

Ⅲ-749

動的な注入による薬液の浸透状況に関する模型実験

東急建設(株)技術研究所 正会員 ○駒延 勝広
同 上 正会員 大河内 保彦
同 上 正会員 遠藤 修

1. はじめに

薬液注入は小規模な設備ですみ、短工期で地盤改良を行える工法として多く用いられている。しかし、薬液の効率的な注入方法、また、改良された地盤の効果判定方法には種々の課題が残されている¹⁾。本研究では、薬液が地盤内に注入され、固結するメカニズムを明らかにし、効率的な注入方法を検討することを目的として、模型土槽を用いた注入実験を行っている²⁾。

今回は、注入速度を動的に変化させた場合の注入効果を確認するための注入実験を行い、従来からの速度一定の場合(静的注入)の結果との比較を行ったので、以下に報告する。

2. 実験方法

実験装置の詳細については参考文献²⁾に示す。模型地盤は珪砂6号($G_s=2.65$ 、 $D_{50}=0.32\text{mm}$ 、 $U_c=1.62$)を用い、水中落下法で相対密度が40%となるように作製した。薬液は水ガラス系溶液型薬液を用いた。その配合を表-1に示す。ゲルタイムが30秒となるように、表-1に示す配合にした。

動的注入は、注入速度を最大速度 $5.0\ell/\text{min}$ と最小速度 $1.0\ell/\text{min}$ とし、その間にある周期で繰り返すようにして行った。したがって、その平均注入速度は $3.0\ell/\text{min}$ となる。注入速度の周期は15秒と30秒の2種類とし、また、比較のために静的注入も行った。実験ケースを表-2に示す。

表-1 薬液の配合(ℓ)

A液(ℓ)		B液(ℓ)	
水ガラス(ℓ)	水(ℓ)	硬化剤(g)	水(ℓ)
0.25	0.25	50	0.485

表-2 実験ケース

	注入方法	注入速度(ℓ/min)	周期(s)
CASE 1	静的	1.0	
CASE 2	静的	3.0	
CASE 3	静的	5.0	
CASE 4	動的	Max=5.0, Min=1.0	30
CASE 5	動的	Max=5.0, Min=1.0	15

3. 実験結果

図-1に注入速度の経時変化を、図-2に注入圧力の経時変化を示す。まず、静的注入であるCASE 1~3をみると、割裂を起こさずに浸透注入が可能であると思われるCASE 1, 2では注入圧力が急激に上昇する挙動はみられなかった。これに対して、割裂を起こすと思われるCASE 3では注入開始後40秒程度で注入圧力が上昇する挙動がみられた。注入後の固結体を目視した結果、CASE 3では注入孔の周りに若干のホモゲルがみられた。

次に動的注入であるCASE 4, 5をみると、各周期での注入圧力の最大値は注入開始から100秒程度までは300kPa程度であり、CASE 3と同程度である。その後、CASE 4, 5の各周期での注入圧力の最大値は徐々に増加している。また、各周期での注入圧力の最小値はCASE 5では30kPa程度とCASE 1と同程度であるのに対し、CASE 4では100kPa程度までしか下がっていないのがわかる。ここで、仕事を表す各時間での注入圧力と注入速度の積の累計を $\sum p_i \cdot q_i$ 、また、注入効率を単位時間当たりの注入量として $\sum Q_i/t$ と考えた。流量一定で注入すれば、注入速度と等しくなる。以下の式を用いて、仕事と注入効率を計算した。

仕事： $\sum p_i \cdot q_i$ p_i : 時間*i*での注入圧力(kPa) q_i : 時間*i*での注入速度(ℓ/min)

注入効率： $\sum Q_i/T$ Q_i : 時間*i*での注入量(ℓ)
 T : k が一定になってからの注入時の時間(s)

図-3に各ケースでの仕事と時間との関係を示す。CASE 1～3の静的注入では注入速度が速くなるにつれて仕事が大きくなっているのがわかる。動的注入では周期15秒の方が30秒よりも仕事が小さい。また、周期15秒での動的注入の仕事は静的注入で3.0ℓ/minで注入した場合とほぼ同程度であることがわかる。したがって、周期を15秒より短くすれば、動的注入は有効である可能性があるかもしれないと推定される。

図-5に注入効率と仕事との関係を示す。CASE1～3の静的注入では注入速度が速くなるにつれて注入効率が高くなっている。動的注入では周期30秒の方が注入効率が良いことがわかる。また、周期15秒、30秒の両方とも注入効率は、注入速度が3.0ℓ/minで注入した場合とほぼ同程度であった。

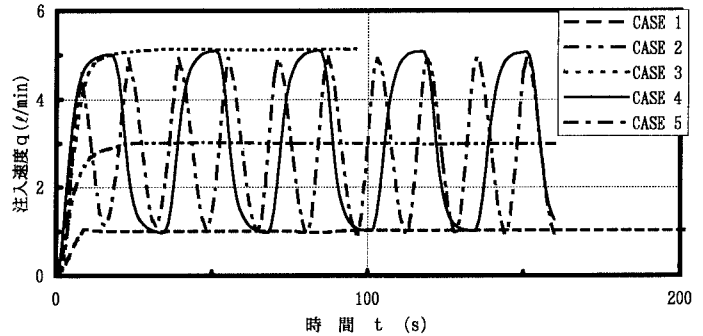


図-1 注入速度の経時変化

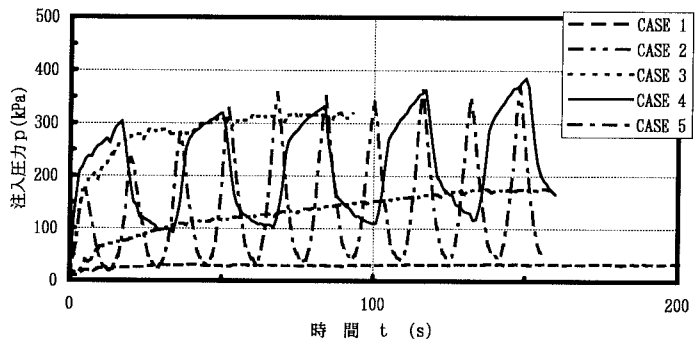


図-2 注入圧力の経時変化

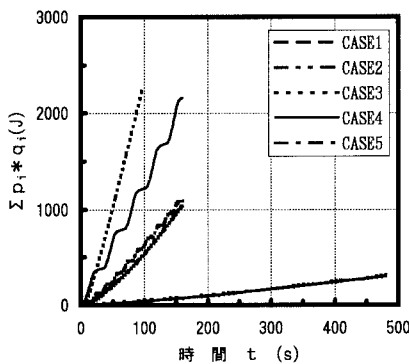


図-3 仕事と時間との関係

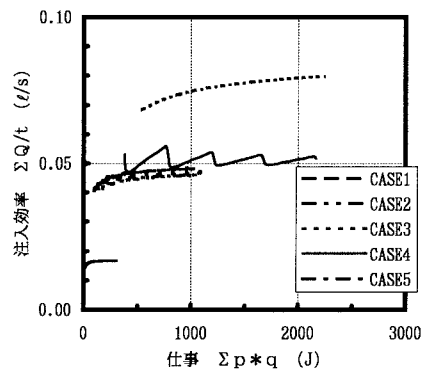


図-4 注入効率と仕事との関係

4. まとめ

模型土槽を用いた動的注入実験を行い、以下のことがわかった。

- 1) 動的注入では、周期が短い方が仕事が小さくなる傾向がある。
- 2) 周期が15秒での動的注入の仕事は静的注入で3.0ℓ/minで注入した場合とほぼ同程度であった。
- 3) したがって、周期を15秒より短くすれば、動的注入は有効である可能性があるかもしれないと推定される。

<参考文献>

- 1) 三木ら編：薬液注入工法の調査・設計から施工まで，土質工学会，1985.2，pp.9～12
- 2) 駒延ら：薬液の浸透状況と固結強度の分布に関する模型実験，第30回土質工学研究発表会，1995