

薬液注入地盤のカルシウム含有量測定方法の検討

ライト工業 正会員 ○大西 高明
 五洋建設 正会員 秋本 哲平
 横浜国立大学大学院 非会員 中村 一穂

1. 緒言

水ガラスに過剰な酸を添加して作液される酸性ケイ酸ゾル系薬液注入材は、地盤への高い浸透性と、従来のアルカリ系水ガラス注入材と比較して固結物の耐久性が高いことから、止水工事、地盤強化工事等、薬液注入工事において幅広く用いられている。酸性ケイ酸ゾルは、ゾルの安定剤として余剰酸を含み、pHが2~3程度の酸性を示す。このため、特に沿岸部等で、対象地盤に貝殻や石灰石等の炭酸カルシウム含有物が存在すると、余剰酸が反応して炭酸ガスを生成し(①式)、これにより改良効果が得られないことがある。



また、酸性ケイ酸ゾル系注入材は、単体では数十時間程度のゲル化時間を要するが、地盤中では先行して注入した一次注入材のアルカリ分や、地盤中のミネラル分と反応してpHが上昇し、数十分~数時間でゲル化して、一定の拡がりをもった改良地盤が得られるが、地盤中に前述の炭酸カルシウムが多量に含有していたり、セメント、石灰改良地盤のように多量の水酸化カルシウム分が含有すると、地盤内に注入された薬液が瞬時にゲル化してしまい、薬液の浸透による地盤内への拡がりがなく、所定領域の改良効果が得られない場合がある。

上記のような現象を事前に把握するために、薬液注入地盤のカルシウム含有量試験が事前地盤調査時に行われる場合がある。地盤のカルシウム含有量測定方法としては、土壌中の汚染物質試験方法や、セメント改良体のセメント含有量試験方法など、適応できる既存の試験方法がいくつか存在する。①乾燥土粒子を蛍光X線解析や電子線マイクロアナライザーで元素組成半定量分析をおこない、土粒子中のカルシウム元素比率をもとめる方法。②乾燥土粒子中のカルシウムを所定溶出液中に溶出させ、AASやICP等で溶出液中のカルシウム濃度を測定することにより、土粒子中のカルシウム含有量を測定する方法。

本件では、②の溶出液溶出→カルシウム濃度測定の方法における溶出液の作成方法の違いによるカルシウム含有量の相違と、カルシウム化合物によるカルシウム含有量測定値、薬液注入阻害効果の関係性を検討する。

2. 実験

Table 1に示す5種類のカルシウム化合物混入砂について、環水管127号・底質調査方法・湿式分解法(重金属分析処理法)と環告19号・土壌含有量調査に係る測定方法(重金属分析処理法)の2つの方法で溶出液を作成し、溶出液のカルシウム濃度をAASを用いて定量し、試料砂のカルシウム含有量を算出した。

また、上記カルシウム化合物混入砂の水飽和試料と酸性ケイ酸ゾル薬液を混合してゲル化時間を測定した。

キーワード 薬液注入, カルシウム含有量, 酸性ケイ酸ゾル

連絡先	〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区 3 画地	ライト工業(株)R&Dセンター	TEL 029-846-6175
	〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1	五洋建設(株)技術研究所	TEL 0287-39-2100
	〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5	横浜国立大学大学院工学府	TEL 045-339-3014

Table 1 各カルシウム混入砂の成分重量比

No.	豊浦砂	炭酸カルシウム	無水石膏	フッ化カルシウム	消石灰	Ca含有量計算値
B	100					0 mg/kg
①	90	10				40000 mg/kg
②	90		10			29400 mg/kg
③	90			10		51300 mg/kg
④	90				10	54000 mg/kg

3. 試験結果

各カルシウム混入砂の2種類の溶出方法によるカルシウム含有量測定結果および各混入砂のゲル化時間を Table 2 に示す。

環水管 127 号のカルシウム含有量は Table 1 の計算値とほぼ一致している。しかしながら、薬液混合砂の発泡やゲルタイムの短縮といった薬液の改良阻害効果は、環告 19 号のほうが阻害効果を反映した数値となっている。これは、カルシウム化合物でも、フッ化塩や硫酸塩などは化学的に安定で、薬液中の過剰酸に反応しづらいからであると考えられる。

なお、各カルシウム混入砂と薬液の混合物の様子を Fig. 3~Fig. 7 に示す。Fig. 4①砂は薬液と反応して炭酸ガス発泡が生じ、Fig. 7④砂はゲル化時間が極端に短く、薬液が間隙へ十分に浸透していないことがわかる。

Table 2 各砂のカルシウム含有量と薬液混合物ゲル化時間

No.	環水管 127 号	環告 19 号	ゲル化時間	固化物の発泡
B	260 mg/kg	70 mg/kg	2.5 h	なし
①	38000 mg/kg	32000 mg/kg	1~2 min	発泡
②	30000 mg/kg	21000 mg/kg	1 h	なし
③	52000 mg/kg	24000 mg/kg	1 h	なし
④	44000 mg/kg	40000 mg/kg	<5 sec	なし

*薬液：SiO₂ 7%活性複合ケイ酸系薬液 pH4.1 homoG.T 3.5 h

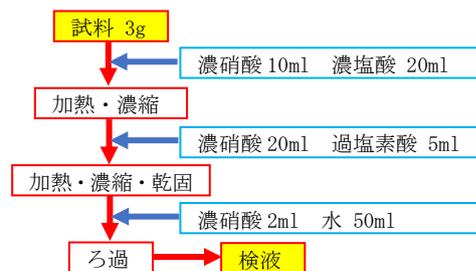


Fig. 1 環水管 127 号操作フロー

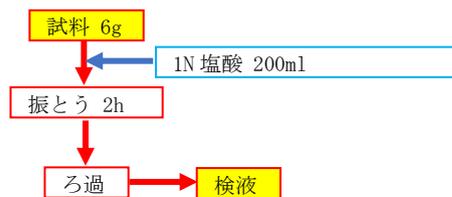


Fig. 2 環告 19 号操作フロー



Fig. 3 B 砂薬液混合物



Fig. 4 ①砂薬液混合物



Fig. 5 ②砂薬液混合物



Fig. 6 ③砂薬液混合物



Fig. 7 ④砂薬液混合物

4. 結言

薬液注入工事の施工にあたり、沿岸部等高カルシウム含有地盤が予測される場合、事前にカルシウム含有量を測定することは、薬液の異常反応による不具合を防止する観点から有用である。カルシウム含有量測定方法にはいくつかの方法があるが、環告 19 号による溶出方法での含有量が、環水管 127 号による含有量より薬液との反応性を反映する数値であることがわかった。

今後、現場砂等で試験を実施し、検証をすすめていく予定である。