

表3 実機と模型における主要諸元の比較

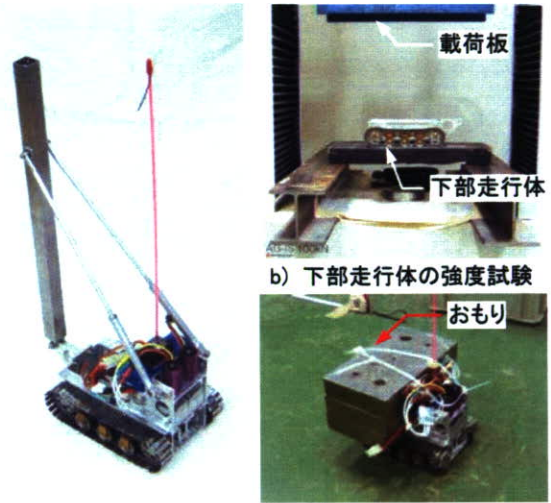
	杭打ち機械				
	実物		1/25 模型		
重心距離 ¹⁾	水平 x(m)	鉛直 y(m)	水平 x(mm)	鉛直 y(mm)	
下部走行体	-0.83	1.43	-3.33	57.36	
上部 旋回体	機体・リーダー	3.35	12.42	134.30	496.80
	アースオーガ類	4.20	15.98	168.00	639.50
合計重量	539kN		34.7N (25g 場では 867N)		
接地圧力(kPa)	100				
走行速度(km/h)	1.6 (=45cm/sec)				

1) 重心距離のうち水平(x)は下部走行体中心からの距離であり、鉛直(y)は設置面からの距離である

がある。現在製作段階にある小型模型の強度と走行性能を確認するために予備実験を行った。強度試験では模型を支持する前後の車軸ならびにその間に備わる補助輪の耐力確認を目的に写真3に示す载荷試験を行った。本試験には万能载荷装置を用い、0.1mm/minの一定速度で载荷板を変位させた。現在、700Nまでの载荷試験を実施し、その耐力を確認した。

走行実験では模型におもりを積載して走行させ、その直進性と速度を調査した。積載重量を段階的に増加させ走行性能を確認した結果、最大320N積載条件で約107cm/secの速度を確認した。この速度は目標値以上であるが、走行時の直進性に問題が見られた。その原因は左右に配置した2つのモータの出力回転に差が生じやすいことにあった。現在、回転速度をコントロールするためのフィードバック回路を追加している。また、実験の再現性を確保する観点から運転操作は容易な手法に改善する必要性も明らかになった。その理由は操作スキルの

違いにより生じる走行条件の差を小さくするためである。



a) 遠心実験用小型模型の外觀 c) 1g場での走行実験の様子

写真3 杭打ち機械の小型模型と予備実験の様子

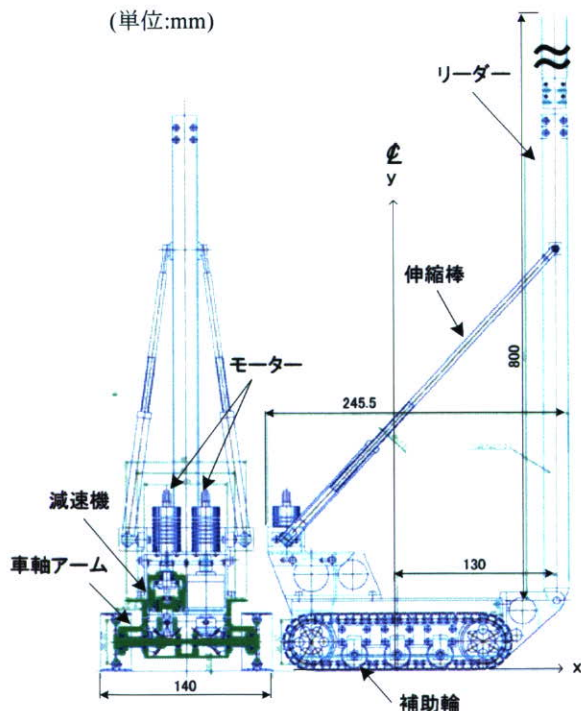


図1 杭打ち機械の小型模型(1/25 スケール)

5. まとめ

本模型はまもなく完成する見込みであり、近々遠心場における予備的な性能確認実験を行う予定である。その後の実験では地盤支持力や地表面の凹凸状態ならびに機械の重心位置の違いが自走時における機体の動揺に与える影響を調査する予定である。計測ではリーダー部と下部走行体に加速度計を設置して動揺を計測するとともに、車軸と補助輪の取付アームにおける荷重を計測して履帯面に働く接地圧力分布を調査する予定である。これらの結果に基づいて自走式杭打ち機械の不安定メカニズムを明らかにし、安定設置に必要な支持地盤条件を検討したいと考えている。

謝辞：本研究は平成19年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)の交付を受けた研究課題「基礎工事中大型建設の転倒防止に関する研究(H19-労働一般-005)」において得られた成果であり、関係各位に対し、ここに謝意を表します。

参考文献：1) 安衛法便覧Ⅰ平成19年度版：労働調査会出版局，労働調査会，pp.967. 2) 安衛法便覧Ⅱ平成19年度版：労働調査会出版局，労働調査会，pp.512.

支持力試験における載荷応力と分散計測

支持力試験 応力分布 応力分散

(独) 労働安全衛生総合研究所 国際会員 ○堀 智仁
(独) 労働安全衛生総合研究所 正会員 玉手 聡
武蔵工業大学 伊藤 達彦

1.はじめに

移動式クレーンや杭打ち機の設置時の安定性を検討する際には、クローラ接地圧を算出し、地盤の支持力と比較する。しかしながら、クローラ接地圧を算出する式は、地盤を剛体と仮定して求めるため、実際の接地圧と異なる可能性がある。また、安定計算をする際、荷重の分散角に比較的大きな値を使用する場合がある。内部摩擦角の大きな砂質土では荷重の分散効果は期待できるが、関東ロームのような火山灰質粘性土では分散の効果は小さいと考えられる。そこで本報告では、それらを検証するために、関東ロームを用いて支持力実験を行い、載荷応力と土圧の分布を測定することを試みた。

2.試料および試験方法

本実験に使用した試料は、研究所内から採取した関東ローム($\rho_s=2.759\text{g/cm}^3$, $w_{opt}=102.0\%$)である。

実験に用いた土槽の寸法は幅 500mm, 奥行き 200mm 高さ 400mm である。載荷応力の測定は、図-1 に示す載荷盤 (100mm×200mm) にロードセル (20mm×20mm) を 5 つ設置して載荷応力の分布を測定した。土圧分布の測定については図-2 に示すように土圧計を 5cm 間隔で設置している。

模型地盤は最適含水比付近に調整した関東ロームを所定の層厚 (1 層 5cm) になるよう試料を投入し、締め固め圧力 $\sigma=150\text{kPa}$ で 1 時間静的に締め固めた。なお、3 層目の試料投入後、同じ圧力で約 12 時間養生している。土槽作製後、NSF-clay を用いて 20mm のメッシュを作製し、その交点にリベットを設置した。図-3 は載荷前の土槽の様子である。

支持力試験の載荷はひずみ制御で行い、載荷速度は 2mm/min とした。

3.試験結果と考察

(1)載荷応力と土圧分布の関係

図-4 は載荷応力と変位の関係を示したものである。荷重の増大に伴い変位も増大し、その傾きは緩くなるものの荷重に明確なピークが現れていない、このことから、局所的に破壊が生じる典型的な進行性破壊であることがわかる¹⁾。図中の①~④については、それぞれ①弾性域、②弾性限界、③沈下量が直線的に増加する点の始点、④終点である。各地点の応力と土圧の分布を図-6 に示した。図中のラインは載荷ロードに設置したロードセルの値を載荷盤の面積で除した平均応力である。図-6(a)および(b)

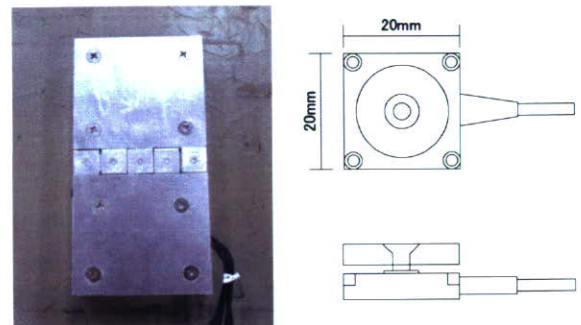


図-1 載荷盤とロードセル

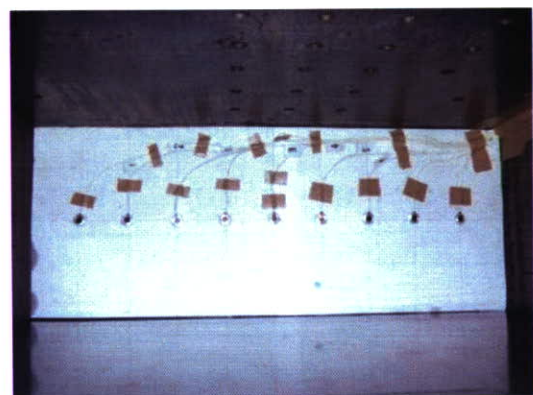


図-2 土槽底面に設置した土圧計

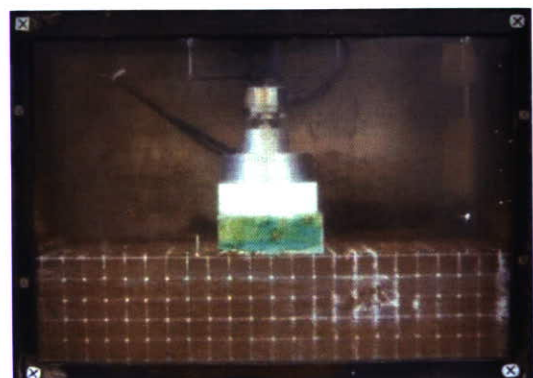


図-3 試験の様子

Measuring the earth pressure distributions between a loading plate and the lower base of container by bearing capacity tests.

Hori tomohito, Tamate satoshi (National Institute of Occupational Safety and Health)

Ito tasuhiko (Musashi Institute of Technology)

で示した①と②の結果では、平均応力に比べ荷重応力はやや低い値を示しているが、**図-6(c)**および**(d)**で示した③と④の結果では、荷重応力と平均応力はほぼ等しいことから、側面の摩擦の影響は小さいと考えられる。荷重応力の分布形状を見ると、全ての結果で中央の値が低く、両端の応力が大きくなっていることがわかる。これは、剛性基礎の接地圧分布は、粘性のない試料では中央に荷重が集中し、粘性土の場合には、周辺に反力が集中するため²⁾、本試験結果においても、荷重盤両端の荷重が大きくなったと考えられる。一方、土圧分布を比較すると、弾性域である①では、土圧がほぼ均等に作用しているのに対して、荷重の増大に伴い中央の土圧が大きくなる傾向が認められる。

図-7は荷重応力を平均応力で正規化した図である。弾性域である①では局所的に平均応力の約2倍の荷重が作用していることがわかる。また、それ以外の②～④の結果についても、部分的に平均応力よりも2割～4割程度高くなっている。剛性基礎の中心に荷重が作用する場合、一般的に、接地圧は等分布であると仮定して算出しているが、本試験結果から、同様なケースの場合1.2～1.4の安全率を考慮する必要があると考えられる。

図-8は土槽底部に設置した土圧計の値を平均応力で除したものである。図より、土槽端部の土圧は荷重の増加に拘わらずほぼ一定である。一方、中央付近の土圧は荷重の進行と共に増加する傾向にあることがわかる。これについて考えられる原因の一つとして、せん断の進行に伴い荷重盤直下に主働くさびが形成され、荷重が中央付近に集中したためであると考えられる。

(2) 応力分散

応力の分散角 θ を算出するために、クローラーの接地圧の分散を求める式を用いた³⁾。接地圧分布の概念図を**図-9**に示した。クローラーの接地圧による荷重強度 S_z は、式(1)で求めることができる。

$$S_z = \frac{B \times L \times P}{(B + 2 \cdot h \cdot \tan \theta) \cdot (L + 2 \cdot h \cdot \tan \theta)} \quad (1)$$

ここで、 B はクローラー幅、 L はクローラーの長さの1/2、 P は最大接地圧、 h は地盤の厚さである。

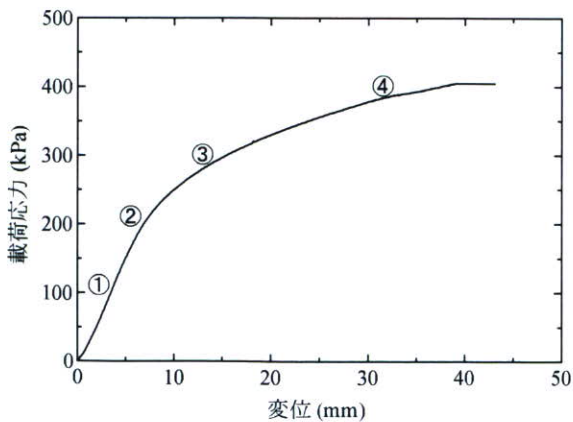


図-4 応力-変位関係

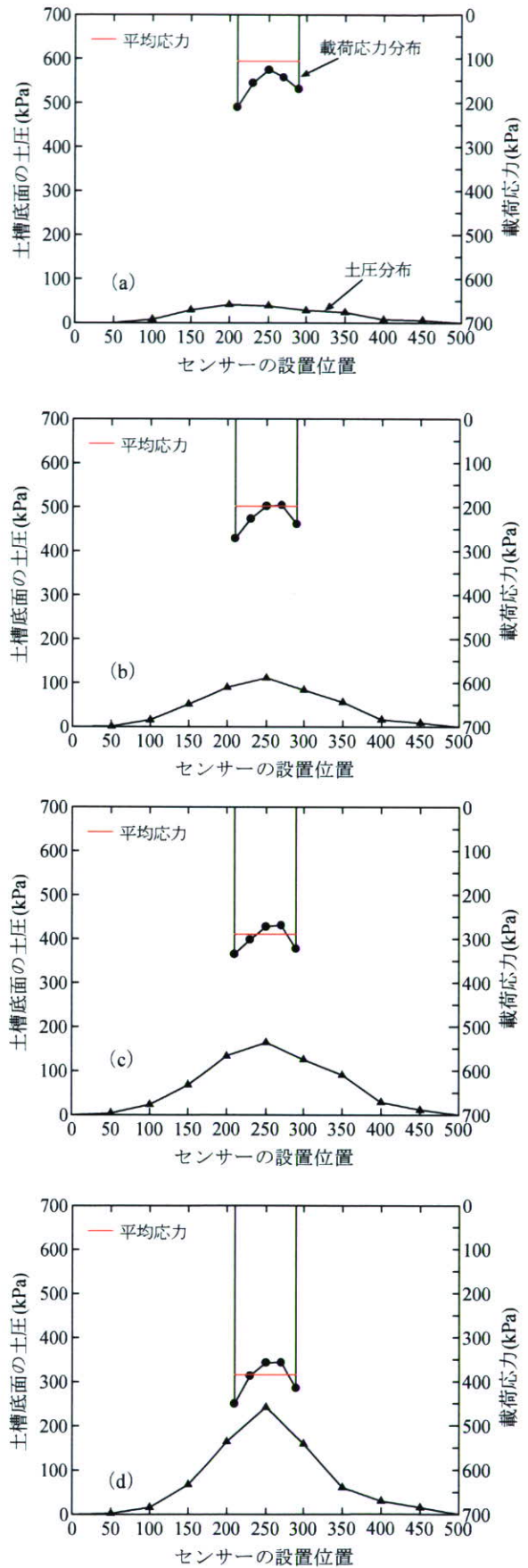


図-6 荷重応力と土圧分布の関係
(a)① (b)② (c)③ (d)④

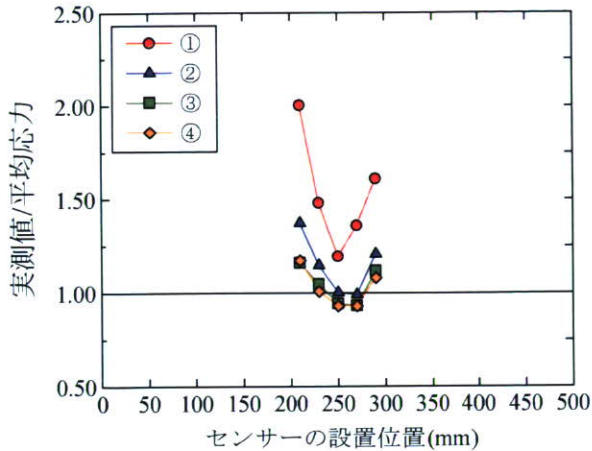


図-7 正規化した载荷応力

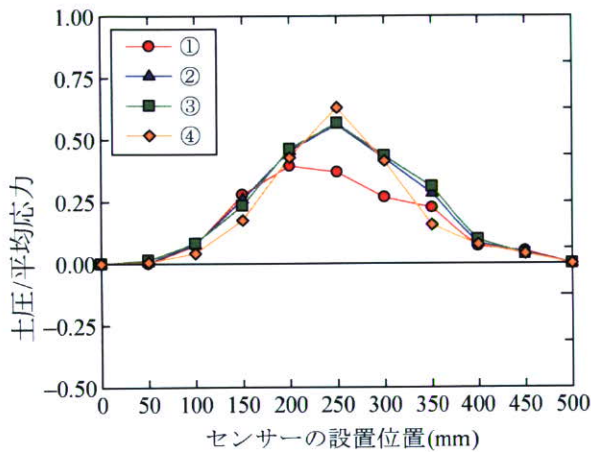


図-8 正規化した土圧分布

本研究では、奥行き方向の荷重分散がないため、土槽底面に作用する応力は式(2)で表すことができる。

$$\frac{B \times Q}{(B + 2 \cdot h \cdot \tan \theta)} = p \quad (2)$$

ここで、 Q は载荷応力の平均応力、 p は土槽底面に作用する土圧である。

上式から、分散角 θ を式(3)で算出することができる。

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{B - (p/Q) \cdot B}{2 \cdot D_f \cdot (p/Q)} \right) \quad (3)$$

図-10 は、载荷応力を降伏応力で正規化した値と分散角の関係を示したものである。分散角については中央のセンサーの土圧を用いて算出しており、分散角の上限値は実験の仕様上 50° である。図より、荷重の増加に伴い分散角 θ は低下し、降伏応力付近で分散角 θ はほぼ最小値になっている。このことから、分散角は荷重の大きさによって異なり、最小値は 13° であることが明らかになった。

建設機械設置時の安定性を検討する上で、応力分布と

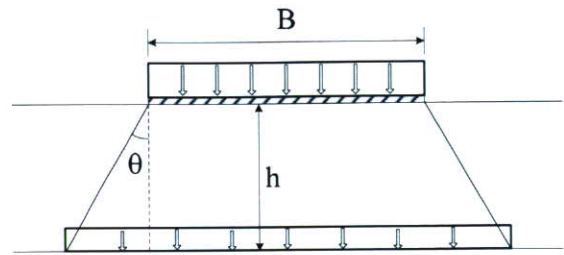


図-9 クローラー接地圧分布の概念図

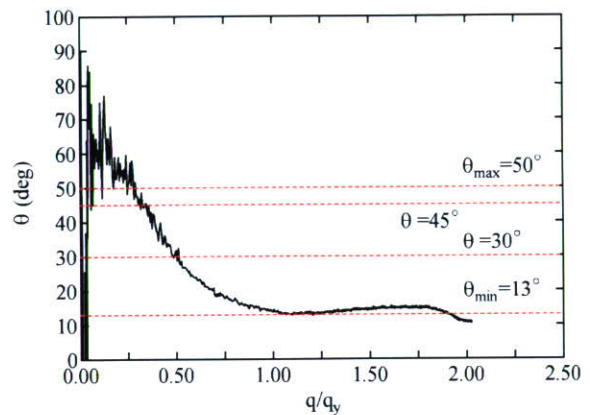


図-10 正規化した土圧分布

荷重の分散は非常に重要である。今後は、さらなるデータの蓄積を行うと共に、豊浦砂のような粘着力のない試料で試験を行うほか、敷鉄板を敷いた際の応力分散効果を調べる予定である。

4.まとめ

- 1) 载荷応力は平均応力よりも局所的に 2~4 割程度大きいことがわかった。
- 2) 関東ロームのような粘着力をもつ試料では、荷重の分散効果は小さく、降伏応力付近の分散角は 13° であった。

参考文献

- 1) 支持力入門：支持力入門編集委員会，(社) 土質工学会. pp.26.
- 2) 土質力学(第6版)：河上房義，森北出版，p.81.
- 3) 改訂 移動式クレーン・基礎工用機械の転倒防止指針：指針改訂委員会ワーキンググループ，(株) 建設安全センター，p.35.

謝辞：本研究は平成 19 年度厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業)の交付を受けた研究課題「基礎工用大型建設の転倒防止に関する研究(H19-労働一般-005)」において得られた成果であり，関係各位に対し，ここに謝意を表します。