

III-131 球空洞押し拡げ時の地盤内変位計測

日本通運 ○遠藤 聡
宇都宮大学工学部 日下部 治
旭化成建材 村上 浩
旭化成建材 堀口 隆司

1. はじめに

近年注目を集めつつある杭工法にポストグラウティングと呼ばれるものがあり^{21・22}、これは杭先端部及び杭周辺部に加圧しながらグラウティングを行ない埋め込み杭の支持力を増加させるというものである。支持力増加の原理は次のように理解されている。すなわち、グラウトの注入によって杭体と地盤の接触部での側方応力を増大させて、掘削時にゆるんだ地盤を側方に再び締め固めるとともに、杭先端下の地盤の密度を増加させ、杭先端支持力と周面抵抗力を同時に増加せしめるというものである。ポストグラウティング工法の主要な施工過程である地中部の加圧という過程が、土質力学的には地中空洞の押し拡げ問題と捉えて理解できると考えられるので、高い支持力発現の機構を周辺地盤変位挙動から捉えるべく、その計測を試みた。本報告はその第1報である。

2. 実験概要

球空洞押し拡げ実験は空洞押し拡げ圧の影響範囲及びX線の透過能力を考慮して作成された内部ひずみ測定用小型土槽（土槽内寸法：幅600mm、高さ500mm、奥行き300mm）を用いて行なった。この土槽内に小型のボアリング装置を用いてモデル砂地盤を空中落下法で作成し、相対密度が80～90%になるように自由落下高さを調節した。モデル砂地盤へは土槽上部のサーチャージバックにより任意の圧力に加圧した。実験装置の概要は図-1に示す通りで、X線発生装置（最大X線管電圧 200KV、X線管電流 5mA）が設置されている遮蔽ボックス内に内部ひずみ測定用土槽を配置した実験装置本体とX線装置のコントロールボックス、増圧装置、貯水タンクおよびエアーコンプレッサーからなっている。球空洞の模型としては鉛粉を表面につけたゴムボール（直径 $d \approx 30\text{mm}$ ）を用い、モデル砂地盤の中央に設置した。そしてゴムボール内に水を充填しておいて、シンプレックスチューブを介して増圧装置を用いて押し拡げ実験を行ない、その挿入体積量と押し拡げ圧を測定した。また地盤作成の途中ではX線撮影用のターゲット（直径2mmの鉛玉）を球空洞のまわりに縦・横1cmのピッチで約20cmの範囲で配置した。そしてこれを球空洞の押し拡げ実験の任意の圧力段階でX線撮影することにより、空洞の押し拡げに伴う地盤の変位量を測定した。

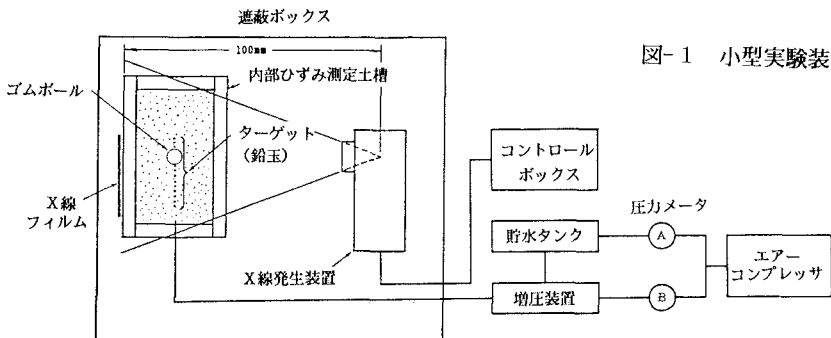


図-1 小型実験装置

3. 実験結果と考察

図-2は押し拡げ圧 p と体積挿入量 v との関係であり、大型土槽を用いた実験結果³⁾と同様 $p \sim v$ 関係は双曲線近似が可能であり上載圧が大きいほど極限押し拡げ圧 p_u は大きいという結果となっている。各実験では初期状態も含め4～6の段階でX線撮影を行なった。その結果の一例($\sigma_v=2.0\text{kgf/cm}^2$, $p=24\text{kgf/cm}^2$)を図-3に示す。この図は、空洞の押し拡がりに伴う地盤の変位性状をよく表わしており、各鉛散はほぼ半径方向に移動し、その移動量 u は、球空洞に近いほど大きく、周辺地盤が締め固まっている様子がよくわかる。

X線写真より空洞中心から距離 r での点の変位量をデジタイザーによって読み取った値 u を r との関係に示したのが図-4である。図中には押し拡げ圧 $p=8.0\text{kgf/cm}^2$ と実験上の最大押し拡げ圧 $p=24\text{kgf/cm}^2$ についての2種類の変位分布を示してある。もちろん、押し拡げ圧の増加に伴い地盤変位が空洞壁近傍で急増しているのがわかる。この傾向を非線型の最小二乗近似すると今回の実験では、

$$u \propto (1/r)^{1.2 \sim 1.6}$$

に比例していることがあきらかとなった。これはVesic⁴⁾が示した塑性領域内の σ_v の r 方向の低減傾向と極めて類似した関係となっている。

他の実験条件下も含め最大押し拡げ圧時では、空洞半径は2.0～2.5cmと拡大しており、そのときの地盤の変位量の大きい部分は空洞半径の3.5～5.0倍の範囲にあり、この部分の地盤が締め固められていることを示唆している。これは別途実施した大型土槽での押し拡げ実験で実施した土研式貫入試験より空洞半径の4～5倍の貫入抵抗の増大が著しいこともよく対応している³⁾。

4. おわりに

今後X線写真の解像度を向上させ、より精度の高い計測をすすめる予定でいる。なお東京ガス技術研究所導管研究室の方々に貴重なアドバイスをいただいた。記して謝意を表わしたい。

<参考文献>

- 1) Bruce.D.A.(1986):Enhancing the performance of large diameter piles by grouting,Ground Engineering,May,pp.9-15.
- 2) Horiguchi (1988):An example of post grout piles in Japan, Proc. of 8th ARCSMFE, Kyoto, Vol.23
- 3) 堀越、網川、横山、日下部(1988):砂地盤中の球空洞押し拡げ実験、第23回土質工学研究発表会講演集
- 4) Vesic(1972):Expansion of cavities in infinite soil mass, Jour. of SMFD, ASCE,Vol.98,No.SM3,pp.265-290.

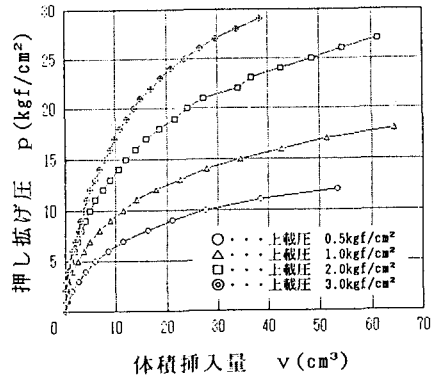


図-2 体積挿入量 v －押し拡げ圧 p の関係

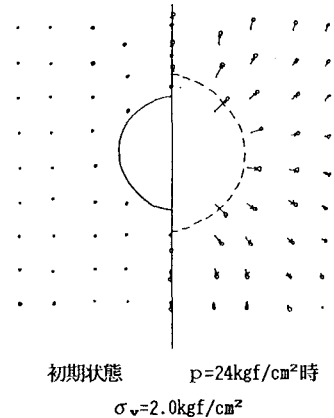


図-3 X線写真より得られた変位ベクトル

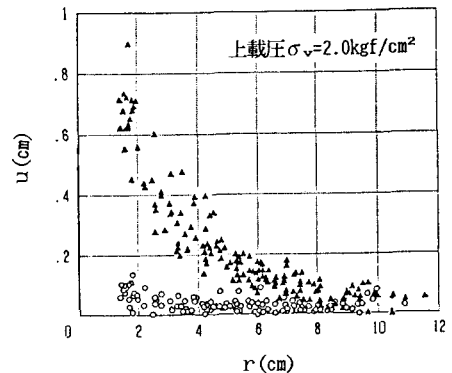


図-4 地盤変位量 u と空洞中心距離 r の関係