

複合ポリマー型地盤改良剤による改良強度推定のための分析手法の検討

東亜合成(株) 正会員 ○中野 駿、 後藤 彰宏
 東亜合成(株) 正会員 坪内 隆太郎、 松井 智隆
 (株)鴻池組 正会員 加藤 満、 正会員 後藤 宇
 (株)鴻池組 正会員 大山 将、 正会員 小山 孝

1. はじめに

アクリル酸マグネシウム(AA-Mg)は重合反応により遮水性の高いゲルを形成することから、トンネル工事用止水材として長年利用されてきた。さらに近年の研究¹⁾では、AA-Mg とポリ塩化アルミニウム(PAC)の複合剤(複合ポリマー型地盤改良剤)は、液状化対策といった地盤改良剤へ応用できることが確認されている。一方、地盤改良剤として用いる場合、地盤改良強度の評価法の確立が課題となる。一般的な評価法としては、改良体をサンプリングして力学試験を行う手法がある。しかし、この方法ではサンプリング時に生じる改良体の乱れ等により確かな評価ができない場合があるとされているため²⁾、これ以外の改良強度推定方法も検討する必要がある。そこで、今回は注入材に含まれる元素の含有量を分析することにより改良体の強度を推定する検討を行った。

2. 注入材の構成と強度推定

本注入材は AA-Mg(主剤)、PAC(架橋剤)、重合開始剤および反応活性を調節するための添加剤から構成される(表-1)。これらの成分を混合すると、重合開始剤から生じたラジカルが AA-Mg に付加し、連鎖反応によりポリマーを形成する。さらに、このポリマーは PAC により架橋されネットワークを形成し強固なゲルとなる(図-1)。

表-1 構成成分と配合例(注入材濃度 6%)

構成成分	重量%
AA-Mg(主剤)	4.0
PAC(架橋剤)	2.0
重合開始剤	0.083
添加剤	0.13
水(溶媒)	94
合計	100

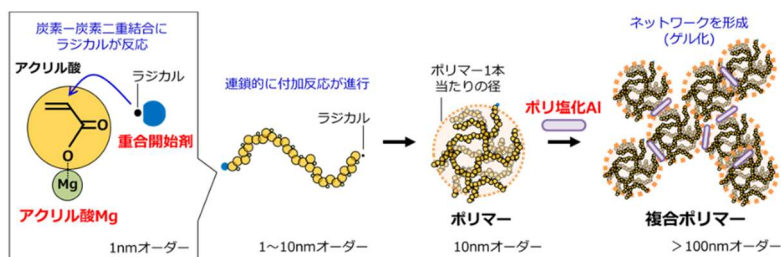


図-1 ゲル化機構

このゲルの強度は AA-Mg と PAC を足し合わせた濃度(“注入材濃度”とする)に依存する。よって、強度推定のためには、含まれる元素の分析により注入材濃度を算出し、配合試験時の強度データを元に強度推定を行えばよい(図-2)。分析対象元素としては、AA-Mg 由来のマグネシウム(Mg)や PAC 由来のアルミニウム(Al)が考えられる。そこで今回は注入材濃度の評価法を検証するため、注入材濃度が既知であるサンドゲルに対する Al と Mg の元素分析を行った。

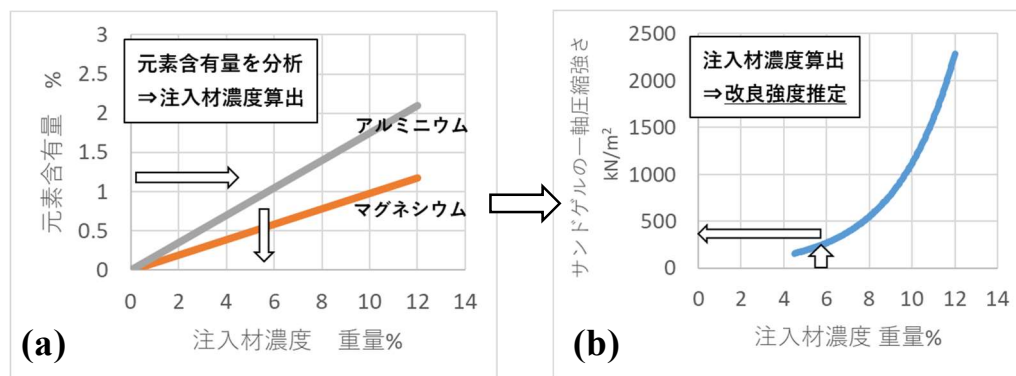


図-2 元素含有量対注入材濃度(a)、サンドゲルの一軸圧縮強さと対注入材濃度(b)

キーワード: 液状化対策、薬液注入、注入材、アクリル酸マグネシウム、複合ポリマー、強度評価

連絡先: 〒455-0026 愛知県名古屋市港区 8 東亜合成(株) R&D 総合センター 製品研究所 [TEL]052-611-9221

3. 元素分析による注入材濃度の推定

元素分析による注入材濃度評価のためには①Al や Mg が十分に抽出されること、②ブランクサンプル(砂のみの供試体)における Al、Mg が少ないことが求められる。この点の確認のため以下のような試験を行った。

3.1 供試体の作成

表-2 のように注入材濃度の異なる供試体の作製を行った。供試体は水中落下法³⁾によりモールド(φ5cm×H10cm)中で注入材と豊浦砂を混合し作製した(A～D)。混合比は[注入材:砂=92:298](重量比)とした。また、ブランクサンプルとしては、豊浦砂と水を混合した供試体(E)と、愛知県名古屋市港区より採取した砂(名港砂)と水を混合した供試体(F)を作製した。

表-2 各供試体の注入材濃度、成分

		A	B	C	D	E	F
注入材濃度 重量%		4.5	6.0	9.0	12.0	0	0
成分重量%	AA-Mg	3.0	4.0	6.0	8.0	0	0
	PAC	1.5	2.0	3.0	4.0	0	0
	重合開始剤	0.083	0.083	0.083	0.083	0	0
	添加剤	0.13	0.13	0.13	0.13	0	0
供試体作成に用いた砂		豊浦砂	豊浦砂	豊浦砂	豊浦砂	豊浦砂	名港砂

3.2 供試体の元素分析

上記の供試体 1g に pH 2 の硝酸水溶液 40g を加え、24 時間ガラス容器中で振とうし、成分の抽出を行った。その後、抽出液を遠心分離し上澄みを誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-AES)で分析した。

3.3 結果

Al の分析の結果を図-3 に示す。注入材濃度が高い 2 供試体(C,D)では Al 含有量が理論量より低い値を示しており、供試体から Al が十分に抽出されないことが分かった。このことから、高濃度域では注入材濃度が過小評価されることが分かった。一方で、注入材濃度が低い 2 供試体(A,B)は理論量よりやや高い値を示した。豊浦砂を使用したブランクサンプル(E)についても少量の Al が検出されることから、豊浦砂由来の Al 成分によって理論値より高い値を示したと推測される。また、名港砂を使用したブランクサンプル(F)では 0.7%程度の比較的高い濃度の Al が検出され、使用する砂によっては砂中の Al 成分の影響で特に低濃度域において注入材濃度が過大評価されることが分かった。

つぎに、Mg の分析の結果を図-4 に示す。A～D のいずれの供試体も注入材濃度から計算される理論量と同等の Mg 含有量を示した。また、豊浦砂と名港砂を使用したブランクサンプル(E,F)では Mg 含有量が十分に小さい値を示し、今回の 2 種の砂については、砂中の成分が Mg の分析値に影響を与えないことが分かった。このことから、Mg の元素分析により注入材濃度の算出が可能であることが確認できた。

これらの結果から、Al 分析においては注入材濃度を過大/過小評価する可能性があることが分かり、また Mg 分析においては正しく注入材濃度を算出可能であることが確認された。

4. おわりに

Mg の分析は①対象元素が十分に抽出される点、②砂から抽出される対象元素が少ない点から注入材濃度の算出に適していることが確認できた。広範な砂に対して今回と同様の評価が可能であるかは今後の検討課題である。

最後に、本地盤改良剤の開発にあたりご指導頂いております京都大学大学院地球環境学堂の勝見武教授に心より感謝致します。

参考文献

- 1) 中野ほか: 複合ポリマー型地盤改良剤の特性, 土木学会第 73 回年次学術講演会発表講演集, III-42, pp.83-84, 2018.
- 2) 国土交通省港湾局: 埋立地等における薬液注入工法による地盤改良工事に関する検討委員会, 第1回委員会資料, p.14, 2017.
- 3) 地盤工学会: 地盤材料試験の方法と解説, pp.438-440, 2009.

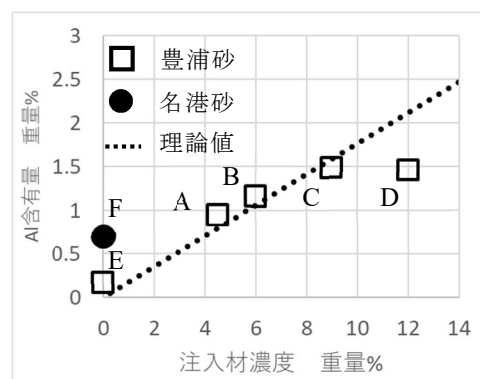


図-3 供試体の Al 含有量(ICP-AES)

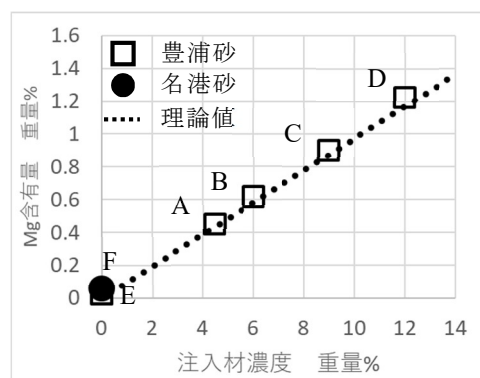


図-4 供試体の Mg 含有量(ICP-AES)