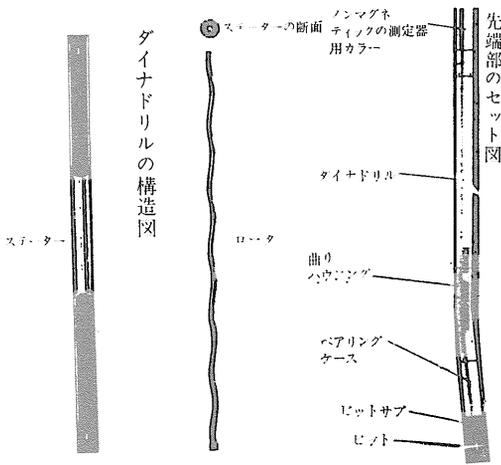
浅尺のエアードリリング工法の特長の1つに孔内が空であるのでガスの採取が可能であり温泉などの基礎研究に役立つことがある。

## 4. ダイナドリルと指向性の研究

ダイナドリルとはドリルロッドを回転させずに最先端部のビットだけを水圧力によって回転させ掘さくを行なう装置であって基本的な考え方ではターボドリルと同じである。ターボドリルではタービンの羽根車を水流によって回転させるのに対してダイナドリルでは第2図のようにステータの中にあるローターを水流によって回転させるのでsnake pumpの逆のことを考えればよい。本装置は米国ダイナドリル社と鉦研試錐工業(株)とが特別契約しわが国に紹介されたものである。

### 本装置の特長:

- i 回転部は先端のビットだけであり高価なドリルロッドの摩耗や破損がきわめて少なくまたロッドの回転による孔径拡大や孔壁崩壊がない。



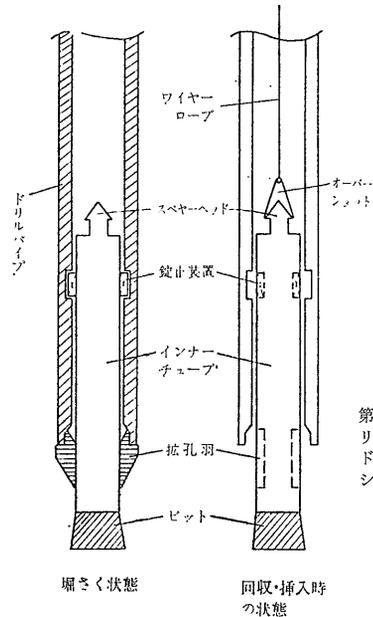
第2図 ダイナドリルの構造図 先端部のセット図

- ii 構造が非常に単純であり 取扱いかも簡便である。それ故機械装置の故障も少なく それだけ掘進事故も減少される。
- iii ポンプあるいはコンプレッサーから送られる流体が動力源となるので 大型の掘さく機械が不要となる。
- iv 孔曲げボーリングの場合 方向の修正および制御が正確かつ迅速に行なわれる。
- v 回転力が一定なので ボーリング孔が深くなっても供給馬力は激増せず 5,000m以上の大深度ボーリングも行える。

以上のように種々の利点をもつが ダイナドリルもターボドリルも指向性ボーリング または孔曲りを修正しながら掘る一直線ボーリングにその真価が発揮されるのである。現在 青函トンネルの長尺水平ボーリングに本装置がテストを兼ねて使用されているが 1,700mの水平ボーリングで 途中本装置を2回使用して 結果的には20mの下りだけで目的を達したと報告されている。本主題の研究目的はダイナドリルを使って 指向性ボーリングや一直線孔を確保するに当って 容易に正確に行なうための問題点を究明し さらに工法の確立を期するにある。この外 ダイナドリルがターボドリルと異なる点は ターボドリルの小さいものは5"径であるのに対して ダイナドリルには1 $\frac{3}{4}$ " とか2 $\frac{3}{4}$ " 径という小孔径用のものも製作されているということで これらが鉱山の探鉱ボーリングにも活用されることが考えられるので 今後 現地研究を含めた技術的検討が望まれる。

### 5. リトラクタブル ドリル システムの研究

本研究は外国文献に retrievable bit とか retractable bit という名で紹介されたものと考え方では若干似てい



第3図 リトラクタブルドリルシステムの略図

るが ワイヤーラインのインナーチューブを活用したという点が異なっている。従来のボーリングでは ボーリングロッドの先端部にあるビットが直接にロッドまたはコアバレルの外管にネジ止めされているので これが磨耗 破損した場合には ロッド全部を地上に引き揚げて交換しなければならない。しかし本装置によると 第3図に示すように ボーリングロッドの先端部に工夫が施され ロッドを孔中に残したままビットを交換することが出来るのである。ビットは錠止装置によって所定の位置に固定されるインナーチューブの先端部にネジ止めされている。しかしビットの直径はロッドの内径よりも小さく製作されているため これで掘さくされる孔はロッドの外径よりも小さくなる。したがって孔を切り広げるために 拡孔ビットが必要となり これがビットの直上に設けられている。刃先を取り替える場合には 従来のワイヤーライン工法のオーバーショットと同様の引揚用工具を降下させ インナーチューブの頭部をキャッチさせるのである。ウインチでワイヤーを巻き上げると まず拡孔羽が自動的にインナーチューブ内に引込み 引き続いて錠止装置が外れて インナーチューブが地上に回収されるようになっていく。地上で新しいビットに取り替えて インナーチューブをロッド内に降下させると自然沈下した後 自動的に所定の位置にセットされる仕組みとなっている。循環水の出口はビットのところで40% 拡孔羽のところで 60%出るように工夫されている。

**本装置の特長：**

- i 刃先取り替えのためのロッド昇降時間が省け それだけ工事完成期間が短縮され 総工費の節減につながる。深度が深くなるほどこの傾向は大きくなる。
- ii ロッドを孔中に残したままビット取り替えが行なえるのでロッド昇降による孔壁の損傷が防止される。
- iii 刃先の損耗が常時 容易にチェックできる。
- iv 掘さく方向はワイヤーライン工法と同様に 如何なる方向でも使用できる。
- v ロッドをケーシング代わりに使用できるので 軟弱 崩壊性地層における種々の工法にも適用され 土木・建築方面の各種工事に応用範囲がきわめて広い。

以上のように多くの利点をもつが 今回試作した装置の外径は 123mm であり これより小さくすると掘孔羽のところに無理が生じ 本装置の機能を発揮しがたいという欠点もあるようである。しかし 今後 探鉱ボーリングも益々深くなる傾向にあるし UMP 深層試錐 深海底ボーリングのことも考えれば 小孔径用の装置も開発しなければならぬであろう。

**6. 無加熱ビットの研究**

本研究は日本鉱業協会の 第16回探査現場担当者会議(昭44年5月)の席上で(株)利根ボーリングが発表したもので 10数年の歳月を費やして完成したものである。従来から行なわれているダイヤモンドの植付加工ではその焼結温度の最低は銀ろうでも900°C タングステン系のものでは1,100~1,300°C 位を必要としている。この方法では完全に酸素をなくすことはできず ダイヤモンドの一部は酸化現象を起こして黒鉛化し 本来の硬度和結晶力を失って岩石の切削中に欠損や摩耗を生じビットライフを著しく低下させている。そこで酸素があってもダイヤモンドを変質させない温度というと 理論的には 700°C 以下とされているが 実際には加熱時間やその他の影響で500°C 以内ということになり 出来れば一切温度を加えない すなわち無加熱加工が理想的である。

無加熱といっても現時点では ごく低い加熱が行なわれているが この加熱温度は酸素中でもダイヤモンドの黒鉛化や熱亀裂などに悪影響を与えない安全温度である。

初期の実験段階で稲田大目花崗岩をテストしたところ従来のビットに比べてドリリングスピードで1.5倍 ビットライフで約4倍 m当りのビット費で1/3という驚異的な成績が出ている。また最近では住友金属鉱山・

第4表 平瀬鉱山における無加熱ビット使用成績

	ビット数	平均掘進長	平均穿孔速度	平均ダイヤモンド消耗/1ヶ	平均運転時間
	ヶ	m	cm/分	カラット	分
従来ビット	18	8.14	3.36	0.15	237
	11	8.18	2.24	0.26	359
無加熱ビット	14	21.07	5.27	0.30	401

④ XRTビット使用 深度50mまで ビット回転 400~700rpm

平瀬鉱山における実験成績では 第4表に示すごとくドリリングスピードで約2倍 ビットライフで約2.5倍の好成績を挙げている。未だ研究の段階ということでも各サイズの市販は行なわれていないようであるが 今後も完全無加熱化の方向に向かって研究が進められるであろうし 各種岩石に対する適応性の研究も行なわれるであろう。

(注) 日本クリステンセン・ダイヤモンド工業株式会社においても新焼結ビットとして低温焼結(約600°C)で植付加工するビットの製作を発表している。

**7. 新薬液の試錐工法に応用する研究**

ボーリング作業の中で最も嫌われている現象は湧・逸水 崩壊(膨潤も含む)現象である。このため前記のように小委員会まで設けて いろいろの角度から問題点を深く掘り下げ対策を検討している最中である。従来一般に行なわれている工法は高比重泥水 クローム泥水 逸水防止材の使用 セメントあるいはケミカルグラウト剤の注入(パッカー使用を含む)などである(地質ニュース No. 196 昭45年12月参照)。これらはそれなりに効果を発揮しているが それでも未だに 現象の烈しいところでは掘進能率の低下 掘進困難 時には孔の放棄ということも起こっている。

これらの問題の解決に一助をなす三井ストッパーという新薬液が最近開発され 現場実験でかなりの効果が現われている。このストッパーはウレタン系土質安定剤で 主剤のウレタンプレポリマーのイソシアネート基とウレア結合し 三次元の強固なウレタン樹脂を土壌中に形成するとともに ウレタン樹脂特有の強い接着性が土粒子相互を接着させるのである。

**おもな特長：**

- i 注入法は1ショット工法である。
- ii 注入後の安定した土壌の圧縮強度は 20~200kg/cm<sup>2</sup> まで調整できる。
- iii ゲルタイムは触媒濃度によって 数秒から数時間まで調整できる。

- iv 本剤の浸透性は水と同じである。
- v 地下水が静水 動水のいずれの状態でも注入効果は変わらない。
- vi 硬化した樹脂は化学的に安定で かつ土壌中のバクテリアにも全く分解しない。
- vii 注入機器の腐食は全くない。

住友金属鉱山探査部では このストッパーをワイヤーライン工法にも使用できるように 日本ロングイヤーと共同して インナーチューブ用インジェクターを考案した。このため従来から問題となっている湧水 崩壊層の掘進法もかなり解決されるようになってきた。またエアードリリング工法で問題となっている逸風 湧水防止対策も 今後本剤の適切な利用によって一段と実用化が進められるものと思われる。

#### 9. エアードリリング工法の実用化の研究

エアードリリング工法とは 循環水(泥水)の代わりに圧縮空気またはガスを用いた工法で 正循環と逆循環の方式がある。エアードリリング工法は

- i 水を使うことによって膨潤や崩壊を起こしたり 逸水する地層を掘る場合
- ii 水の取得が困難な山間僻地や砂漠でボーリングする場合
- iii 循環水がコアを洗い流すような地層をコアリングする場合
- iv 掘進率が早い
- v ビットライフが長い
- vi スライム採取の遅れがない

などの多くの利点を持っている。しかしその反面

- i 比較的大きなコンプレッサーが必要である。
- ii 逸風層や湧水層に遭遇すると掘進困難になる。
- iii ロッド昇降時 浮力がないため巻上機に大きな負荷がかかる。
- iv 予期しない出水層に遭遇すると ロッドが抑留されることがある。
- v ロッドを孔内に落とすと大事故となる。
- vi 孔内火災の可能性もある。

などの欠点もある。

エアードリリングの歴史は石油掘さく方面ではかなり古くから行なわれていたようであるが 鉱床探査ボーリングでは最近のことである。三井鉱山地質部では昭和34年豪州カヤンガ炭田の試験調査にトラック搭載型のポータドリル(USA製)を使用し エアードリリング工法を採用したところ 試験本数50本 延べ深度2,300m 平均深度46m/本 実掘進日当り51.4m/日 という成績を挙げている。もちろんこれは地層条件が適していたことにもよるが 反面 炭層下盤からの湧水でいずれの孔も掘進中止している。日鉄鉱業探査部では 昭和33年から43年にかけて5回の現地研究を行ない 幾多の改良・工夫を積み重ねた結果 第5回目の実験では ワイヤーライン工法にも適用できるよう技術開発し 石灰岩の中を垂直ボーリングで120m掘さくしている。同和鉱業・花岡鉱山では粘土質層の試験で 孔内膨潤 崩壊によるトラブルが多く 種々の泥水剤の研究も行なってきたが 昭和43年にはエアブロー工法の実施し 掘進能率もコア採取率も一応満足する結果を得ている。

以上数回の実験段階では いずれも良い成果を得ているにもかかわらず 現在各方面で行なわれている多数のボーリングに対し 本工法がほとんど採用されていないのは それなりに問題点を残しているからであろう。すなわち 湧水・逸風対策 孔口装置や掘さく器具の改良工法技術の問題点など未解決のままである。前記実験時からみると 現在では新薬液も開発されたことでもあるし コンプレッサーも簡便になっているし 試験技術の面でも新しい工法や器具が紹介されてきているので この際 本工法について再度問題点を求めし 本工法の適応性や実用化の確立を計ることが望まれる。

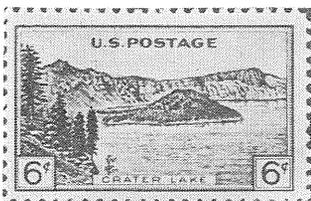
(注) 東北地方の地熱ボーリングでは 大規模ではあるが すでに空気掘さく法を採用している。

以上 試験新技術の研究テーマについて その一部の概要を紹介したに過ぎない。近年ボーリングの利用が探鉱ばかりでなく多方面にまたがるようになり それだけ新技術の開発が望まれてきているのである。また反面 新技術が開発されれば それに応じて利用範囲も拡大されることが当然予想される。

終わりに本研究委員会も 一応昭和47年3月で閉会になるが 上記のように試験新技術の開発の必要性から鑑みて 何等かの形でこの系体が存続できるよう希望する次第である。

(筆者は 試験課長・新技術研究委員会幹事)

地学と切手



クレーター  
レーク  
国立公園

P. Q.

1934年アメリカでは 国立公園を普及する行事が行なわれ 国立公園を記念する 1セントから10セントまでの記念切手10種が発行された。このうちの1種 6セント切手が クレーターレーク国立公園切手である。

クレーターレーク国立公園は アメリカ西海岸オレゴン州の南部カスケード山脈に位置するが 日本では国立公園としてよりは ウィリアムズ(Howell Williams)によるクラカトア型カルデラの例として著名である。クレーターレーク国立公園は 面積約250平方マイルあり 1902年に4番目の国立公園として指定された。その湖の青さで有名である。湖の深さは1,983フィートあり 北米第1 世界でも5番にランクされる。湖は直径5×6マイル 周囲20マイル 500から2,000フィートの壁にとりかこまれ 流入流出の河川はない。中のウィザート島は高さ780フィートである。

クレーターレークは 1853年6月にヒルマン(John Wesley Hillman)によつてはじめて発見され 彼は Deep Blue Lake と名付けたが 1865年にはこの地方駐在の軍人は Lake Mystery と呼んだ。現在の名前は1869年からである。しかしクレーターレークは 1885年にスチール(William Gladstone Steel)が訪れるまではあまり知られなかった。湖の美にひかれた彼は 国立公園として保存しようとして運動し1902年の

指定となった。

地学上では クレーターレークはマザマ火山(Mazama)の頂部にできたカルデラ湖である。マザマ火山は 玄武岩台地の上にあった輝石安山岩からなる成層火山であり その標高は12,000フィートに達し 頂部には氷河があったと推定されている。山腹や山裾には石英安山岩のドームや玄武岩の噴石丘があった。その後長い静穏期を経て約7,600年前に プリニアン噴火が起こり軽石が噴出した。噴出した軽石は風によっておもに北東に分布し 80マイル離れても厚さが4インチに達する。この容積は3.5立方マイルと算定されている。当時すでに人類がマザマ火山の裾にも住んでいたことは この降下軽石の下に遺跡があることからうかがえる。降下軽石が噴出した直後に軽石流が噴出し周囲に広大な火砕岩台地を作った。岩質は大部分が石英安山岩であり最後は安山岩である。その容積は6~8立方マイルと算定されている。この結果山頂部が陥没してカルデラが形成された。その後中央火口丘であるウィザート島が出来上がったが この外2コの山体が湖面下にある。

クレーターレークカルデラはウィリアムズの研究によってクラカトア型の典型とされ 日本の多くのカルデラもこの型に属することが知られていた。その後スミス(Robert L. Smith)によるバイエスカルデラの研究が進み 大規模な火砕流を噴出した後に陥没したカルデラとしては クレーターレーク型とバイエス型とが知られるようになった。クレーターレーク型は造山帯に特長的で 火砕流の噴出後 噴出地域の基盤岩は不規則に破砕されるのに対して バイエス型カルデラは安定大陸に多く 火砕流噴出後 基盤岩は環状割れ目に沿ってピストン状に陥没するが その後マグマの再活動によってカルデラ底がドーム状に隆起することが多いという。

(地学はおもに Williams(1957) A Geologic Map of the Bend Quadrangle, Oregon. と荒牧ほか(1967)火山 ser. 2. vol. 12. no. 2 によつた)

新刊紹介

箱根火山

この本は箱根火山に関係した地学的諸現象の案内書である。発行所は箱根町である。「はしがき」によれば 箱根町の自然科学館の普及活動に役立てたいとの 町の人々の強い希望によつて 火山学会が編集したものである。内容と執筆者はそれぞれ

- 1) 箱根火山の地形 一地形の成因— (鈴木隆介)
- 2) 箱根火山の成長の歴史 一地質・岩石— (荒牧重雄・一色直記)
- 3) 火山灰から見た箱根火山の一生 — テフロクロノロジー — (町田洋)
- 4) 箱根火山の地震 一地球物理— (平賀士郎)
- 5) 箱根火山の温泉 (大木靖衛)

となっている。

この本の特徴の第一はマンガが多いことである といつたら執筆者は顔をしかめるかもしれないが とに角今までの地学的解説書には珍しいスタイルである。本書によると 箱根火山は鬼の作った難攻不落の城砦であつて ここには天守閣はもちろん 堀 石垣 出城などを完備していることになっている。

その中で鬼が火をたいたり フロに入つたり ときどき城の外へくり出してあばれたりするさまが 第何図などと掲げられているので 思わずニヤリとさせられる。説明もソフトで 普及書としての配慮がうかがわれる。しかし 内容はきわめて高度で 決して 箱根の温泉でひとフロあびながら 一気に読み流しできるようなものではない。箱根に関するごく最近の知見や問題点も 豊富な文献とともに指摘されている。普及書ではあるが 巡検案内書ではなくむしろ箱根を例とした火山および関連地学現象の本格的な解説書というべきであろう。

ときどき たとえば「箱根でみられる火山灰はほとんど富士山のものだ」とか 「富士の見えるところに温泉はない」とか 地質学徒にとつても盲点をつかれるような解説がある。これも この本をフレッシュに感じさせる要素であろう。ただ 欲をいえば 箱根の地名 交通と地質や温泉分布などをまとめた大きな図がほしかった。(垣見俊弘)

編集：日本火山学会(著者代表：荒牧重雄 大木靖衛)  
12.5cm×18cm 185P カラー写真2葉付

発行所：箱根町  
発売元：創造社(東京都千代田区神田錦町3-8)  
本書は店頭では販売されていないので入手したい人は 直接または書店を通して発売元へ申し込んで下さい。  
定 価：450円