

愛媛大学工学部 フェロー会員 稲田善紀
愛媛大学工学部 正会員 木下尚樹
愛媛大学大学院 学生会員 ○山内秀基
日産建設（株） 正会員 松本 喬

1. はじめに

現在の岩盤破碎工事において採用されている岩盤破碎工法は大別して動的破碎工法と静的破碎工法が挙げられる。前者の動的破碎工法は周辺環境に影響を及ぼすことがあり採用が困難になることがある。そこで、後者の静的破碎工法を採用し施工が行われているが、既存の工法には亀裂の方向制御、経済性、耐久性に問題がある。これらの諸問題を解決するために、筆者らは、加圧孔を設け4方向同時に加圧することで希望する亀裂方向に方向制御できる油圧式岩盤破碎機の研究を進めてきている¹⁾。本研究では、新しい方式による油圧式岩盤破碎機として、スライド方式油圧岩盤破碎機を開発するために、室内実験が可能な小型の破碎器を数タイプ製作し、セメントモルタル供試体にて破碎実験を行い、押出器およびくさび形加圧板と半円形加圧板のテーパ部の勾配の違いによる影響について考察した。また、有限要素法を応用した亀裂解析法²⁾を用いて解析による検討を行った。

2. 破碎実験方法

実験にはスライド方式油圧岩盤破碎器（以下、スライド方式破碎器と称す）を使用した。破碎器の概念図を図1に示す。スライド方式破碎器は、センターホールジャッキを用いて十字型押出器を引き抜くことで、加圧板を4方向同時に変位させ、集中加重を与える機構である。亀裂を発生させる方向にくさび形加圧板を、それに対して直角な方向に半円形加圧板をそれぞれ装着させる。本実験は室内において、セメントモルタル供試体を対象とした破碎を行った。実験には、50×50×30 cmで中央に直径7.5 cmの加圧孔を設けた供試体をセメントモルタルで製作した。実験時には自由面から離れた位置での1自由面の破碎を想定して、供試体の鉛直方向の自由面を拘束板と油圧ジャッキによりすべて拘束した。また、押出器およびくさび形加圧板と半円形加圧板のテーパ部の勾配の違いが、破碎効率におよぼす影響を調べるために、押出器および両加圧板のテーパ部の勾配をそれぞれ変えたスライド方式破碎器を4タイプ製作し使用した。そのスライド方式破碎器のテーパ部の勾配を表1に示す。供試体表面の挙動を調べるために、加圧孔の周辺にひずみゲージを貼付し測定を行った。加圧孔周辺では、8方向にそれぞれ加圧孔壁面から10mm、25mm、40mmの位置にひずみゲージを貼付した。

3. 実験結果および考察

実験の結果、破碎に要した油圧はType 1で16.8MPa、Type 2で16.2MPa、Type 3で15.4MPa、Type 4で17.8MPaとなった。加圧孔に与える力に換算した結果、Type 1

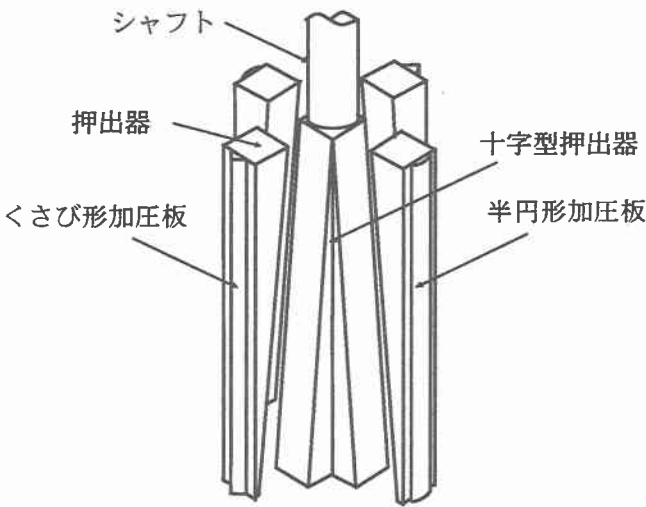


図1 スライド方式破碎器の概念

表1 スライド方式破碎器のテーパ部の勾配

	くさび形加圧板の テーパ部の勾配	半円形加圧板のテ ーパ部の勾配
Type1	1 : 14	1 : 14
Type2	1 : 20	1 : 20
Type3	1 : 14	1 : 20
Type4	1 : 20	1 : 14

で $2.74 \times 10^5 \text{N}$, Type 2 で $2.77 \times 10^5 \text{N}$ となった。これは、くさび形加圧板と半円形加圧板が同じ割合で変位をするために、破碎に要する力はよく似ている。Type 1 と Type 2 を破碎に要した油圧で比較すると Type 1 の方が大きな油圧を必要とすることから破碎効率は Type 2 の方が高いといえる。また、Type 3 は $2.54 \times 10^5 \text{N}$, Type 4 では $2.98 \times 10^5 \text{N}$ となり、Type 3 が最も小さな力で破碎できた。破碎に要した油圧も Type 3 が小さかった。次に、Type 3, Type 4 の供試体表面のひずみを図 2 に示す。これらは加圧孔にかかる力が $1.60 \times 10^5 \text{N}$ 時の供試体表面のひずみである。Type 3 ではくさび形加圧板が大きく変位した影響でくさび形加圧板の接線方向の引張ひずみが大きく出ている。すなわち、くさび形加圧板が大きく食い込み、引張を生じさせ、半円形加圧板がさらに引張を大きくさせている。Type 4 はくさび形加圧板の変位量が少ないためにくさび形加圧板があまり食い込まず、逆に半円形加圧板が大きく変位するため半円形加圧板がほとんど引張を負担し、両加圧板の間の接線方向に引張ひずみが生じていて孔全体が緊張状態にあるように思われる。このことからくさび形加圧板が多く食い込み加圧孔に亀裂を生じさせ、半円形加圧板が孔を加圧し亀裂を進展させるという働きが効率を上げる一つの方法であると思われる。

4. 亀裂解析法による理論解析

有限要素法を応用した亀裂解析法²⁾を用い 2 次元解析を行った。亀裂解析法は、引張応力が岩盤の引張強度を越えた場合、要素は破壊せず隣接要素間の目地に亀裂が入ると仮定した解析手法である。破壊の判定方法は Mohr の破壊包絡線説に従うものとする³⁾。Type 1 と Type 2 はくさび形加圧板と半円形加圧板が均等に変位するため、加圧孔に加えられる力は等しくなるため、今回は解析に、Type 1 および Type 3, Type 4 を使用する場合を想定した。解析によって得られた亀裂の進展長と力の関係を図 3 に示す。この結果より、くさび形加圧板と半円形加圧板のテーパ部の勾配を変化させると、くさび形加圧板が多く変位する Type 3 は、くさび形加圧板と半円形加圧板のテーパ部の勾配が等しい破碎器よりも破碎性が高くなることがわかった。逆にくさび形加圧板が少ししか変位しない Type 4 は破碎効率が悪くなることがわかった。

5. おわりに

実験と解析から、くさび形加圧板の変位量が半円形加圧板の変位量よりも大きくさせたスライド方式破碎器はくさび形加圧板の食い込みやすいセメントモルタルでは、効率的に破碎できることがわかった。

参考文献

- 1) 稲田善紀, 野原浩一, 上原健, 松本喬, 岡本將昭, 宮村長生: 油圧式岩盤破碎機による岩盤破碎に関する基礎的研究, 土木学会論文集 No. 568/Ⅲ-39, 249~258 頁, 1997
- 2) 稲田善紀: 岩盤工学, 173~177 頁, 森北出版, 1997
- 3) 前掲 2), 85~86 頁

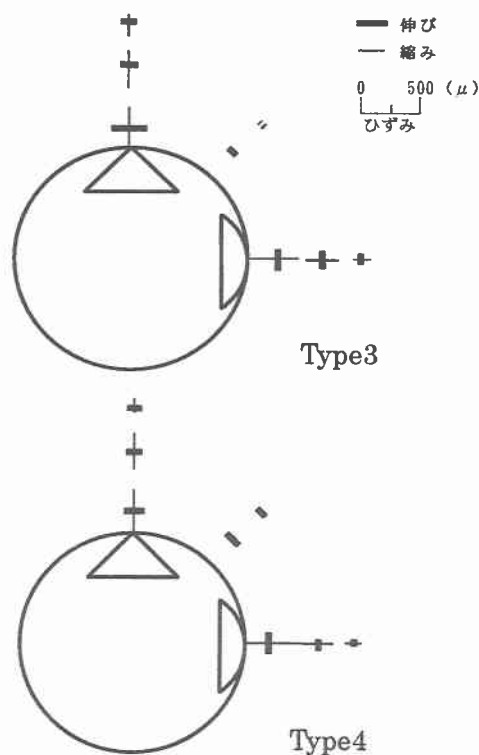


図 2 供試体表面のひずみ

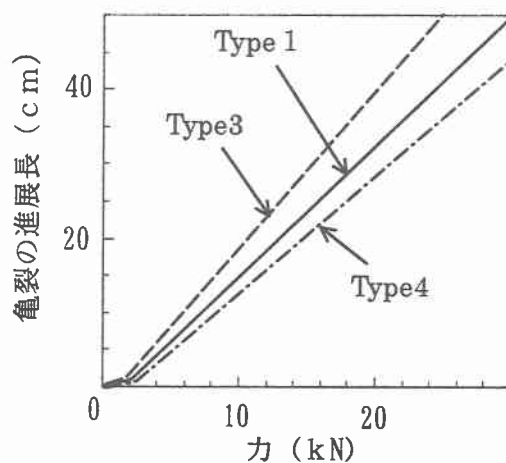


図 3 亀裂の進展長と力の関係