

## III-529

## 注入固結砂のN値の変化に及ぼす薬液性状の影響

|       |     |       |
|-------|-----|-------|
| 明星大学  | 正会員 | 森 満雄  |
| 明星大学  | 正会員 | 阿部道雄  |
| 大木建設㈱ |     | 江本祐橘  |
| 早稲田大学 | 正会員 | 森 麟   |
| 建築研究所 | 正会員 | ○田村昌仁 |

1. まえがき 注入前後のN値の変化から注入効果を判定する方法は一般的な方法であるが、薬液が浸透固結した場合、N値がどの程度増加すればよいのか不明であった。筆者らは、既に水ガラス系薬液で浸透固結した砂のN値を実験的に調査し、固結砂の一軸圧縮強さなどが分かれば固結させた砂地盤のN値の増分を定量的に推定できることを明らかにした。しかし、水ガラス系薬液以外の薬液ゲルに関しては不明であり、N値の変化を支配する条件については明らかでない。ここでは、水ガラス系及びそれとゲル性状が大きく異なるアクリルアミド系の2種類の薬液を使用し、注入前後のN値の変化を室内貫入試験により調査した。

2. 実験装置及び試料 図-1には、実験装置の概要を示す。供試体の直径、高さはともに約60cmである。試料は、所定の密度が得られるように、試料砂を三軸装置に設置したモールド内で締め固めて、真空ポンプで負圧を与えた供試体を自立させた後、拘束圧を加えた。拘束圧の大きさは1, 2, 3kgf/cm<sup>2</sup>の3種類とした。実験方法の詳細は、文献1)を参照されたい。表-1には、試料砂の間隙比、摩擦角などを示す。試料は、市販のケイ砂3号、5号、7号の3種類である。表-2には、水ガラス系薬液(硬化材:ケリシザール, 促進剤:リン酸)及びアクリルアミド系薬液(日東SS, 促進材:デマホン)で固結させた固結土の一軸圧縮強さ $q_u$ 、粘着力 $c_u$ 、摩擦角 $\phi_u$ を示す。薬液は所定の一軸圧縮強さ( $q_u=2\sim3, 6\sim8, 12\sim14$ kgf/cm<sup>2</sup>の3水準)が得られるよう配合を調整した。なお、固結砂の三軸試験は非排水条件で実施した。

3. 固結によるN値の増加 図-2には、同一の相対密度と拘束圧における固結砂と未固結砂のN値の関係を示す。この図より、固結砂の一軸圧縮試験圧縮強さがほぼ等しいにもかかわらず、固結によりN値の増分は薬液の種類によって異なり、アクリルアミド系固結砂が水ガラス系固結砂がよりN値の増分が小さいことがわかる。アクリルアミド系薬液では、 $q_u$ が2~3kgf/cm<sup>2</sup>の系固結砂では、未固結な状態のN値が約5と小さい場合を除けば、固結によってむしろN値が小さくなっている。 $q_u$ が6~8kgf/cm<sup>2</sup>と大きい場合でも、未固結状態のN値が約40を超えると、固結によるN値の変化はほとんどない。

図-3には、N値の増分( $\Delta N$ )と固結砂の一軸圧縮強さの関係を示す。水ガラス系薬液の場合には、注入によるN値の変化は、 $q_u$ が2~3kgf/cm<sup>2</sup>及び6~8kgf/cm<sup>2</sup>においてそれぞれ5前後及び20前後であり、固結によるN値の増加が認められる。一方、アクリル系アミド薬液の場合には、 $q_u$ が2~3kgf/cm<sup>2</sup>ではN値の変化はマイナス側、 $q_u$ が6~8kgf/cm<sup>2</sup>ではN値の増分は2~10程度であり、薬液の違いによってN値の変化状況が異なることは明らかである。図-4には、未固結な状態のN値とN値の増分( $\Delta N$ )の関係を示す。この図より、アクリルアミド系薬液の場合には、固結砂の一軸圧縮強さがほぼ等しい範囲では、未固結な状態のN値が大きくなるにつれてN値の増分が小さくなり、むしろマイナスになりうるということがわかる。水ガラス系薬液の場合でも、 $q_u$ が2~3kgf/cm<sup>2</sup>と小さい場合には、N値の増分は未固結な状態のN値が大きくなるにつれて減少しているようである。

以上の結果より、注入によるN値の変化は、固結砂の一軸圧縮強さだけでなく、薬液の種類や注入前の未固結な状態のN値によって異なることがわかった。この原因としては、固結により摩擦角の変化が考えられる。表-1、表-2には、未固結砂及び固結砂の粘着力(未固結砂ではゼロ)と摩擦角を示しているが、これらの表より、固結砂の摩擦角と未固結砂の摩擦角を比較すると、固結砂の摩擦角が未固結砂より小さくなっていることがわかる。水ガラス系固結砂では、摩擦角の変化少ないが、アクリルアミド系薬液

では5度以上となっており、この差異は薬液のゲル性状に基づくものである。固結による摩擦角の低下が大きくなれば、粘着力が固結によって増加しても、支持力さらにはN値の減少を招く可能性がある。

4. まとめ 本研究は、注入固結による砂のN値の変化に及ぼす薬液性状などの影響を実験的に調査したものであり、主な結果は以下のとおりである。①浸透固結によるN値の増分は、固結砂の一軸圧縮強さ、相対密度、拘束圧が同一であっても薬液の種類によって異なる。②アクリルアミド系薬液は、水ガラス系薬液に比較して、注入固結によるN値の増分は小さい。また、固結によるN値の増分は、未固結な状態のN値が大きくなるにつれて低下する。③アクリルアミド系薬液では、N値が固結によって低下する場合があるが、これは固結砂の摩擦角が未固結な状態よりかなり低下するためと思われる。

参考文献 1)森他：N値による注入効果の判定について、第27回土質工学研究発表会、1992

表-1 未固結砂の種類

| 詰め方 | 相対密度 $D_r$ | 摩擦角 $\phi$ (°) |
|-----|------------|----------------|
| 緩詰め | 0.52~0.54  | 33~35          |
| 中詰め | 0.66~0.67  | 37~38          |
| 密詰め | 0.97~1.01  | 40             |

表-2 注入固結砂の種類

| 薬液         | 詰め方 | 相対密度 $D_r$                          | 一軸強度 $q_u$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 粘着力 $c_u$ (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 摩擦角 $\phi_u$ (°)        |
|------------|-----|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| アクリルアミド系薬液 | 緩詰め | 0.54~0.55<br>0.54~0.56              | 2.0~2.2<br>6.9~7.0                | 0.6~0.7<br>2.0~2.1               | 27~28<br>26~28          |
|            | 密詰め | 0.98~1.00<br>0.97~0.98              | 2.5~2.9<br>6.5~7.0                | 0.8~0.9<br>1.7~1.8               | 33~35<br>33~35          |
| 水ガラス系薬液    | 緩詰め | 0.54~0.58<br>0.51~0.59<br>0.46~0.52 | 2.4~2.8<br>6.3~6.7<br>12.1~14.2   | 0.8~1.0<br>1.8~1.9<br>3.3~3.5    | 30~32<br>30~31<br>29~30 |
|            |     |                                     |                                   |                                  |                         |
|            | 密詰め | 0.96~1.01<br>0.97~1.08<br>0.93~0.97 | 2.2~2.7<br>6.9~7.6<br>13.4~13.8   | 0.9~1.1<br>1.6~1.8<br>2.6~3.3    | 38~40<br>38~40<br>38~39 |

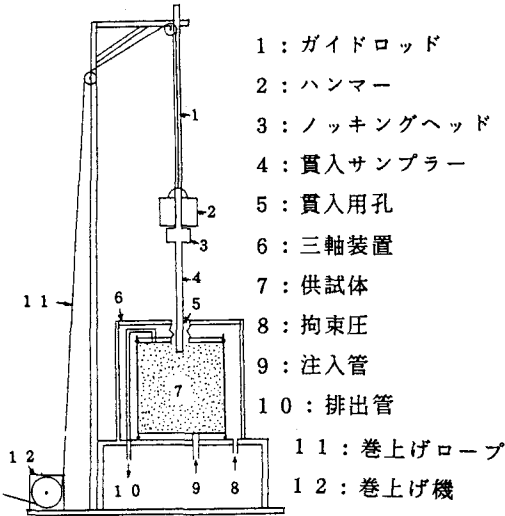


図-1 実験装置の概要

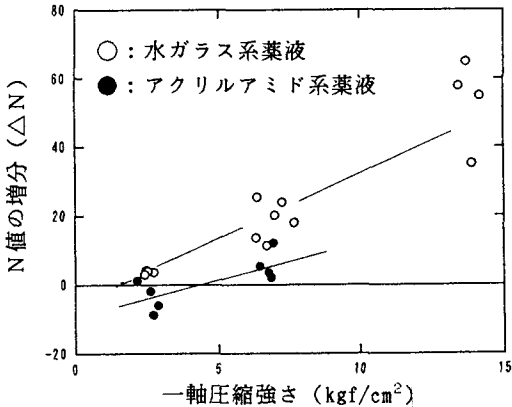


図-3 固結砂の  $q_u$  と N 値の増分 ( $\Delta N$ )

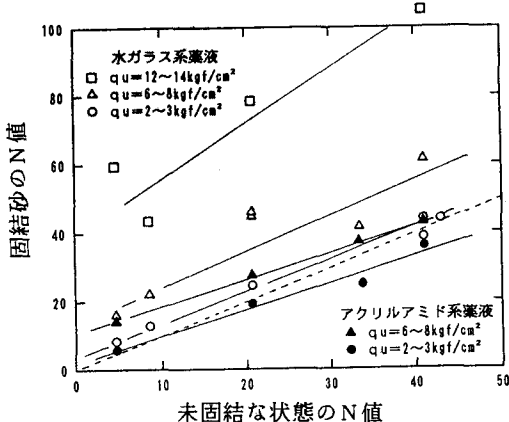


図-2 未固結砂の N 値と固結砂の N 値

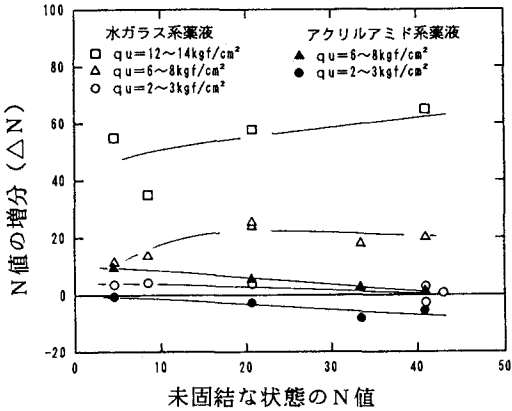


図-4 固結による N 値の増分 ( $\Delta N$ )