

スクリーオーガによる掘削特性について

東京都市大学 学生会員 ○花上 遼太, 正会員 田中剛, 伊藤和也, 末政直晃  
ジャパンホームシールド株式会社 非会員 前田 裕介  
日東精工株式会社 非会員 白波瀬 雅史  
東急建設 正会員 柳原好孝, 張媛  
国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 非会員 若林 幸子, 正会員 金森 洋史

1. はじめに

スクリーオーガ<sup>1)</sup>による掘削は、建設・土木工事における杭基礎の施工や軟弱地盤の改良、孔の作製に使用される回転掘削手法の一つである。スクリーオーガは他の削孔ビットによる掘削に比べ貫入しやすいという利点があるが、掘削特性は不明確である。そこで本研究では、スクリーオーガによる掘削特性を把握することを目的として行った模型実験の結果について述べる。

2. 実験概要

写真1に実験で使用したオーガ（以下 Auger と表記）およびスクリーポイント（以下 SP と表記）を示す。本実験で用いた Auger は、長さ 500mm、直径 30mm、螺旋間隔 30mm である。また本実験では、掘削特性の比較のために SP についても試験を実施している。写真2に実験装置を示す。実験装置は SDS 試験機および模型土槽、クレーンで構成されている。本実験で用いた SDS 試験装置のスペックは、最大載荷荷重 1kN、最大回転トルク 150Nm であり、荷重制御と変位制御での操作が行える。模型土槽には、高さ 850mm、直径 460mm のステンレス製の容器を用いた。試料には珪砂 7 号を使用しホッパーを介して空中落下法により模型地盤を作製した。密実な地盤を作製するため、約 15cm 毎に砂を巻きだした後にタンパーにより相対密度が約 90% となるように締め固めた。表1に実験ケースを示す。Case1, Case2 は荷重制御による実験であり、初期荷重 0.05kN を載荷し、回転中のトルク等の計測をした後、貫入量が 25cm に到達するか最大載荷荷重 0.75kN に達するまで、1 回転ごとに載荷荷重を 0.05 k N ずつ増加させた。また、25cm 貫入するごとに載荷荷重を除荷しロッドを 2cm 引き上げトルクの計測を行った。Case3, Case4 は変位制御による実験であり、1 回転あたり 22.5mm の貫入速度で行った。Case4 は 1 サイクルの測定間隔を 100mm とし、100mm 貫入ごとに載荷荷重を除荷し、その位置で空転させた後に次の試験間隔まで貫入させた。一方、Case3 では貫入量が 750mm に達するまで連続的に貫入した。

3. 実験結果

図1に荷重制御で実施した Case1(SP)および Case2(Auger)の載荷荷



写真1 Auger(上)と SP(下)



写真2 実験装置

表1 実験ケース

| Case名 | 貫入方式 | 貫入条件       | 計測間隔  | 先端形状  |
|-------|------|------------|-------|-------|
| Case1 | 荷重制御 | 0.75kN     | 250mm | SP    |
| Case2 |      |            |       | Auger |
| Case3 | 変位制御 | 22.5mm/Rev | 750mm |       |
| Case4 |      |            | 100mm |       |

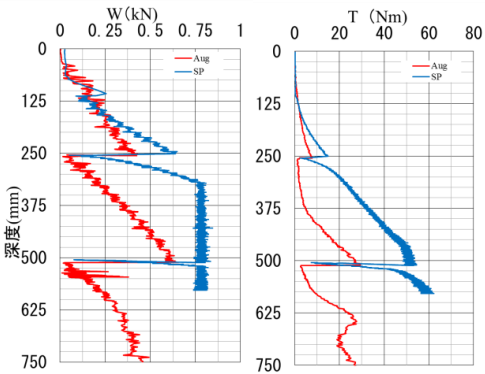


図1 荷重制御による実験結果

重と深度関係、トルクと深度関係を示す。100mm 貫入後から Auger の載荷荷重とトルク値は SP に比べ値が小さくなる傾向を示した。また、SP の場合には 575mm で貫入不能になったのに対して、Auger では貫入量 750mm まで貫入し続けた。図 2 に荷重制御試験で得られた試験結果を基に作成した T/D-W 関係を示す。ここで示す D は、SP および Auger の最大径である。この図は、荷重の増加に伴うトルクの応答を確認するために作成した。深度 0cm—25cm 間においては SP および Auger の試験結果は、概ね一致しているが、25cm 以深では SP の T/D-W の勾配は急になり、最大荷重に達した後のトルク値は上昇し続けた。それに対し Auger は、最大トルクが SP の最大トルクの 60% 程度しか上昇しなかった。一連の試験結果から、Auger は切削した砂を運搬し地表に排出するため、SP よりも貫入エネルギー量が小さく済むことがわかった。また螺旋部が完全に貫入した後は、運搬された砂が地表面に排出されずに Auger 上部の地盤内に留まり、Auger を下方に押し出す作用が働くため、50cm 貫入後は載荷荷重が低下した。図 3 に変位制御で実施した Case3 および Case4 の載荷荷重と深度関係、トルクと深度関係を示す。載荷荷重に関しては、どちらのケースにおいてもほぼ同様の応答を示したが、50cm 以深から急激に載荷荷重が減少し、深度が 60cm を超えた付近からマイナスの値を示した。その一方で、トルク値は深度が増すごとに上昇した。この傾向はどちらのケースでも見られた。これは、Auger の螺旋部が完全に地盤内に貫入することで生じる排土の推進力効果のためと推測できる。図 4 に Case3 の T/D-W 関係を、図 5 に Case4 の T/D-W 関係をそれぞれ示す。プロットは計測間隔 10cm 毎に分けている。Case3 については、深度 20cm までは、同様の初期勾配を示したが、それ以深では初期勾配が見られずに深度ごとに連なるようにトルク値が上昇する結果が得られた。それに対して Case4 は、10cm 貫入ごとに空転を施しているため、全ての深度間隔において初期勾配が現れた。これは、切削して螺旋内に運搬された砂を空転により地表面に排出しているため、排土の影響を受けなかったと考えられる。

## 5. まとめ

荷重制御の実験結果から、Auger は切削した砂を地表に排出するため、SP に比べ貫入エネルギーが小さく済むことがわかった。また変位制御の実験結果から、1 サイクル毎に空転を施すことで区間深度における地盤情報を取得できることが分かった。

## 6. 謝辞

本研究は、JST イノベーションハブ構築支援事業に基づく JAXA 宇宙探査イノベーションハブとの共同研究の成果の一部である。ここに記し、関係各位に謝意を表します。

## 7. 参考文献

- 1) 黒岩ら：月面模擬地盤に対するスクリーオーガの掘削抵抗に関する検討，テラメカニクス，No.34 Page.89~93(2014.04.30)

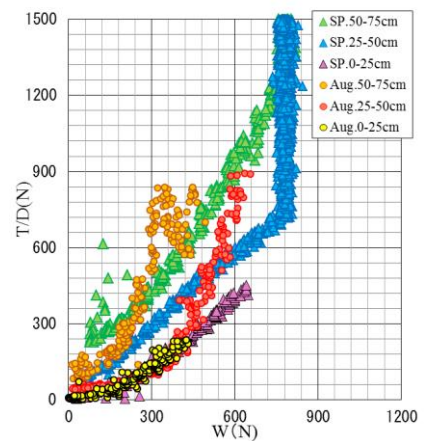


図 2 T/D-W 関係

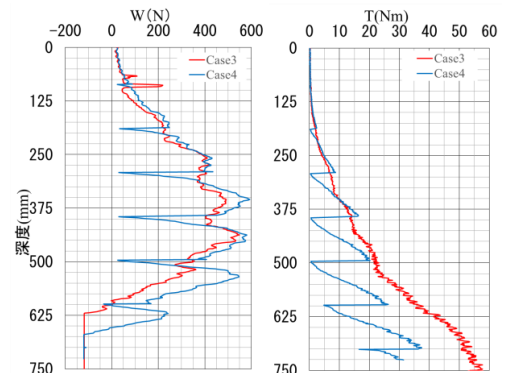


図 3 変位制御による実験結果

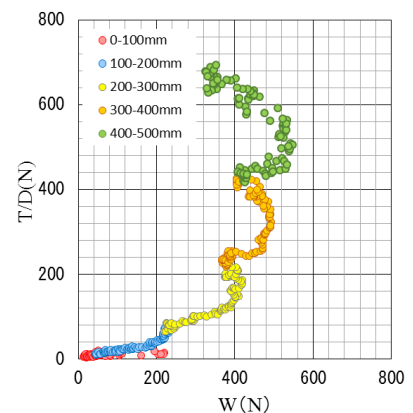


図 4 Case3 の T/D-W 関係

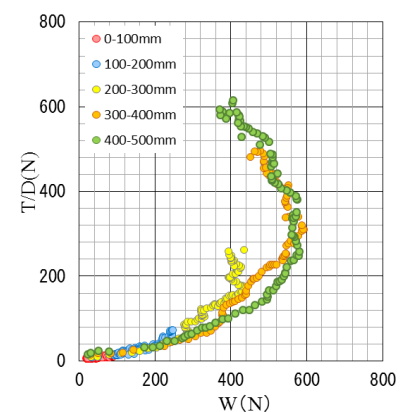


図 5 Case4 の T/D-W 関係