

静的破砕剤による心抜きに関するモデル実験

徳山高専 正員 ○橋本堅一
 徳山高専 正員 工藤洋三
 山口大学工学部 正員 中川浩二

1. はじめに

都市部での岩盤掘削工事、転石処理などにしばしば静的破砕剤が用いられるようになってきた。静的破砕剤は生石灰(CaO)の水和反応による膨張および硫酸塩の硬化をうまく調整したもので、その無公害性と安全性により年々需要が増加している。この静的破砕剤を用いて岩盤掘削を行う場合の基本的作業の一つには爆破と同様、心抜きと称される一自由面破砕があげられる。爆破の心抜きにおける穿孔パターンはくさびカット、バーンカット、ノーカットなど数々あるが破砕剤による心抜きの場合その破壊力によりVカットなどのくさびカットに限られてこよう。

静的破砕剤による心抜きについての資料は穿孔の選択などについての報告はみられるが、実際の施工報告になるとほとんど無に等しい。そこで本研究では静的破砕剤を用いた心抜きの基礎的資料を得るためVカット穿孔を施したセメントモルタル供試体によるモデル実験を行った。そして、そのメカニズムを検討するとともに穿孔角度と孔間隔の選択が心抜き効果にどのように影響するかを考察した。

2. 実験

実験は2段階に分けて行っている。第1段階の破壊機構を調べるための供試体は図-1に示すようなセメントモルタルブロックで上面以外は鉄筋で拘束を与えている。孔の水平に対する角度と孔径はそれぞれ 60° 、 22mm とし、孔間隔 S は孔径との比 S/D が7になるように決定している。孔の設置は外径 22mm の塩化ビニル製パイプを用い、セメントモルタルが半硬化の状態のとき抜きとることにより行、た。打設は手練りで行い、実験時の一軸圧縮強度および圧裂強度は 4.12kgf/cm^2 、 42.3kgf/cm^2 であった。なおセメントモルタルのセメント：砂：水の重量比は1：2：0.47とした。実験に際して供試体内および供試体表面のひずみ、供試体表面の変位を計測している。測定位置等は図-2に示すとおりであり、表面下 7.5cm の位置の14か所のひずみ(埋込みゲージによる)、表面14か所のひずみおよび表面2か所での鉛直変位量である。また内径 19.1mm 、外径 27.4mm の鋼管を用いて破砕剤による膨張圧の測定も行、た。なお、それぞれの測定時間間隔は30分としている。

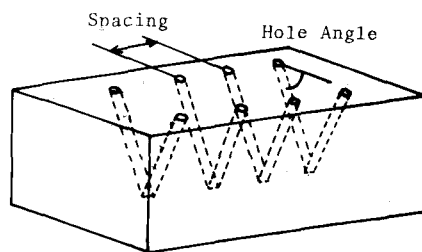


図-1 供試体

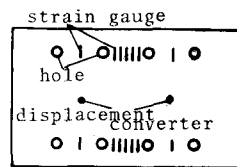


図-2 測定点

次に第2段階の穿孔角度と孔径に関する検討のための実験を行、たが、その供試体の諸量を表-1に示す。用いた材料はセメントと砂の比が1：2のレディミクストセメントモルタルで実験時の一軸圧縮強度および圧裂強度はそれぞれ 3.95kgf/cm^2 、 29.9kgf/cm^2 であった。実験に際しては表面の孔間中央のひずみ測定と鉛直変位量の測定を行い、同時に鋼管による膨張圧測定も30分間隔で行、た。

いずれの実験も温度 15°C 、湿度 60% の恒温室内で行い、静的破砕剤には小野田セメント社製のブライスター150を用いた。破砕剤と水の

No.	Spacing(mm)	Hole Angle	S/D
1	40	45°	2.2
2	40	52.5°	2.2
3	40	60°	2.2
4	60	45°	3.3
5	60	52.5°	3.3
6	60	60°	3.3
7	80	45°	4.4
8	80	52.5°	4.4
9	80	60°	4.4

Hole Diameter=18mm

表-1 供試体諸量

比は30%としている。

3. 実験結果と考察

まず破壊機構について検討する。図-3に孔間中央部の表面下7.5cmの位置と表面のひずみの経時変化を示すがこのモデル実験でみるかぎりには供試体内部のひずみの発現が早いことが認められる。表面2ヶ所の鉛直変位の経時変化を示したものが図-4である。ここでは孔間のクラックの連結が肉眼で観察できる破砕剤充填後16時間で変位の増加が認められる。そして充填後20時間で変位の急激な増加をみるが、この時点では破断面全域にわたってクラックが伸展しているものと考えられよう。膨張圧の経時変位を図-5に示しておく。

次に穿孔角度と孔径の選択による心抜き部の破断性について検討する。破断性の良否について定量的に評価するのは困難であるが二次破砕の難易度を考慮すると鉛直方向の変位量の大小は一つの目安になるものと思われる。そこで、ここでは鉛直方向の変位量で破断性を検討する。破砕剤充填後30時間の変位量をまとめたものが表-2である。これより $\theta=45^\circ$ で $S/D=2.2$ のものの変位量がかなり大きく後処理が簡単のように思われる。 $\theta=45^\circ$ は通常心抜き破断にはみられずはらい脆破的な破断を望むなら効果が非常に悪いものと考えられる。また $S/D=2.2$ というのは破砕剤がかなり密に用いられていることを意味し、経済的にも問題のある値である。そこで実際の施工に当っては第2のグループ $\theta=45^\circ$ の $S/D=3.3$ および $\theta=52.5^\circ$ の $S/D=2.2$ 、 $\theta=60^\circ$ の $S/D=2.2$ の4ケースが考えられる。この4ケースは $\theta=45^\circ$ 、 $S/D=2.2$ の場合とは供試体の後処理を行ううえでは難易度の差がみられなかったため有効な穿孔角と孔径の関係といえると思われるが施工上の効率と破砕剤経費によりその選択が問題になるものと考えられる。しかしいずれにしても破壊力の違いで爆薬より小さな穿孔角を選ぶことになるものと考えられるし、爆薬というなら重い脆破ということで通常の破砕剤の使用における S/D よりかなり小さな値を選ばなければならないものと思われる。

末尾ながら小野セメント株式会社からはブライスター-150の提供をうけた。また武居高志君(現大本組)をはじめとする徳山高専学生諸君には実験およびデータ整理で多大な協力を得た。記して謝意を表する。

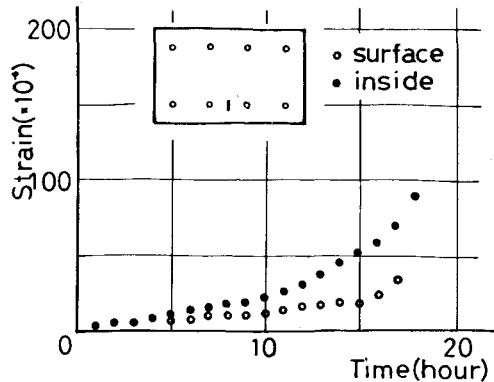


図-3 ひずみの経時変化

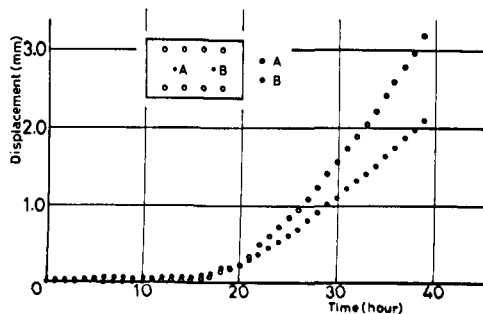


図-4 鉛直方向変位の経時変化

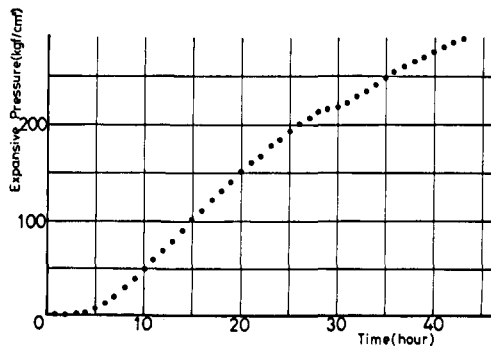


図-5 膨張圧の経時変化

$S/D \backslash \theta$	45°	52.5°	60°
2.2	3.16	1.80	1.89
3.3	1.79	1.36	1.52
4.4	1.89	1.34	1.16

(mm)

表-2 破砕剤充填後30時間における変位