

ワイヤーライン工法の技術革新に向けて

- ガス湧出地域でのコア採取 ■
- 崩壊・軟弱地層でのコア採取 ■
- 坑曲がり修正を行いながらのコア採取 ■

技術説明資料



アーストラストエンジニアリング株式会社

ワイヤーライン掘削

クリアランスが少ない!!、ロッドの強度が弱い!!、送泥量が少ない!!

職人の経験と技



- 常に事故(抑留・崩壊・切断)と隣り合わせ
- 音で地下を知る
- 目と耳と感(=適切な状況判断)で穴を掘る
- 経験と技術により大きな差(=トラブル時の技術対応)



ワイヤーライン掘削のニーズ

昭和40年代前半～平成初期

	方向	深度	対象地層
➤ トンネル・新幹線調査	垂直～傾斜～水平	300～ 500 m	堆積岩・火山岩
➤ 石 炭 調 査	垂直～傾斜～水平	300～ 1,000 m	堆 積 岩
➤ 金 属 資 源 調 査	垂直～傾斜	300～ 1,000 m	火 山 岩
➤ 地 熱 資 源 調 査	垂直	1,000～1,800 m	火 山 岩



逸泥・崩壊・温度との戦い

平成10年代中間～現在

	方向	深度	対象地層
➤ 大学・産総研関連の地層の研究調査	垂直	～1,200 m	堆積岩・火山岩
➤ 原子力発電所の地層調査・地震計設置	垂直	～1,800 m	堆積岩・火山岩
➤ 防災研・気象庁関連の地層調査・地震計設置	垂直	～1,500 m	堆積岩・火山岩



ガス・崩壊・坑曲がりとの戦い

ワイヤーライン掘削とトリコン掘削の比較

従来工法

各工法の能力・仕様の違い

項目	ワイヤーライン工法		トリコン掘削	
方式	スピンドル		スピンドル or ローター	
掘削可能深度 (m)	1,800～2,000		スピンドル→8-1/2" 1,500m ローター→8-1/2" 5,000～6,000m	
掘削口径(mm)	80(NQ)～122(PQ)		4"(102)～26"(660)	
回転(RPM)	100～400		30～80	
ビット加重(t)	1カラット50kg→HQ 1.5～2.0t		1"あたり1～3t→8-1/2" 10～20t	
地層条件	超硬岩も掘削可 ダイヤ→インプリ		超硬岩はワイヤーラインに較べ能率低下	
クリアランス(mm)	掘削径とロッド	4.2～6.1(PQ～HQ)	掘削径とドリルパイプ	50.8(8-1/2",4-1/2"DP)
	掘削径とアウターチューブ	2.6～4.5(PQ～HQ)	掘削径とドリルカラー	25.4(8-1/2",6-1/2"DC)
スピンドルマシンの掘削限界の判定	スピンドルマシンの最大巻き上げ能力はシングル12t程度→12t×8本×80%=77t しかし、ブレーキ制御能力は最大40～50t、油圧制御能力は40tが限界となる。 この範囲内で掘削中のツールス・ケーシング・安全率を検討し、掘削深度が決定される。			

粘性と比重

従来工法

項目		ワイヤーライン工法	トリコン掘削
粘性 (SEC)	通常	35～40	35～60
	最大	40～55	100以上、ゲル泥水も可能
	粘性上昇時予想 される坑内障害	・圧力上昇 ・坑内崩壊 ・差圧抑留 ・インナー引き上げ時のバキューム ・マッドケーキ	・差圧抑留
比重	通常	1.05 ±	1.05～1.20
	最大	1.10 ±	1.50～1.80
	比重上昇時予想 される坑内障害	・インナー引き上げ時のソリッド沈澱 ・バライトの使用は困難	・逸泥



ワイヤーライン掘削では

掘削中の送泥量と粘性の関係は **反比例**

坑井障害

従来工法

坑井障害	ワイヤーライン工法	トリコン掘削
逸泥	・粒度の大きいLCMの常時使用は困難 ・濃泥水の使用は困難 ・セメンチング→坑曲がりの危険性大 ・水がラス→抑留の危険性→経験と技術が必要 ・地層安定の場合→清水での逸水掘削が可能 (=掘りザクがほとんど発生しない)	・濃泥水の使用が可能 ・粒度の大きいLCMの投入、セメンチングが可能 ・逸泥掘削(盲掘り)→20～40m程度 ・清水の連続逸水掘削は困難→ザク溜まり発生
崩壊	・崩壊発生＝掘進停止→対策の検討 ・ザク回収→リバーまたは編成替え ・対策後、崩壊がなければポケット状態でも掘進が可能	・濃泥水→ザク回収 ・崩壊・ポケット部分→セメンチング
ガス	比重抑制(＝バライト使用)は困難 ↓ ガス湧出地帯での掘削は困難	・比重によりガスを抑制
差圧抑留	・温度上昇・泥質岩主体の場合→差圧抑留可能性大 ・コア回収時に発生する可能性高	・スパイラルDC・スチライザー適正設置等により防止
マッド ケーキ	・粘性・比重・回転をあげると発生 ・対策→掘削時間の抑制、インナーチューブの早期引上げ	・泥水調整・管理



ワイヤーラインで最も苦勞する障害は？(重要ポイント)

リーマー部分での粒状物質(砂岩等)の停滞による掘進障害
(ウオーターウエイを通過できない状態で**プラグが発生**)

対策は

送泥量を少なくして、濃泥水にする(＝ザクが沈降しない泥水管理)

ワイヤーライン工法の掘削上の問題点のまとめ

問 題 点	予想される障害
クリアランスが少ない	送泥量の制限→圧力上昇 小規模な崩壊で掘進不能→リーマー部分でのプラグ発生＝圧力上昇 マッドケーキの発生→粘性・比重の抑制 差圧抑留の発生→低粘性泥水の維持
ガス湧出地層の掘削	粘性・比重が制限→掘進不能
逸泥・崩壊時のセメンチング	穴曲がりの危険性大→水ガラス
機械の能力(安全率)が少ない ロッド(DP)の強度が少ない	小規模崩壊が抑留につながる危険性大→安全率少 抑留時の強引→切断の可能性が高
逸泥・崩壊中の掘削	圧力上昇・抑留の危険性高 水位低下による崩壊、ザク溜まりの発生 水位低下・清水掘削→バイブレーション発生



ポイントは

逸泥・崩壊・坑内状況悪化がした時にどのように対応し、どのように掘削するか？

ワイヤーライン工法の技術革新

目的

- ガス湧出地帯でコアを採取・掘進を継続
- 差圧抑留が発生する可能性の高い泥質岩が連続して続く地層でコアを採取
- 崩壊性の地層でコアを採取
- 軟弱性地層でのコア採取率の向上



堆積岩の地層を対象、目標深度 1,500～1,800 m



そのためには

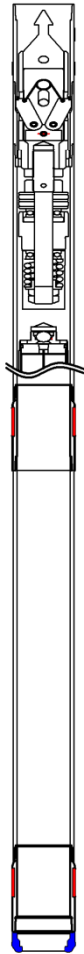
検討課題

- ガスを抑制するための**泥水比重**(=バライトの使用)の確保
- 差圧抑留を防止するための、坑壁とロッドとの**クリアランス**の確保
- 崩壊性の地層を抑制するための**粘性・比重**の確保
- 崩壊ザク・リーマー周辺の停滞ザクを発生させないための**送泥量**の確保

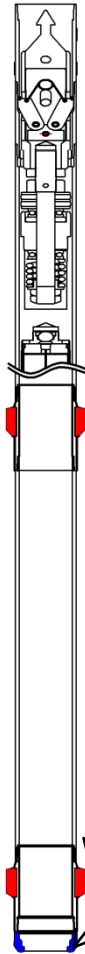
リーミングオープナー 同時掘坑工法



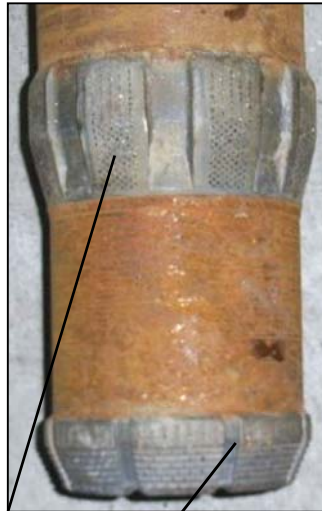
産総研との共同特許出願中！



通常工法



同時掘坑工法



ビットの種類	HQ	PQ
ビット径 (mm)	100.5	122.0
リーマー径 (mm)	101.0	122.6
ロッド径 (mm)	88.9	114.3
クリアランス片側 (mm)	6.1	4.2
クリアランス 断面積 (cm ²)	18.0	15.5
リーミングオープナー径 (mm)	114.3	139.8
クリアランス片側 (mm)	12.7	12.8
クリアランス 断面積 (cm ²)	40.5	50.9
断面積比 (%)	220	330

従来工法との比較

項目	従来のワイヤーライン掘削		リーミングオープナー同時拡大	
	HQ	PQ	HQ	PQ
送水量(ℓ/分)	60～80	80～120	100～200	100～300
粘性(sec)	35～45		～ 80 (最大100～140)	
比重	1.05 ±		～ 1.30 ±	
バライトの使用	困難		可能	



これにより

- 粘性・比重・送泥量のアップにより
 - ガス湧出地帯での掘削
 - 崩壊・逸泥の防止
- クリアランスの増加により
 - 差圧抑留の防止
 - **坑内圧力の減少**(=ポンプ送泥圧力の低下)
- リーミングオープナー編成を変えることにより
 - **坑曲がりの修正掘削** ➡ **30mで10分程度の修正**が(実績)

リーミングオープナーの採用により **トリコン**に近い泥水が使用可能に！！

軟弱地層・礫層のコア採取率向上に向けて



産総研との共同特許出願中！

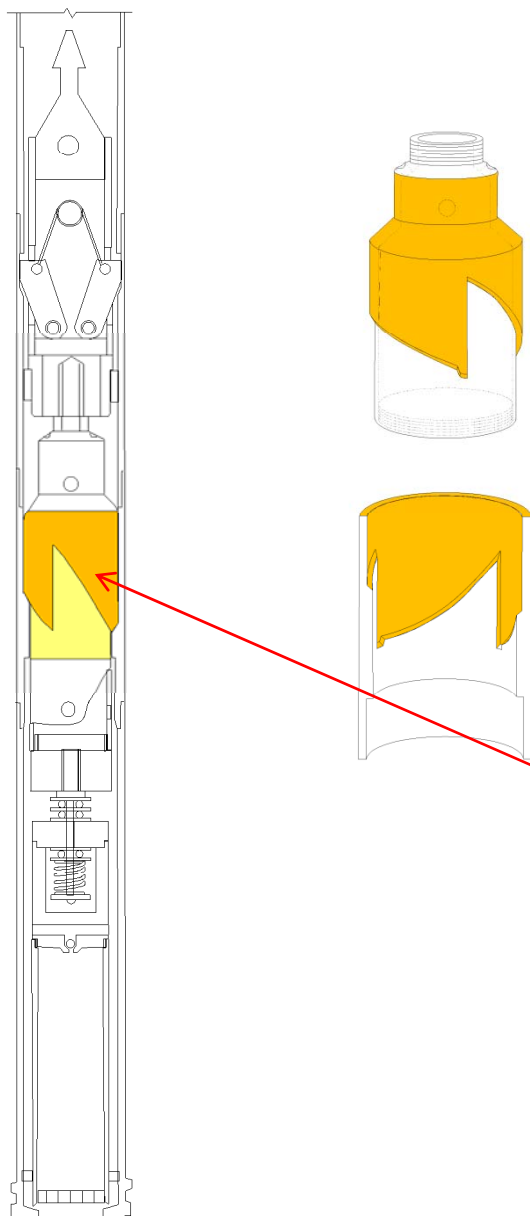
目的

適用口径 PQ

- 通常のワイヤーライン工法で採取困難な地層を採取
礫層、砂層、軟弱地層
- 崩壊層の掘削
- **崩壊物の回収**
- 礫層、泥質層の互層で連続的にコアを採取
- 破碎帯、断層帯地層の突破

特徴

- 合体式インナーコアチューブヘッドの採用
- 掘削中、インナーコアチューブが回転
- 硬質層と軟質層の混在する地層に柔軟に対応
- **3種類のコアバーレルをビット交換なしに使い分け**
- 送水、無水掘削が可能
- 残留コア、崩壊物の回収が可能



使用コアバーレルタイプ

特徴

シングルインナーチューブ（硬質層工法）

- ・通常のワイヤーライン掘削可否を判定
＝地層安定の確認
- ・刃先なし

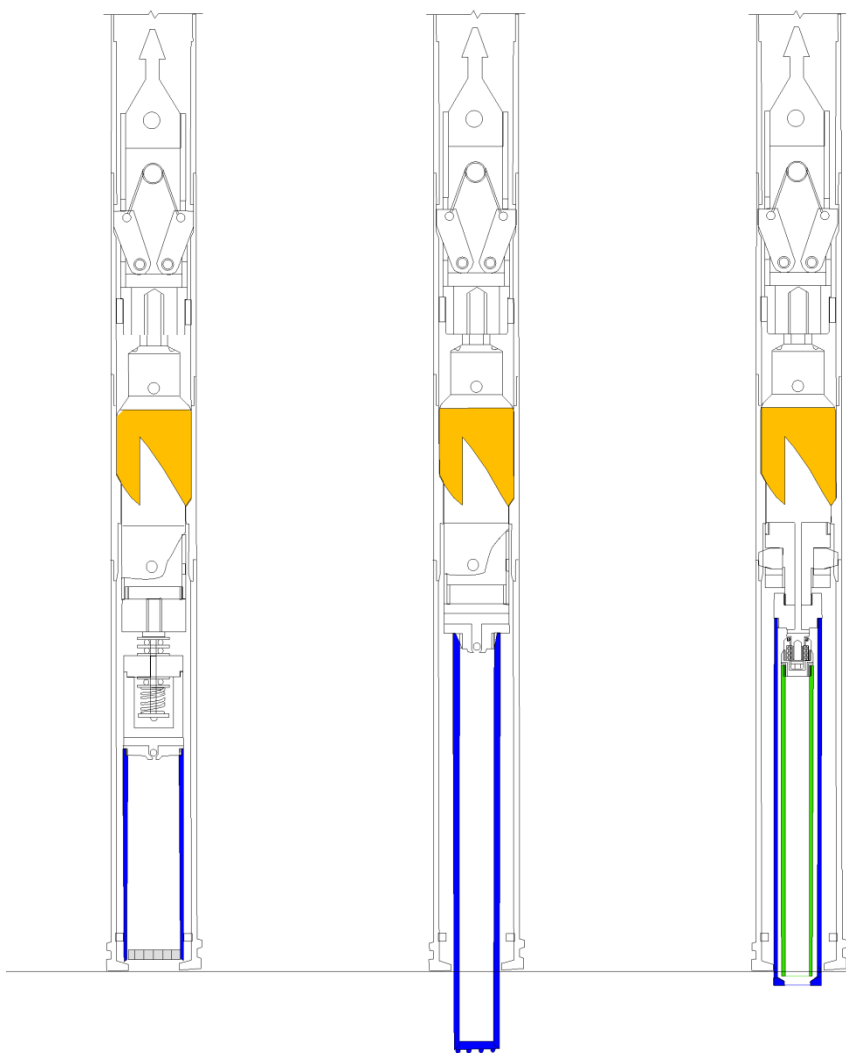
シングルインナーコアチューブ（軟質層工法）

- ・崩壊物・残留コアの回収
- ・無水掘削
- ・軟弱・砂礫層でのコア採取

ダブルインナーコアチューブ地層（準軟質層工法）

- ・軟弱・砂層での掘削（通常掘削で採取困難な場合）
- ・コア部分との泥水の接触をできるだけ制限

※ 刃先（メタルクラウン）がついていないものをインナーチューブ
刃先がついているものをインナー**コア**チューブとする。



シングルインナーチューブ

シングルインナーコアチューブ

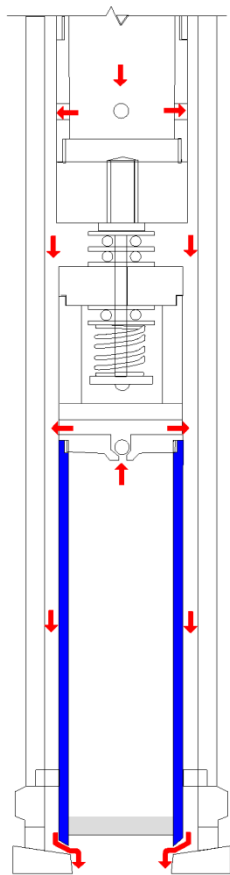
ダブルインナーコアチューブ

サイズ

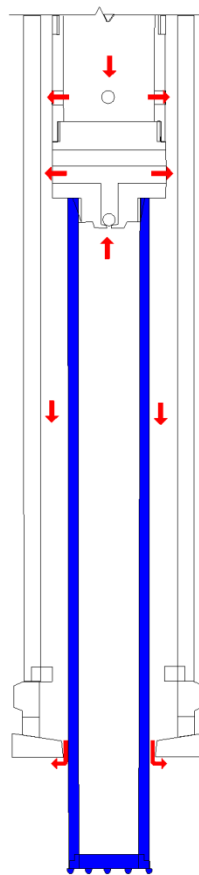
種類	シングルインナー チューブ	シングルインナー コアチューブ	ダブルインナー コアチューブ
掘削ビット径 (mm)	外径122.04－内径78.5		
アウターチューブ径 (mm)	外径117.5－内径103.2		
インナーコアチューブ外径 (mm)	—	74.0	75.0
インナーコアチューブ内径 (mm)	—	66.6	69.0
インナーチューブ外径 (mm)	88.9	—	66.5
インナーチューブ内径 (mm)	82.5	—	61.5
リフターケース内径 (mm)	79.5	なし	61.0
コア回収ビット外径 (mm)	同上	76.0	76.0
コア回収ビット内径 (mm)		61.0	60.0

※ シングル、ダブルコアチューブは標準品を使用

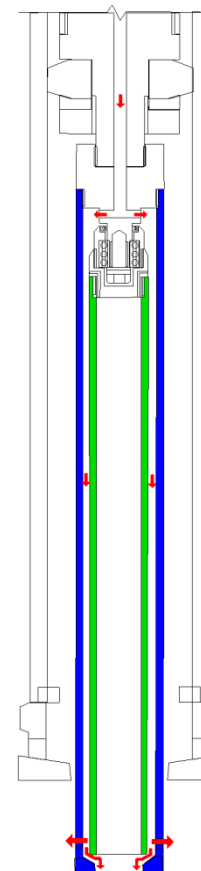
泥水の流れ



シングルインナーチューブ



シングルインナーコアチューブ



ダブルインナーコアチューブ

合体式インナーチューブヘッド



アウターチューブ受け部分



採取コア



軟弱地層

礫・砂互層



円礫



インナーチューブ巻き上げ時のガス・バキューム対策

ワイヤーラインワイパー



ワイヤーライン工法技術革新のまとめ

リーミングオープナー工法の開発により

比重の増加・粘性の上昇が可能に！！



ガス湧出地帯での掘削
崩壊地層の抑制・対策

ポンプ送水量の増加が可能に！！



ビットの焼き付け防止
リーマー部分のカッティングス停滞防止

クリアランスが増加！！



差圧抑留防止

リーミングオープナーの編成変えにより！！  坑曲がり防止、**増角・減角修正掘削が可能に**

合体式インナーチューブヘッドの採用により

地層の状態により！！



3種類のコアバーレルをビット交換なしに使用可能
硬質層と軟質層の混在する地層のコア回収率が大幅にアップ

坑内トラブルの対策が容易に！！ 

残留コア、崩壊物の回収
破碎帯、断層帯の掘削