

# III-18

## 薬液注入における薬液の浸透と固結体の形成について

東北大学 学生員 ○森高英樹

東北大学 正会員 柳沢栄司

東北大学 正会員 崔 亢吉

1.はじめに 薬液注入工法は地盤改良工法の一つである。主に粘着力の増加あるいは透水性の減少を目的とした、各種工法の補助工法として用いられることが多い。この改良目的を満足するためには浸透注入が理想とされているが、地盤の不均一性などのために割裂注入が生じて改良効果が期待できない場合もある。そこで、均一な地盤において瞬結性薬液を用いた実験で、浸透注入となる条件に関する研究がなされている。

薬液注入を採用して施工した場合、その改良効果が目標に達していることを確認するのは、ほとんどの場合容易ではない。施工後には、現場透水試験およびN値の測定等を行うことにより、施工の適否を判断することも、また試験の種類を増やすことによってその精度をあげることも可能である。しかし、施工中に生じた、薬液の好ましくない挙動について、その時点で判断する手段はいまのところP—tチャートのみである。そのためP—tチャートから薬液の浸透状態を判断する研究も数多くなされている。

このような背景のもとで、本研究は、P—tチャートから薬液の浸透状態を予測する指標として、割裂現象が生じる圧力を予測し、これを施工管理に応用しようとする手法を考察しようとするものである。これには砂の中空供試体の内側の水圧徐々に増加させたときの破砕強度を用いる。瞬結性薬液を用いた実験を行い、そのP—tチャートで最初に現われる負の曲率の大きいところを割裂現象が生じた圧力とみなして、解析をおこなった。

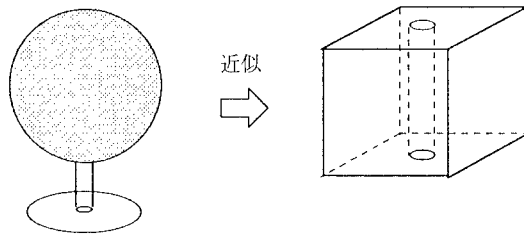


図1 割裂現象時の近似モデル

2.薬液注入実験 薬液注入実験は、均一な砂地盤での固結体の形状を見るためのものであるが、注入条件による変化の違いを考察するために、上載圧、注入速度を変えて行った。実験はそれぞれの条件について3回ずつ行った。ここでは、2種類のP—tチャートをあげ、これ以外の実験結果も含めた全体的な特徴をあげることにする。

図2は(a)、(b)ともに上載圧 $0.5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ゲルタイム5秒という条件で得られたものであるが、注入速度が、(a)は $2000 \text{ cc/min}$ 、(b)は $1000 \text{ cc/min}$ である。注入速度が違うので圧力の増加の様子も違うのであるが、注入初期について見れば、意味のある大きな違いが認められる。(a)には負の曲率の大きいところが現われているのに対して、(b)ではほぼ直線で、明確に値を定めることはできない。(a)のような増加傾向を示したのは、注入速度 $2000 \text{ cc/min}$ のものではすべて、他の注入速度では一部のみであった。そこで、注入速度 $2000 \text{ cc/min}$ のものについて理論値と比較する。

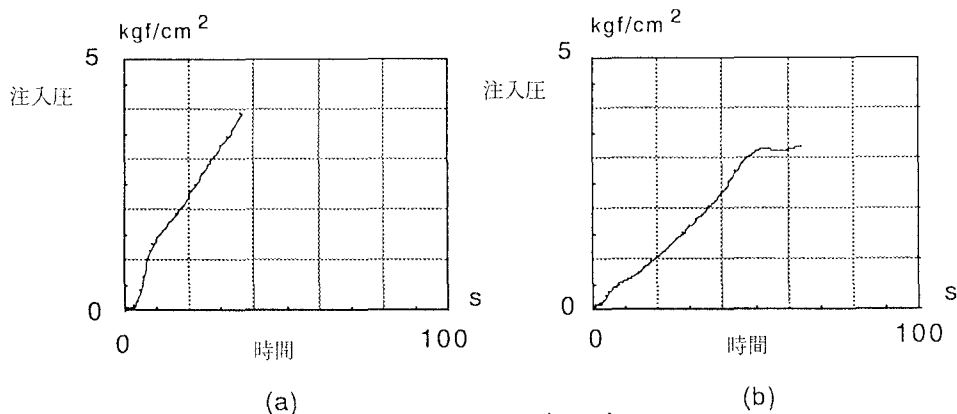


図2 P-t チャート

3.中空供試体の破砕強度を用いた理論値と実験値 中空供試体の破砕強度を表わす式は次のものである。

$$P_f = \sigma_3(1 + \sin \phi_u) + c_u \cos \phi_u \quad (1)$$

この式で表わされる圧力が、固結した薬液相を打ち破るのに必要な圧力であるとする。すなわち、注入開始からゲルタイムが経過したときの薬液相の最外部の水頭がこの圧力となったときに割裂現象が生じるとするものである。薬液相の最外部と注入管先端部での水頭差は小さいという仮定を使用して計算を行ってみた。

(1) 式は固結砂の  $c_u$  と  $\phi_u$ 、および側圧  $\sigma_3$  とで成り立つ。 $c_u$  と  $\phi_u$  は実験から求めることができた。 $\sigma_3$  は静止土圧としてもとめた。

以上をふまえ、実験結果と計算結果を表1に示す。

表1 実験結果と計算結果

| 上載圧 (kgf/cm <sup>2</sup> ) | 0.5 | 1.0 | 1.5 |
|----------------------------|-----|-----|-----|
| 1 回目                       | 1.3 | 2.4 | 4.3 |
| 2 回目                       | 1.6 | 1.7 | 4.1 |
| 3 回目                       | 1.3 | 2.4 | 4.8 |
| 理論値                        | 1.2 | 1.5 | 1.7 |

上載圧が大きくなるにつれ、値のずれも大きくなってしまった。薬液相の最外部と注入管先端部での水頭差が大きくなったせいとも考えられる。ここでは注入速度の影響を考慮することができなかったが、この点についてはまだ考察の余地がある。今後さらに考察しなければいけない。

<参考文献> "LABORATORY STUDY OF HYDRAULIC FRACTURING IN SOILS AND ITS APPLICATION TO GEOTECHNICAL ENGINEERING PRACTICE"

Ali KOMAK PANAH (1990)