

中部電力 正会員 土山茂希 奥田康三
 新日本気象海洋 正会員 佐藤 隆
 大成建設 正会員 小寺秀則 片倉徳男

1. はじめに

石炭灰の有効利用は世界的に深刻な問題である。筆者らは海底の地盤改良に用いる砂の代替品として、石炭灰とセメントを混合して造粒した石炭灰固化物の研究を進めている。本報告は石炭灰固化物を海底の地盤改良工法の一つであるサンドコンパクションパイル（SCP）工法に用いた場合の環境への影響を検討するため、広島港でSCPの試験施工を行い施工中の環境変化を調査するとともに、実施工を想定した負荷条件での環境変化を数値シミュレーションによって予測した結果を述べるものである。

石炭灰固化物を海域のSCP材として利用する場合、石炭灰固化物からカルシウムやマグネシウムなどのアルカリイオンが溶出し、周辺海水のpHが上昇することが室内実験によって確認されており、海域での使用においてはpHの上昇に伴う水域環境、生態系に及ぼす影響が懸念される。そのため、試験施工時の環境調査及び数値シミュレーションによる環境変化の予測は、石炭灰固化物の使用に伴う周辺海水のpH変化を中心に検討した。

2. 方法

2.1 試験施工時における環境調査

石炭灰固化物を用いたSCP工法の試験施工は平成9年9月27日に広島港出島地区で行った。工事期間中は図1に示す地点においてpHの変化、濁りの拡散状況等を調査した。pHは、SCP打設地点近傍にマルチ水質モニタリングシステム（YSI 6000）を海面下0.5mと海底上1mの2層に設置し、施工開始前から翌日までの1昼夜、15分間隔でpHデータを取得するとともに、施工前から施工後7日目まで計5回、周辺5地点で採水し、pHの分析を行った。また、SCP打設工事時の濁りの拡散状況については、水中濁度計（YPC-1）を用いて試験施工日に5回、SCP打設地点周辺24地点において海面下1mから海底付近までの1m間隔の濁度を測定した。

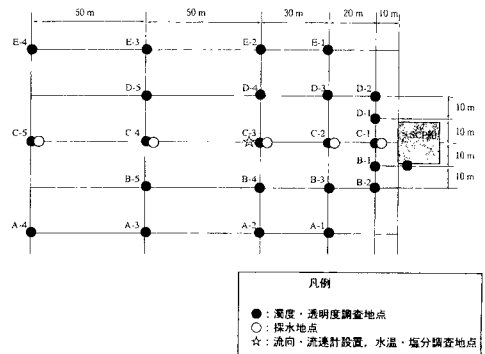


図1 試験施工時の環境調査位置

2.2 数値シミュレーションによるpH変化予測

pHの指標となる水素イオンは海水中的の様々な化学反応によってその形態が変化するため、保存物質として直接的に拡散計算を行うことは困難である。そのため、海水中的のアルカリ度を計算項目として拡散計算を実施し、得られたアルカリ度をpH値に換算することによってpH変化を予測することとした。

計算は、1000m×300mの範囲をモデル海域として、格子間隔10m、鉛直層分割4層で行った。また、モデル海域は内湾海域を想定し、水深7m、流速10cm/secの様な流れの場を設定し、計算領域の中心に負荷（アルカリイオン）を投入し3次元の拡散計算を行った。

キーワード：石炭灰固化物、アルカリイオン、pH、数値シミュレーション

連絡先：〒224-0025 横浜市都筑区早渕2-2-2 新日本気象海洋 TEL 045-593-7603 FAX 045-593-7623

石炭灰固化物からのアルカリイオン発生負荷量は、実施工で想定される施工数量を基に、1日あたりカルシウムイオンとして130kgと設定した。

3. 結果及び考察

3.1 試験施工時における環境調査結果

SCP打設工事の開始前から翌日にかけて行ったpHの連続観測結果（図2）をみると、下層のpHはほぼ7.9～8.0の範囲内にあり変化は小さかった。上層のpHも工事を実施した昼間にやや上昇する傾向を示したが、同時に観測した溶存酸素量と正の相関を示す変動傾向を示しており、pH変化は海水中の光合成や呼吸作用による日周変化の影響が大きいものと推察された。また、施工前から施工後7日目まで周辺海域で採水し分析したpHの値は施工期間を通じて大きな変化はなく、工事に伴う変化は認められなかった。さらに、濁りについては施工前、施工中を通じて底層付近の濁度がやや高い傾向がみられたが、SCP打設工事に起因するとみられる濁りは認められなかった。

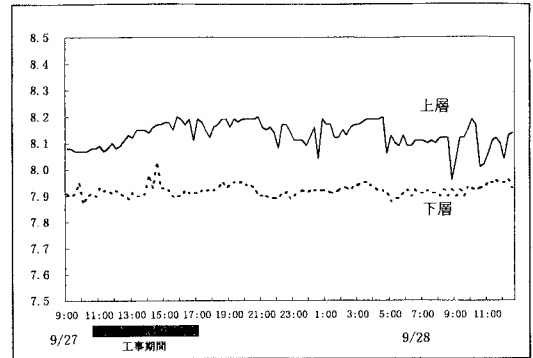


図2 pHの連続観測結果

3.2 数値シミュレーションによるpH変化予測

バックグラウンドのpHを8.1として求めたpH予測計算結果より、負荷投入点から480m離れた地点でのpH経時変化を図3、計算開始3時間後における第4層のpH分布を図4に示す。

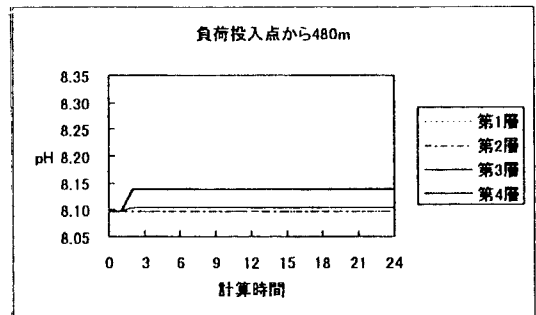


図3 計算値pHの経時変化
（負荷投入点から480m）

第1層から第3層までのpH変化は小さく、第1層（0～2m）ではほとんど変化がみられず、第2層（2～4m）及び第3層（4～6m）においてもpHの上昇はバックグラウンドpHに対して0.1未満の範囲であった。

一方、第4層（6～7m）では計算開始後徐々にpHが上昇し、負荷投入点から480mの境界付近では計算開始2時間後に最大値を示した後、定常状態になっていた。また、第4層において定常状態に達した計算開始3時間後のpH分布において、環境基準の上限であるpH 8.3を越える範囲は、負荷点から30mの範囲となっていた。

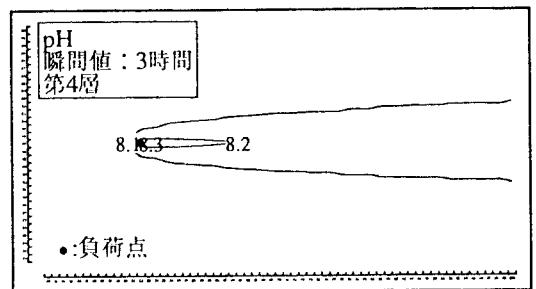


図4 pHの分布（計算開始3時間後）

4. まとめ

石炭灰固化物をSCP材として用いた試験施工時の環境調査結果では、SCP打設工事に起因するとみられるpHの上昇は認められず、さらに実施工を想定した数値シミュレーションの結果においてもバックグラウンドpHを8.1とした場合、環境基準の上限pH 8.3を越える範囲は施工地点から30mまでと予測された。これらの結果から、石炭灰固化物を海域でのSCP材として使用しても、pH上昇による影響は施工地点近傍に限られるものと考えられる。