

端面掘削方式を用いた多段型掘削機の開発に関する研究

呉工業高等専門学校 正会員 重松尚久
 呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○北岡一成
 呉工業高等専門学校 正会員 河村進一

1.はじめに 本研究では、段階的に端面掘削を行える多段型モデル掘削機を製作し、実験を行い、バックハウの先端に取り付けて使用する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。

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 $\phi 12\text{mm}$ 、長さ 28mm のポイントアタックビットが 2 本ついており、端面掘削を行うための先進孔を掘削する。中心部にはフィッシュテールを設置する。2 段目と 3 段目は、 $\phi 60\text{mm}$ のローラーカッタビットをそれぞれ 2 枚ずつ設置する。排土効率の向上のため、モデル掘削機の先端部に $\phi 17\text{mm}$ 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横転させた。モデル掘削機に作用する垂直力を一定にして掘削を行う荷重制御で実験を行い、掘削の際の垂直力 F_z 、トルク T 、掘削深さ z を測定した。なお、設定した垂直力は、過去に行った変位制御実験でモデル掘削機に作用した垂直力を参考にした¹⁾。

3.実験結果と考察 図-3 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。トルク T は一定の値を中心にほぼ一定の振幅で振幅しながら掘削が進行している。一時的にトルク T の値が不安定なところも見られるが、これはモルタルの掘削が進んでいく際に掘削面の凹凸にビットが引っかかることが原因であると考えられる。

図-4 に設定垂直力 7.5kN で 1 段目を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 が掘削時間 $t=30$ 秒付近までは若干速く掘削が進行し、その後安定してほぼ一定の速度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行している。図は省略するが、2 段目以降は終始一定の速度で掘削が進行していた。

図-5 は垂直力 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、2 段目で他の段階とは異なる傾向を示すところもあるが、全体を通してみると垂直力 F_z に比例してトルク

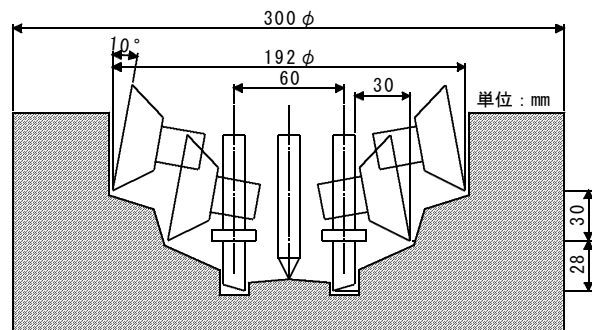
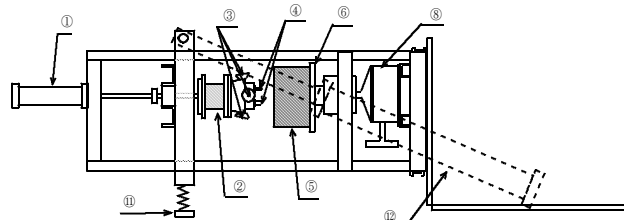


図-1 モデル掘削機断面図



- ① 応力制御用油圧シリンダー
- ② ロードセル
- ③ ローラーカッタビット
- ④ ポイントアタックビット
- ⑤ 供試体
- ⑥ ターンテーブル
- ⑦ モータ (1.5kw)
- ⑧ 減速機
- ⑨ 油圧ポンプ
- ⑩ 変位計
- ⑪ 着地用サスペンション
- ⑫ 排土改善用油圧シリンダー

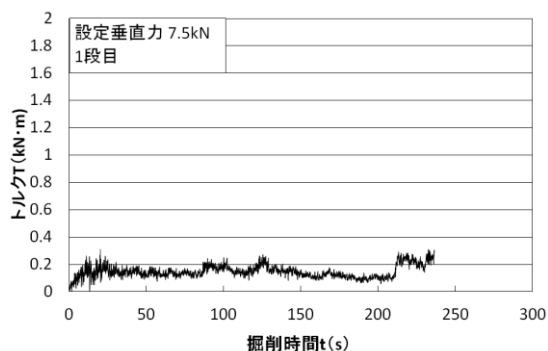


図-3 トルクと掘削時間の関係

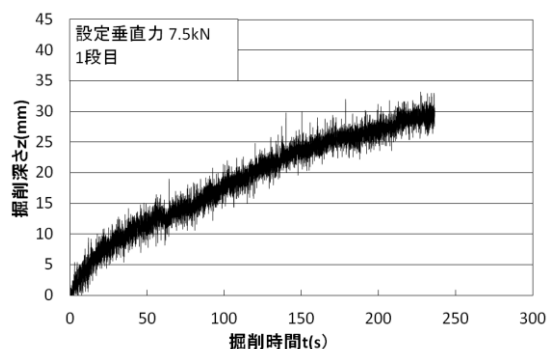


図-4 掘削深さと掘削時間の関係

キーワード 端面掘削, ローラーカッタビット, ポイントアタックビット

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 呉工業高等専門学校 TEL. 0823-73-8480

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 を制御することで掘削機に必要とするトルク T を決定できると考えられる。

図-6 に垂直力 F_z と掘削速度 V の関係を示す。1 段目は垂直力 F_z に比例して掘削速度 V が上がっている。また、2 段目も垂直力 F_z に比例して掘削速度 V 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 段目も 2 段目と比べると若干緩やかになっているが、垂直力 F_z に比例して掘削速度 V が上昇していることがわかる。3 段目以降を増やした場合、掘削速度がどれくらいの傾きになるか、今の段階では分からないが、垂直力を上げることで比例的に上昇していくものと考えられる。これにより、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掘削速度 V を決定できると考えられる。

図-7 に各掘削段階における比エネルギー E_s のグラフを示す。比エネルギー E_s は掘削効率を表す指標で、式(1)で求められる²⁾。

$$\text{比エネルギー } E_s = \frac{\text{全動力 } P}{\text{単位時間掘削土量 } V_E} \quad (1)$$

比エネルギー E_s が小さいと掘削効率がよいことを意味する。

1 段目は掘削効率がよい。これは、掘削機中心部に近い位置にポイントアタックビットがあるため、トルク T が小さくなったことが原因だと考えられる。2 段目から 3 段目については比エネルギー E_s が大きく減少している。ローラーカッタービットが 2 枚から 4 枚に増え、単位時間あたりの掘削土量も増えたため、掘削効率が上昇したと考えられる。このことより、掘削段数を増やして掘削することによって多段型掘削機は掘削効率を上昇させることができると推測される。

4. 結論

- (1) 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 を決定することができると考えられる。
- (2) 端面掘削の掘削段階が進むと掘削効率が上昇していたため、実際の多段型掘削機で掘削を行う際にも掘削段数を増やすと、掘削効率が上昇すると推測される。

参考文献

- 1) 重松尚久, 北岡一成, 小田登: 多段型端面掘削方式を用いたモデル掘削機の応力制御実験, 平成 22 年度, 建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.61-64, 2010.
- 2) Snowdon RA, Ryley MD, Temporal J.: A study of disc cutting in selected British rocks. Int J Rock Mech Min Sci Geomech Abstr;19:107-21, 1982.

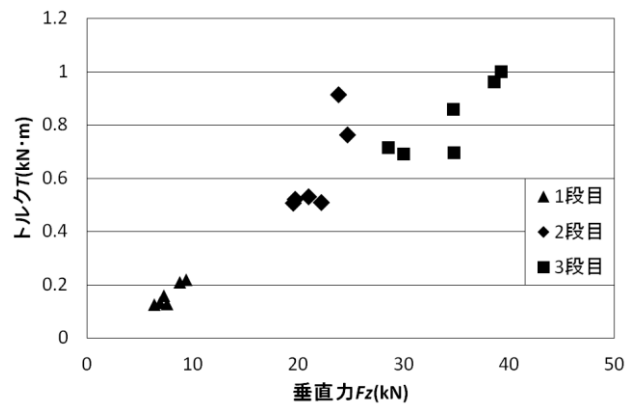


図-5 垂直力とトルクの関係

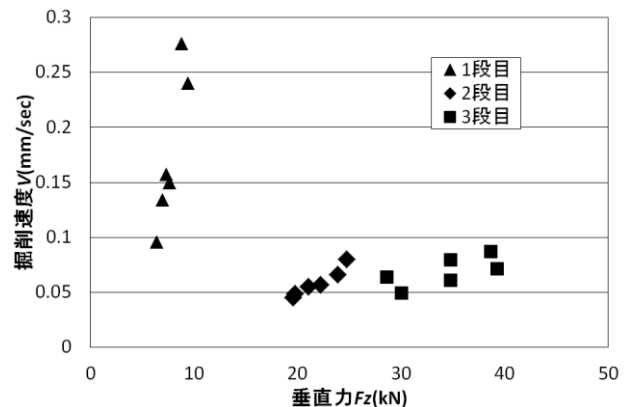


図-6 垂直力と掘削速度の関係

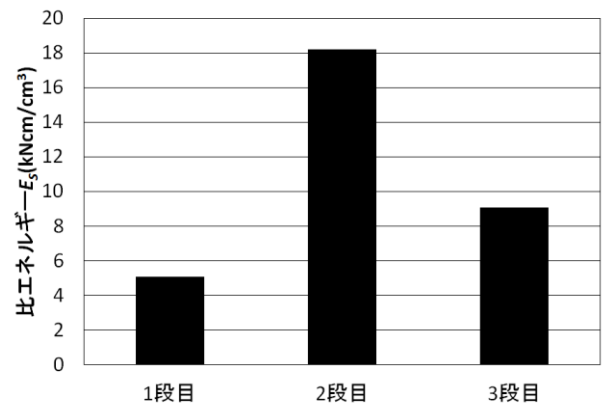


図-7 各掘削段階における比エネルギー