

岩盤備蓄基地における水封水の水質

大成建設（株）	正会員	○川又	睦
大成建設（株）	正会員	帆秋	利洋
大成建設（株）	正会員	高畑	陽
大成建設（株）		瀧	寛則
大成建設（株）	正会員	藤原	靖

1. 目的

原油などの国家備蓄基地の形態として地上タンク方式、貯蔵船方式、岩盤地下タンク方式がある。このうち岩盤地下タンクでは一般に水封水によって原油等を貯蔵する方式が採用されている。しかしながら、水封水の水質によっては、岩盤内で目詰まりが発生することがある。その要因としてはバクテリアスライムの発生ならびに無機物によるスケールの形成が想定される。現状の水封システムは工業用水を連続的に供給する方法であるが、建設時の工事用水、慢性的な水不足、コスト低減の対策として将来的には水封水の循環利用が期待されている。そこで本研究では水封水をリサイクルする際の課題を明確にすることを目的に菊間地下備蓄基地における水封水の水質に関する調査結果¹⁾に基づき問題点を抽出し、水封水の水質管理における留意点について提案する。

2. 方法

2.1 水封システムの概要

水封システムとは、図-1 に示すように岩盤タンク内に貯蔵した原油やプロパン・ブタン等の漏洩を防止するために、工業用水等を用いてタンクを水封するシステムである。このシステムは 1978 年にノルウェーで開発・適用化された経緯がある²⁾。問題は、岩盤亀裂内に目詰まりが生じると圧力維持ができなくなり、新たな亀裂を通じて揮発性成分が漏洩するリスクが高くなることである。

2.2 海水および原油存在下の潜在微生物の増殖

貯蔵物である炭化水素類を分解して増殖する微生物は環境中に広く分布している。水封水はタンク内充填物である炭化水素類と接触した後にタンク底水に集まるため、タンク底水中には炭化水素を含んだ水が滞水する。循環利用を導入する場合はこのタンク底水が対象となる。そこで潜在微生物の増殖特性について岩盤備蓄基地タンク底水を試料として用い評価した。

すなわち、海水が混入した場合と炭化水素がタンク底水に溶存した場合を想定して培養実験を行った。

2.3 スケール形成

- (1) スケール形成に及ぼす pH の影響を把握するために、タンク底水を用いて 1N NaOH で pH 調整した場合のスケール形成量の変化について懸濁物質（SS）を測定することで評価した。
- (2) 現地で採水した地下水と海水を使用して、スケール形成に及ぼす地下水への海水混入率の影響について検討した。

2.4 スケール形成による目詰まりの発生

水封水のアルカリ条件下で形成されるスケール形成による岩盤内目詰まりを確認するために、コア実験装置

キーワード 原油岩盤備蓄、水封システム、スライムバクテリア、スケール、地下水

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター 土木技術研究所 水域・生物環境研究室 T E L 045-814-7226 F A X 045-814-7226 e-mail: mutsumi.kawamata@sakura.taisei.co.jp

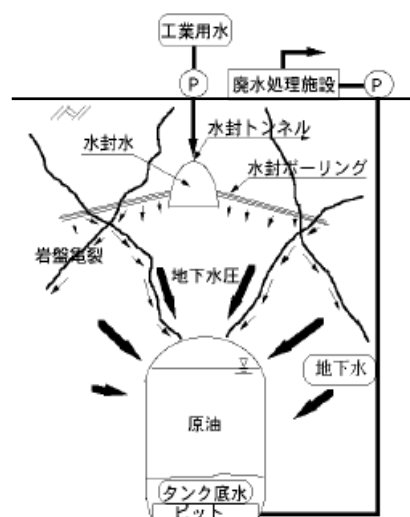


図-1 岩盤備蓄の水封システム

を用いて検証した。コア内には4号珪砂を充填し、海水が3%混入する条件に設定した上でpHを1N NaOHを用いて1時間毎に約0.1ずつ上昇させたときの圧力上昇をモニタリングした。

3. 結果および考察

3.1 バクテリアスライムの形成要因

タンク底水を試料として潜在微生物の増殖特性について評価した結果、水封水に海水が混入した場合と貯留している炭化水素がタンク底水に溶存した場合ともに潜在微生物の増殖が助長され、10～50倍高い菌数であった。

また、岩盤備蓄基地周辺の水試料について調べた結果、工業用水と地下水では潜在微生物の増殖は見られなかったが、タンク底水、海水、原油スラッジ水では時間の経過とともに潜在微生物の増殖が確認された。これらの増殖特性は有機物濃度(COD)の濃度に依存しているものと推定された。特に原油添加により海水においてその傾向が顕著であったことから海水中には炭化水素分解菌が多く存在しているものと考えられた。

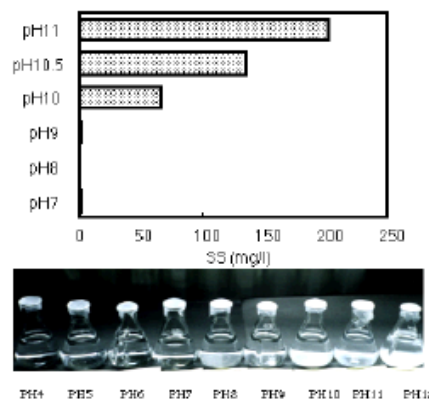


図-2 pH変動に伴うスケール形成

3.2 スケールの形成要因

- (1) pHの変動に伴うスケール形成量(SS)を測定したところ、pH 10の条件でスケール形成が著しいことが分かった(図-2)。
- (2) スケール形成は20%以上の海水混合率において確認された。これらの実験で形成されたスケールを電子顕微鏡で観察すると海水由来および地下水由来のスケールでは結晶構造が異なっていることが分かった。

3.3 スケール形成による目詰まりの検証

段階的にpHを上昇させた場合、pH10.5からコア内の圧力が上昇し、pH10.9で急激な圧力上昇が見られた。これはアルカリ条件下でスケールが形成され、その結果としてコア内珪砂の透水性が低下したものと推定された。したがって、水封水に海水等が混入してアルカリ条件になると透水性障害を起こす原因になることが分かった。

4. まとめ

以上の結果から、水封水をリサイクルする場合の留意点として以下の項目が挙げられる。なお、今後は現在施工中の波方基地プロパン貯槽工事の水封水水質管理にも役立てていきたい。

- (1) 有機物の混入はバクテリアの増殖を促進するため、タンク底水等を水封水として再利用する場合は有機物の除去が必要である。
- (2) 海水の混入はバクテリアスライム形成およびスケール形成のいずれにも影響を及ぼすので逆浸透膜等により処理した脱塩水を使用する必要がある。ただし、海水の混入率が20%以下であれば再利用は可能と推定される。
- (3) 水封トンネルのライニング材等によりカルシウム成分が溶出される場合は岩盤内の透水性障害を生じる可能性が高いのでpHの中性化やカルシウム成分の除去が必要である。

参考文献

- 1) 帆秋利洋・高畑 陽・瀧 寛則・高原誠吉：岩盤備蓄基地における水封水質の調査・解析, 大成建設技術センター報, 第35号, pp.47.1-47.8, 2002.
- 2) T.F.Barbo and S.W.Danielsen: Bacterial impairment of water curtain between oil storage caverns in rock, NOTEBY Norsk Teknisk Byggekontroll A/S(Partners of Norconsult A/S), Oslo, Norway, pp.245-283, 1995.