

VI-9 ローラカッタビットによるモルタルの端面掘削について

愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗
 愛媛大学工学部 正会員 河原 荘一郎
 鹿島建設(株) 正会員 ○柴田 勝博
 愛媛大学大学院 学生会員 若林 優輔

1.はじめに

T.B.M.は、現在トンネル施工において代表的なものであり省力化と高速施工に優れているが、T.B.M.の掘削メカニズムである平面掘削は、大きな推進力を要すること、大口径化、ローラカッタビットの摩耗など様々な問題点がある。そこで T.B.M.のメカニズムである平面掘削に替わるとされる端面掘削メカニズム(図-1)が今注目されている。本研究では3タイプの刃物角度、4タイプの貫入量、5タイプの切り込み幅で端面掘削実験を行い、比エネルギー $S_E^{(1)}$ を最小とする効率的な端面掘削を明確することを目的とする。

2. 供試体

実際の施工においては、掘削速度および経済性などを考慮すると効率良く掘削できる岩石強度は、2~30MPa程度とされている。本実験では、端面掘削が効率良くできる岩石強度範囲内で、最も掘削しやすいということから、一軸圧縮強度 S_c が約 20MPa となるようなモルタル供試体を製作し擬似岩盤として実験に使用した。

3. 実験装置

掘削実験に用いた実験装置概略図を図-2に示す。実験装置はハンドル、ローラカッタビットおよびカッタホルダ、ターンテーブル、減速機、モータなり、ハンドルにより一定の貫入量をカッタホルダに与える。そして出力 1.5kw のモータの動力を減速機を通して供試体を載せたターンテーブルに伝え、回転させることで掘削実験を行う。

4. 実験方法および計測方法

掘削力の測定方法の概略図を図-3に示す。図に示すように、ローラカッタビットの刃先に作用している力、即ち掘削力を接線方向力 F_x (X 方向)、向心方向力 F_y (Y 方向)、鉛直方向力 F_z (Z 方向)とに分けて、3個のロードセルにより計測した。また掘削力の向きは、供試体からの反力方向を正とした。掘削実験で産出された掘削土量は、掘削実験後刷毛で採集した後電子天秤により計量した。実験内容は、貫入量 $P = 4, 6, 9, 12\text{mm}$ 、切り込み幅 $S = 10, 15, 20, 25, 30\text{mm}$ 、刃物角度 $\alpha = \pi/6, \pi/4, \pi/3\text{rad}$ を様々に組み合わせ掘削実験を行った。

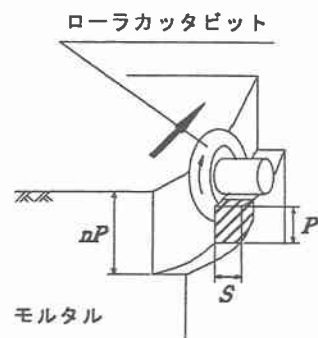


図-1 端面掘削メカニズム

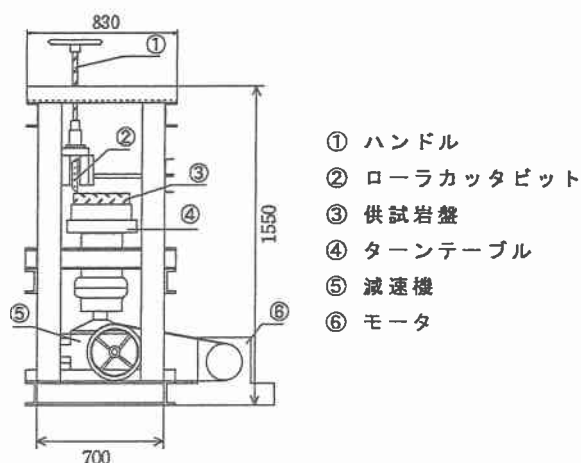


図-2 回転掘削試験機

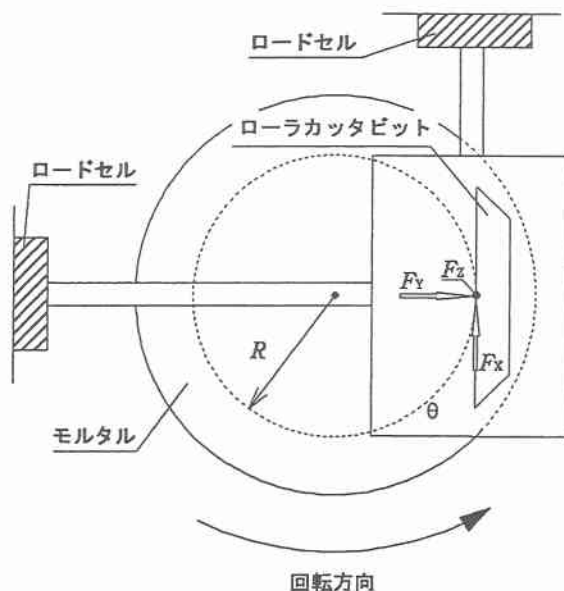


図-3 回転掘削試験機(平面図)

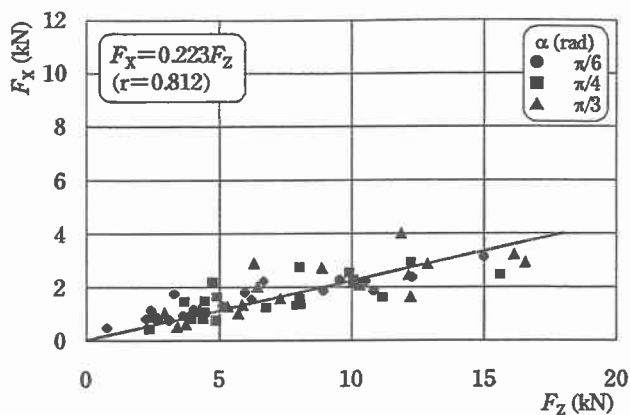


図-4 接線方向力 F_x と鉛直方向力 F_z の関係

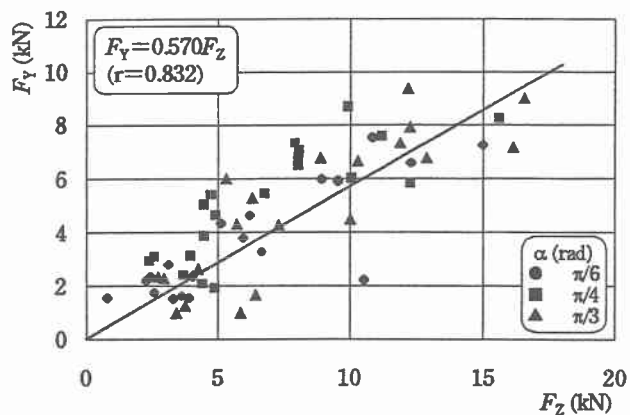


図-5 向心方向力 F_y と鉛直方向力 F_z の関係

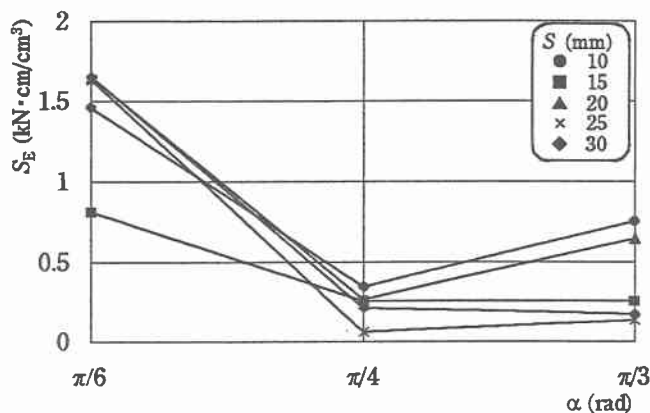
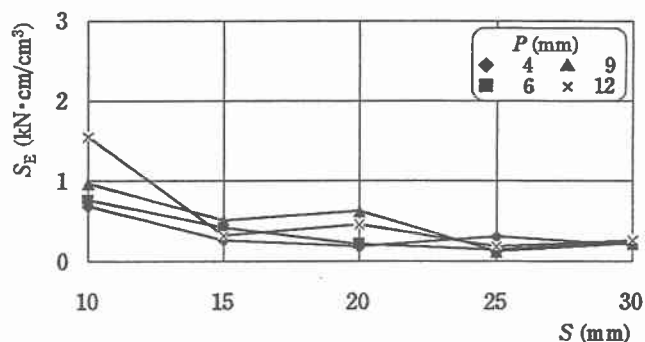
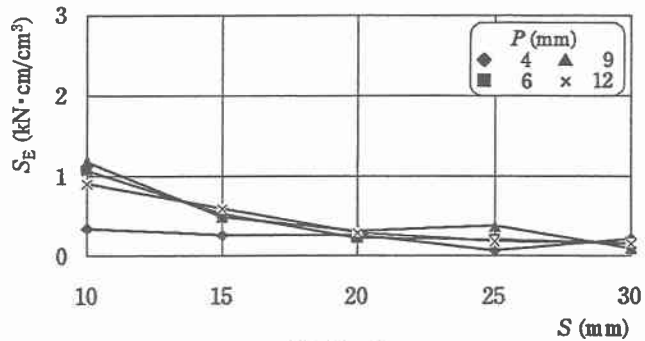


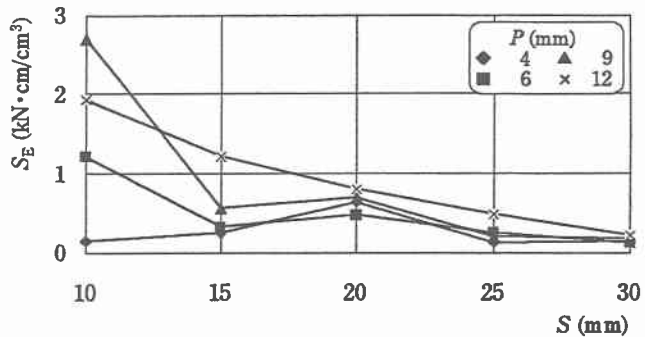
図-6 比エネルギー S_E と刃物角度 α の関係



(a) $\pi/6$ rad



(b) $\pi/4$ rad



(c) $\pi/3$ rad

図-7 比エネルギー S_E と切り込み幅 S の関係

5. 実験結果および考察

図-4 に接線方向力 F_x と鉛直方向力 F_z の関係を示す。図-4 で示している回帰式は、 $F_x = 0.223 F_z$ で相関係数 $r = 0.812$ である。図-5 に向心方向力 F_y と鉛直方向力 F_z の関係を示す。回帰式は、 $F_y = 0.570 F_z$ 相関係数は $r = 0.838$ である。図-6 に刃物角度 α と比エネルギーの関係を示す。 $\pi/4$ rad の時に比エネルギーは、最小値をとっている。図-7 に比エネルギー S_E と切り込み幅 S の関係を示す。切り込み幅が大きくなるにつれ、比エネルギーは減少している。

6. 結論

比エネルギー S_E と切り込み幅 S の関係では、切り込み幅が 25,30mm 付近で最小値をとり効率的なエリアが明確となった。比エネルギー S_E と刃物角度の関係においては、 $\pi/4$ rad の時に比エネルギー S_E が最小値をとり、効率的な刃物角度が明確となった。比エネルギー S_E と貫入量 P の関係は、貫入量 P が小さいほど比エネルギー S_E が小さくなる傾向が見られた。

7. 参考文献

1) FRANK F.ROXBOROUGH HUW RPHILLIPS:ROCK EXCAVATAITION By Disk Cutter. Int.J.Rock Mech.Min.Sci,& Geomech.Abster.Vol.12 pp361~366.Pergamon Press 1975.