

IFCS 工法 コアサンプリング事例



86mmのビニルスリーブ方式ダブルコアチューブを使用したダム貯水池地すべりの深度 20mにおける古生層千枚岩コア。

片理構造が破壊されてブロック状となった旧岩盤すべり層のコアが自然状態のまま採取されています。



ビニルスリーブを使用したNQワイヤライン工法により深度 360mで採取した新第三系角礫凝灰岩層コア。

中粒角礫を含む未～半固結の断層構造が自然状態で採取されています。



ビニルスリーブを使用したNQワイヤライン工法により、IFCS+無酸素ボーリング装置を用いて深度 315mで採取した珪質ノジュールを含む細粒凝灰岩及び硬質泥岩コア。

岩片化した接合部も自然状態で採取されています。



ビニルスリーブを使用し、深度 130mで採取した角礫凝灰岩を含む新第三系砂質泥岩コア。

微細な堆積構造がそのままの自然状態で採取されています。

主要業務実績及び関連特許

[主要業務実績]

- ・H26.3 大分川ダム河内地区地質調査業務(大分川ダム工事事務所)
- ・H26.3 H24ハッ場ダム代替地設計業務(その1)(ハッ場ダム工事事務所)
- ・H26.1 付替県道(栗沢地区外)地質調査((独)水資源機構 思川開発建設所)
- ・H23.2 日本大学構内における無酸素ボーリングコア採取(日本大学)
- ・H22.7 埼玉大学構内におけるボーリング調査(埼玉大学)
- ・H21.3 平成21年度 山鳥坂ダム地質調査業務(山鳥坂ダム工事事務所)
- ・H21.3 (一)円山川水系与布土川 与布土ダム貯水池地すべり調査業務委託(兵庫県)
- ・H21.1 平成20年度 利賀ダム貯水池周辺地すべりボーリングその3作業(利賀ダム工事事務所)
- ・H20.6 平成19年度 浜野地区地質調査業務(川辺川ダム砂防事務所)
- ・H20.3 平成19年度 設楽ダム右岸ボーリング調査(設楽ダム工事事務所)
- ・H20.2 山崎断層帯の活動履歴調査((独)産業技術総合研究所)
- ・H19.3 佐渡農業水利事業 外山ダム法面安定対策工設計(その2)業務(佐渡農業水利事業所)
- ・H19.2 北関東地区における無菌無酸素状態での掘削および岩石と地下水試料の採取((独)産業技術総合研究所)
- ・H18.11 平成18年度 大滝地区地質調査業務(紀の川ダム統合管理事務所)
- ・H18.2 降水系堆積岩層試料採取・物性分析((独)日本原子力研究開発機構)
- ・H17.3 立野ダム右岸台地地質調査(その1)業務(立野ダム工事事務所)
- ・H16.1 九州大学新キャンパス周辺流域水循環システムに関する調査研究に伴う地質試料採取及び観測孔設置業務(九州大学大学院工学研究院環境システム科学研究センター)

[関連特許]

懸濁気泡水コア採取装置：改良型清水掘コア採取システム(IFCS) 特第 4025485 号

IFCS工法

NETIS(H15登録～H21終了)

～微細気泡による高品質コア試料の採取～

弊社が開発した懸濁気泡水ボーリング工法(Improved Fresh-water Core Sampling System; 略称 **IFCS**)は、物理的製法により生成した粒径 1mm 以下の**マイクロバブル**を混濁させた清水あるいは泥水を掘削水として用いて、高品質なコア試料を採取する掘削技術です。基礎岩盤の詳細な地質構造の把握が必要なダム、原子力施設などの重要構造物の地質調査を始め、硬軟の地質が混在し、自然状態での精細なコア試料採取が求められる地すべり調査などにも威力を発揮します。

IFCS 工法の特徴

- 清水を用いる通常工法では困難であった軟質な断層破碎帯、地すべり粘土を含む移動層、緩い砂層などの地質、土質の微細な構造を保持した**高品質コア採取が可能**です。
- 従来の気泡ボーリングの欠点であった遅い掘進速度、扱いにくいなどの課題をクリアし、**普通工法とほぼ同程度の掘進速度、操作性**を実現しています。
- 掘削工法は普通工法、ワイヤライン工法が可能で、二重管ビニルスリーブ方式、三重管方式などに適応します。
- 現場で送水ポンプを交換することにより**清水、泥水、気泡掘削の切替えが可能**です。
- 特許を有する物理的な発泡機構を採用し、界面活性剤を使用しなくても発泡可能なため環境負荷が小さく、**ベントナイト泥水あるいは高粘性のポリマー系泥水でも安定した発泡が可能**です。
- 構成装置は最大でも 60kg(清水使用)で平地はもちろん、モノレールなどによる**斜面等への可搬性も良好**です。
- 通常工法に比べて低送水量、低送水圧で掘削し、孔壁を傷めないため各種の孔内検層にも有利です。
- 掘削深度は 370mまで実績があり、500mの掘進を目指しています。

問い合わせ先



創発と複合と協働(ECC)で拓くオンリーワン
中央開発株式会社

<http://www.ckcnet.co.jp>

〒169-8612 東京都新宿区西早稲田3-13-5 Tel 03 (3208) 3111 Fax 03 (3208) 3127

お問い合わせ ソリューションセンター 地質部 担当：上田・細矢

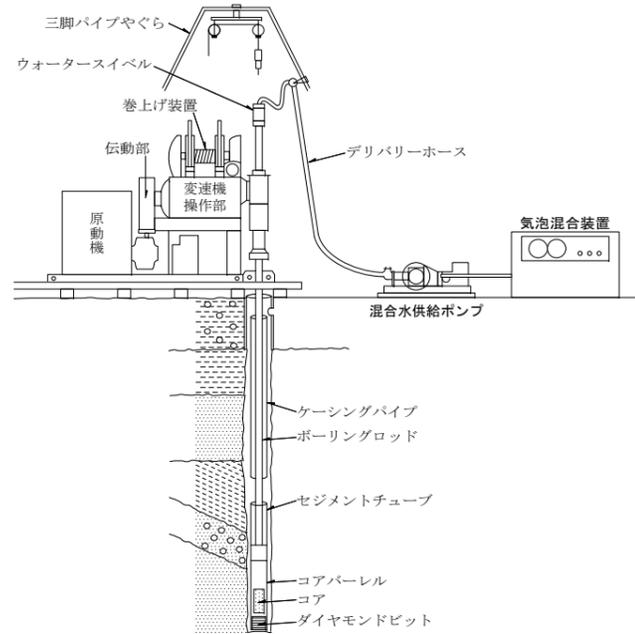
〒332-0035 埼玉県川口市西青木3-4-2 Tel 048 (250) 1481 Fax 048 (250) 1482

IFCS 工法 掘削概要図

右図に示すように、IFCS による掘削は普通工法の掘削ツールに発泡装置を接続するだけのシンプルなシステムになっています。

掘削流体として清水を用いる場合の発泡装置は、発泡装置本体、操作盤、空気を清水に圧入して気泡を発生させるためのコンプレッサー（窒素ガスボンベなどでも代替可）から構成されています。

また、緩い砂層や破碎帯などの孔壁崩壊防止目的で流体に高粘性のベントナイト泥水あるいはポリマー泥水を使用する場合でも安定した気泡泥水掘削が可能です。



IFCS による掘削概要図

IFCS 工法 主要機材構成

清水掘削を行う場合、IFCS の機材構成は写真①の送水ポンプ及び②～④の発泡装置になり、各機材の寸法及び重量は表に示すとおりで可搬性に優れています。泥水を用いる場合は、泥水ポンプ及びオプションの外付け発泡筒を使用することにより、マイクロバブルによる懸濁気泡泥水掘削が可能です。



番号	機器名称	外形寸法(cm)	重量(kg)
①	送水ポンプ	37×50×57	60
②	コンプレッサー	34.5×65×71	50
③	発泡装置	40×71×10.7	50
④	操作盤	23×45×67	15

IFCS 機材構成(清水掘削)



気泡水発泡状況



ベントナイト高粘性気泡泥水発泡状況

IFCS 工法のスライム排出原理と気泡粒径

清水（泥水）に混濁させたマイクロバブルは、孔底では水圧でさらに微細な気泡となり、孔内を粒径を増しながら清水や泥水に先行して上昇します。この気泡の上昇流に吸着効果が加わり、孔底からスライムを速やかに排出します。

図1で x を孔底からの距離とすると、球体気泡の半径は x の関数 $R(x)$ となり、体積 V 及び気泡断面積 S_b を

$$V = \frac{4\pi}{3} R(x)^3, \quad S_b = \pi R(x)^2$$

とすると、気泡の質量 M 、重力 F 、浮力 B 及び抗力 D は、

$$M = \rho_g V, \quad F = Mg = \rho_g Vg, \quad B = \rho_L Vg, \quad D = C_D \frac{\rho_L u^2}{2} S_b$$

となります。

ここで、 C_D を抵抗係数、 u を気泡の終末上昇速度とすると、気泡の運動方程式は次式で表されます。

$$M \frac{du}{dt} = B - F - D$$

$$= (\rho_L - \rho_g) Vg - C_D \frac{\rho_L u^2}{2} S_b$$

ここで、 ρ_L : 流体密度 ρ_g : 気泡密度

図2はファンネル粘性 40 秒程度の高粘性フレックスポリマー泥水を用いて掘削した深度 300m のボーリング孔において、上記の運動方程式を用いて気泡粒径と深度毎の気泡の終末上昇速度を試算したもので、気泡粒径が大きいほど上昇速度は大きくなります。

一方、図3は気泡粒径とボイド率（空気／泥水体積流量比）の関係を示しています。管内の気泡を含む流体のボイド率 $\alpha \leq 0.1$ の場合は気泡粒径が揃った気泡流(Bubble flow)となり、 $0.1 < \alpha$ の場合には大きな空気溜りが生じるスラグ流(Slug flow)となることが知られています。

図3より、フレックス気泡泥水を使用した送水量 70ℓ/min の例では気泡径約 1.2mm 以下で理想的な気泡流となることがわかります。

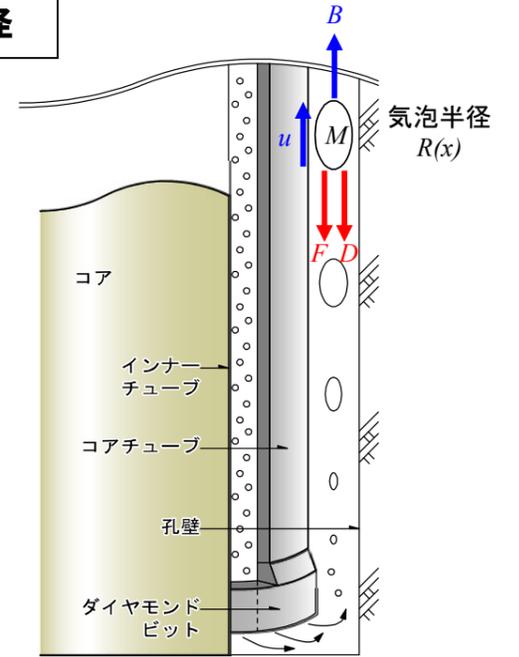


図1 気泡によるスライム排出原理

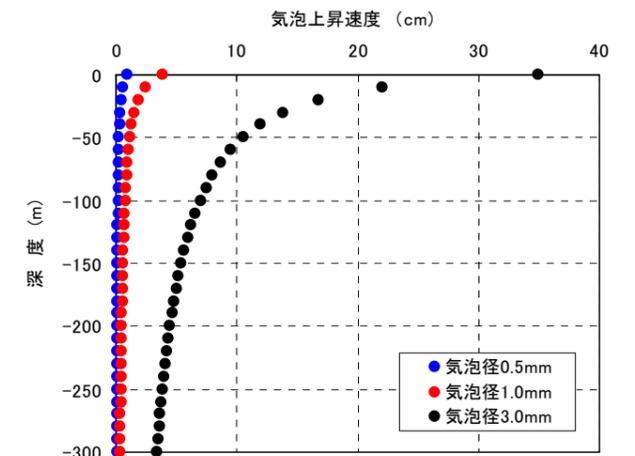


図2 気泡径と上昇速度の関係 (深度 300m、フレックス気泡泥水使用例)

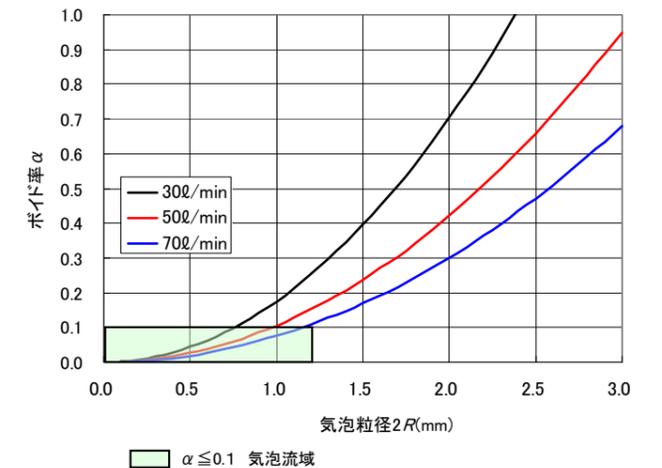


図3 気泡径とボイド率(空気/泥水体積流量比)の関係 (フレックス気泡泥水使用例)