

III-754

薬液注入条件による固結体形状や填充率の分布に関する室内実験

東北大学工学部 学生会員 ○崔 亢吉
 東北大学工学部 正会員 柳澤栄司
 前田建設工業（株）正会員 熊谷浩二

1. まえがき

薬液注入工法において、填充率は注入量算出や改良効果判断の基準になっている。これまでの研究は薬液に関する多くの注入条件による填充率の分布についての有機的な検討が少ない。特に注入量の設定にあたって浸透注入あるいは割裂注入にかかわらず、地盤の間隙率に填充率を乗じて求めている。また締め固め程度などの土質条件と填充率の分布について実際面での検証がされていない。このような観点から本報告では、上載圧、供試体の密度や薬液のゲルタイムを変えて注入を行い固結形状を目視観察することにより浸透注入や割裂注入の別を判定して土質条件及び注入条件の違いによる固結体の形状や体積間の差、填充率の分布を調べて見た。

2. 実験概要

実験に用いた試料は硅砂6号（32回）硅砂7号（4回）阿武隈川砂（4回）である。供試体の締め固めは緩詰め・密詰め、上載圧は0.5、1.0、および2.0 kgf/cm²である。薬液のゲルタイムは5分、5秒、注入速度は500、1000、1500、および2000 cc/min であり、全注入量は各ケースとも1200ccである。試料砂の粒径加積曲線を図-1に示す。また、表-1に物理諸量を、表-2に薬液の配合基準を示す。供試体の寸法は、内径 300mm、外径307mm、高さ300mmの中空円筒形のものをを用いた実験装置の概略図を図-2に示す。実験器上部の圧密タンクよりゴム袋に水を注入することによって、供試体上に上載圧をかけ供試体を飽和させた後に薬液を注入した。

3. 固結体の形状

硅砂6号に緩結性薬液を注入したときの固結体の形状は上載圧 σ_v が0.5 kgf/cm² 1.0 kgf/cm² 2.0 kgf/cm² の条件で注入速度 $q=500$ cc/min、 $q=1000$ cc/min、 $q=1500$ cc/min、 $q=2000$ cc/min の場合、体積間の差はあるがほぼ完全な球状になっている。しかし、硅砂6号にゲルタイム5秒の瞬結性薬液を注入したときの固結体の形状は上載圧 σ_v が0.5 kgf/cm² から1.0 kgf/cm² までは不規則な歪んだ形状になっている。しかし上載圧 σ_v が2.0 kgf/cm²、注入速度 $q=2000$ cc/min の場合固結体はほぼ球状に近い形である。

硅砂7号と阿武隈川砂に上載圧 σ_v が1.0 kgf/cm² のとき、緩結性薬液を注入したときの固結体の形状は硅砂7号の場合、注入速度 $q=1000$ cc/min、 $q=2000$ cc/min による体積間の差はあるが完全な球状になっている。

阿武隈川砂の場合、注入速度 $q=1000$ 、 $q=2000$ cc/min による体積間の差はあるが完全な球状になっている。

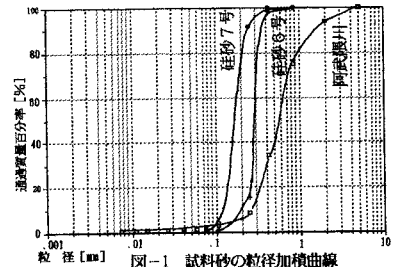


図-1 試料砂の粒径加積曲線

表-1 各試料の物理諸量

内 容	単 位	硅砂6号	硅砂7号	阿武隈川
土粒子の密度	g/cm ³	2.637	2.640	2.715
最適 含水比	%	14	19	14.5
最大乾燥密度	g/cm ³	1.573	1.483	1.654
最大 密度	g/cm ³	1.608	1.512	1.686
最小 密度	g/cm ³	1.279	1.171	1.379
均 係 数	—	1.36	1.46	2.33
曲 率 係 数	—	1.10	1.04	0.94

表-2 薬液の配合基準

品 名	計	5秒	5分
A液 3号瞬結性薬液	1000cc	700cc+水300cc	700cc+水300cc
B液 アロンSR-H	1000cc	30g+水(残)	60g+水(残)
アロンSR-B	1000cc	110g	95g
計	2000cc	1000cc	1000cc

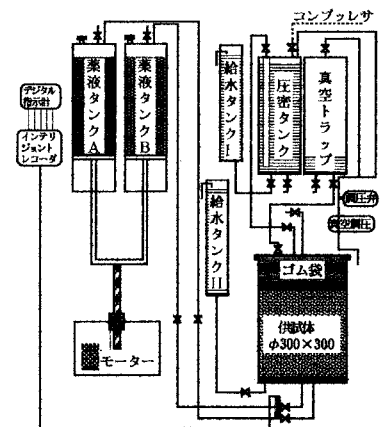


図-2 実験装置概略図

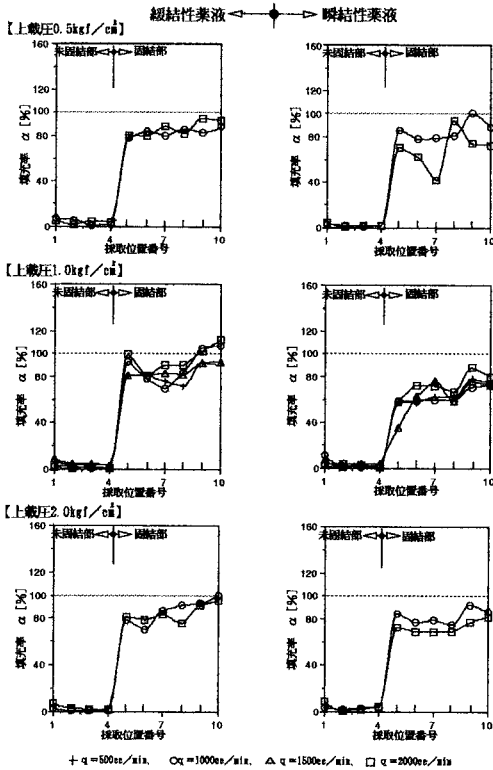


図-3 充填率の分布
(緩詰め供試体)

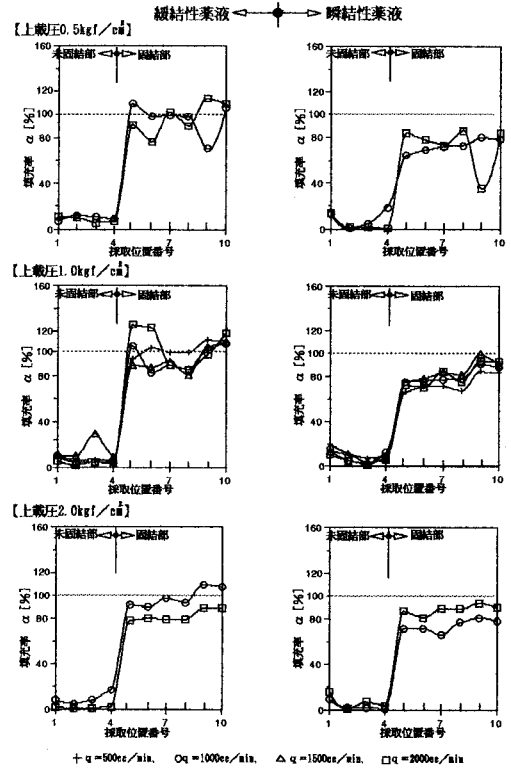


図-4 充填率の分布
(密詰め供試体)

4. 化学分析による充填率の分布

充填率 α の分布を見るために化学分析¹⁾用試料(約15g)を採取して分析した結果各々の条件により固結された固結砂体の形状に関わらず、未固結部と固結部での充填率 α には著しい差が見られる。

図3の緩詰め供試体への緩結性薬液を注入した場合、固結砂内部の充填率 α は70%~110%でどの上載圧 σ_v でもばらつきはあまりない。しかし図右側の瞬結性薬液の注入においては上載圧 σ_v が0.5 kgf/cm²の場合、固結砂内部の充填率 α はほぼ42%~100%と、ばらつきが大きい。しかし上載圧 σ_v が大きくなると瞬結性薬液の場合でも充填率 α の差が少なくなる。

図4の密詰め供試体への緩結性薬液の充填率 α は70%~125%でありに対し瞬結性薬液は64%~99%で、密詰め供試体が緩詰め供試体より、また緩結性薬液が瞬結性薬液より比較的高い値となる。この場合も上載圧 σ_v が大きくなると緩結性薬液や瞬結性薬液の間の充填率 α の差は小さくなる。

5. あとがき

以上の結果をまとめると次のようになる。

1) 緩結性薬液を注入した場合、固結体の形状は注入条件による体積間の差はあるが完全な球状になっており、理想的な浸透注入になっていると考えられる。しかし瞬結性薬液を注入した場合の固結体の形状は不規則となり割裂注入状態が認められた。しかし上載圧が大きくなるにつれてまた注入速度が早いほど固結体は球状に近い形になっている。

2) 固結砂内部の充填率は多少のばらつきが見られるが全般的に見ると緩詰めより密詰めが、瞬結性薬液より緩結性薬液が、上載圧が大きいほど充填率が高くなることを確認した。

参考文献

- 1) 川地武、喜多大三：薬液注入地盤における注入材の分布と注入効果、土と基礎VOL35、No5、pp45~50、1987。