

[様式2 (汚染水処理対策委員会に報告し、一般公開となるものです)]

御提案書	
技術分野	⑤ (「技術提案募集の内容」の該当番号を記載願います)
御提案件名	NOH2O ポリマーグラウトによる山側遮水壁技術
御提案者	株式会社 IHI、EnergySolutions
<p>1. 技術等の概要 (特徴、仕様、性能、保有者など)</p> <p>(1)概要</p> <p>地下水流入抑制の敷地管理については、抜本対策のリスク低減としての予防的、重層的な対策が望まれており、敷地山側の遮水壁の設置技術が求められている。</p> <p>ここで提案する特許技術である NOH2O ポリマーグラウトは、Sovereign Group^{*1}が開発、実用してきたものであり、鉱山、トンネル、土木分野での止水工事として、過去 40 年間に 37 カ国で 200 以上の実績をもつ技術であり、優れた止水性能を有する。米国では EnergySolutions が原子力施設からの汚染拡散の障壁として適用性を検討している。</p> <p>NOH2O 技術は、地下水等に対して、簡便な施工技術と組み合わせること、実験室検証試験で適用性を確認することで、無害な長期間のメンテナンスフリーな止水措置及び遮水壁を形成することができる材料であり、福島で求められている止水材として極めて有望である。</p> <p>※1： Sovereign Group of Companies (オーストラリア、パース) は地下止水技術の専門会社であり、ドリル掘削、グラウト止水技術の国際特許を多数保有し、1972 年から 37 カ国での工事実績を有する。</p> <p>(2)NOH2O ポリマーグラウトの特徴</p> <p>NOH2O ポリマーグラウトは、ラテックスのエマルジョンポリマーを含有する材料であり、ビンガム流体特性を有するセメント系のサスペンショングラウト、ニュートン流体特性を有するケミカル系の溶液グラウトのいずれにも属さない特許技術である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水中に水和コロイドのように分散し、浸透性が高い (粒子径は $10^{-8} \sim 10^{-6} \text{m}$) ・拡散性に優れ、注入圧力が低い場合でも分散する (粘度は 1.5cP (水は 0.89cP)) ・グラウト注入中に流出しにくい (190L/sec、170Bar の漏水の止水実績) ・塩水、高塩水の止水にも適用可能 ・固化時間は添加材によって 2 秒から数日の範囲で調整可能であり、種々の漏水状況に対応可能 ・固化後のグラウトはゴム状の柔軟性があり、再亀裂、再漏水が発生しにくい ・適用実績から 40 年間の耐久性が実証されている ・発熱反応ではない。使用温度としては 56°C までの実績 (実験室では 100°C でも可能) ・環境に有害な影響はない <p>図-1 に NOH2O ポリマーグラウト単体で硬化したとき、図-2 に砂に浸透して硬化したときのサンプルの写真を示す。</p>	

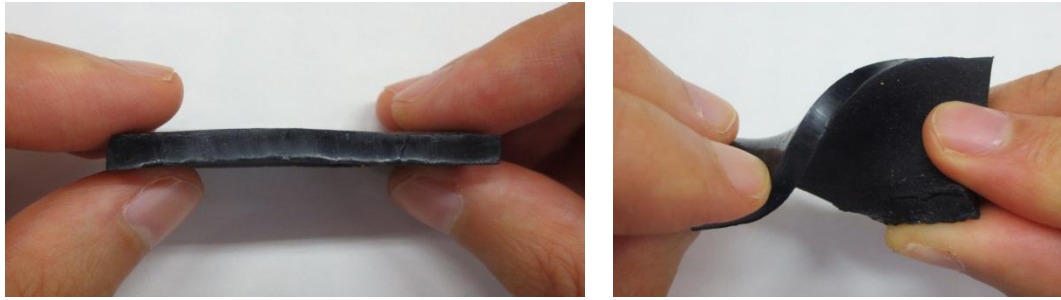


図-1 NOH2O ポリマーグラウト単体の硬化状態



図-2 NOH2O ポリマーグラウトが砂に浸透硬化した状態

(3)NOH2O ポリマーグラウトによる止水の仕組み

NOH2O ポリマーグラウトは以下の仕組みで止水する。

1) 攪拌

材料のエマルジョンが小さなオリフィスや狭い亀裂を通って流れるとき、強いせん断力が作用することでコロイド状に分散していたラテックス粒子が凝集する。この凝集物がオリフィスや亀裂の内壁に固着し始め、攪拌を継続することで凝集物の生成と固着が繰り返されて、流れがなくなるまでこれが積層することでオリフィスや亀裂を閉止する。

凝集速度はエマルジョンの安定性を増加させる抑制材を添加することで遅延させることができる。抑制材は NOH2O エマルジョンを長距離送る必要がある場合に必要となる。

2) 化学的活性化

NOH2O エマルジョンに活性材を添加して使用すると、エマルジョンは不安定になって凝集が進行し、ゼリー状に積層したラテックスの閉塞物を形成する。

(4) NOH2O ポリマーグラウトの設置方法の概要

1) 調査、計画

NOH2O ポリマーグラウト、最適な止水計画を作るために、まず、構造物及び地質、水理等のサイト情報、漏水状態に関する情報を収集し、その後、可能な限り詳細を把握するために現地調査を行った上で、施工方法を計画する。

2) 地下土壌中への注入

地中に遮水壁を形成する場合には、例えば、図-3、図-4に示すような DPT (Direct Push Technology) を使って、約 60m まで土壌を貫通しドリル引抜後 NOH₂O を注入する。ドリルの孔径は直径約 5cm であるので、最小限のドリルと土壌除去で行えることがこの方法のメリットである。装置は大型ではないので狭い作業エリアに入って、他の作業を妨害することなく行うことができる。DPT は、所定深さでの注入を可能とするとともに、送管に必要な空気、水などの循環材が不要であり、汚染物を地表に持ち出さないことが特徴である。なお、ドリル装置、注入ポンプなどの装置は従来の装置を使用することでも可能である。

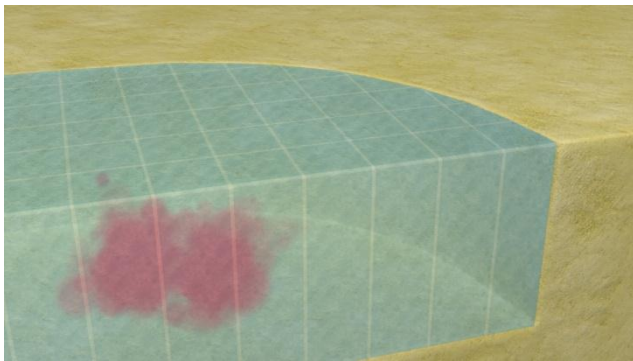
NOH₂O は、同心円状に土壌、砂岩に浸透するので、ドリル孔の間隔、深さ、傾斜を適切に配置することで、地下水に対する遮水壁の設置が可能である。例として、0.6m 間隔でドリルした場合には約 0.6m の厚さの遮水壁が形成される。地下に形成される遮水壁の概念を図-5 に示す。



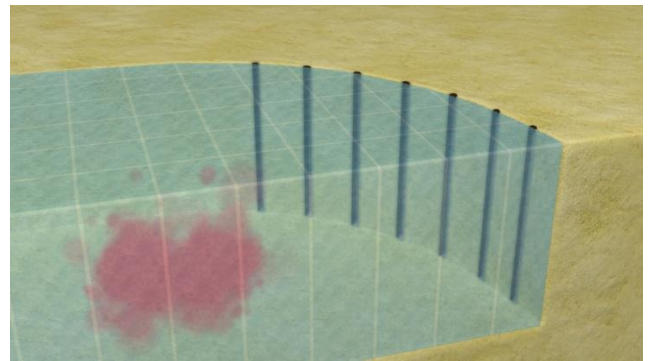
図-3 DPT 装置によるドリル例



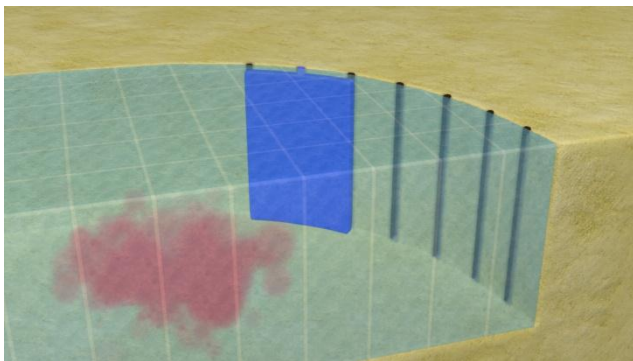
図-4 DPT 装置による注入例



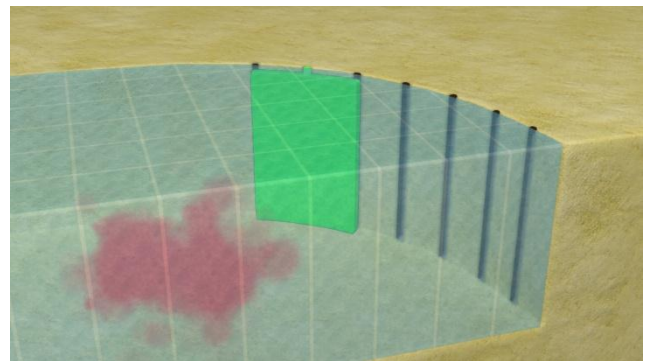
①汚染源の特定



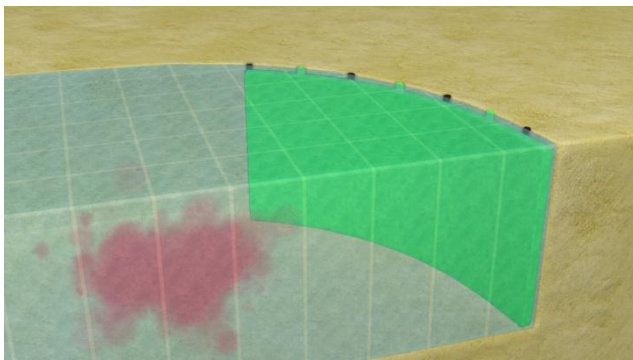
②ドリル孔の施工



③NOH2O グラウトの注入



④NOH2O グラウトの浸透、硬化



⑤NOH2O グラウト連成による遮水壁

図-5 地下に形成される遮水壁の概念図

2. 備考（以下の点など、可能な範囲で御記入いただけますようお願いいたします）

- ・開発・実用化の状況（国内外の現場や他産業での実績例、実用化見込み時期を含む）

NOH2O ポリマーグラウトによる止水工事としては、鉱山、トンネル、土木分野で過去 40 年間に 37 カ国で 200 以上の実績がある。実績のある分野は以下の通りである。

- ・深部地下鉱山の漏水
- ・露天掘り鉱山の漏水
- ・TBM などによるトンネルの止水

- ・地下ダムの止水
- ・立坑、換気孔の止水
- ・地下駐車場の止水
- ・地下廃棄物処分場、他

止水事例の写真として、2010年7月のオーストラリア、サンライズダム鉱山の例（図-6①、図-6②）と2013年9月のオーストラリア、パースの地下鉄の例（図-7①、図-7②）を示す。



Before - 20L/sec

図-6① 2010年7月のオーストラリア、サンライズダム鉱山（止水前）



Later that day.

図-6② 2010年7月のオーストラリア、サンライズダム鉱山（止水後）



Before: (3 Lt / Second leak)

図-7① 2013年9月のオーストラリア、パースの地下鉄（止水前）



After: 100% sealed.

図-7② 2013年9月のオーストラリア、パースの地下鉄（止水後）

その他の最近の適用実績を表-1に示す。

表-1 NOH2O 技術の最近の適用実績

適用事例	概要	時期	納入先
XNA Sinclair Mine	露天掘り鉱山の地下開発をする際に、浸水による事故を防止するための止水バリアを NOH2O で実施	2010	オーストラリア
Crocodile Gold Cosmo Mine	NOH2O による地下水浸入対策とセメントによる補強工事を実施	2011	オーストラリア
Steinway Tunnel	トンネルの鋼製セグメントのボルトが損傷し水漏れに対して NOH2O による止水と交換を実施	2012 実施中	ニューヨーク、米国

・開発・実用化に向けた課題・留意点

(1)材料適性試験による確認

現地の特定の土壌、水質、材料条件に適用するに先立ち、情報を分析し、相当の材料または実材料を使用した実験室規模の模擬試験を行って、グラウトの浸透距離等を確認しておくことが必要である。作成した試料は地下環境条件での試験片（例えば、透水率、強度、浸漬劣化など）として使用できる。

(2)検証試験による確認

適用する部位の構造的、地質的特徴などを模擬して、選定した施工方法について検証試験を行うことが望ましい。

・その他（特許等を保有している場合の参照情報等）

国際特許申請中（PCT/AU2013/000541, 23 May 2013）

（備考）技術提案募集の内容（6分野）

- ① 汚染水貯蔵（タンク等）
- ② 汚染水処理（トリチウム処理等）
- ③ 港湾内の海水の浄化（海水中の放射性物質の除去等）
- ④ 建屋内の汚染水管理（建屋内止水、地盤改良等）
- ⑤ 地下水流入抑制の敷地管理（遮水壁、フェーシング等）
- ⑥ 地下水等の挙動把握（地下水に係るデータ収集の手法、水質の分析技術等）