

Ⅲ-A179 直接基礎構造物の動的支持力に関する遠心模型実験（その3）

建設省土木研究所 正会員 佐々木哲也
 “ “ 松尾 修
 “ “ 近藤 浩市
 ㈱間組技術研究所 正会員 西 邦夫

1. はじめに

著者らは、直接基礎の地震時支持力変形破壊挙動の解明を目的に、動的遠心模型実験を行ってきた¹⁾²⁾。その結果、地盤条件・荷重条件によっては、地震力により、基礎構造物が支持力破壊しうることを確認した。文献 1)では常時で鉛直極限支持力に近い荷重条件の下で実験を行ったが、実際の直接基礎構造物の常時の支持力安全率は一般に3以上と大きいことから、このような条件下での直接基礎の地震時挙動を解明する必要がある。本報は前報¹⁾²⁾に引き続き、堆積軟岩を支持地盤とした直接基礎を想定し、地震時の直接基礎の支持力変形破壊挙動を動的遠心力模型実験により検討を行った結果を報告する。

2. 実験方法

実験模型概要を図1に示す。実験では動的遠心力載荷装置³⁾を用い、土槽内に製作した模型地盤上にステンレス製の直接基礎模型を設置し、これを50 G場にて水平方向に加振した。地盤材料は軟岩を想定し、表1に示す材料を配合したものを20時間養生した後に用いた。地盤の強度は一軸圧縮強度 q_u で3.0～4.0 kgf/cm²を目標に作成した。また、地盤の作成と同時に作成した供試体について一軸圧縮試験を行い、模型地盤の強度を確認した。なお、地盤材料の強度は拘束圧による依存性はほとんどないことを三軸圧縮試験により確認している。実験に用いた直接基礎模型はステンレス製のプレートの組み合わせにより模型重量および重心位置（鉛直方向及び水平方向）を変化させることができる。また、基礎模型の底面には、鉛直荷重、底面せん断力の2方向の荷重が測定可能なロードセル

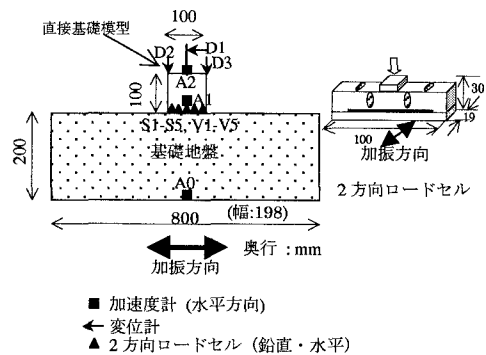


図1 実験模型

表1 模型地盤の配合

材料	水 (水道水)	石膏	カオリン	減水剤 (ボツリスSP8SX2)	遅延剤 (クエン酸3ナトリウム)
配合	重量比(%)	重量比(%)	重量比(%)	水・石膏・カオリン混合物1kg当たり	
	39%	22%	39%	21ml	0.10g

底面せん断力の2方向の荷重が測定可能なロードセル

表2 実験条件及び実験結果一覧

ケース	実験条件								実験結果		
	模型質量 (kg)	重心位置		地盤強度 q_u (kgf/cm ²)	遠心加 速度(G)	静的支持力 安全率Fs	動的加振 (G)	入力波形	最終変位量(mm)		破壊形状
		e (cm)	h (cm)						水平変位X	鉛直変位Z	
2-1	14.94	0.00	5.80	3.54	50	2.4	32	正弦波	3.2	-4.8	滑動・沈下
2-2	10.56	0.00	6.21	3.57	50	3.4	40	正弦波	16.3	-0.7	滑動
2-3	7.77	0.95	5.92	3.90	50	4.1	40	正弦波	18.4	-0.3	滑動
2-4	13.41	0.00	5.95	4.54	50	3.4	20	正弦波	2.5	-0.6	滑動
2-5	10.57	1.38	6.21	4.02	50	2.8	16	正弦波	5.5	-0.2	滑動
2-6	17.93	0.00	6.34	3.31	50	1.9	30	正弦波	1.8	-3.3	沈下
2-7	19.33	0.00	6.26	3.09	50	1.6	15	正弦波	1.8	-4.2	沈下
2-8	12.01	0.00	6.13	2.66	50	2.3	25	正弦波	4.8	-0.9	滑動
2-9	6.36	0.00	5.31	3.29	50	5.3	40	正弦波	4.7	-0.4	滑動
2-10	12.17	0.00	5.15	3.79	50	3.2	15	正弦波	1.2	-0.5	滑動
2-12	12.01	0.00	6.13	3.61	50	3.1	40	不規則波	3.6	-0.5	滑動

キーワード：支持力，地震，遠心力模型実験

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1, Tel 0298-64-4969, Fax 0298-64-2576

を加振方向に5つ並べて取り付けられている。計測項目は図1に示したとおりである。

実験条件を表2に示す。実験ケースは、動的載荷実験および偏心基礎の動的載荷実験に大別される。動的実験での水平加振は60 Hz一定振幅の正弦波20波または不規則波で行った。なお、表2には地盤材料の一軸圧縮強度、加振前の支持力安全率も併せて示した。加振前の支持力安全率は文献1)の実験では多くが1.1～1.7であるのに対し、本実験では1.6～5.3である。

3. 実験結果および考察

実験終了後の変位量の測定結果の一覧を表2に示した。また、動的加振実験における入力加速度、直接基礎模型底面中心位置での水平変位、鉛直変位および回転角の時刻歴の一例（ケース2-2）を図2に示す。これより、ケース2-2では鉛直変位より水平変位が卓越し、水平変位は加振開始後しばらくしてから生じ、その後進行して行く様子がわかる。

各ケースの荷重条件を水平荷重(H)—鉛直荷重(V)平面上にプロットした図を図3に示す。 H 及び V は地盤材料の粘着力 $c(=q/2)$ 、および基礎模型底面積 A により正規化した。なお、動的載荷の場合水平荷重 H は入力加速度振幅の平均値が静的震度として基礎模型の重心に作用すると仮定して求めた。また、図中の各点の記号は常時の偏心の有無に従い凡例のように分け、各点の矢印の大きさおよび方向により、各々のケースの変位量および方向を示した。また、文献1)の実験結果も併記したが、支持力破壊が生じているケースでは変位量の計測ができなかったため、これらのケースについての変位量は点線の矢印で推定値を示している。なお、道示⁴⁾で用いられている、基礎の自重と加振中の慣性力を考慮した傾斜荷重に対する支持力曲面を破線で示し、また模型の重心の高さを基礎底面から6 cmとし、加振中の慣性力によるモーメント荷重を有効幅 A' により考慮した偏心・傾斜荷重に対する支持力曲面を点線で示した。これらより、正規化した鉛直荷重 $(V/A)/c$ が小さいほど滑動が卓越し、 $(V/A)/c$ が大きくなると支持力沈下が卓越し、さらに支持力曲面の外側ほど変位量が大きくなることがわかる。また、Case2-3とCase2-9の比較より、加振時に同様の荷重条件であっても、偏心があるケースでは偏心のないケースと比較して変位量が大きくなることがわかる。

4. まとめ

正規化した鉛直荷重 $(V/A)/c$ が小さい場合には荷重平面の外側ほど構造物の水平変位量が大きくなり、 $(V/A)/c$ が大きい場合には荷重平面の外側ほど支持力破壊・沈下する傾向を確認した。偏心荷重が作用しているケースの地震時の変位量は、偏心荷重のないケースより大きくなることがわかった。

なお、本研究は第4著者が建設省土木研究所に交流研究員として在籍中に実施したものである。

参考文献；1) 佐々木, 近藤, 松尾, 西：直接基礎構造物の動的支持力に関する遠心模型実験(その1)，第32回地盤工学研究発表会，pp.1399-1400，1997。2) 西, 佐々木, 近藤, 松尾：直接基礎構造物の動的支持力に関する遠心模型実験(その2)，同上，pp.1401-1402，1997。3) Matsuo, O. et al.: The dynamic geotechnical centrifuge at PWRI, CENTRIFUGE 98, 投稿中。4) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編，1996。

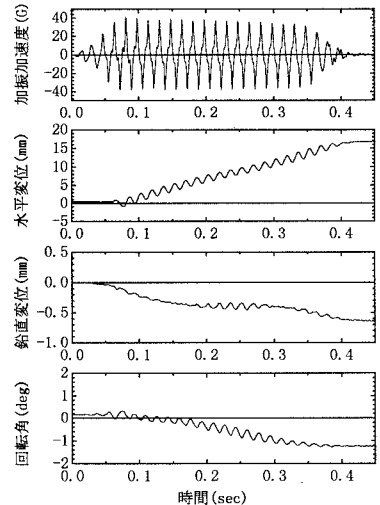


図2 時刻歴の例（ケース2-2）

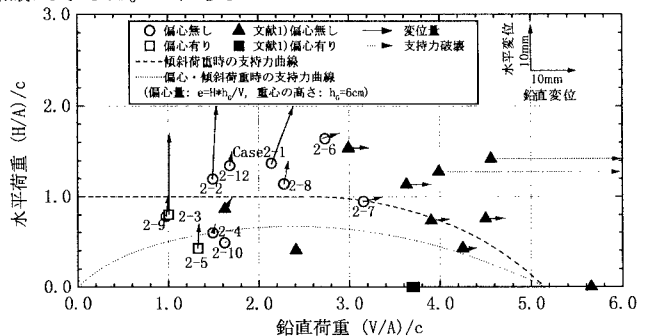


図3 荷重条件と変位量