

氷床深層コア掘削機の概要

—世界最新鋭のアイスコアドリル—



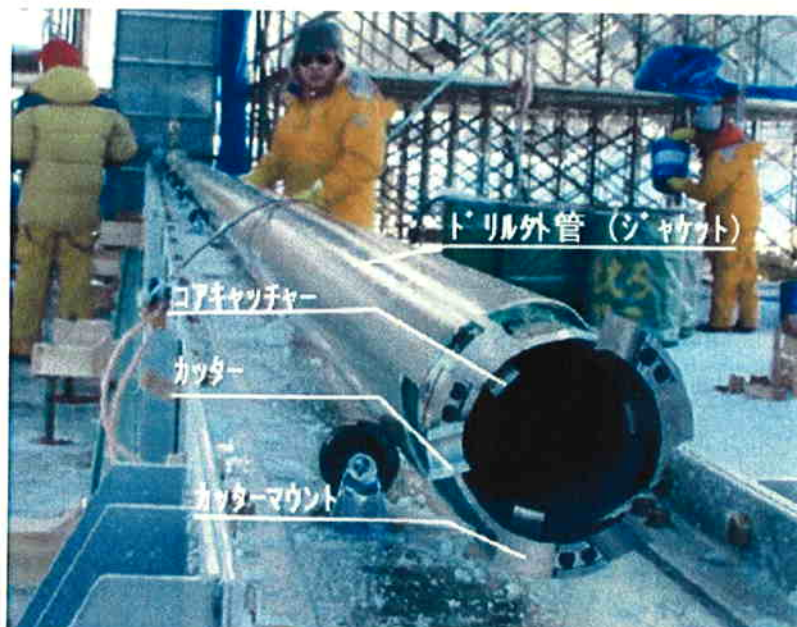
ドリル全体図



ドリル全体(上から)

この第二期深層掘削のために設計した電動メカカル型ドリル。第一期では一回の掘削で2mしか掘ることが出来なかったが、今回は3.8m掘ることができる。この結果、ウインチの上げ下げする回数が約半分になる。

外径123mm、全長12.2m、コアバレル有効長さ3.8m



ドリル全体(下から)

ドリル先端は、氷を削り、削り屑(チップ)を取り込む重要な部分である。3個のカッターが回転し氷をドーナツ上に削る。直径94mmのコアはパイプの中へ入る。このときコアキャッチャーは氷に押されて直立し、コアの進入を邪魔しない。チップはカッターで掬い取られコアバレルとジャケットの間へ入る。掘削終了後、ウインチを巻き上げるとコアキャッチャーが写真の位置になりコアを切断する。



リーフスプリングアンチトルク

カッターで氷を削る時に発生するトルクを、この3枚の板バネを穴の壁面に突っ張ることによってうち消す。これがうまくいかないとドリルの本体が回転して掘り進むことができない。



耐圧室

掘削孔には不凍液が充填されているのでドリルには静水圧が常にかかる。3000mの深さでは約280気圧になる。そのため信頼できる耐圧室が必要となる。この中には、掘削コンピュータ、ドリルモーター、減速器が収納されている。さらにこのような高圧のもとで回転するモーターの軸をシールするには特殊な方法が応用されている。



特製ドリルモーター

ドリル用のモーターは耐圧室の内径に合わせて、専門メーカーに特別に作ってもらった。仕様は、永久磁石型直流モーター：200V500W。寸法は径80mm、長さ165mm。制御回路が単純で小型高出力の優れたモーターである。



チップ室

ドリルの構成は、上からアンチトルク、耐圧室(モーター室)、チップ室、コアバレルとジャケット、カッターマウントとなっている。チップ室の寸法は外径123mm長さ5.6mである。効率よくチップを漑し取るために、今まで誰も思いつかなかったビックリするようなアイデアを採用した。このドリルの最大の特徴である。

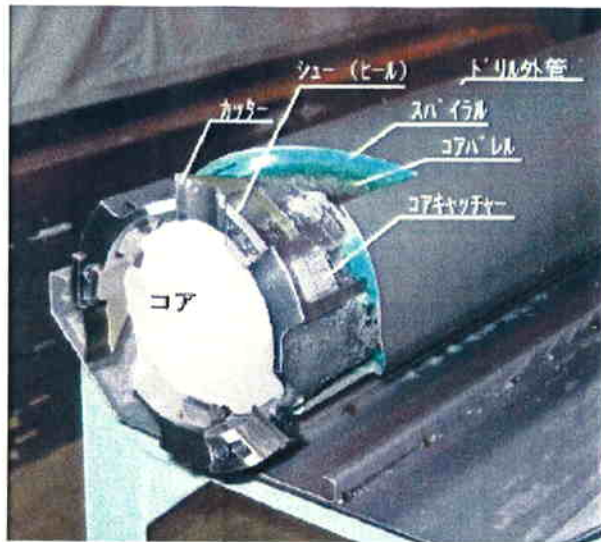
素材のパイプは既製品で満足するものがなかったため、このドリルのために特別に製作してもらった。高強度アルミの引き抜き管で、非常に厳しい検収検査に合格した。



ドリル外管(ジャケット)

コアバレルの外にかぶさるため、ジャケットと呼んでいる。チップ室と同じ材質である。寸法は外径123mm長さ約4.7m。内面に6本の幅10mm高さ0.5mmの縦リブをつけてある。このリブが無いと、チップが上がらない。

このジャケットの中で4m長さのコアバレルが回転する。コアバレル(スパイラル)とジャケットの隙間は片側1mmしかない。そのため、ジャケットにわずかでも曲がりがあると、コアバレルがかじってしまって回らない。JIS規格を大幅に超える伸直性と真円度をパイプメーカーに要求したところ、引き受けてくれるメーカーは中々見つからなかった。私たちが要求した曲がり精度をクリアしたメーカーの技術力はすばらしい。



ドリル先端部

写真はちょうどコアを探ってきたドリルである。氷を削りチップを取り込むメカニズムが理解できる。



カッター

このカッターの材質に特徴がある。何しろドームふじの氷の温度は-57度であって、通常の刃物鋼では低温脆弱を起し使い物にならない。そこで、特殊鋼メーカーと刃物メーカーに特別に開発を依頼し、最終的には満足出来るカッターとなった。刃物を製作する場合、硬度と靱性という相反する要素を両立させることは至難の業である。このカッターメーカーはこの課題をクリアした。



コアキャッチャー

写真はコアバレルから取り外した状態の写真である。この3個の爪がドリルを引き上げたとき、コアに食い込みコアを切断する。少ない張力でコアが切断できないとケーブルを傷めてしめう。そのため多くの研究と実験を繰り返した結果、現状の形状と材質になっている。



チップ回収器

掘削時に出たチップは全てドリルの中に収納して引き上げることが前提であるが、いくらかは取り残しが発生する。これをそのままにしておく掘削の妨害やドリルの昇降に支障をきたす。ひどい場合はドリルがつかまってしまっ、上がってこないことも考えられる。そこで、定期的にチップ回収器を孔に降ろし、取り残しチップを回収する。先端のバタフライ弁は降ろすときに液流によって上の方へ開き、チップを取り込む。液は穴あきパイプの孔から流出し、チップだけが濾し取られる。引き上げるとバタフライ弁が自動的に閉じ、チップは流出しない。



磁力付き円錐カッター

掘削孔には様々な物が落下することがある。この度のプロジェクトでもパイロット孔掘削時に、手袋やポケットナイフを落とした実績がある。本掘削に入ると穴の入り口は常時閉じられているので、ナイフを落とすことはないが、ドリルに使われているネジ類がよく落ちる。孔の中と作業場の温度変化、ウィンチ昇降時の振動が原因と思われる。写真の磁力付きカッターを使うと、落下物を孔の中心に集め、磁石を吸い取ることができる。ドリルのネジ類はステンレス製は使わず、すべて磁石にくっつく材質を使っている。



コントロール室内部

掘削場の壁面を掘り込みコントロール室を設置した。掘削場は地下(雪面下)であるので雪を掘り込めば、部屋を容易に作る事が出来る。コントロール室はある程度暖房して、人間と電気回路が正常に作動するように考えられている。掘削場はコアに温度ショックを与えないため、あまり暖房することができない。

正面の大きなガラス窓からは掘削場が見渡せる。システム全体が遠隔操作、自動化、省力化を取り入れており、二人で掘削作業が可能となっている。