

Ⅲ－7

定圧注入時の薬液の浸透と固結体の形状・強度特性

東北学院大学大学院 学生員○桜庭 真
東北学院大学工学部 学生員 橋本一清
東北学院大学工学部 学生員 長 哲彦

1. まえがき

薬液注入による地盤改良の信頼性を高めるために、効果(固結形状、品質)の確認手法および地盤に適した注入条件(注入圧、注入量、ゲルタイム等)の確立など、施工管理上まだ解決すべき問題点が多い。本研究では、緩結性薬液を用いて低定圧下で浸透注入が達成できる条件を明確にするとともに固結体の形状・強度特性とそれに密接に関わる、 q - t および Δq - t 関係を明らかにすることを目的とし、室内実験および理論的解析を行った。また、低定圧注入で近接同時注入をした場合の形状に関する基礎的研究も行った。

2. 実験概要

実験に用いた試料は珪砂 7 号である。土粒子の密度 $\rho_s=2.636\text{g/cm}^3$ 、有効径 $D_{10}=0.10\text{mm}$ 、均等係数 $U_G=1.7$ 、30% 粒径 $D_{30}=0.12\text{mm}$ 供試体の締め固めは緩詰め $\rho_d=1.365\text{g/cm}^3$ 、密詰め $\rho_d=1.556\text{g/cm}^3$ とした。透水係数 $k=1.0\times 10^{-2}\text{cm/s}$ である。薬液のゲルタイムは 60、600 秒、注入圧は 49、98KPa である。表-1 に薬液の標準配合を示す。注入曹の寸法は直径 280mm、高さ 300mm であり、実験装置の概要を図-1 に示す。実験器上部のエアチューブに 98KPa の上載圧を加え、供試体を飽和させた後に薬液を注入した。

表-1 薬液の標準配合

部 分		ゲルタイム (60s)	ゲルタイム (600s)
A 液 (4g)	JIS3 苛性ソーダトリウム	2 (g)	2 (g)
	水	2 (g)	2 (g)
B 液 (4g)	サンコーボールOSB増強剤	200 (g)	200 (g)
	サンコーボールOSB促進剤	200 (g)	200 (g)
	サンコーボールOSB助剤	90 (g)	50 (g)
	水	3.74 (g)	3.78 (g)

3. 注入中の注入量変化

図-2 は、密詰めした供試体に緩結性薬液を注入したときの流量と経過時間 (q - t チャート) と単位時間当たりの流量と時間 (Δq - t 関係) の例である。 q - t チャートは注入開始後早い時期に注入量が上昇したまま短時間で注入が終了した。単位時間当たりの変化量は急激に下降している。図-3 は注入半径を適当に仮定し球状浸透注入とした場合の解析解である。注入量が急激に高くなっている。この傾向は解析結果と一致している。

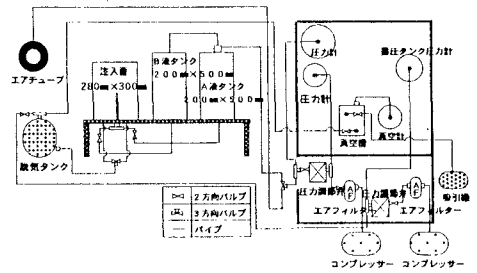


図-1 実験装置概要

4. 固結体の形状

注入後ゲルタイムの5倍以上の時間を放置して、未固結部分の砂を水洗いで固結体を取り出した。ゲルタイムに関わらず密詰めはほぼ球状になっており、理想的な浸透注入になっている。また、緩詰めは、ゲルタイムに関わらず楕円球状になっているものから不規則な形状となるものまでがある。

この差を考察すると、砂の構造がしっかりした密詰めでは、局所的割裂の発展が抑えられ変化量は浸透注入理

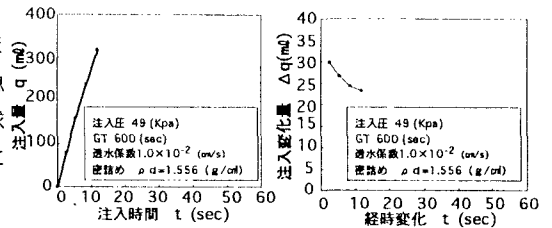


図-2 q - t チャートと Δq - t 関係 (実験)

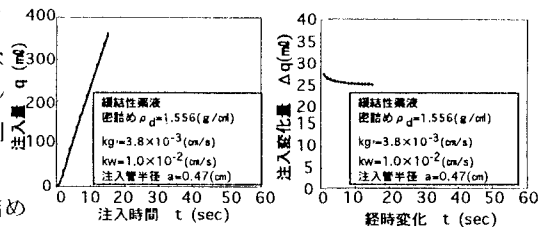


図-3 q - t チャートと Δq - t 関係 (解析)

論が示すように次第に緩やかになっていく、一方緩詰めでは、一端発生した割裂は砂の骨格が弱いため不安定に進展していくと考えられる。

5. 固結体の強度特性

固結体を成形し得られた圧縮強度 q_u と引張強度 σ_t の関係をゲルタイム別に図-4、5 に示す。緩詰め砂の圧縮強度はゲルタイムにかかわらず、ほぼ 147KPa~245KPa に集中しているが、密詰めではばらつきがある。また、ゲルタイムが強度に及ぼす影響に関しては、ゲルタイム 60 秒の方が、強いという傾向が見られる。これは助剤による影響と考えられ、助剤の添加量の大小によって薬液の強度特性は変化し、助剤添加量が増加すると強度も大きくなると考えられる。引張強度はゲルタイムや密度に関わらず 9.8KPa~39.2KPa に分布している。供試体の破壊形態は、圧縮試験ではすべり破壊と樽状破壊がみられた。卓越する破壊形態としてはすべり破壊である。

6. 近接同時注入の固結体の形状

近接同時注入試験のモールドの概要を図-6 に示す。密詰めで行った。また、時間差(30 分)を付けての注入試験も行った。写真-1、2 に固結体の形状を示す。結果、境界面のない連続の固結体ができた。

7. まとめ

砂質土の供試体中に薬液を注入して、注入量の変化、固結体の形状・強度特性等を検討した。上記報告をまとめると次のようになる。

1) 注入圧を 98KPa 以下とする低圧注入においても、緩詰め供試体には、割裂が不安定に進展することがある。すなわち砂の骨格構造の強さが固結体の形状に影響を及ぼす。

2) 理想的な浸透条件で近接同時注入を行った場合、境界面のない連結された固結体ができることが示された。このことより、近接注入でも良質な連結した地盤改良の可能性が示唆された。

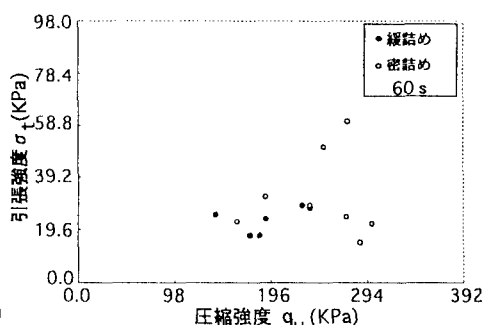


図-4 圧縮強度と引張強度(60s)

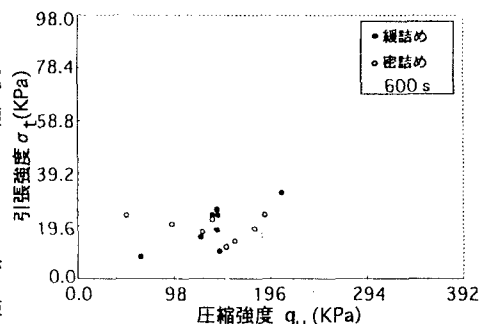


図-5 圧縮強度と引張強度(600s)

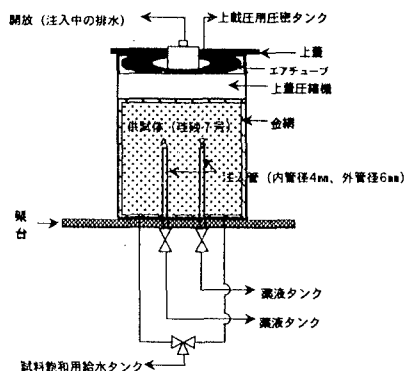


図-6 モールドの概要



写真-1 近接同時注入

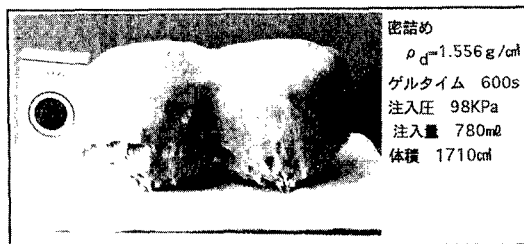


写真-2 近接同時注入(30分経過後)

参考文献 1) 熊谷浩二、須藤良清、飛田善雄、柳澤栄司(1994): 砂質土地盤における浸透注入と割裂注入による注入効果の違いに関する室内実験、薬液注入工法における注入効果の予測確認手法に関するシンポジウム発表論文集、土質工学会、257-264