

VI-242

石炭灰固化物を用いたサンドコンパクション材の海域環境への影響

大成建設株式会社 正会員 ○片倉徳男 小寺秀則

中部電力株式会社 正会員 土山茂希 奥田康三

新日本気象海洋株式会社 正会員 佐藤隆

1. はじめに

大量に排出される石炭灰の有効利用が世界的に望まれている。また環境保全の面から海砂の採取が問題となっている。筆者らは石炭灰をセメントで造粒した石炭灰固化物の研究を進めてきた。本報告は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工法（SCP工法）に石炭灰固化物を用いる場合に予測される環境へ与える影響を評価した試験結果について報告する。

2. 目的

石炭灰固化物を海域のSCP材として利用する場合、溶出成分が水域環境、特に生態系へ影響を与えることが考えられる。石炭灰固化物は新材料のため未知な点が多く、この方面に関する研究はほとんどなされていない。事前に行った石炭灰固化物の原料である石炭灰に関する溶出試験の結果、いずれの項目とも環境基準値内であった。したがって石炭灰固化物からの溶出成分としては、造粒時に添加されるセメントから溶出するアルカリ成分が環境に大きく寄与するものと予測された。そこで石炭灰固化物から溶出するアルカリ成分に着目した「水質へ与える影響」「生物へ与える影響」に関する試験から影響評価を行った。試験は以下に示す2種類の試験方法を用いた。

1) 海水を連続通水させた小型カラムでの通水試験

2) 実海水を連続通水させた屋外大型水槽での通水試験及び生物への影響試験

3. 小型カラムを用いた浸透試験

3. 1 試験概要及び試験方法

小型カラムによる試験は、試料土を透過する海水と石炭灰固化物の接触比率と、海水の浸透流速の違いによる水質の変化を把握する目的で行った。試験は図-1に示す、5ℓの亚克力カラム容器（φ80×H1.0m）に石炭灰固化物及び比較として海砂を充填し海水を浸透させた。石炭灰固化物の層厚を20、40、60cmの3段階および海砂を40cm充填した。

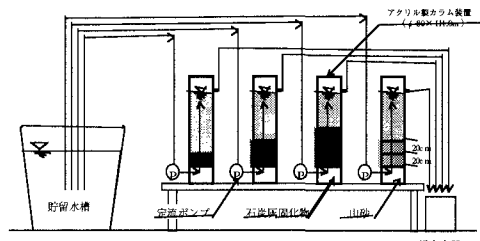


図-1 通水試験装置概要

カラム内には東京湾湾奥部（西浜護岸沿い）で採水した実海水を定流量ポンプでカラム底部より通水し、試料土層を透過させて上部よりオーバーフローさせた。浸透流速は実験装置の能力を加味し、5、15、150 ml/minの3ケースの流速を設定した。水質分析はオーバーフロー水を所定時間毎に採水して、pH、アルカリ度、電気伝導度については直接機器分析し、カルシウム、マグネシウムイオンについては、試料を濾過後ICP（高周波プラズマ発光分析装置）により分析した。

3. 2 試験結果

図-2に浸透させた海水総量を充填した石炭灰固化物量で除した「通水量比」に対するpHの挙動を示す。

石炭灰固化物を浸透した海水のpHは通水直後に最大pH8.8、カルシウムは900mg/ℓまで上昇し、マグネシウムは1020mg/ℓまで低下したが、通水の継続とともに徐々に低下（マグネシウムは上昇）して通水した実海水のレベルで

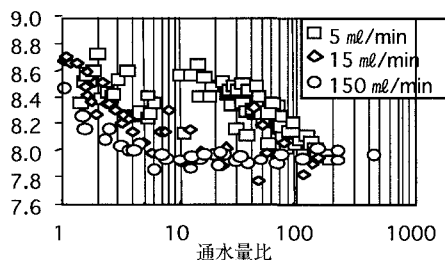


図-2 通水量比とpHの挙動

キーワード：石炭灰、リサイクル、水質、底生生物、アルカリ

連絡先：〒275-0024 千葉県習志野市西浜3-6-2 大成建設（株）生物工学研究所 環境生物研究室
TEL.0474-53-3901 Fax.0474-53-3910 E-Mail:norio.katakura@sakura.taisei.co.jp

ほぼ安定した。このような挙動は、いずれの測定項目でも観察され、通水の流速が遅く、充填層厚が厚いほど石炭灰固化物が水質へ与える影響は大きく、また長期間にわたることが確認された。

4. 屋外大型水槽での通水試験及び生物への影響試験

4. 1 試験概要及び試験方法

本試験はできるだけ自然環境条件に近い実験系として、石炭灰固化物を投入した屋外試験水槽内に海水を直接通水したときの水質への影響及びSCP工法の施工が予定される内湾域に優占して生息する底生生物への影響を把握することを目的として行った。

屋外水槽では実海水を一旦貯留タンクに揚水し、ここから試料土（約0.3 m³）

を投入した円筒型水槽（φ700×H2.5m）に通水させ、さらに試料土層を透過した海水を、円筒型水槽の底部より環境評価用水槽（約1 m³）に導水した。実験には東京湾湾奥部の実海水を連続通水させた。円筒型水槽は試料土として石炭灰固化物、比較として海砂を投入したもの及びブランクの3本を用意した。図-3に実験装置を示す。水質の測定は原水、試料土透過水について小型カラム試験と同項目について実施した。生物への影響評価として底生生物に着目し、中部地方内湾域に冬季に優占する環形動物のヨツバネスピオを環境評価用水槽内に投入し、生残個体数を計数した。

4. 2 試験結果

図-4に「通水量比」に対するpHの挙動を示す。石炭灰固化物を浸透した海水のpHは、通水直後に最大pH8.9まで上昇し、その他の測定項目も小型カラム試験同様の挙動が観察された。生物への影響では、石炭灰固化物を透過した海水でヨツバネスピオを飼育した結果、pHが最大値を示す通水初期においても、死亡個体は確認されず、以降の飼育でも生残率は100%となり、生物への影響は確認されなかった。表-1に小型カラム試験、屋外水槽試験の水質測定項目のうち、顕著な変動が確認された3項目について、測定項目別の実海水変動範囲まで必要な通水量比を示す。室内で実施した小型カラム試験に比べ、屋外水槽における試験では、水質測定項目の変動幅は小さいものの、通水に用いた実海水のレベルまで安定するのに多量の通水が必要であった。この要因としては、屋外水槽試験は小型カラム試験に比べ層厚が厚くまた浸透流速が遅く、石炭灰固化物からの溶出がゆっくりと長期間にわたり進行したためと考えられる。

5. 結論

以上の結果より、石炭灰固化物は海水との接触により造粒時に添加したセメントからカルシウムが溶出してpHが上昇するものの、徐々に溶出量は減少しpHは低下する挙動が確認された。また接触する流速が遅いほど溶出する期間は長期にわたるが溶出濃度は低くなった。さらにカルシウムの溶出が最も多量な施工初期でも底生生物への影響はみられなかった。したがって海水との接触初期に上昇するpHを、実海域に近いpHまで低下させるには、SCP材の約200倍量程度の希釈水が接触すればよく、海域における希釈交換を考慮すれば、周辺環境への影響をほとんど与えずに施工が可能であると予測される。

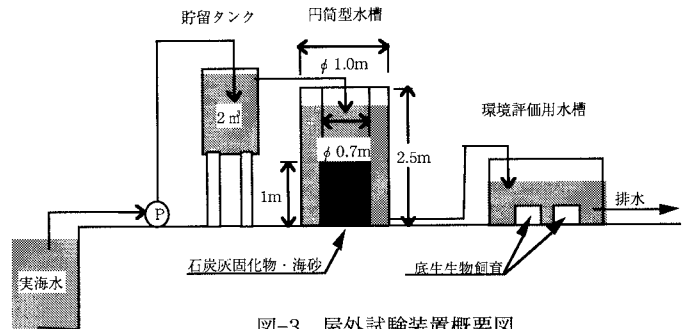


図-3 屋外試験装置概要図

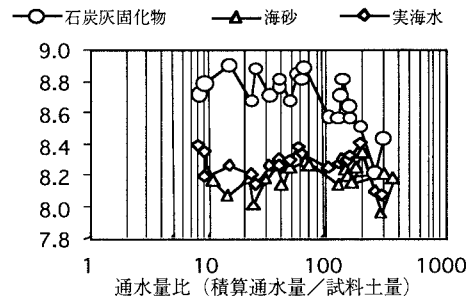


図-4 通水量比とpHの挙動

表-1 実海水変動範囲まで必要な通水量比

測定項目	小型カラム試験	屋外水槽試験
pH	3～150倍	210倍
カルシウム濃度	5～52倍	160倍
マグネシウム濃度	2～7倍	20倍