

モルタル供試体における多段型モデル掘削機における基礎的研究

呉工業高等専門学校 学生会員 ○宮永 渚生
 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 非会員 杉原 綾乃

1. はじめに

本研究では、ディスクカッタビットを用いた多段型掘削方式による新しい深礎掘削機を考案し、実用化するための基礎となる設計指針を提供することである。端面掘削方式¹⁾は従来の平面掘削方式と比較すると、2自由面を作った後、張り破壊により削孔するため、掘削効率の向上やディスクカッタビットの摩耗減少も図れ、比エネルギーが平面掘削方式の約1/10に減少することがわかっており²⁾、極めて効率的な掘削が可能になったことが明らかになっている。

2. 実験装置, 実験方法

2.1 実験装置

図-1 に実験装置の概略図を示す。また、図-2 に多段型モデル掘削機の概略図を示す。多段型モデル掘削機は4枚のディスクカッタを取り付け多段型モデル掘削機のモデルとする。カッタ1,2 が同時に当たり平面掘削が起こる第1段階、その後カッタ3 が当たる第2段階、最後にカッタ4 が当たる第3段階という仕組みになっている。

2.2 実験方法

ターンテーブルに据え付けられた供試体を2r.p.mで回転し、モデル掘削機を一定の速さで押し当て $z=35\text{ mm}$ に到達するまで掘削した。また、掘削時間を t とし、掘削中に作用している垂直力 F_z 、掘削深さ z 、トルク T 、掘削土量 m を測定した。時間当たりの掘削深さを一定にして掘削する変位制御では、一定の貫入量を設定できるウォームジャッキを使用する。本実験では、設定速度 V_{set} を0.0223, 0.0302, 0.038, 0.0459, 0.0537mm/secの5パターンに設定した。それぞれの設定速度ごとに3回実験を行った。しかしながら供試体の都合上設定速度 $V_{set}=0.0537\text{ mm/sec}$ については2回行った。

供試体は水結合材比 $W/B=17\%$ の高強度モルタル供試体(一軸圧縮強度 153.5 N/mm^2)を使用する。供試体寸法は高さ172mm、直径365mmの円柱状供試体とする。

キーワード 端面掘削方式, 多段型モデル掘削機, 変位制御

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2-11 TEL 0823-74-8380 呉工業高等専門学校環境都市工分野

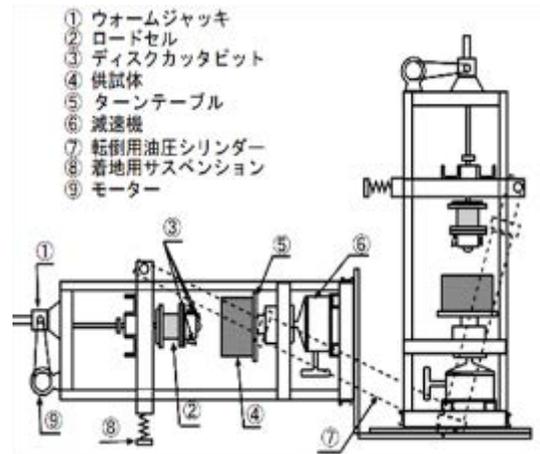


図-1 実験装置の概略図

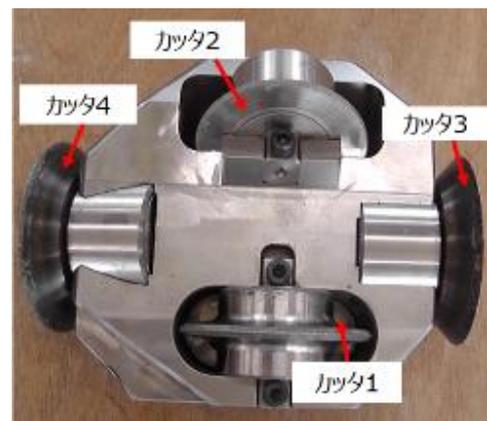


図-2 モデル掘削機 概略

3. 実験結果と考察

概要では、変化が顕著な設定速度 $V_{set}=0.0223\text{ mm/sec}$ の1回目の結果を例に考察を行う。

3.1 掘削時間 t に対する垂直力 F_z

図-3 に掘削時間 t に対する垂直力 F_z の関係を示す。まず大きな剥離を生じさせて掘削していく初期端面掘削を経て、その後小さな剥離を生じさせて掘削していく定常端面掘削へと移る。これは実験開始直後では、カッタが供試体に切り込んでいき、2自由面を形成していく上で掘削面が不安定になりやすいことが考えられる。これらの傾向は他の実験条件にも同様にみられた。

3.2 掘削時間 t に対するトルク T

図-4 に掘削時間 t に対するトルク T の関係を示す。実験開始直後は、トルク T が急激に増加している。これはカッタが供試体に切り込んでいくため掘削面が安定しないことが考えられる。また、トルク T の値の増減と同様な傾向が見られる。また、グラフの傾向についてはどの条件にも同様な傾向がみられた。

3.3 段階と設定速度 V_{set} 別の最大垂直力 F_{zmax} との違い

図-5 に 2.1 で示した段階と設定速度 V_{set} 別の最大垂直力 F_{zmax} の平均値との関係を示す。設定速度 V_{set} が大きくなるにつれて最大垂直力 F_{zmax} も大きくなっていくわけではないことが分かった。しかし全体的な傾向をみると設定速度 V_{set} の小さい順から 3 つと、大きい順 2 つでまとまっているようにみられた。また段階が上がるごとに最大垂直力 F_{zmax} の差が顕著にみられるようになった。

3.4 設定速度 V_{set} と実測速度 V との違い

図-6 に設定速度 V_{set} と掘削深さ z を測定した際に得られた実測速度 V との関係を示す。設定速度 V_{set} が大きくなるにつれて、比較を分かりやすくするために引いた 45° 線から遠ざかっていく傾向がみられた。 45° 線は設定速度と実測速度を 1 対 1 で表すため 45° に線を引いている。つまりこれは設定速度 V_{set} が大きくなるにつれ垂直力 F_z が大きくなることにより反力も大きくなり、 45° 線から離れていった。また、設定速度 V_{set} ごとでのズレは少なかった為、ある程度の掘削速度 V の予想も可能である。

4. 結論

(1) 掘削時間 t との関係について、垂直力 F_z は平面掘削では急激に増加し、その後垂直力 F_z が増加することで初期端面掘削に移り、垂直力 F_z が低下することで定常端面掘削になることが確認された。また、トルク T についても同様な傾向がみられた。

(2) 変位制御について、どの設定速度 V_{set} についてもグラフの形状は同じ傾向がみられ予想が可能である。また、高強度モルタル供試体に関してのモデル掘削機による変位制御での実験は力の把握ができたため、荷重制御実験でも実験可能である。

参考文献

- 1) Snowdon, R.A. Ryley, M.D. and Temporal, J. A study of disc cutting in selected British rock. Int. J. of Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstrs., 19, pp.107-121, 1982.
- 2) 室達朗：岩盤掘削・穿孔作業の合理化方策について，日本工業出版建設機械，464，Vol. 39，pp23-28，2003.

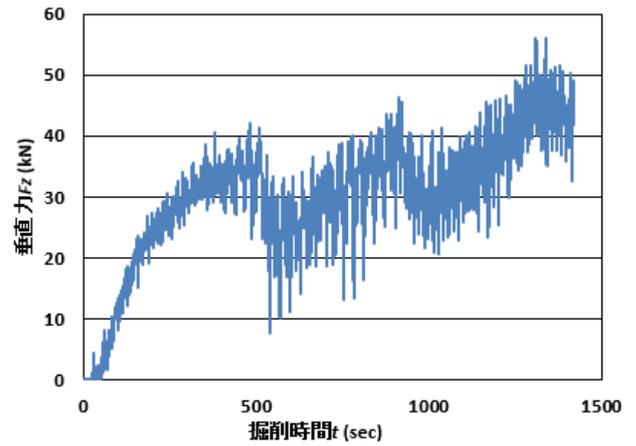


図-3 掘削時間 t に対する垂直力 F_z の関係

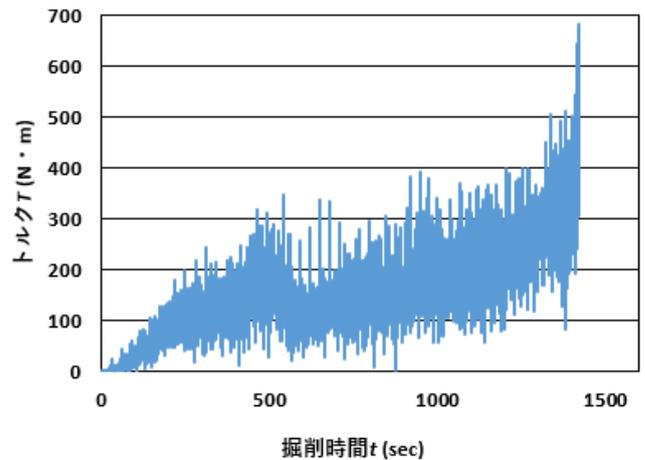


図-4 掘削時間 t に対するトルク T の関係

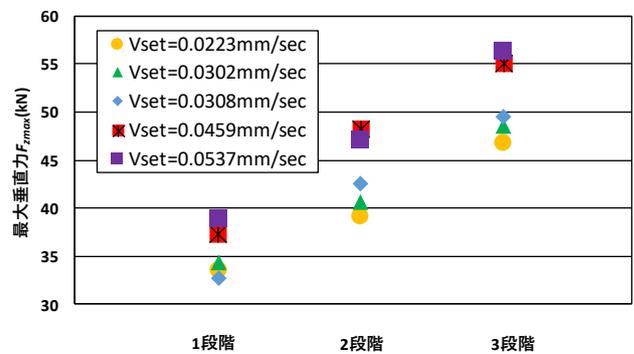


図-5 段階と設定速度 V_{set} 別の最大垂直力 F_{zmax} の関係

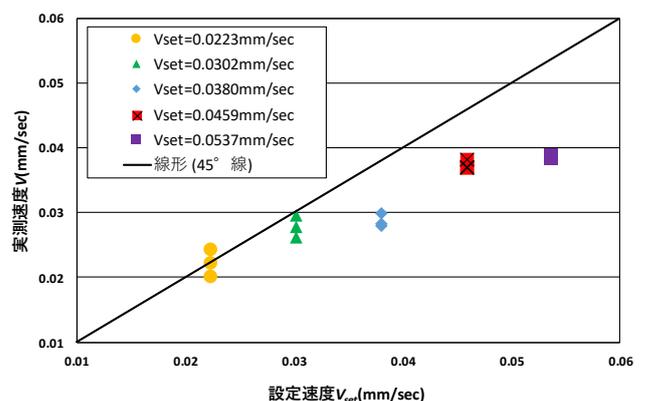


図-6 設定速度 V_{set} と実測速度 V の関係