

徳山高専
徳山高専
山口大学工学部

正会員
正会員
正会員

橋本堅一
工藤洋三
中川浩二

1. はじめに

静的破砕剤を用いた老朽構造物の撤去工事や岩盤掘削、転石処理がしばしば行われるようになった。静的破砕剤に関する報告はいくつかみられるが破砕設計を行うという目的から考えればさらに多くの基礎的資料が必要であると思われる。そこで本研究では岩盤地山掘削におけるベンチカットを静的破砕剤を用いて行う場合を考え、破砕設計に対する基礎的資料を得るという目的から等方、等質とみなせるセメントモルタルブロックを用いてモデル実験を行った。実験はケース1；ベンチカットにおける破壊のメカニズムの検討、ケース2；穿孔径、最小抵抗線距離、穿孔間隔の変化にともなう破壊状態の変化の検討、ケース3；根切れの改良の検討の3ケースの実験からなっている。

2. 実験

ケース1の実験には手練りのセメントモルタル供試体を用いた。材料には普通ポルトランドセメントと海砂を用い、セメントと砂と水の重量配合比は1：2：0.47とした。打設は3段に分けて行い、それぞれ打ち継ぎ面に当る2平面に破断予定面に沿っておのおの7枚の埋込型ひずみゲージを設置している。孔径、孔間隔および最小抵抗線距離はそれぞれ22mm、13cm、7cmとした。供試体の概要を図-1に示す。用いたセメントモルタルの実験時一軸圧縮強度および圧裂強度は41.1kgf/cm²と42.1kgf/cm²であった。ケース2の実験にはセメントと水の比が1：2のレディミクストセメントモルタルを用いた。供試体は計18個でその孔径、孔間隔および最小抵抗線距離は表-1に示すとうりである。なお実験時一軸圧縮強度と圧裂強度はそれぞれ39.5kgf/cm²、29.9kgf/cm²であった。ケース3の実験では根切れに及ぼす傾斜孔およびトーホールの効果を検討している。供試体は計14個でその孔傾斜角、最小抵抗線距離およびトーホールの有無を表-2に示す。用いた供試体材料は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39.0kgf/cm²、30.8kgf/cm²であった。すべてのケースについて供試体孔数は4で地山方向と底

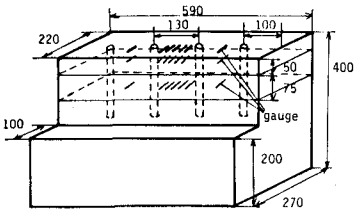


図-1 ケース1 実験供試体

No.	D(mm)	S(cm)	W(cm)	S/D
1	13	14	3	7.78
2	18	14	6	
3	18	14	4	
4	13	14	8	10.77
5	13	14	6	
6	13	14	4	
7	18	12	8	6.67
8	18	12	6	
9	18	12	4	
10	13	12	8	9.23
11	13	12	6	
12	13	12	4	
13	18	10	8	5.56
14	18	10	6	
15	18	10	4	
16	13	10	8	7.69
17	13	10	6	
18	13	10	4	

S:Spacing W:Burden
D:Hole Diameter

表-1 ケース2 実験の諸量

No.	Angle	W(cm)	Toe Hole
1	90	4	—
2	90	4	○
3	90	8	—
4	90	8	○
5	75	4	—
6	75	8	—
7	75	12	—
8	75	12	○
9	60	4	—
10	60	4	○
11	60	8	—
12	60	8	○
13	60	12	—
14	60	12	○

表-2 ケース3 実験の諸量

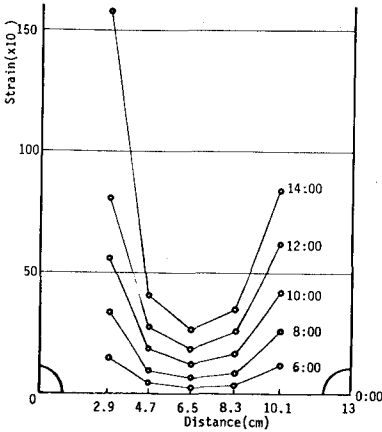


図-2 孔間 ひずみ分布の経時変化

部には鉄筋で拘束を与えている。また供試体は打設3日後脱型、実験前日まで湿潤養生した後温度15℃、湿度60%の恒温室内で1日置いて実験に供した。実験に際して、ケース1では供試体内部1ヵ所と供試体表面7ヵ所のひずみ(図1参照)および膨張圧モニタリング用鋼管のひずみ、ケース2, 3では表面孔間中央部1ヵ所のひずみと膨張圧モニタリング用鋼管ひずみを30分間隔で測定した。

3. 実験結果と考察

ケース1; 図1に孔間ひずみ分布の経時変化を示す。図より孔間中央部に近いほどひずみの発現が遅いことがわかる。このことはクラックが破砕剤充填孔より伸展していくことの説明になるものと考えられる。しかし孔長方向のひずみの発現については大きな差は認められなかった。ケース2; 図2は孔径 $D=18\text{mm}$ 、最小抵抗線距離 $W=6\text{cm}$ のときの各孔間隔における孔間中央部のひずみと膨張圧の関係を示したものである。ここではあきらかに小さい孔間隔のもののひずみが早いのが認められ、孔間隔が小さいほどクラックの発生、連結が早いことが説明される。しかし孔間隔 $S=10\text{cm}$ 、孔径 $D=18\text{mm}$ と一定にして各最小抵抗線距離における孔間中央部のひずみと膨張圧の関係は少し異った傾向を示した。すなわち図3に示すように $W=$

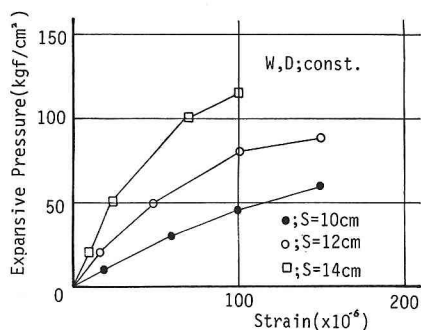


図-3 各孔間隔における孔間中央部のひずみと膨張圧の関係

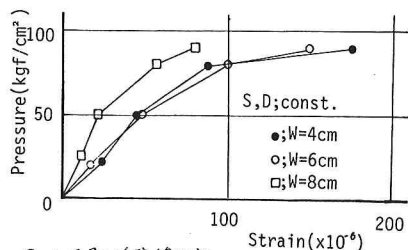


図-4 各最小抵抗線距離における孔間中央部のひずみと膨張圧の関係

4cm と $W=6\text{cm}$ ではひずみの発現がほとんど変わらず $W=8\text{cm}$ のものだけひずみが遅れて現れた。破砕剤充填72時間後バーを用いて破断予定部の破断を試みたが $W=8\text{cm}$ ではすべての S/D に対して破断は困難であった。しかし $W=6\text{cm}$ および $W=4\text{cm}$ では $S/D=5.56, 6.67, 7.78$ で比較的簡単に破断し、 $S/D=9.23$ のものについては $W=4\text{cm}$ のもののみ破断が困難であった。破断部を取り除いた代表的な供試体を写真-1に示すがいずれにおいても根切れはよいといえなかった。ケース3; 破断部を取り除いた代表的な供試体を写真-2に示す。この実験においてトーホールを施したものはいずれも極めて簡単に予定の破砕が行われている。また孔に傾斜をつけた場合には $W=12\text{cm}$ では破断しなかったが $W=8\text{cm}$ では比較的容易に破断した。また根切れについても写真で見られるように比較的よかった。以上のように実験を3ケースにわけて静的破砕剤を用いたベンチカットについて検討してきた。その結果静的破砕剤を用いたベンチカットでは根切れが非常に問題となるがトーホールなどの方法が有効となることが示された。

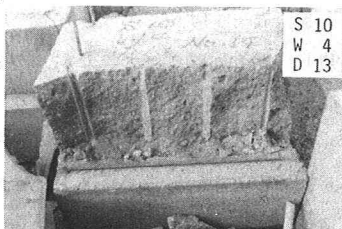


写真-1 ケース2実験の代表的な実験結果

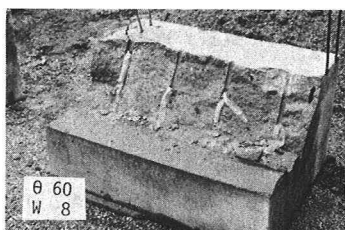
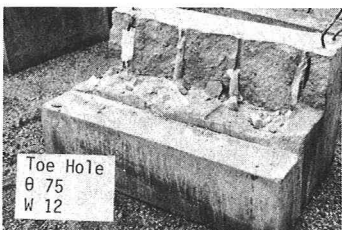
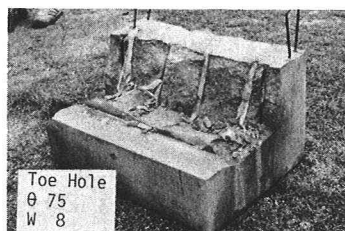
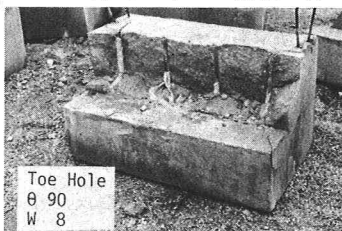


写真-2 ケース3実験の代表的な実験結果

に比較よかった。以上のように実験を3ケースにわけて静的破砕剤を用いたベンチカットについて検討してきた。その結果静的破砕剤を用いたベンチカットでは根切れが非常に問題となるがトーホールなどの方法が有効となることが示された。