

底面形状の異なる浅い基礎の地盤破壊形態の検証

熊本大学大学院 学生会員 ○中村 誠孝

熊本大学大学院 正会員 大谷 順

1. はじめに

地盤の支持力は帯状基礎を対象とした数多くの実験結果から定式化され、一般に矩形基礎や円形基礎下の地盤に生じる三次元的な破壊を対象とした支持力は、支持力公式の各項に形状係数を乗じることで求められる¹⁾。しかし、この形状係数は三次元的に地盤破壊現象を取り扱うことの難しさから、経験的な側面が大きく、構造物の基礎設計では支持力を正しく評価されていない可能性がある。著者らはこれまでX線CTを用いて、地盤内部の密度変化から三次元的な地盤破壊挙動の把握に取り組んできた²⁾。本研究では、極限支持力算定式における形状係数に着目し、面積が等しく底面形状の異なる基礎を対象としてX線CTスキャナを用いた地盤破壊形態の検証を行った。

2. 実験概要

道路橋示方書に示された直接基礎の極限支持力算定式は以下のように定義されている¹⁾。

$$Q_u = A_c \{ \alpha k c N_c S_c + \kappa q N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma_1 \beta B_e N_\gamma S_\gamma \} \quad \cdots \cdots (1)$$

式(1)において上載荷重 $q=0$ の砂地盤($c=0$)の条件を想定すると、地盤条件が等しい場合、極限支持力は基礎の底面積と形状とに影響されると考えられる。本研究では基礎底面形状が支持力特性に及ぼす影響を考察するため、面積が等しく底面形状の異なる基礎を用いた模型実験を行った。

図-1に実験装置の概要を示す。実験に用いた模型地盤は、CT撮影を考慮しφ300mmの亚克力製の円筒形の土槽を用いて豊浦砂を相対密度90%程度となるよう200mm充填した。模型基礎は底面積1600mm²とし、底面形状が正方形のものと、短辺と長辺の比がそれぞれ1:1.5と1:2となる長方形の計3ケースで実験を行った。基礎底面には両面テープを貼り、地盤との摩擦を十分に発揮させた。荷重は万能試験機を用いて0.1mm/min.の速さで行い、ピーク後に再び荷重が上がり始め、深い基礎の挙動が現れ始めるまで基礎の貫入を行った。

3. 実験結果

荷重試験により得られた応力 - 変位関係を図-2に示す。グラフより基礎底面積が等しい場合、ピーク時の荷重は基礎形状に関わらず比較的一定な値を示すといえる。また、基礎底面の短辺と長辺の比が大きくなるほどピーク後のひずみ軟化が著しく、より浅い沈下量で再び荷重が上がり始めた。

次に図-2の荷重過程より、各基礎を10mm沈下させた時点でCT撮影を行った。図-3は地盤深さ15mmでのCT値頻度分布の変化、図-4は基礎中心を通る異なる二方向のCT断面画像を示している。図-3より基礎の沈下によりCT値の低い領域が増加している事がわかる。また図-4において、CT値-200以下の領域について着目すると、長方形基礎では短辺方向断面(断面①)において明瞭な線状の低密度領域が見られるが、長辺方向断面(断面②)では主働くさび周辺の地盤に広く密度低下が確認された。また、正方形基礎においても線状の領域は確認されるが長方形基礎ほど明瞭ではなく、主働くさび周辺地盤も広く密度低下を起こしている。表-1はそれぞれの基礎における辺の長さと、各方向における基礎底面と主働くさびのなす角度を示している。模型地盤が相対密度90%程度の密な砂地盤であることを考慮すると、内部摩擦角は40°以上であるので、CT画像より得られたくさび角度は一般的なRankineの土圧理論に基づく値($\pi/4 + \phi/2$)より小さい値となった。また、基礎底面形状が細長いほど、くさび角度は大きくなる傾向が見られる。

4. まとめ

基礎底面積が等しい場合、ピーク荷重は基礎形状に関わらず比較的一定な値を示した。また、正方形基礎と長方形基礎では異なる地盤破壊形態を示し、基礎形状が細長いほど基礎底面と主働くさびのなす角度が大きく短辺方向に明瞭なすべり線が生じ、残留荷重は小さくなる傾向が見られた。今後は得られたCT画像を

基に、すべり面表面積や主働・受働領域体積などの定量的評価を行い地盤破壊特性の考察を行う。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ 共通編，Ⅳ 下部構造編），pp.269-279，2002.3
- 2) 中村誠孝，大谷順：浅い基礎における基礎底面形状の違いによる三次元地盤破壊特性の解明，第43回地盤工学研究発表会

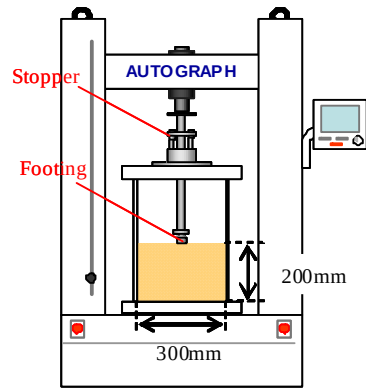


図-1 実験装置概要

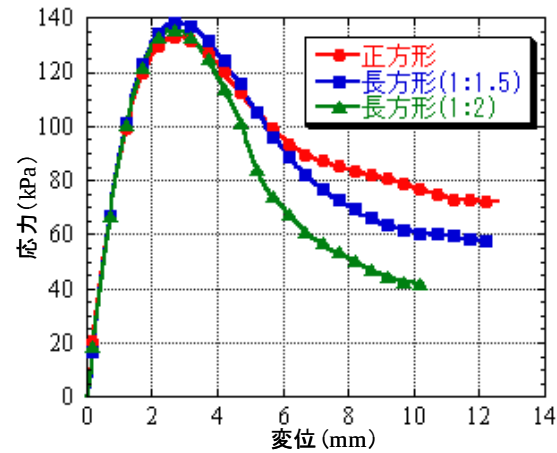


図-2 各基礎形状での応力-変位関係

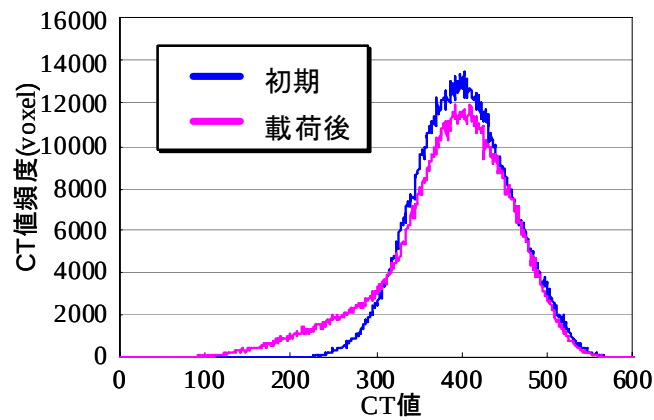


図-3 基礎載荷による CT 値頻度分布変化

表-1 基礎底面とすべり面のなす角度

底面形状	基礎幅(mm)		くさび角度
正方形	辺1	40	42.90°
	辺2	40	45.55°
長方形(1:1.5)	短辺	32.65	52.25°
	長辺	49	54.93°
長方形(1:2)	短辺	28.3	58.53°
	長辺	56.55	57.41°

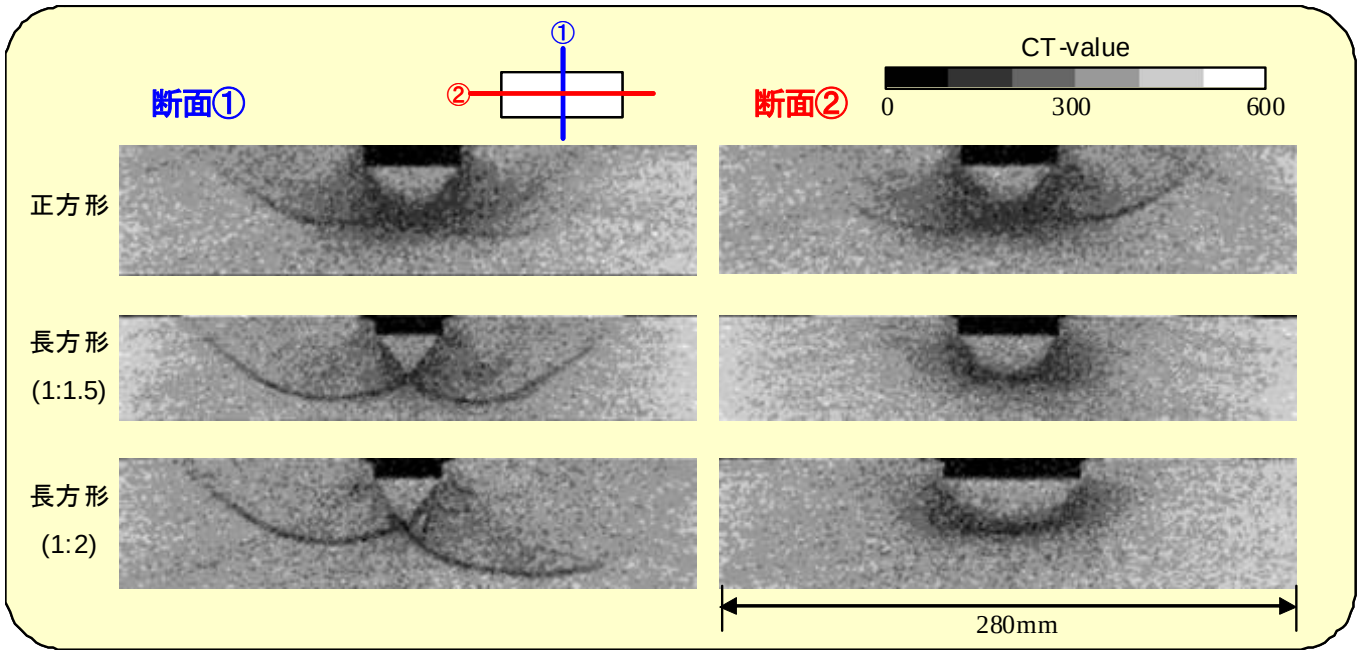


図-4 CT 縦断面画像