

端面掘削方式を用いた多段型掘削機試作のための掘削性能試験

呉工業高等専門学校 学生会員 ○河相 拓真
 呉工業高等専門学校 正会員 重松 尚久・河村 進一
 株式会社スターロイ 非会員 小田 登

1. はじめに

本研究は、段階的に端面掘削を行える形状のモデル掘削機を製作し、実験を行うことでバックホウの先端に取り付ける端面掘削方式を用いたコンクリート掘削機を設計する際の指針を提供することを目的とする。過去の実験¹⁾において、段階的に端面掘削を行える多段型モデル掘削機を設計したが、水平面を鉛直に掘削する実験であったため、掘削土が供試体中に蓄積し掘削土の排出が困難であった。そのため、排出されなかった掘削土が実験結果に大きく影響した可能性が高い。そこで、掘削土の排出を良くするため、モデル掘削機の改良に加え、実験機を90°横に倒して垂直面を水平に掘削することにより排土効率を改善した実験を行った。

2. 実験方法

図-1 にモデル掘削機の断面図を示す。1 段目には端面掘削を行う先進孔を掘削するために、φ12mm、長さ28mm のポイントアタックビットが2 本設置してあり、中心部にはフィッシュテールを設置した。2 段目、3 段目、4 段目は、φ60mm のディスクカッタビットをそれぞれ2 枚ずつ設置した。排土効率の向上のため、モデル掘削機の先端部にφ17mm の吸い込み口を設け排土の吸引を行った。図-2 にモデル掘削機を取り付けた実験機の概略図を示す。排土をスムーズに行えるようにするため実験機を90°横転させた。油圧シリンダにより、モデル掘削機に作用する垂直力は段数ごとに变化させ、1 段目は7.5kN、8.5kN、10kN、2 段目は20kN、22.5kN、25kN、3 段目は30kN、35kN、40kN、4 段目は35kN、42.5kN、50kN と、3 種類の垂直力を設定した。ロードセルにより掘削の際の垂直力 F_z 、トルク T 、掘削深さ z を測定した。

3. 実験結果と考察

一例として、図-3 に3 段目を設定垂直力30kN で掘削した際の掘削時間 t と垂直力 F_z の関係を示す。垂直力 F_z は設定垂直力を中心に増減を繰り返していることがわかる。これは、掘削面に存在する凹凸により、実際に作用している油圧の値と制御している油圧の値との間に時間差が生じることに起因すると考えられる。また、すべての実験において垂直力 F_z が設定垂直力を中心に増減を繰り返していた。

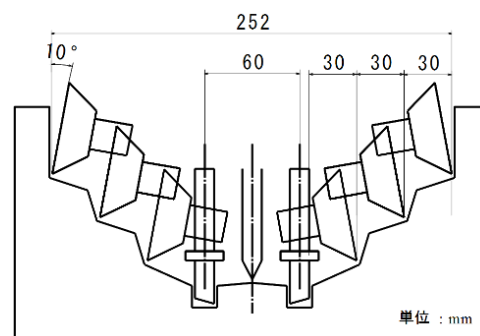


図-1 モデル掘削機の断面図

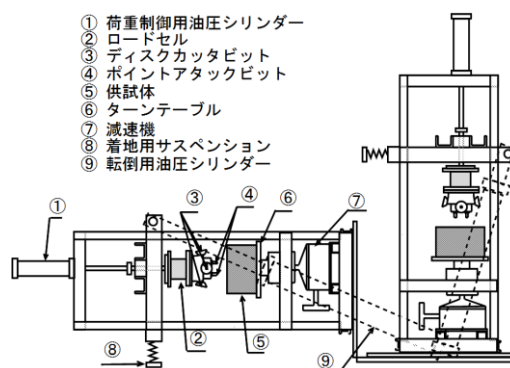


図-2 実験機概略図

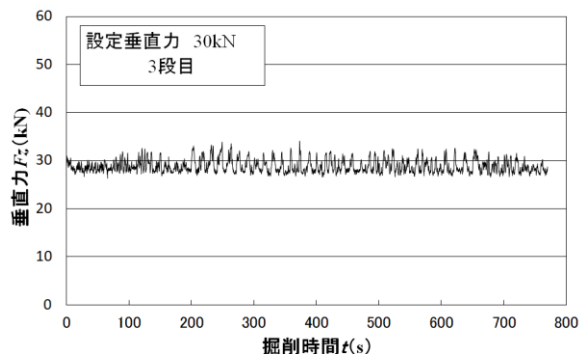


図-3 掘削時間 t と垂直力 F_z の関係

キーワード 多段型掘削機、ポイントアタックビット、ローラカッタビット

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2-11 呉工業高等専門学校 環境都市工学分野 TEL 0823-73-8480

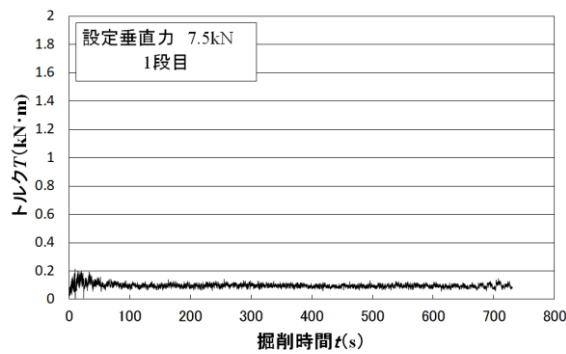
図-4 掘削時間 t とトルク T の関係

図-4に1段目を設定垂直力7.5kNで掘削した際の掘削時間 t とトルク T の関係を示す。最初はトルク T が小さな値を示しながら掘削が進んでいる。これは、モルタル上面部の強度が内部の強度に比べて低い事が原因であると考えられる。その後、トルク T はある値を中心にほぼ一定のふれ幅で掘削が進行している。

一例として、図-5に1段目を設定垂直力7.5kNで掘削した際の掘削時間 t と掘削深さ z の関係を示す。掘削深さ z は、掘削時間が30秒あたりまでは急激に増加し、その後一定の割合で増加している。これはモルタル上面部の強度が内部の強度に比べて低い事が原因であると考えられる。そして、その後はほぼ一定の傾きで掘削が進行している。また、掘削深さ z は増減を繰り返しながら掘削が進んでいるが、これは掘削面に凹凸があることが原因であると考えられる。

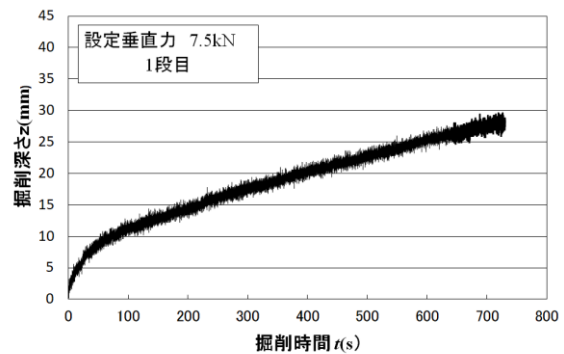
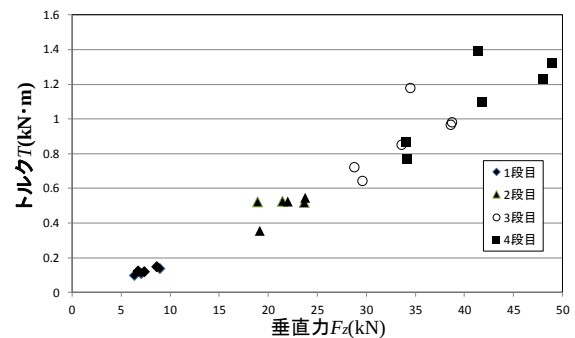
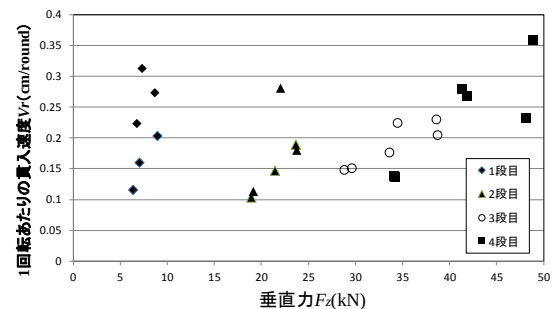
図-6に垂直力 F_z とトルク T のグラフを示す。各掘削段階でそれぞれ垂直力 F_z に比例してトルク T が大きくなっている。また、全体を通してみても垂直力 F_z に比例してトルク T も大きくなっているため、実際の掘削機でも垂直力 F_z を制御することにより掘削機に作用しているトルク T を決定できると考えられる。また、全体を通してみても垂直力 F_z に比例してトルク T も大きくなっているため、実際の掘削機でも垂直力 F_z を制御することにより掘削機に作用しているトルク T を決定できると考えられる。

図-7に垂直力 F_z と1回転あたりの貫入速度 V_r の関係を示す。1段目は垂直力 F_z に比例して1回転あたりの貫入速度 V_r が増加している。また、2段目も垂直力 F_z に比例して1回転あたりの貫入速度 V_r が上昇している。しかし、1段目と比較した場合、緩やかな傾きとなっている。これは掘削段階が進行して掘削面積が増加したことが原因である。3段目以降も2段目と近い傾きで1回転あたりの貫入速度 V_r が上昇している。実際の掘削機械で端面掘削を行った際にも垂直力 F_z を制御することにより1回転あたりの貫入速度 V_r が決定できると考えられる。

4. 結論

- (1) 垂直力 F_z が設定垂直力を中心に増減を繰り返していた。段数が増えるとともに垂直力 F_z の振れ幅が大きくなった。
- (2) すべての掘削段階で垂直力 F_z に比例して掘削速度 V 、トルク T は上昇しているため、実際の多段型掘削機でも垂直力 F_z を制御することによって掘削速度 V 、トルク T を決定できると考えられる。

5. 参考文献 1) 重松尚久,北岡一成,室達朗,小田登,河村進一：多段型端面掘削方式を用いた深礎掘削機の性能に関する室内実験,土木学会論文集F1(トンネル工学) Vol. 69(2013) No. 2, pp.121-128, 2013.

図-5 掘削時間 t と掘削深さ z の関係図-6 掘削段階における垂直力 F_z とトルク T の関係図-7 掘削段階における垂直力 F_z と垂直力と1回転あたりの貫入速度 V_r の関係