

Ⅲ－18 セメントを用いた脈動注入が地盤改良効果に与える影響

東北学院大学 学生員 ○ 駒林 徹

岡田 友和

菊池 章仁

正会員

飛田 善雄 山口 晶

1.研究の背景と目的

近年、液状化対策工法として薬液注入工法が利用される場面が多くなっているが、薬液では必要な強度が得られない場合がある。低コストで改良強度が期待できる工法としてセメント溶液を用いることが考えられるが、セメント粒子が溶液中に存在するため、地盤に詰まりやすく、注入圧の制御や施工管理が難しい。そこで本研究では、セメント溶液を注入する工法として、定量制御による脈動注入に着目した。割裂→浸透→割裂→浸透を強制的に繰り返すことによりセメント溶液を注入しやすくなることが予想されるからである。本研究では、プースター運動薬液注入ポンプを用いて注入を行い、脈動

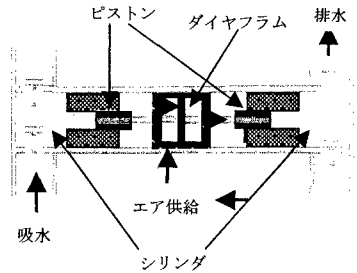


図-1 ポンプの概要

注入が地盤改良効果に与える影響について検討した。

2.実験概要

本研究で使用するプースター運動薬液注入ポンプは往復動ピストンポンプである。このポンプの駆動方式は空圧によるダイヤフラム式で作動方式は単動である。本研究で使用したポンプの構造図を図-1に示す。

本実験に用いた試料はアルバーニ磁選砂で、透水係数は $1 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$ である。粒径加積曲線を図-2に示す。

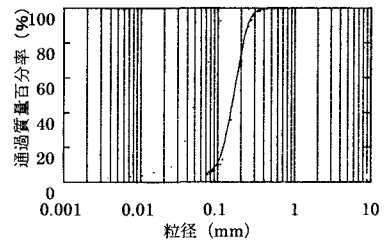


図-2 アルバーニ磁選の粒度分布

表-1にセメント溶液の配合を示す。注入を容易にするため、超微粒子セメントを用いた。

表-1 セメントの配合表

実験装置の概要を図-3に示す。まず試料を注入槽（1）へ各層 1000 回ずつ 8 層に分けて突く。次にエアチューブに空気圧 28kPa をかけて供試体に拘束圧を加える。供試体に 5kPa で水を圧入させ、供試体を飽和させる。飽和終了後、注入圧を計測しながら注入を開始する。なお、一回の実験について、注入量は 1 リットルとした。

水粉体比 (-)	ファイン ハード (g/cm ³)	水 (g/cm ³)	AE 減水剤 (g/cm ³)
6.0	500	3000	1.25

ポンプの稼働回数は一分当たり 20 回を設定した。このとき注入速度は 0.17 (l/min) で 0.0085 l/回である。実験条件を表-2に示す。プースター運動薬液注入ポンプの稼働一次圧を 0.3MPa, 0.4MPa, 0.5MPa とした条件で注入を行った。また 0.1MPa で定圧注入を行い、脈動を加えた実験結果と比較した。注入終了後、供試体を取り出して写真を取り、養生期間を 3 日とった後一軸圧縮試験を行った。

表-2 実験条件

	Case1	Case2	Case3	Case4
注入方法	脈動	脈動	脈動	定圧
注入速度 (l/min)	0.17	0.17	0.17	
一次圧 (MPa)	0.3	0.4	0.5	0.1(注入圧)

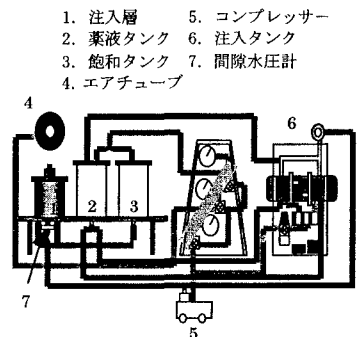


図-3 実験装置の概要

3.実験結果と考察

セメント注入実験として、図-4 (a) に一次圧 0.3MPa、図-4 (b) に一次圧 0.4MPa、図-4 (c) に一次圧 0.5MPa、図-4 (d) に定圧注入の P-t 曲線を示す。この図から、脈動させた実験条件では、時間経過とともに注入圧が減少することがわかる。これは、地盤内に割裂が発生したためと思われる。また、それぞれの条件を比較すると、稼動一次圧が大きくなると、計測される注入圧が大きくなっていることが分かる。稼動一次圧を大きくするということは、稼動一回における注入速度 (0.0085 l を注入する速度) が速くなるという意味である。そのため、注入する抵抗が大きくなったと思われる。また、定圧注入の注入圧に対して、全ての条件で脈動注入の注入圧が大きくなった。脈動を与えることにより、注入圧が低下し注入が容易になることを予想して実験を行ったが、これらの結論は得られなかった。ただし、1 リットルを注入する時間は定圧注入が 4 倍長くなった。

図-5 に割裂が生じたと思われる一次圧 0.3MPa の改良体の写真を示す。これを見ると形状はほぼ球状で、目視では割裂脈は確認できない。図-6 に一軸圧縮試験の結果を示す。3 日間養生のため、強度はあまり大きくなっていない。一次圧が大きくなると一軸圧縮強度が減少する傾向にあるが、大きな差とはいえない。

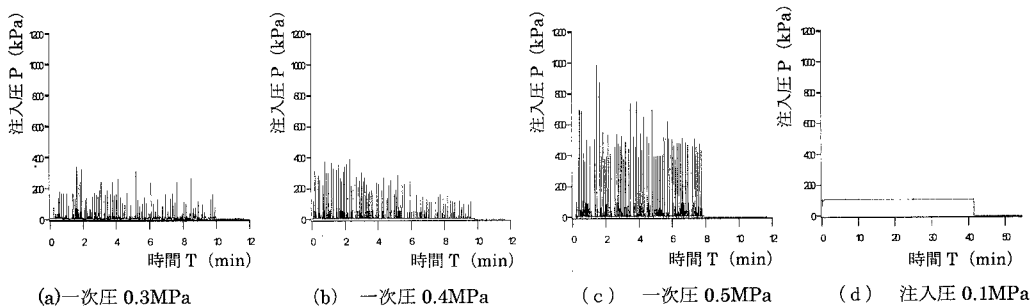


図-4 P-t 曲線

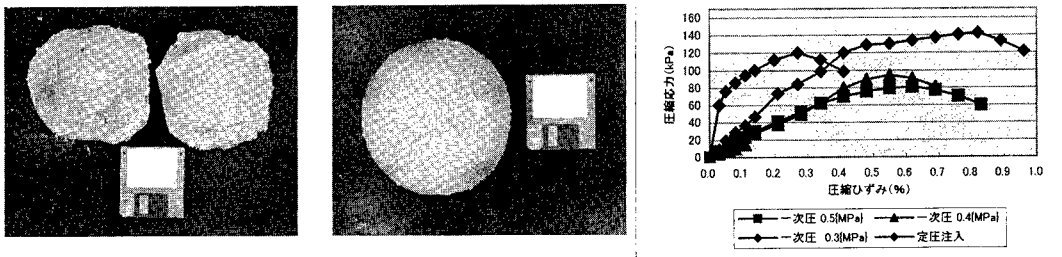


図-5 セメント溶液注入による固結体

図-6 一軸圧縮試験の結果

4.結論

本研究ではセメント溶液を用いて定量注入による脈動注入効果を検討した。その結果、脈動注入の方が定圧注入よりも注入圧が大きくなり、脈動注入の方が注入に有利であるという結果は得られなかった。しかし、定量制御による脈動注入は定圧注入に比べ多少強度は小さくなるが、1 リットルを注入する時間がおよそ 4 分の 1 ということを考慮すると、施工管理が容易で経済的な注入工法であると考えられる。また、本研究では定量制御による脈動注入を行ったが、定圧制御による脈動の影響を考慮する必要があると思われる。