

立命館大学理工学部
立命館大学理工学部
立命館大学大学院
同上

学生会員 ○上石洋輔
正会員 深川良一
学生会員 松永昌幸
同上 小林泰三

1. はじめに

掘削翼などによる砂地盤回転掘削は、砂地盤の掘削方法としてはよく用いられる施工方法である。こうした回転掘削機械の掘削性能は、掘削速度、深度、地盤硬度などの面で改善が図られる一方、耐久性も向上の一途を辿っている。これらの掘削装置のより一層の改善を図るためには、より小さい掘削エネルギーでより大きな掘削効率が得られるよう掘削機構を見直していかなければならない。具体的には、掘削地盤に及ぼす掘削方式、掘削刃形状などに対する検討が重要であるが、本研究では、掘削抵抗に及ぼす砂試料、相対密度、掘削深さの影響についてまず実験的検討を行った。

2. 試験装置

回転掘削試験装置は、Fig.1 に示すように、スピードコントロールモーター、トルク変換機、掘削刃、ジャッキにより構成される。掘削刃形状として、刃幅が 5, 7.5, 10cm の 3 種類、掘削刃の厚さは 3.5mm で左右対称の構造となっている。また掘削の際の底面摩擦を防ぐために逃げ角を設けている。実験土槽は内径 18cm, 高さ(内寸)24.5cm のものを用いた。

3. 試験方法

今回使用した砂試料は山砂および豊浦砂である。試料は 110℃で 2 日以上炉乾燥させたものを用いた。Fig.2 は山砂、豊浦砂の粒径加積曲線を示す。地盤作成に際しては、まず緩詰め状態の地盤を作るために、福本により提案されたふるい引き上げ法¹⁾を用いた。ふるい引き上げ法では、Fig.3 に示すような対象地盤の最大粒子径の 4 倍のメッシュサイズを有するふるいを用いる。土槽内底部にふるいを入れ、その上に適当に砂を入れた後、Fig.4 のようにふるいをゆっくりと一定の速度で引き上げると、均質な非常に緩い地盤が形成される。緩詰め地盤を作った後、Fig.5 のような刃をセットした蓋を土槽の上に置き、Fig.6 のように上載圧をかけ(今回は鉛玉を詰めた袋を上に乗せた)、木槌などで土槽周辺に軽い衝撃を与え所定の相対密度になるように締固めた。地盤を作製した後、掘削刃を回転シャフトに固定し、12deg/s の速さで回転させた。その際、トルク変換機に接続された測定器により掘削抵抗を測定した。

4. 試験結果と考察

Fig.7 に試験結果を示す。Fig.7 (a), (b) は山砂、豊浦砂のそれぞれにおける掘削回転角度～掘削トルク関係、Fig.7 (c), (d) は相対密度～最大掘削トルク関係である。Fig.7 (a), (b) より、掘削刃をモデル地盤に貫入し回転した直後に、掘削トルクが最大となり、その後トルクが徐々に減少し、最終的にはほぼ一定となっていることから、締った乱さない砂地盤を掘削深さ一定条件下で回転掘削すると最初の

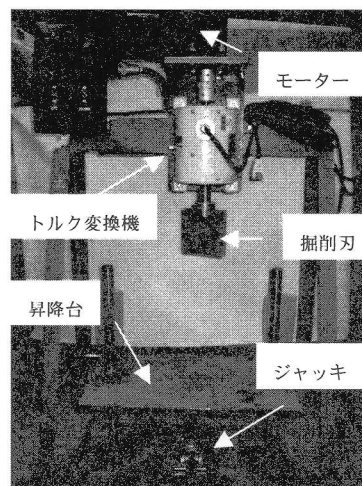


Fig.1 回転掘削装置

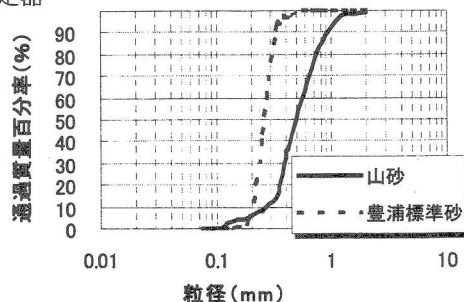


Fig.2 粒径加積曲線

回転時に最も大きな掘削トルクが必要であることが分かる。締った砂地盤では回転のごく初期に地盤内に明瞭なすべり面が発生するために、それに応じて掘削トルクが最大になり、その後地盤内が乱されるので、徐々に抵抗値が小さくなるのであろう。また、山砂と豊浦砂では最大トルク発生後のトルクの減少傾向が異なっていて、山砂は、徐々に減少していくのに対し、豊浦砂は波打つように減少していくことが分かる。一般に硬く締った砂地盤では、Fig.7 (b) で見られるような脈動するような現象が顕著であるが、Fig.7 (a) であまり顕著でないのは砂試料の粒径に依存しているかもしれない。つまり平均粒径が大きいと、明瞭なすべり面が現れにくいのであろう。Fig.7 (c), (d)で山砂の最大掘削トルクと相対密度の関係として、掘削深さ 5cm のときに相対密度が 90%のときの最大掘削トルクの値が 60%ときの約 3 倍となっていることが見てとれる。また、最大掘削トルクの値は豊浦砂よりも山砂のほうが大きいことがわかる。これらの現象も山砂の方が平均粒径が大きいことと関係しているものと判断できる。潜在的なすべり面上の凹凸が激しく、そのことが最大掘削トルクの増大につながっているの

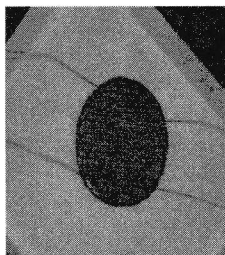


Fig.3 ふるい

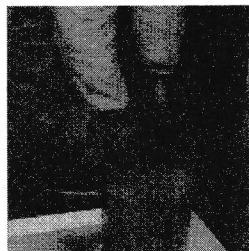


Fig.4 ふるい引き上げ法



Fig.5 ふた(刃固定台)

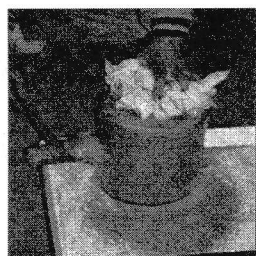


Fig.6 木槌による締固め

であろう。

5. おわりに

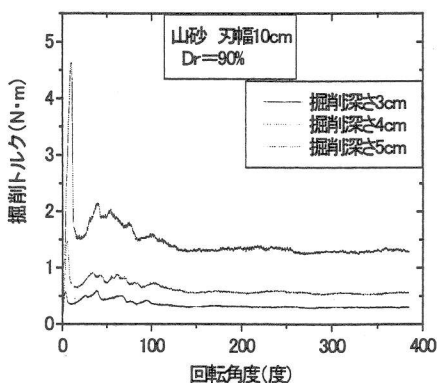
本研究における一連の試験結果から得られた結論として、以下のようなことがあげられる。

1) 締った砂地盤では、掘削刃をモデル地盤に貫入し、回転したとき瞬間のトルクがどの掘削深さでもほとんど最大となり、その後緩やかにほぼ一定の値に収束していく。

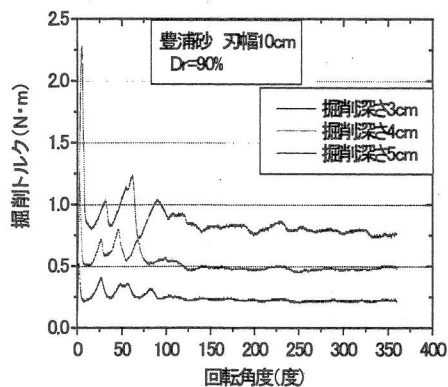
2) 最大掘削トルクの値は豊浦砂よりも山砂の方が大きい。

参考文献

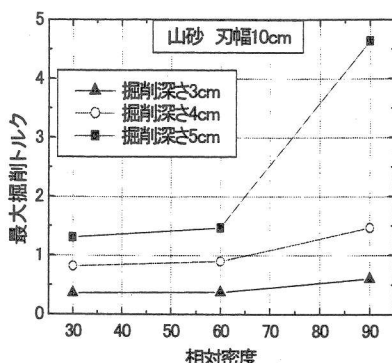
1) 増井 久 (2002) : 粗粒土の締固め密度推定法とその評価に関する研究、立命館大学博士論文, pp.25-30.



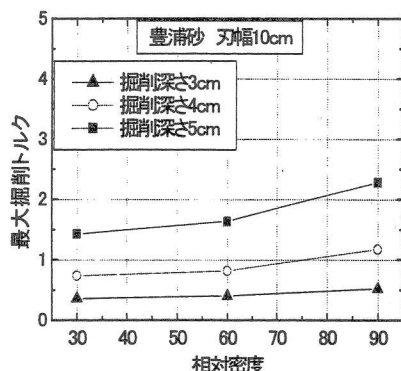
(a) 山砂の掘削回転角度～掘削トルク関係



(b) 豊浦砂の掘削回転角度～掘削トルク関係



(c) 山砂の相対密度～最大掘削トルク関係



(d) 豊浦砂の相対密度～最大掘削トルク関係