

懸濁型注入材の懸濁物質における土粒子への吸着現象に関する研究

東北学院大学
東北学院大学

非会員 ○工藤令雄、鈴木亮平
正会員 山口晶

1. はじめに

懸濁型注入材の改良後の一軸圧縮強さは、試料内に存在する注入材の懸濁物質の量の影響を受けることが、既往の研究からわかっている¹⁾。しかし、懸濁物質の試料内に存在する量に影響を与える因子はわかっていない。そこで、本研究では、懸濁型注入材が試料内に存在する量に影響を与える因子を明らかにすることを目的とした。

懸濁型注入材を模擬したカオリン懸濁液を用いて、ガラスビーズを満たしたアクリル管に対して一次元浸透実験を行った。このとき、カオリン水溶液の流量とガラスビーズの粒径、カオリンの濃度を変えた実験を行い、カオリンが試料内にどの程度存在するか、また存在量に影響を与える因子を調べた。

2. 一次元浸透によるカオリンの吸着実験

一次元浸透試験装置を図-1 に示す。アクリル円筒の内径 7cm、高さ 30cm である。注入材槽には回転翼が内蔵されており、懸濁液中のカオリンが沈殿しないように常に攪拌させている。



図-1 一次元浸透試験機

使用した試料は、東新理興社製ガラスビーズ No.3（平均粒径約 3mm）、ガラスビーズ No.1（平均粒径約 1mm）である。ガラスビーズの概要を表-1 に示す。カオリン水溶液に用いたカオリンは Imerys 社の Polestar 450（平均粒径 1.5μm）である。

実験条件を表-2 に示す。水カオリン比（W/K）は、400%、800%とした。また単位時間流量は各条件で3種類とした。なお、全条件で単位時間流量を統一させることが困難であったため、変化できる範囲で3種類とした。また、流した全流量は約 850 ml とした。

実験手順は次の通りである。まず、アクリル管にガラスビーズを相対密度 $D_r=80\%$ になるように詰め、装置にセットした。次に、水を下部から水頭差約 2 m で供試体に浸透させ、上部から流出させた。その後、0.02 MPa の圧力で所定の配合のカオリン懸濁液をアクリル管の下部から浸透注入した。アクリル管上部から白濁液が流出すると同時に、100 ml ずつ 4 回採取し、そ

表-1 ガラスビーズの最大、最小密度と間隙比

	最大密度 (g/cm ³)	最小密度 (g/cm ³)	最大間隙比	最小間隙比
1 号	1.548	1.472	0.683	0.6
3 号	1.571	1.476	0.688	0.591

表-2 実験条件

試験名	ガラスビーズ No.	W/K(%)	単位時間流量 (cm ³ /min)
1-400-A	No.1	400	56
1-400-B	No.1		240
1-400-C	No.1		316
1-800-A	No.1	800	90
1-800-B	No.1		194
1-800-C	No.1		545
3-400-A	No.3	400	140
3-400-B	No.3		182
3-400-C	No.3		200
3-800-A	No.3	800	100
3-800-B	No.3		150
3-800-C	No.3		200

の時間を計測して注入を終了した。その後アクリル管を解体し、ガラスビーズは水洗いをした。流出液、間隙水、ガラスビーズの洗い液、管路に残った液は、それぞれ別にバットに取り分けて、80℃の恒温乾燥炉で24時間乾燥し、カオリンの質量を計測した。

以上の実験から、カオリンがガラスビーズに吸着された質量や間隙中に存在する質量を求め、その質量をアクリル管の体積で割ったカオリンの密度で考察を行った。

3. 実験結果と考察

図2に、単位時間流量に対するガラスビーズに吸着されたカオリンの吸着密度の関係をグラフに示す。図をみると、カオリン濃度800%よりも、カオリン濃度400%の方が吸着密度が大きくなった。また、1-400のみ単位時間流量の増加に伴って吸着密度は増加しているが、それ以外の実験ではほぼ単位時間流量の大きさにかかわらず一定値となっている。

次に、上記の吸着分に加えて、間隙水に含まれていたカオリン分を足して求めたカオリンの密度（吸着+間隙密度）を、単位時間流量に対して描いたグラフを図3に示す。試料の粒径に関係なく、同じカオリン濃度ではほぼ同じカオリンの密度となった。なお、図3に示した吸着分と間隙分を足したカオリンの密度は、線形吸着等温式を仮定した計算上²⁾の試料内のカオリン密度とほぼ同じ値になった。

これまでの本研究の実験から、懸濁型注入材の一次元浸透の場合、注入材の濃度が濃い、試料の粒径が小さい、という条件では一軸圧縮強さが大きくなることが分かっている。これらの原因を上記から考察する。

注入材濃度が濃い方が一軸圧縮強さが大きくなる理由は、本研究の実験から、同じ注入材の注入量では試料内に存在する懸濁物質の量が多くなるためである。本実験からは、試料の粒径と懸濁物質の試料内の存在する量に違いが見られなかったことから、粒径が異なっても粒子間にある懸濁物質の量はほぼ変わらないため、接着する力もほぼ同様と推察できる。ただし、粒径が大きいと接着点にかかる回転モーメントが大きくなる傾向にあるため、同じ接着力では必然的に粒子が大きい方が大きくなる。そのために粒子が大きい試料では一軸圧縮強さが小さくなると考えられる。

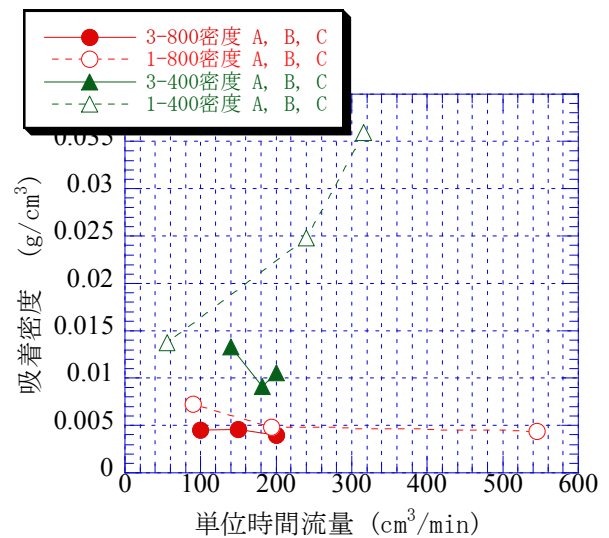


図2 流速と吸着量のグラフ

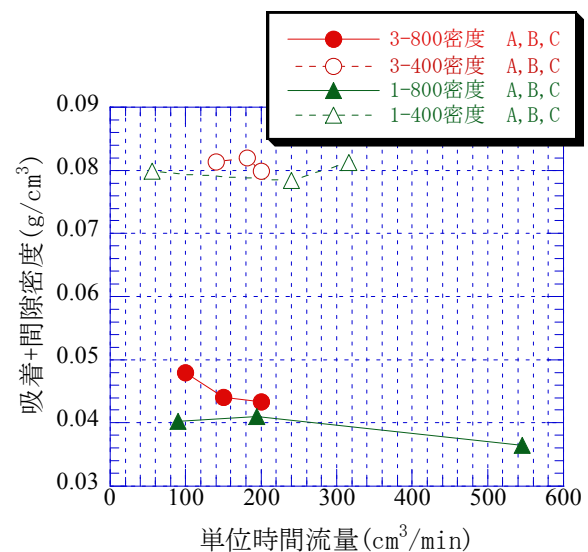


図3 流速と吸着+間隙のグラフ

4. まとめ

本研究では、一次元浸透実験によって懸濁型注入材の懸濁物質が試料内に存在する量に影響を与える因子を調べた。実験結果から、同じ浸透量では、濃度が濃い方が試料内に存在する懸濁物質の存在量が多くなること、試料の粒径が異なっても、懸濁物質の存在量に違いがないことが分かった。今後は、試料の粒径や注入材の濃度をさらに細かく考察していきたい。

参考文献

- 1) 大内猛幹・成田佳樹・高坂祐介・山口晶・岡田和成・青由起雄：極超微粒子セメントを浸透注入させた改良体の一軸圧縮強さと試料の粒径の関係、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、III-13、2016。
- 2) 社団法人地盤工学会：はじめて学ぶ土壌・地下水汚染、133p、2010。