

環境対応型固化材の海産生物に及ぼす影響について

みらい建設工業（株） 正会員 藤平 雅巳
 同上 正会員 小西 武
 三信建設工業（株） 正会員 大沢 一実
 （社）日本水産資源保護協会 熊田 弘

1. はじめに

前報¹⁾において著者らは、酸化マグネシウムを主成分とする特殊固化材「マグホワイト」を、静的に地盤を締固めるコンパクショングラウチング（CPG）工法の注入材に適用した場合、アサリ成貝に対して定性的に安全な固化材であることを確認した。本報では特殊固化材による海産生物の急性毒性試験を行い、固化材の安全性を定量的に判断した。さらに海域での施工における固化材の影響を検討した。

2. 急性毒性試験

(1) 試験概要

表-1に試験条件、図-1に急性毒性試験の概念図を示す。

表-1 急性毒性試験条件

供試生物	1. スサビノリ (ノリ芽:50本/1試験区 ノリ葉体:10葉体/1試験区) 2. アサリ (浮遊幼生:30個/1試験区 稚貝:10個/1試験区) 3. アマモ (10株/1濃度区)
試験期間	1. スサビノリ、アサリ 96時間(4日間) 2. アマモ 10日間(予備試験:5日間)
固化材の種類	1. 特殊固化材(粉体) 2. セメント系固化材(粉体) 3. 特殊注入材固結体(配合量160kg/m ³) 養生日数3日程度の固結体を粉砕し5mm以下にしたもの
試料原液	固化材を200g/Lになるように濾過海水に入れて攪拌して孔径1μmのグラスファイバーろ紙でろ過したものを使用
換水頻度	1. ノリ、アサリ 1日1回 2. アマモ 観察日毎(1、2、4、6、10日後)
判定方法	1. スサビノリ LC50, EC50(死細胞、異常増殖細胞等) 2. アサリ LC50(へい死率等) 3. アマモ EC50(葉の伸長率等)

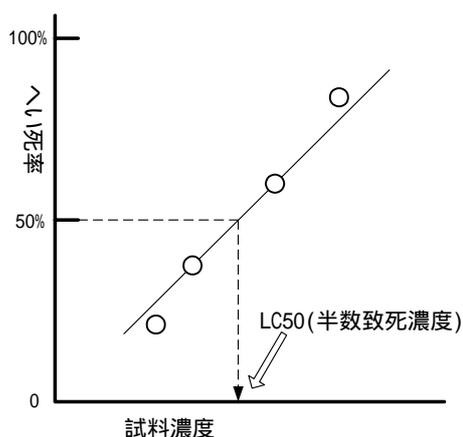


図-1 急性毒性試験の概念図

急性毒性試験²⁾とは、被験物質（固化材）の半数致死濃度（LC50：供試生物の50%がへい死すると推定される濃度で、値が低いほど高い毒性を示す）を求めることで、供試生物への影響を定量的に評価するものである。

供試生物に適している条件としては、「大きさのそろった多数の個体が入手可能」、「飼育が比較的簡便である」、「化学物質に対する感受性が高い」、「内湾等に広く分布している」等が挙げられる。これらの条件を満足する生物として、スサビノリ（ノリ芽、ノリ葉体）、アサリ（浮遊幼生、稚貝）、アマモの3種類の生物を選定した。なお生死の判別が困難な生物に対しては、異常細胞の発現や成長等の致死に至らない影響で判断するEC50（半数影響濃度）により評価した。

また、検討する固化材の種類としては、特殊固化材（粉体）およびCPGで使用する特殊注入材固結体（160kg/m³配合）の他に、比較のため従来のセメント系固化材（粉体）についても試験を行った。

[キーワード] 環境対応型固化材、急性毒性試験、海産生物、拡散

連絡先 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町 2-31-1 TEL 03(5641)9088 FAX 03(5641)9073

（2）試験結果

表 - 2 に LC50・EC50 値の実験結果を示す。いずれの海産生物も従来のセメント系固化材が最も影響が大きく、特殊固化材、特殊注入材固結体の順で影響が低減されている。このうち最も影響を受けているノリ葉体では、セメント系固化材に対して特殊固化材は 1/16、特殊注入材固結体は 1/32 まで影響が低減した。

表 - 2 LC50、EC50値（試験原液に対する%）

海産生物	特殊注入材 固結体	特殊固化材	セメント系 固化材
ノリ芽	19.9	14.5	1.0
ノリ葉体	6.4	3.2	0.2
アサリ幼生	30.4	6.8	1.4
アサリ稚貝	100以上	41.2	7.7
アマモ	100以上	25.0	14.1

3．海域での固化材の影響（万一の不測の事態を想定）

（1）海産生物に影響を与えない濃度（表 - 3）

急性毒性試験の中で最も影響を受けているスサビノリ(葉体)の EC50 値から、海産生物に対して影響を与えない濃度 C'（試験原液濃度 C (200g/L) × EC50/100 × 適用係数 0.1）を求めた。

表 - 3 海産生物に影響を与えない濃度

海産生物	特殊注入材 固結体	特殊固化材	セメント系 固化材
ノリ葉体	1.28g/L	0.64g/L	0.04g/L

（2）施工事例

表 - 4 に既設護岸の施工事例を示す。注入材は 1 日で強度発現するため、海洋に流出するのは打設後 1 日程度と考えられる。仮に注入材の 5% が流出すると仮定して、海洋中に流出する固化材量を想定した。

表 - 4 施工事例

工期	90日
総固化材使用量	220t
1日当りの固化材使用量	2.4t
海洋中に流出する固化材量	0.12t

（3）拡散を考慮した固化材濃度の推定

海上工事に伴う濁りの予測法についての 2 次元の解析解モデル³⁾ が次のように提案されている。

$$s(r,t) = \frac{M}{4\pi ktH} \exp\left(-\frac{r^2}{4kt}\right)$$

s : 投入時間 t (s) 後の中心より距離 r (m) における拡散濃度 (kg/m³) M : 瞬間投入量(kg)

k : 拡散係数(10⁴m²/s) H : 水深(1.0m)

固化材拡散の推定図を図 - 2 に示す。投入地点近傍の拡散濃度の推定値は 0.002g/L であり、従来のセメント系固化材の生物に影響を与えない濃度 0.04g/L を下回っていることから、セメント系固化材でも影響はないと考えられる。さらに、特殊注入材においては 1.28g/L とその濃度をはるかに下回っていた。以上より、海産生物に対する特殊固化材の影響はきわめて微小である。

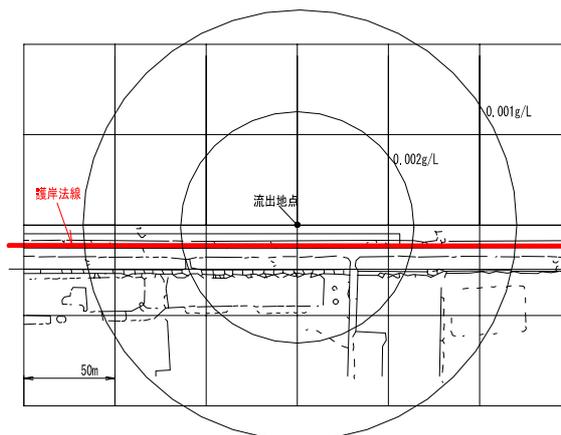


図 - 2 固化材の拡散推定濃度（投入 1 h 後）

4．まとめ

急性毒性試験から、特殊注入材の海産生物に与える影響はセメント系固化材より 1/32 も低減した。また固化材の拡散濃度の推定値から、特殊固化材を使用すると生物に対する安全性がより高まると考えられる。

なお、表 - 4 で示した施工事例において海域の水質（pH、濁度、温度）をモニタリングした結果、施工前と比べて施工中、施工後ともにほとんど変化が見られなかったことから、施工による海域への影響はほとんどないことが確認できた。

<謝辞>

本研究は、独立行政法人農業工学研究所 藤森新作研究室長、国土交通省国土技術政策総合研究所 古川恵太研究室長の両名に多大なご指導を頂きました。ここに感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 藤平雅巳・小西武・大沢一実・藤森新作：環境対応型固化材のアサリ（成貝）に及ぼす影響について，第 57 回年次学術講演会講演概要集 - 790, 2002. 2) 魚類による急性毒性試験 (JIS K 0102 71), JIS ハンドブック 10 環境測定，日本規格協会，pp.1249 ~ 1252, 1997. 3) 堀江毅：海上工事に伴う濁り予測モデルと濁り監視への適用性について，港湾技術研究所報告，Vol.26 NO.2(1)，pp.235 - 295, 1987.