

産業用ロボットの模型実験適用性の検討

広島大学 大学院 学生員 ○門田 哲治
広島大学 大学院 学生員 西浦 正幸
広島大学 工学部 正 員 日下部 治

1. まえがき

地盤工学分野の模型実験では、人為的ばらつきを排除し再現性のある試験を行うことが望ましい。その目的のために、今回市販の産業用ロボットを用いて、その地盤工学模型実験への適用性を検討してみた。

地盤工学の模型実験へ産業用ロボットを用いることによって次のようなことが可能となることが期待される。人間の操作では不可能な複雑な载荷・除荷過程の忠実な再現、極めて精度の高い変位制御試験、長期間の繰り返し载荷を行うことなどである。また、ロボットに内蔵された標準プログラムを用いることで実験の熟練度によらず人為的な実験誤差を最小限にでき、多様な実験の標準化も将来可能となろう。

2. 実験概要

本実験では、最も単純な砂地盤上の支持力問題をテーマに取り上げ、産業用一軸ロボット(YAMAHA FLIP SERIES HS-350)を用いた。実験装置を写真-1に示す。実験装置に用いた一軸ロボットの仕様を表-1に、また、模型地盤を作成する際に用いた標準砂の諸元を表-2に示す。

計測には、垂直方向の荷重はロードセルを用い、垂直方向変位はダイヤルゲージを用いた。データロガーを用いて1秒毎のサンプリングを行い、PC-9801にデータを記録した。

実験に用いた土層は直径600mm高さ400mmの円形銅製容器で、気乾状態の標準砂を用いて空中落下法にて相対密度 $D_r = 80\%$ 前後の密な模型地盤を作成した。

基礎模型は、20mm厚の亚克力板で作成し、底面に砂を張り付けて粗にした、一辺56mm高さ20mmの正方形基礎を使用した。

実験は、すべて変位制御で行った。コントロールできるパラメータは図-1に示したとおり、 L ：载荷方向の変位量、 U ：除荷方向の変位量、 t ：载荷及び除荷のインターバル時間である。今回行った実験条件を表-3に示す。なお、载荷方向変位(L)はいずれの実験でも1.00mmとした。

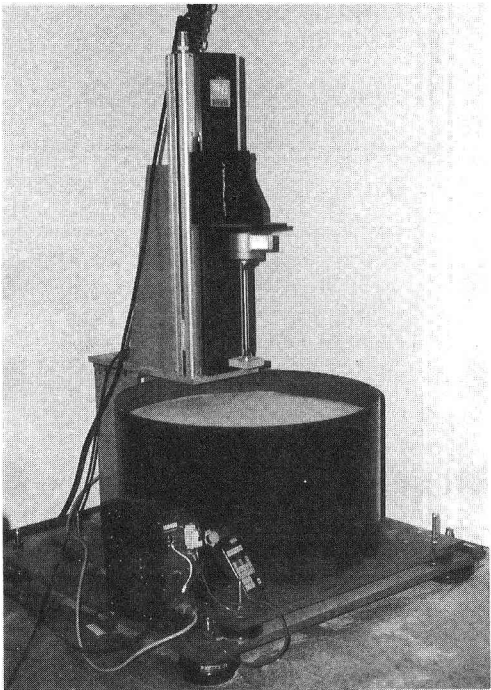


写真-1 産業用ロボットを用いた実験装置

表-1 ロボットの仕様

サイズ	820×200×110 (mm)
繰返し位置精度	±0.02mm
最高速度	1,000mm/sec
最大可搬重量	60kgf (588N)
移動距離	350mm

表-2 豊浦標準砂の諸元

均等係数	$U_c = D_{60} / D_{10} = 1.56$
比重	$G_s = 2.63$
内部摩擦角	$\phi = 44^\circ$ (飽和状態三軸試験結果)
密度	$\rho_{dmax} = 1.635 \text{ g/cm}^3$
	$\rho_{dmin} = 1.328 \text{ g/cm}^3$

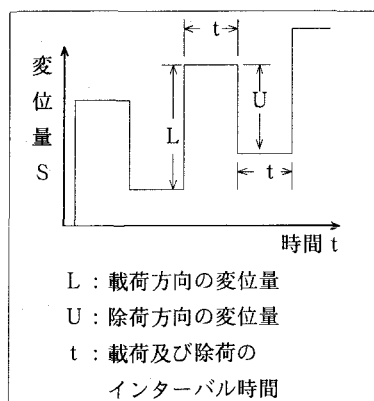


図-1 制御できるパラメータ

表-3 実験条件

Case	インターバル t (sec)	除荷方向 変位量 U (mm)	相対密度 Dr (%)
Case 1	0	0.00	83
Case 2	1	0.00	81
Case 3	0	0.25	81
Case 4	1	0.25	89
Case 5	6	0.25	94
Case 6	6	0.25	90
Case 7	6	0.25	91

3. 実験結果及び考察

今回の実験では、変位制御でどのような実験が可能であるか検討するために載荷・除荷のインターバル (t) と除荷方向変位量 (U) を変化させて実験を行った。除荷方向変位量 (U) は、基礎が地盤から離れない大きさに設定した。

図-2 に、載荷インターバル (t) と除荷方向変位量 (U) を変化させたものの時間と変位の関係を示す。このグラフから、内蔵プログラムを用いることにより多様な周期的な載荷・除荷を再現することが出来ることが分かる。

図-3 は、同一条件下で行った3本の実験の荷重と変位の関係を示す。図より、複雑な載荷・除荷過程もプログラムを用いることにより再現性のある実験を行えることが分かる。Case 5 のグラフの形状が Case 6, 7 と比較すると少し異なっているが、これは、作成された地盤の相対密度の差および基礎模型のセッティング時のばらつきが影響しているものと思われる。このため載荷装置の再現性向上のためには地盤作成等、載荷プロセスの前段階での再現性の向上がさらに望まれることが明らかである。

また、実験の精度は速度で評価した場合、Case 1 では、 $\pm 0.01 \text{ mm/sec}$ の誤差であった。

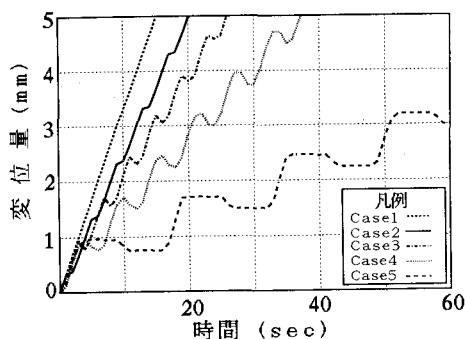


図-2 パラメータ U、t を変化させた時間～変位関係

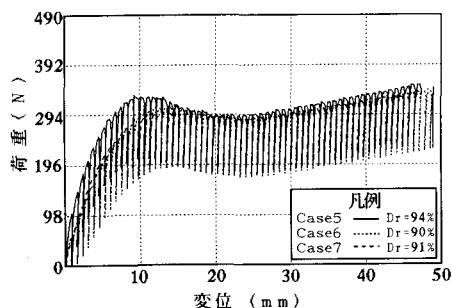


図-3 荷重～変位関係

4. まとめ

- 1) 産業用ロボットを用い、人為的ばらつきを排除した再現性のある載荷試験を行うことができる。
- 2) 標準装備された内蔵のプログラムを用いて、マニュアル操作では事実上不可能な載荷・除荷、例えば、高速で多数回の繰返し載荷・除荷を行うことができることが確認された。