

# 解説 地下水に挑む・守る

## 地下水環境保全の施工事例 その課題と対応策



ふなばし とおる  
船橋 透  
機動建設工業(株)  
関東支店副支店長  
(本誌編集委員)

### 1 はじめに

今月号の特集は「地下水に挑み、そして守る」です。地下空間を構築する工事において、地下水との関わりは付き物です。時には大深度（大土被り）での高水圧に挑戦し、多様な推進工事を可能にしてきました。近年、局所的な集中豪雨等の発生により土砂崩れなどの自然災害が多く発生しているのは、多量の雨が山野に浸透し、地盤が飽和状態となっているからです。その結果、地滑りが生じ、我々の居住空間が脅か

されています。そのような状況の中で、我々が行っている地下構造物築造の一種である推進工事では、多くの場合飽和状態の地盤、土質と戦わなければなりません。その中で、挑むだけでは自然と共存できません。これからの推進技術は、地下水に挑みながらインフラ整備を確立し、ライフラインとして我々の生活を守ることに役立っています。その中で、アルティミット工法が地下水の環境保全に努めていることを施工事例と共に紹介したいと思います。



写真-1 札内川横断平面 (○印:ピット交換位置)

### 2 豊かな自然環境の保全に貢献

#### 2.1 工事概要

工事名：札内川第二（二期）農業水利事業戸蔦送水幹線用水路  
札内川横断工建設工事  
施工場所：北海道河西郡中札内村南札内地先

施工時期：平成21年5月  
～同22年3月

管径：内径1,500mmダクタイル管  
(U型5種L=6.0m)

推進距離：649.2m(直線)

土質：玉石混り砂礫

(想定礫径=900mm)

N値=50以上

工法：礫泥水式アルティミット工法  
掘進機：ユニコーンロングDHL-1350  
(φ1,500mmダクタイル管仕様)

#### 2.2 道内屈指の水源、日本最大の 群落形成するケショウヤナギと エゾサンショウウオ保全

ここは、帯広中心部より南へ約40Km離れた所に位置し、標高は290mで、帯広市内の標高40mに比べると高くなっています。また、札内川は、日高山脈の札内岳付近を源とし、延長82kmに渡り流れ、十勝川に合流します。

その利水は帯広市をはじめ、十勝川流域の水道の半分近くをまかない、国土交通省が行っている一級河川水質調査において1位に多数選ばれている実績のある清流を誇る水源を有しています(写真-2、3)。

また、ここでは、日本国内で十勝、日高、渚滑川、長野県梓川にしか分布していない重要種のケショウヤナギが自生しています。特に札内川は日本最大の群落を形成しています。

札内川の河原はゴロゴロとした石に覆われており、植物が育つには不向き

ですが、ケショウヤナギは石と石の間ちょっとした隙間で芽吹くことができ、約10年で10m以上に生長します。札内川は河床の移動が激しく、洪水による河岸浸食により、寿命に満たないうちに倒壊するケショウヤナギが多く見られますが、同時に新たな河原が形成されており、ケショウヤナギの更新に適した環境が提供されています(写真-4)。

次に、道内全域に生息しているエゾサンショウウオの保全にも留意しました。

この品種は平地から高地まで広く分布し、森林の止水がある場所や緩やか

な流れの沢などの周辺に生息し、体色は暗褐色で、金色の粉状の小斑点が散らばる個体もいます。体長は140～190mmで繁殖期は、平地で4月下旬から5月で、高地だと7月中旬ころにもなる場所もあります。雪解け水が集まる池、沼、湖の岸边などの止水域に産卵し、普段は陸上生活なので見つけることは困難ですが、繁殖期は水辺に集まるので、比較的見つけやすいそうです。水温が低い高地などでは、産まれた年に変態せず(成体にならない)、翌年に変態する個体もいるようです。このような幼生を越冬幼生というそうです。幼生は、オタマジャクシとは異なりエラがあり、完全肉食で、主に共食いをして成長するので狭い繁殖地の場合、成体になる個体は少ないと言われています。倶多楽湖に棲んでいた個体群は、ネオテニー(エラを持った幼生の姿のままで性的に成熟する幼形成熟)が確認されており貴重な例でしたが絶滅してしまったということです(写真-5)。



写真-2 道内屈指の水源を誇る札内川(推進直上)



写真-3 ビョウタンの滝(札内川上流)



7月



9月



11月



1月

写真-4 ケショウヤナギの四季の変化



写真-5 エゾサンショウウオ

表-1 LC<sub>50</sub>の評価および使用材料

【LC<sub>50</sub>の評価基準について】

- ・基本的にはLC<sub>50</sub>を元として、水生生物に致死影響のある混入濃度を判断する基準とするのが通常です。
- ・LC<sub>50</sub>の評価目安としてはGESAMP(海洋汚染問題に関する有害性の評価手順)中の一つの評価基準として「水生生物への毒性の評価」があり、96時間LC<sub>50</sub>が用いられています。

急性中毒の程度	96時間LC <sub>50</sub> (mg/ℓ)		LC <sub>50</sub>
毒性がない	> 1,000	アルティ-K	10,000mg/ℓ以上
事実上毒性がない	> 100～1,000	アルティ-クレイ	10,000mg/ℓ以上
わずかに毒性がある	> 10～100		
中程度の毒性がある	> 1～10		
毒性が高い	> 0.1～1		
毒性が非常に高い	> 0.01～0.1		
特に毒性が高い	≤ 0.01		

このような、自然環境での施工において、使用する材料には環境にやさしい材料(アルティークレイ、アルティーク)の選択と、水質保全での放流基準値を超えないよう細心の配慮(余剰泥水凝集材：高性能脱水剤ソイルフレッシュ P-101(水溶性ポリマ))の結果、無事工事完了することができました(表-1、写真-6~8)。

泥水二次処理を行うに当たり、一般的な無機凝集剤PAC(ポリ塩化アルミ)を使用しますが、脱水ケーキでは酸性でアルミや塩分が残留し、濾水を再利用できず三次処理をして放流します。ここでは、高性能脱水剤ソイルフレッシュ P-101(水溶性ポリマ)を使用したことで、PACよりすくない添加量によって、中性で塩分を含まない脱水ケーキとし、

CO<sub>2</sub>削減に貢献しました。

### 3 豊かな食文化の継続と食料の安定確保(海底到達事例)

#### 3.1 工事概要

**目的：**奄美大島において海産業の種苗に使用する外界の水を利用して、外洋性の魚(真鯛やトラフグその他)を10~15cmに育てるために使用する、揚水量毎日10万トンの海水を取り込むための取水管築造工事

**概要：**陸部に発進立坑を設け、海中に到達立坑となる回収ますを事前に築造し、その後、推進工法で取水管を埋設して掘進機を回収ます内に到達させ、掘進機を海中より回収

**管径：**φ1,650mm

**施工延長：**420.679m

**推進延長：**411.967m

**中押設備：**1段

**曲線：**水平曲線R=192m 1箇所  
鉛直曲線R=800m 1箇所

**勾配：**-33.77~0.0%

**工法：**アルティミット泥水式  
推進工法

**土被り：**4.42~1.10m

(図-1)

掘進機を回収するための回収ますは、海洋汚染を極力抑えるために、現地近くの港で底版と躯体を製作し、起重機船で現場まで運び、海中に沈設する方法を採用しました。その回収立坑への管接続部分には、あらかじめ水中不分離性コンクリートを使用し、海洋汚染を最小限に抑えました。また、推進中に発生する汚泥は、三次処理(濁度調整と中和処理)を行い、万全の環境対策を施しました(図-2、写真-9~13)。



写真-6 使用した滑材(アルティーク、アルティークレイ)



写真-7 アルティークレイ噴出後草の生育状況



写真-8 環境にやさしい滑材(アルティークレイ)の中で元気に泳ぐ金魚たち

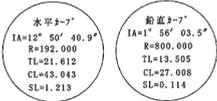
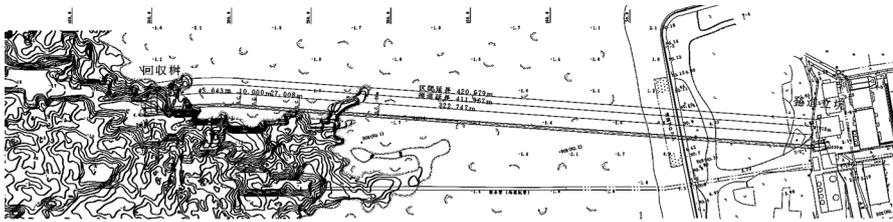


図-1 路線平面図

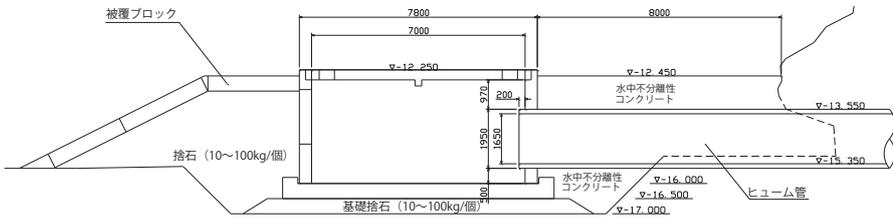


図-2 回収ます

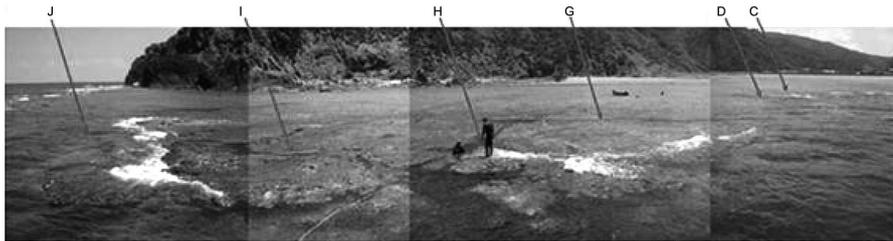


写真-9 海洋到達部調査 (クレバス部) 全景

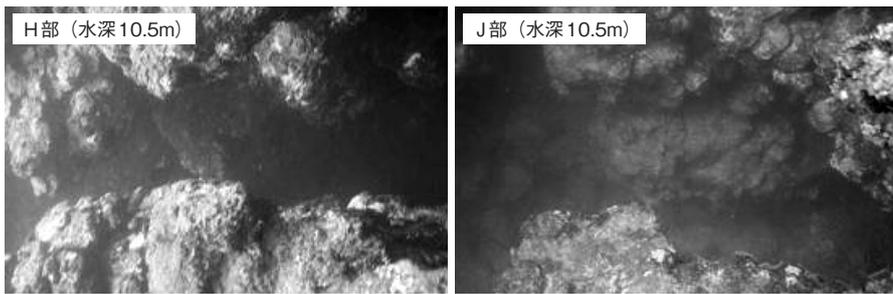


写真-10 H部、J部クレバス



写真-11 第2隔壁 (水中回収システム) (このドアの向こう側は東シナ海)

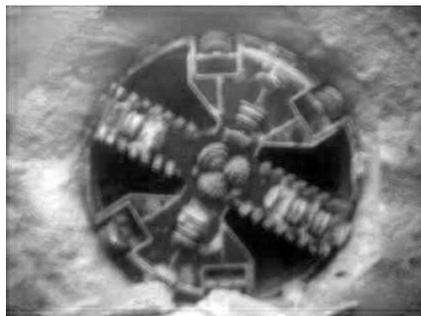


写真-12 掘進機水中到達状況

### 3.2 珊瑚礁岩と海底到達

この工事の土質条件は、珊瑚礁岩を含めた変化する砂礫層であり、高い間隙率による滑材の浸透や散逸、塩分を含む地下水による希釈や変質が懸念されました。また、岩盤推進において特に注意しなくてはならないこととして、岩盤の切り粉による推進管の締め付け現象もあります。岩盤を削った粉が管外周に回り込み推進管の重量により圧密脱水状態となり、推進管を締め付け推進抵抗力が上昇し、ついには推進不能に陥る可能性を防止することです。そのため、一次、二次注入を行い、管と地盤の空隙に十分な滑材充填を行う滑材注入システムを採用しました。一次注入材としては、超高粘性で耐イオン性に優れた1.5ショットの滑材を使用して塩分による滑材の変質と地中への散逸を防止し、二次注入材としては、減摩効果に優れた高粘性滑材を使用して推進管の外周と超高粘性滑材の間に充填して、推進抵抗力を効果的に低減させました。また、前述の環境保全の対応として、アルティークレイおよびアルティークレイ Kを使用しました。

さらに、本工事の管路部岩盤は、珊瑚礁特有の多孔質岩であり、また土被りが最低1.1mと非常に薄くなる場所もあるため泥水が海中に逸泥しないように逸泥対策として、通常、目詰材を投入したり比重と粘性の管理で対処しますが、本工事では、珊瑚礁岩の透水性が非常に高いため、切羽水圧 $\leq$ 海水圧に設定し、これにより発生した余剰泥水をデカンタで比重低下処理を行い再利用しました。

本工事は、海底に取水管を推進埋設し、海中から掘進機を回収するという特殊な施工条件でしたが、この海洋環境を保全しながら、安全に高精度で工事を完了することができました。

## 4 おわりに

4年前の東日本大震災で多くの方が犠牲となり、福島第一原子力発電所の長期的な収束計画という不安な状態は消え去ることは無く、現地および周辺住民の方は、悲痛な心境だと思いますが、我々推進工事にかかわる技術者は、以前から環境問題に取り組んできています。この大震災と原発事故を契機として、環境に対する基準や我々の生活を保持する意識はますます定着していると思われます。日本国内では、自然由来の環境基準を上回る地域、場所、土壌が存在しています。その中で推進技術は試行錯誤しながら、地下水を保全し社会に貢献してきています。改めて、推進工事に携わる技術者は胸を張って継承するべきだと思います。

このように、自然環境を100%保全しながら推進工事を完成させることなく、環境破壊を最小限に食い止める配慮と対策と実施が重要であることを理解していただければと思います。

### 【参考文献】

1) 「玉石混り砂礫地盤において長距離を克服!」 船橋透、泉恵介、月刊推進技術 Vol.24 No.8 (2010年8月号)



写真-13 掘進機回収

- 2) 「作業の効率化と環境に優しい裏込め材。二次処理にPACは古いTMセッター 375とソイルフレッシュ® P-101」 古澤伸幸、月刊推進技術、Vol.24 No3 (2010年3月号)
- 3) 「推進工法の適用分野を拡大する海底推進工法—掘進機水中回収システムとその適用例—」 荒木大介、月刊推進技術、Vol.24 No9 (2010年9月号)

### ○お問い合わせ先

機動建設工業(株)  
技術本部

〒553-0003

大阪市福島区福島4-6-31 機動ビル

Tel : 06-6458-6183

Fax : 06-6548-0274

関東支店

〒101-0035

東京都千代田区神田紺屋町38

エスポワールビル6階

Tel : 03-3289-4771

Fax : 03-5294-1281

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