

支持力試験時の砂内部変位について

—写真計測による変位測定—

東北大学工学部 学生員 ○飯田治男

同 正 員 飛田善雄

1. まえがき

地盤の変形をモデル的に測定する方法として マーカーによる方法 X-ray を用いる方法が知られている。又 砂の様な粒状体については、円柱を用いたシミュレーション 樹脂で固めて顕微鏡で観察する方法が知られている。この報文は、測定器具も計測手法も比較的簡単な写真計測を応用して、支持力試験の際の砂内部の砂の変位挙動を観察した結果を述べるものである。又 種々の実験結果と比較し、その考察を行な、た結果を報告する。

2. 実験装置

実験装置の概要を図1に示す。装置は、ジャッキにより準静的に任意の荷重をフーチングを通し砂房地盤へ作用させることができる。フーチングは 幅45mm 長さ300mmの剛性基礎と考える。ガラス壁上に2cm間隔に白糸でメッシュをほどこした木枠をあて変位測定の基準としている。

今回は、主に砂房地盤へ任意の荷重を作用させ その時の沈下量を測り 砂内部のひずみ分布を写真計測で測定し、その進展を荷重沈下曲線と比較することを目的としている。

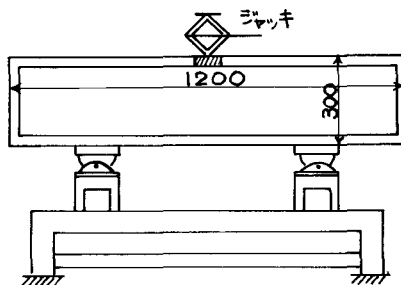


図1 実験装置の概要図

3. 測定原理

測定原理は、Butterfield et al⁽¹⁾ 村山の報文⁽²⁾に詳しいので割愛させて頂く。重要な事は、砂粒子そのものの変化を捉える事ができるという事で、詳細な変位が必要となる場合には、実験をやりなおすことなく、求める事ができる。

4. ひずみの定義

砂の様な粒状体の変位挙動を考える場合に、変位がひずみとして表現されていると理解し易い。ひずみは基準線の交点における4つの点ABCDを利用して、その中心点Oのひずみを図2により定義した。変位が急激でない限り、基準線長さ2cm程度のメッシュで十分に精度の良い事が知られた。

5. 実験方法

用いた試料は、Gs=2.62 粒径2.0mm~0.84mm、 $e_{max}=0.88$ $e_{min}=0.68$ やや角張った粒子である。ゆる詰の砂は、ロータの先を5cmに保ち均等にまいた。この時の平均間げき比は、 $e=0.82$ であった。密詰の砂は、厚さ5cm毎に、ゆる詰のと同

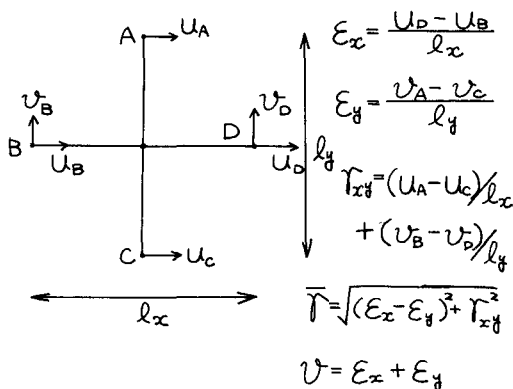


図2 ひずみの定義

じ状態でまき、突き棒を用いて各層80回突き、側壁を木槌で軽くたたいた。
この時の平均間がキ比は $e=0.73$ である。この時の状態を変位0とした。

6 実験結果と考察

解析例として、ゆる詰め砂のセン断ひずみ分布の発達について報告する。
図3に代表的な荷重-沈下曲線を示す。①は 密詰の状態 ②は ゆる詰め
の状態を示す。ゆる詰め状態の荷重-沈下曲線で、荷重-沈下曲線の立ち上り
部(A) ひずみ硬化部(B) ピーク附近(C) ピーク部(D)における粒子の最大セン
断ひずみ分布を図4~7に示す。フーチングの沈下変位に応じてひずみ分布
が広がる様子が解る。ひずみ場は、初めフーチング直下の砂の表面部分の要
素だけでなく、ひずみに深に要素にも発達し、下方及び側方へ広がってい
く。ひずみ分布は、ピーク附近へ近づくことと卓越することが図4~7より解る。
最大セン断ひずみが6%程度になると連続的なひずみ線が形成される。この
値は、供試体試験等のピークの近傍の
最大セン断ひずみと対応しており、以
後ひずみ硬化状態へ移り、それまで受
けていた荷重を他の要素に分配す
る機構と何らかの関連があるものと思
われる。

また プラントルの理論により内部摩
擦角を $\phi=30^\circ$ とした時のすべり線を
図7に示す。これとピーク時の連続的
なひずみ線とを比較するとほぼ近似し
ていることが解る。

山口らのX-rayによる方法によ
り得られた結果を図8~9に示す。こ
れは、本実験結果と類似したものであ
る。このことから、本実験がガラス面
上の砂粒子の挙動のみではなく、砂層
内部における砂粒子の挙動をも推察で
き、この方法の有用性を示しているも
のといえる。

参考文献

- (1) Butterfield et al
「A stereo-photographic
method for measuring
displacement fields」
Geotechnique Vol.20
- (2) 村山 井上「ラシテ写真による
砂上のヒン断時の変位測定」
第13回土質工学会学術大会報告集

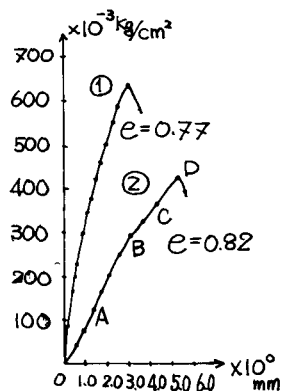


図3 フーチングの
荷重-沈下曲線

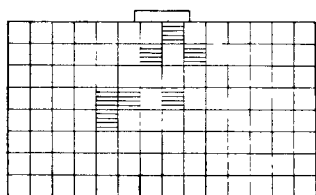


図4 立ち上り部の
ひずみ分布

$$\bar{\sigma} = 127.8 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

$$\square \leq 5\% \quad \blacksquare 5 < \gamma \leq 10\% \quad \text{||||} 10 < \gamma \leq 15\% \quad \text{|||||} 15 < \gamma \leq 20\% \quad \text{||||||} 20 < \gamma \leq 23\% \quad \blacksquare \gamma > 23\%$$

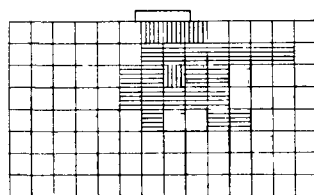


図5 ひずみ硬化部の
ひずみ分布

$$\bar{\sigma} = 248.2 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2$$

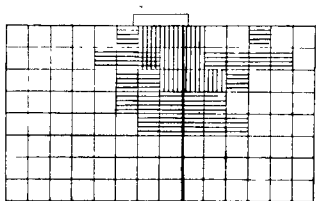


図6 ピーク附近の
ひずみ分布

$$\bar{\sigma} = 383.4 \text{ kg/cm}^2$$

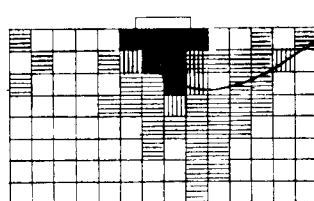


図7 ピーク部の
ひずみ分布

$$\bar{\sigma} = 426.0 \text{ kg/cm}^2$$

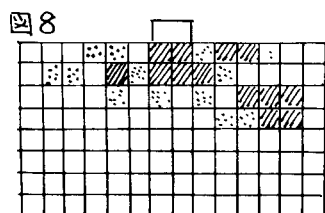


図8

X-rayによる測定

立ち上り部

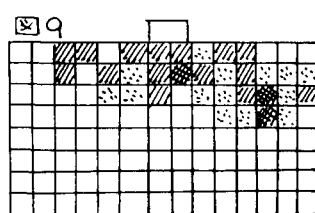


図9

ひずみ硬化部

$$\square \leq 5\% \quad \blacksquare 5 < \gamma \leq 10\% \quad \text{||||} 10 < \gamma \leq 15\% \quad \text{|||||} 15 < \gamma \leq 20\% \quad \text{||||||} 20 < \gamma \leq 23\% \quad \blacksquare \gamma > 23\%$$