

### 「活性シリカコロイド」の環境保全性 —海産生物への安全性—

強化土エンジニアリング(株)	正会員	○角田	百合花
強化土(株)	フェロー会員	島田	俊介
強化土エンジニアリング(株)	正会員	小山	忠雄
(株)ADEKA	正会員	名越	崇
東洋大学名誉教授	フェロー会員	米倉	亮三

#### 1. はじめに

近年、薬液注入工法が本設注入工として適用されるようになり、護岸や建造物の直下や都市のインフラ等の液状化対策工に恒久グラウトが採用されるケースが増えてきた<sup>1), 2)</sup>。本設地盤改良は我々の実生活に永続的にかかわるためコンクリート等の地下埋設物、海産物や水質への影響等の環境保全性が要求されるようになってきた<sup>3)</sup>。このため本報告者らは注入材が環境破壊を招くことの無いよう事前に各種確認試験を実施して来た。本報告では、その一部として環境保全性の高い活性シリカコロイド注入材の物性を示すと共に、海産生物に対する安全性について試験を実施したので報告する。

#### 2. 環境保全型注入材活性シリカコロイドの特徴<sup>1), 6)</sup>

活性シリカコロイドは酸性～弱酸性領域で長いゲルタイムを確保し安定したゲルを形成する特徴を有している。(図1) また固結体からのシリカの溶脱がほとんど無いため長期的に安定した改良体が保持される。

またコロイダルシリカそのものは弱アルカリ領域にあり、注入材として用いる場合、シリカゾルに比べ反応材として少量の酸を加える事で活性化して、活性シリカコロイドが長いゲルタイムを確保できるようになり、したがって副反応生成物が少なくすみ、地下水や周辺の水域に対して汚染等の影響が無い環境保全型注入材と言える<sup>4)</sup>。

#### 3. 周辺環境への影響<sup>2), 3)</sup>

シリカ溶液の反応材に酸として硫酸を用いる場合、その硫酸根が周辺コンクリート構造物に対し悪影響を及ぼすことが懸念されているが、反応材に金属イオン封鎖剤を用いることでコンクリート表面にマスキングシリカを形成し、硫酸イオンの侵入やアルカリの溶出を防ぐ事ができる。金属イオン封鎖剤を用いたマスキングシリカ法によるコンクリート保護機能の16年間の実証実験については本報告者らにより報告されている<sup>5)</sup>。(写真1)

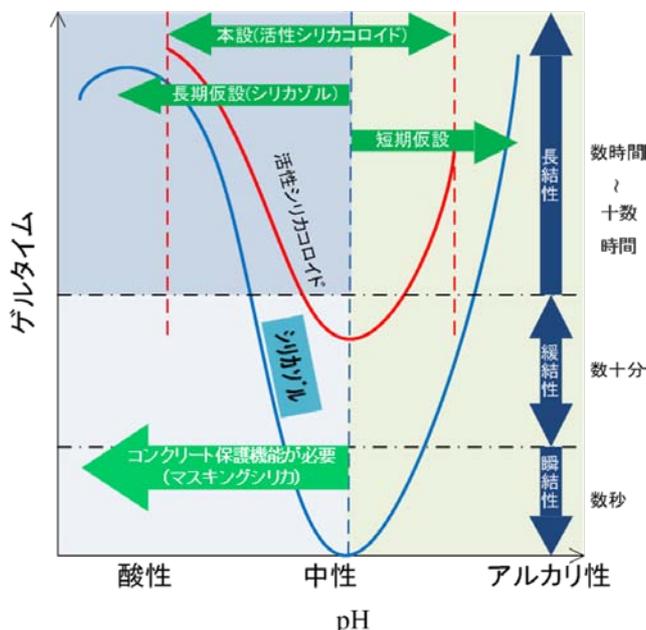


図1 pHとゲルタイムの関係<sup>3) 4)</sup>



写真1 マスキングシリカが形成され16年間経過したモルタル供試体<sup>5), 6)</sup>

キーワード 薬液注入, 地盤改良, 安全性, 環境保全, 海産生物,

連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷 3-15-1 美工ビル 強化土エンジニアリング株式会社 TEL 03-3815-1687

#### 4. 海産生物への影響と結果

金属イオン封鎖剤を含む活性シリカコロイド<sup>6)</sup>の海産生物に対する影響を確認するため、表1に示す条件で作製した注入材を用い、マダイ(魚類)、クルマエビ(甲殻類)、スケルトネマ(藻類)を対象に毒性試験を行った。

試験項目においては、マダイは海産生物毒性試験指針(水産庁)を参考にし、クルマエビはEPA OPPTS 850.1035を参考にし、スケルトネマはEPA OPPTS 850.5400及びOECD(経済協力開発機構)TG-201を参考に海産物影響試験を行い、その安全性を確認した。OECDのガイドラインは、政府、企業および試験機関が化学物質や化学製品の試験方法をまとめて表示したものである。

LC<sub>50</sub>・・・半数致死濃度のことで、生物が試験期間内(96時間)に半数死亡する濃度のことである。被検物質の急性毒性の強さを示す代表的指標として利用され、LC<sub>50</sub>が小さい方が急性毒性は大きいと考えられている。

EC<sub>50</sub>・・・半数効果濃度のことで、生物が試験期間内(96時間)に最低値からの最大反応の50%を示す濃度のことである。EC<sub>50</sub>が小さいと影響が大きいと考えられている。

供試海産生物に対する試験結果を表2に示す。マダイ、クルマエビ共に急性毒性試験において96時間LC<sub>50</sub>は共に>100mg/Lであった。また、スケルトネマにおいては、生長阻害試験において96時間EC<sub>50</sub>は>100mg/Lであった。

表1 注入材

活性シリカコロイド	
シリカ濃度	6%
pH	3.00
GT	12時間以上

表2 供試海産生物の試験結果

生物種	大きさ (cm)	重さ (g)	温度 (°C)	pH	エンドポイント	濃度 (mg/L)
マダイ	全長 5.0~5.7	体重 1.5~2.5	20±1	7.9-8.1	96時間LC <sub>50</sub> 急性毒性	>100**
クルマエビ	全長 3.3~4.2	体重 0.18~0.38	23±1	8.1	96時間LC <sub>50</sub> 急性毒性	>100**
スケルトネマ	—	—	20±2	8.1-8.3	96時間EC <sub>50</sub> 生長阻害	>100**

※試験濃度で50%以上の死亡率または阻害率が得られなかったため、「>100」と示した。

#### 5. まとめ

今回、海産生物のマダイ、クルマエビ、スケルトネマに対して実施した生態毒性試験結果はいずれも無害であることが立証され、本注入材は、すでに実施している水質保全性<sup>4)</sup>、コンクリートに対する安全性<sup>5)</sup>と共に海産生物に対しても安全であることが確認され、環境保全性に優れた注入材であることが分かった。

#### 謝辞

(財)化学物質評価研究機構には海産生物に対し各種試験を行っていただきました。深く謝意を示します。

#### 参考文献

- 1) 米倉亮三, 島田俊介, 大野康年: 恒久グラウト・本設注入工法, 理工図書, 2008.6
- 2) 島田俊介: 恒久グラウトによる本設地盤改良と液状化対策, 軟弱地盤の改良, pp.81-101, 総合土木研究所, 2007.11
- 3) 島田俊介: 地盤注入工法の本設利用に関する研究動向とその適用—環境保全注入技術へ進化—, 基礎工, pp.24-33, 2008.5
- 4) 島田俊介, 陳内直樹, 和田貴子, 後藤博子, 米倉亮三, 木嶋正: 活性シリカコロイドを用いた環境保全型シリカグラウトの開発とその浸透固結性, 土木学会第58回年次学術講演会, pp.1133-1134, 2003.9
- 5) 佐々木隆光, 島田俊介, 小山忠雄, 市川智史, 寺島麗, 末政直晃: マスキングシリカによるコンクリート保護効果の16年間実証研究—液状化対策工と近接施工への適用—, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.9
- 6) 恒久グラウト・本設注入協会: 「パーマロック・ASF-IIシリーズ」マスキングシリカ技術資料, 2009.12