

浅層双設空洞を有する砂質土地盤の支持力機構に関する研究

鹿児島大学 学生員○畦坪 伸一郎
 鹿児島大学 正会員 北村 良介

鹿児島大学 正会員 山本健太郎
 鹿児島大学 正会員 平 端樹

1. はじめに

近年、用地確保並びに環境・景観などの問題で構造物の設置を地上に求められない場合が増加し、多くの構造物が地下に設置される傾向にあると言える。これからの時代では、幹線道路・鉄道・電線なども地中に設置され、地下空間の開発が盛んに押し進められるであろう。そして、地下には複数の地中構造物が増加し、複数の空洞の上にもビルなどの構造物を設置しなければならない事例が増加することが予想される。

現在のところ、複数の空洞を有する砂質土地盤の支持力機構に関して、あまり明らかにされていない。この事を踏まえ、本研究では砂質土地盤を想定したアルミ棒積層体模型地盤を用いて、浅層双設空洞を有する砂質土地盤の支持力や破壊メカニズム並びに、空洞間の相互作用に関する基礎的な研究を実施した。

2. 実験条件並びに実験方法

図-1 には支持力試験機の概略を示す。アルミ棒積層体模型地盤の詳細に関しては、参考文献 1), 2) にゆずる。空洞は円形とし、flexible な硬い紙を用いた。空洞の周りにはアルミ棒との噛み合わせをよくするために、アルミ棒の比率を考慮した上でアルミ棒を貼り付けた。空洞直径 D に対する空洞上端までの深さ比 H/D を 1.0, 1.5, 2.0 の 3 ケースとし、空洞中心間の距離を d とし、 d/D を 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 の 4 ケースとした。ここでは、基礎の長さ $L=150\text{ mm}$ を用いた結果のみを報告する。

3. 実験結果と考察

図-2 には硬い紙 ($d=45\text{ mm}$, 厚さ 2 mm) を使用した場合における載荷圧と無次元化された垂直変位 (S/L) の関係を示す。 H/D は 1.5 と一定とし、 d/D を変化させている。ここでは載荷初期から載荷圧に急激な減少が見られ、すべり面の発生が確認できた時の荷重レベルを極限支持力と見なした。図-2 を見ると、 $d/D=2.0$ と $d/D=2.5$ の 2 ケースでは $S/L=0.0266$, 0.040 の時に極限支持力が得られた。このときに観察された破壊メカニズムをそれぞれ図-3, 4 に示す。これらから、 H/D が 1.5 と同一の場合、 $d/D=2.0$ のケースは $d/D=2.5$ と比べて、より小さい沈下レベルで極限支持力が得られるが、極限支持力と破壊メカニズムに関しては $d/D=2.5$ が $d/D=2.0$ のケースに比べて大きくなるのがわかる。そして、極限支持力が得られた沈下レベル以上に載荷を進めると、空洞が動くことによって、破壊影響範囲が拡大することも観察された。また、 $d/D=2.0$ と $d/D=2.5$ を比較すると、 $d/D=2.0$ では空洞間の距離が離れていないため、すべり面が発生しにくく、まず空洞の上にすべり面が生じる。次に、沈下が進むことにより、空洞下にもすべり面が生じることが観察された。

図-5 には、硬い紙 ($d=45\text{ mm}$, 厚さ 2 mm) を使用した場合における載荷圧と無次元化された垂直変位 (S/L) との関係を示す。ここでも載荷初期から載荷圧に急激な減少が見られ、すべり面の発生が確認できた時の荷重レベルを極限支持力と見なした。ここでは、

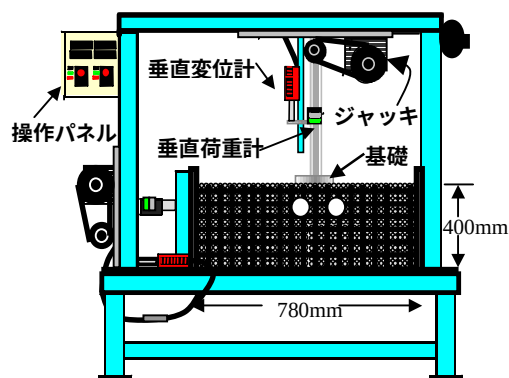
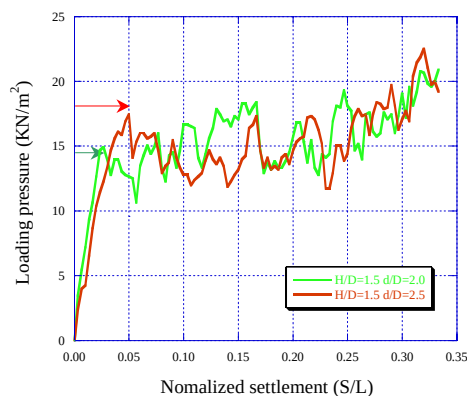


図-1 支持力試験

図-2 載荷圧— S/L との関係

d/D は 2.5 と一定とし、 H/D を変化させている。 $H/D=1.0, 1.5, 2.0$ においては $S/L=0.017, 0.040, 0.037$ の時に極限支持力が得られた。 $H/D=1.5$ と 2.0 のケースにおいては荷重—沈下曲線に大きな違いが見られないこともわかり、極限支持力、破壊メカニズムともにほとんど同じであった。なお、 $H/D=2.0, d/D=2.5$ のケースにおいては基礎と双設空洞との位置関係やアルミ棒のインターロッキングなどにより、左右対称にきれいにすべり面が生じにくい傾向があることなども観察された。すべり面が左右対称とならず、片側のみに少し顕著に生ずる場合などは、より浅い沈下レベルで極限支持力を生ずる傾向となった。また、 $H/D=1.5$ のケースにおける破壊メカニズムはすでに図-4 に示しているの、図-6 には $H/D=1.0, d/D=2.5$ の時の破壊メカニズムを示す。

これまでに示した荷重—沈下曲線と破壊メカニズムを合わせて考察すると、 H/D が同一の場合、 d/D が増加するにつれて、極限支持力が得られる時の沈下レベル並びに、極限支持力と破壊メカニズムともに増加する傾向があることがわかった。次に、 d/D が同一で、ある程度 H/D が増加する（深くなる）ほど、極限支持力が得られる時の沈下レベル並びに、極限支持力と破壊メカニズムともに増加する傾向があることがわかった。さらに、破壊メカニズムの写真である図-3, 4, 6 を比較する。 d/D のみが異なる図-3, 4 を見ると、図-3 よりも図-4 の方が破壊メカニズムが左右対称に少し大きく生じていることが観察される。一方、 H/D のみが異なる図-4, 6 を見ると、 H/D がより大きい図-4 の方が破壊メカニズムが大きく生じていることが観察される。その場合、極限支持力を生じた沈下レベル S/L が大きいこともわかる。破壊メカニズムに関しては、 H/D が浅いほどより小さい沈下レベルで極限支持力を生じ、その時に生じたすべり面が元となり、基礎の沈下が増加するにつれて空洞も動き出し、より顕著に大きなすべり面が生ずることが観察された。 H/D が大きい場合は、一度、すべり面は空洞の位置よりも浅いところで生じ、さらに基礎の沈下が増加することによって、空洞下からもすべり面が生じ、より大きな破壊メカニズムを形成していくことも観察された。

4. 終わりに

今後は、双設の空洞の位置をずらした場合でどういった結果が得られるかを調べ、また実験のみならず画像処理解析や数値解析を実施していく予定である。また、空洞形状や大小異なる空洞形状を有する砂質土地盤の支持力を算定する方法も検討したい。

【参考文献】1)大川他：アルミ棒積層体模型地盤を用いた空洞を有する地盤の支持力試験、平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-040, pp.455-456, 2006.3. 2) Yamamoto, K. and Kusuda, K.: Failure mechanisms and bearing capacities of reinforced foundations, Geotextiles and Geomembranes 19(3), pp.127-162, 2001.



図-3 観察された破壊メカニズム
($H/D=1.5, d/D=2.0, S/L=0.0266$)



図-4 観察された破壊メカニズム
($H/D=1.5, d/D=2.5, S/L=0.040$)

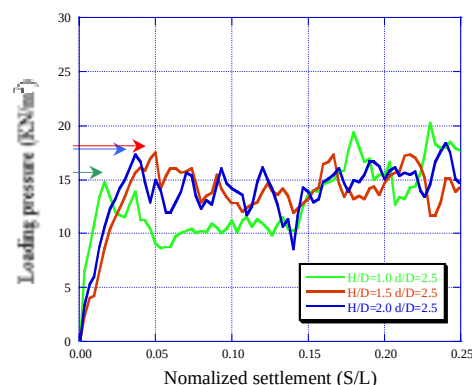


図-5 載荷圧— S/L との関係



図-6 観察された破壊メカニズム
($H/D=1.0, d/D=2.5, S/L=0.017$)