

動的な注入に関する模型実験

—薬液の固結形状について—

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、かつ、短工期で地盤改良が行える工法として多く用いられている¹⁾。しかし、薬液の効率的な注入方法、改良後の効果判定方法には種々の課題が残されている。本研究では効率的な注入方法として、注入速度を変化させながら注入を行う動的注入に注目し、その効果を調べるために模型土槽を用いた注入実験を行っている。

今回は、動的注入と従来の注入速度を一定にして行う注入(以後、静的注入と呼ぶ)との固結体の形状の違いについて検討を行ったので、ここに報告する。

2. 実験方法

実験装置図を図-1に示す。この装置は上部のゴム袋に水圧を作

用させて模型地盤に上載圧を加えることができる。今回の実験では、模型地盤に98kPaの上載圧を加えた。

模型地盤は硅砂8号を用いて水中落下法により、相対密度が60%となるように作製した。硅砂8号の粒度分布とその物性値を図-2に示す。薬液注入時と同じ拘束圧98kPaでの室内透水試験によると、相対密度60%での硅砂8号の透水係数は $5.42 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ であった。

薬液は水ガラス系溶液型薬液を用い、その配合を表-1に示す。ゲルタイムは30秒とし、総注入量は16ℓとした。

動的注入は、注入速度を図-3に示すような正弦波にし、注入を行っている。図中の平均注入速度 q_{av} とは動的注入の注入速度の平均値のことである。静的注入との注入速度の比較にはこの値を用いた。今回の実験では、動的注入の注入速度の振幅、

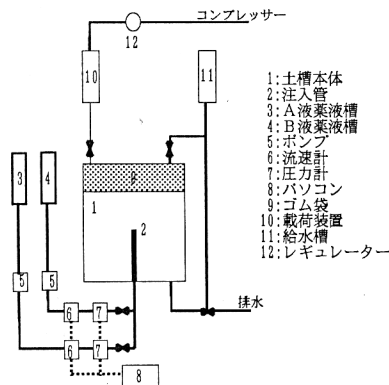


図-1 実験装置図

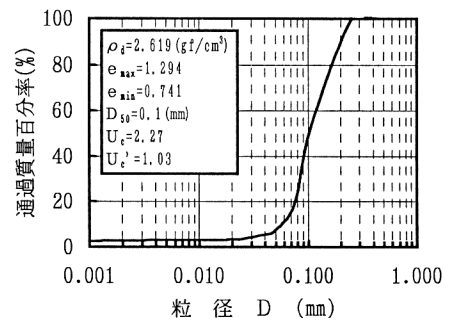


図-2 硅砂8号の粒度分布

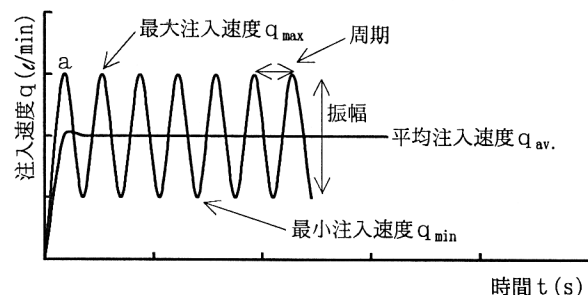


図-3 動的注入での注入速度の波形

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

No.	注入方法	注入速度	平均注入速度	周期
CASE 1	静的	3(ℓ/min)		
CASE 2	静的	4(ℓ/min)		
CASE 3	静的	6(ℓ/min)		
CASE 4	動的	1~5(ℓ/min)	3(ℓ/min)	7(s)
CASE 5	動的	2~6(ℓ/min)	4(ℓ/min)	7(s)
CASE 6	動的	4~8(ℓ/min)	6(ℓ/min)	7(s)

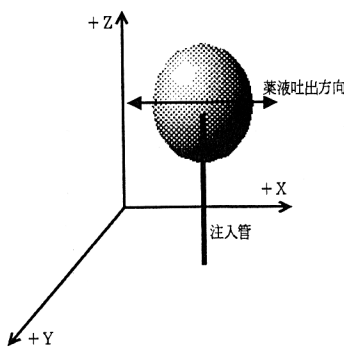


図-4 土槽の座標系

周期をそれぞれ 4ℓ/min、7 秒とし、平均注入速度を 3, 4, 6ℓ/min の 3 種類とした。従来方法との比較を行うために、動的注入の平均注入速度に等しい注入速度での静的注入も行った。実験ケースを表-2 に示す。実験は、注入時の注入圧力と注入速度の測定を行い、注入 1 日後に土槽を解体し、固結体の形状を測定した。固結体の測定は、土槽を図-4 に示す座標系とみなして行った。

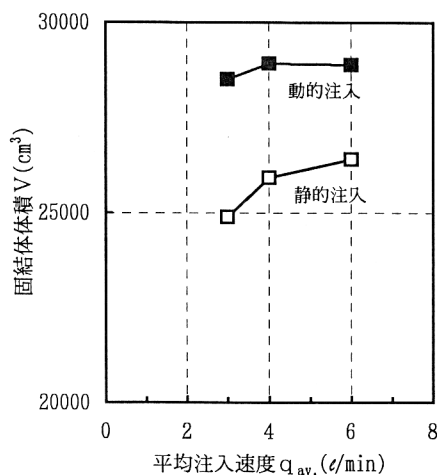


図-5 $V - q_{av}$ の関係

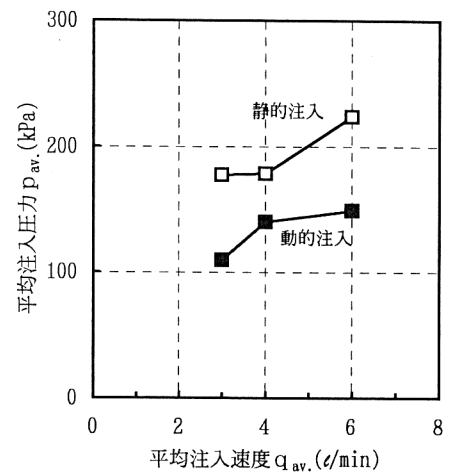


図-6 $p_{av} - q_{av}$ の関係

3. 実験結果

図-5 に形状測定より求めた固結体の体積 V と平均注入速度 q_{av} との関係を示す。図から、固結体の体積は静的注入よりも動的注入の方が大きいのがわかる。静的注入では注入速度が小さくなるにつれ固結体の体積が小さくなっているが、動的注入では注入速度が変化しても固結体の体積はほとんど変わらない。

動的注入と静的注入の注入圧力を比較するために、平均注入圧力 p_{av} を次式により定義した。

$$\text{平均注入圧力 } p_{av} = \sum p_i / n$$

p_i : 時間 i での注入圧力 (kPa)

n : 図-3 の a 点以降の測定点数 (個)

図-6 に平均注入圧力 p_{av} と平均注入速度 q_{av} との関係を示す。図より、注入速度が同じならば、静的注入よりも動的注入の方が平均注入圧力が小さいのがわかる。

図-4 に示す座標系で、注入孔と同じ高さにおける XY 平面と平行な断面 (以後、注入孔断面と呼ぶ) を測定し、注入孔断面から X 軸方向、 Y 軸方向の薬液の浸透長さを測定した。そして、浸透長さの半分の長さを浸透半径と定義した。図-7, 8 はそれぞれ平均注入圧力 p_{av} と X , Y 方向の薬液の浸透半径 r_x , r_y との関係を示したものである。これらより、 X , Y の両方向とも動的注入の方が静的注入よりも低い注入圧力で、かつ、浸透半径も長くなっているのがわかる。したがって、動的注入の方が静的注入よりも低い圧力で薬液を広範囲に浸透させることが可能であると考えられる。

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) 静的注入よりも動的注入の方が固結体の体積が大きくなる。
- 2) 注入速度が同じならば、静的注入よりも動的注入の方が平均注入圧力が小さい。
- 3) 動的注入の方が静的注入よりも低い注入圧力で薬液を広範囲に浸透させることができると考えられる。

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

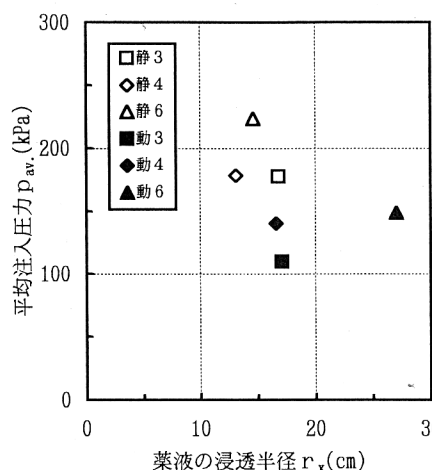


図-7 $p_{av} - r_x$ の関係 (X 方向)

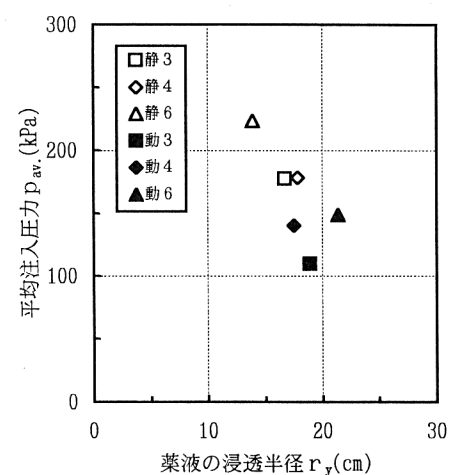


図-8 $p_{av} - r_y$ の関係 (Y 方向)