

砂地盤の支持力における根入れ効果と深さ係数について

中央大学 学生会員 多田 武悦
 中央大学 学生会員 戸田 圭亮
 中央大学 正会員 齋藤 邦夫
 中央大学 正会員 石井 武司

1. はじめに

様々な機能を有する上部構造物を安全に支えるには基礎の設計が重要である。その為にも地盤がせん断破壊を起こさない様な支持力の考察が必要である。支持力は粘着力項、自重項、サーチャージ項の和で計算され、根入れ深さが増すとサーチャージ項が大部分を占める。よって、軟弱地盤であってもケーソン基礎の様に深く根入れをすることによって構造物を支えることができる。このように、根入れ効果が支持力に及ぼす影響は大きいため、それらの関係を解明していきたい。

そこで本研究では、砂地盤における支持力模型実験を行った。根入れ深さを変えて載荷をすることにより、根入れ深さと極限支持力や荷重 沈下関係の違いを観察し、根入れ効果について考察した。

2. 支持力模型実験概要

2.1 実験装置について

支持力模型実験に用いたフーチングは、幅 $B = 100 \text{ mm}$ 、 $L = 400 \text{ mm}$ 、高さ $H = 500 \text{ mm}$ で、底面に硅砂 2 号をアルダイトで貼り付け底面粗の状態とした。模型地盤の作製には図 1 の様な装置を用いた。本装置ではクッションタンクを左右に移動させながら砂を直径 900 mm 、高さ 1200 mm の土槽に空中落下させることができる。クッションタンク先端の開口部の幅を変えることにより密度調整が可能であり、多重ふるいを併用してより均質な地盤が作製できる。また、ストックタンクに貯まっている砂を真空で吸い上げて供給させながら砂を降らせるので、効率良く作業が出来る利点がある。

2.2 模型地盤作製

模型地盤は、図 2 の様に硅砂 7 号を空中落下させ、土槽底面から 750 mm の高さまで堆積させ、地表面を整形する。後にフーチングを設置し、再び硅砂 7 号を目標根入れ深さ D まで堆積させる。このときの相対密度は $D_r = 80\%$ に調節した。また、硅砂 7 号の物性値は表 1 に示す。

2.3 載荷実験

模型地盤作成後は、土槽の上に写真 1 の様な載荷装置を取り付け、実験を開始する。載荷装置の概略図を図 2 に示すが、ロードセルと変位計で載荷荷重とフーチング沈下量を測定でき、荷重 沈下関係を求めることができる。荷重は載荷ロッドを通してフーチングに加えられる。載荷速度は 0.2 (mm/sec) とし、実験は $D/B = 0, 1, 2, 4$ の 4 ケース行った。

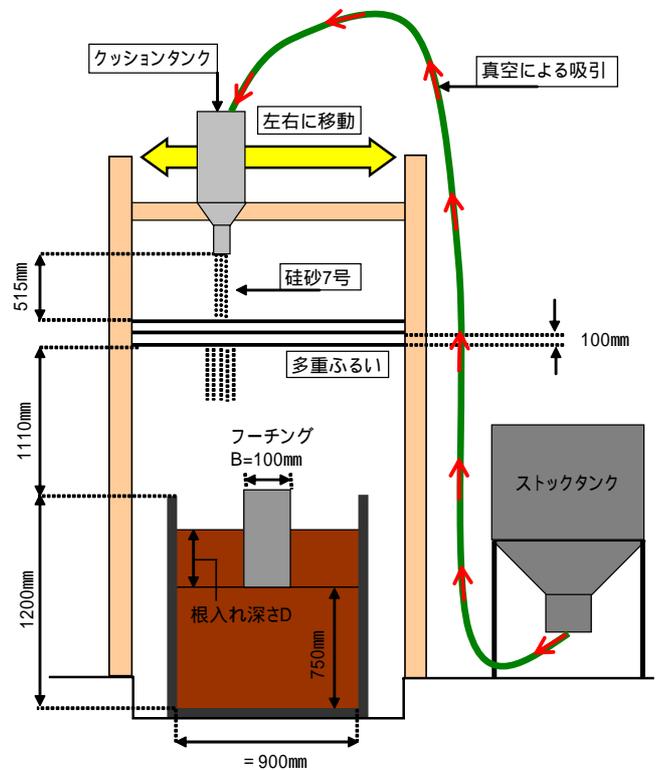


図 1 模型地盤作成装置

表 1 硅砂 7 号の物性値

試料名	硅砂 7 号
土粒子密度 (g/cm^3)	2.654
最大密度 (g/cm^3)	1.592
最小密度 (g/cm^3)	1.249
平均粒径 (mm)	0.18
均等係数	1.36
内部摩擦角 ($^\circ$)	43.8

キーワード 砂地盤 支持力 載荷実験 根入れ効果

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

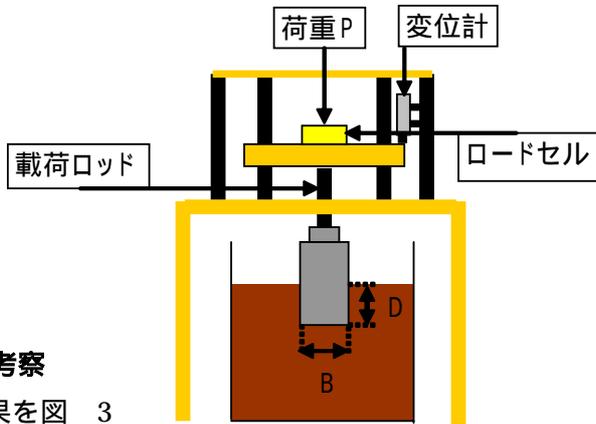


図 2 载荷装置概要図

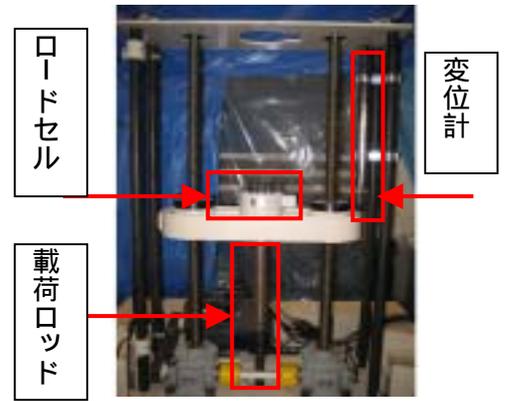


写真 1 载荷装置

3. 実験結果と考察

模型実験の結果を図 3

に示す。グラフから読み取れる様に、根入れ深さが増

すと極限支持力が増加していることがわかる。また、それぞれの条件に 60(kN/m²)の応力が働いているときの沈下量を比較してみると、B/Dの増加に伴い沈下が抑制されていることもわかる。このことから、根入れ効果とは支持力の増加と沈下の抑制という2つの効果がある。荷重がピークを迎えた後も、荷重は低下しないが、これはフーチングの沈下に伴う根入れ効果によるものである。

グラフがピークを迎えたときの荷重を極限支持力とし、プロットしてみると図 4 の様になった。テルツァギの一般支持力式

$$q = cN_c + \gamma_t DN_q + \frac{\gamma_t B}{2} N_\gamma \dots (1)$$

これによると、根入れ深さと極限支持力は直線関係であるが、図 3 を見ると曲線的な関係がある。よって、根入れ効果による深さ係数で式 (1) を補正しなければ正確な支持力は求まらないと言える。

また、自重項に基づく支持力と根入れ効果によるサーチャージ項に基づく支持力に分割して考える。図 4 の様に根入れ深さの増加に伴いサーチャージ項の占める割合は増加する。それも、根入れ深さと極限支持力が曲線的な関係にある事から、急激に増加する。つまり、非常に深く根入れをすると、ほぼサーチャージ項だけでフーチングを支えていると言える。よって、内部摩擦角、粘着力が小さい軟弱地盤であっても根入れをすればサーチャージ項によってフーチングを支えることが出来る。

4. まとめ

今回の実験により、根入れ効果が支持力に及ぼす影響は非常に大きいことがわかった。今後は実験ケースをもっと増やし、より正確な極限支持力を求めていきたい。それに伴い一般支持力式の深さ係数について詳しく考察していこうと考えている。

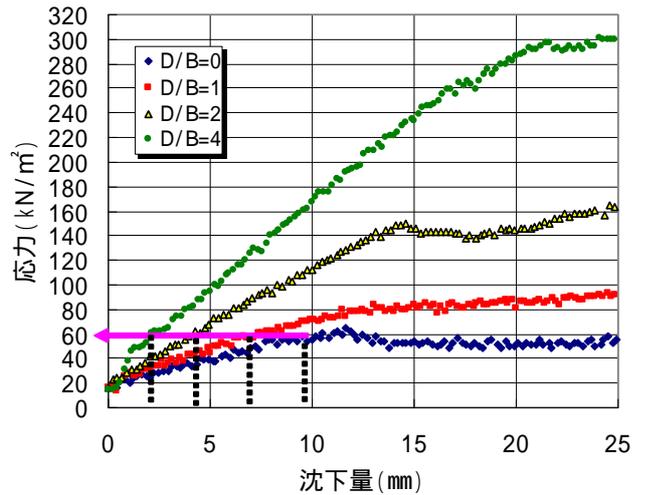


図 3 D/B と荷重 沈下関係

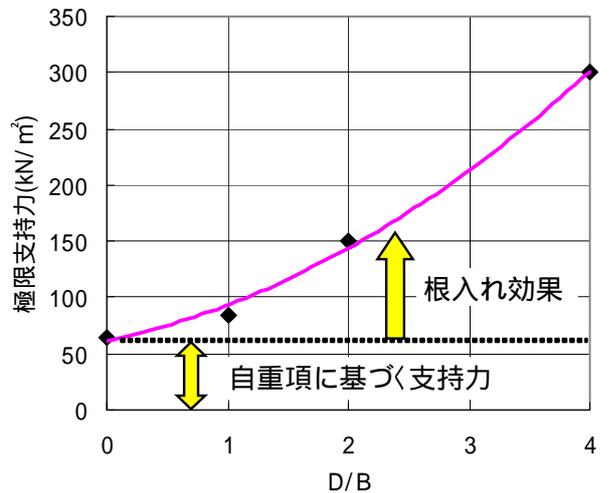


図 4 D/B と極限支持力の関係

参考文献) 1) 山口柏樹 著 土質力学
2) 石原研而 著 土質力学