

節理等を含む岩盤のスムーズブラスティングのための工夫について

山口大学 正員 中川浩二 清水建設 小野勇司
日本化薬 西田 佑 山口大学 学生員 Q 宇屋俊彦

1. はじめに

岩盤の爆破においてスムーズブラスティング(以下SBと略す)を成功させることは、破断予定面に沿ってクラックを発生させ、破断予定面より地山側にはできるだけ破壊を及ぼさないことを意味する。一般に、節理等は爆破以前から岩盤中に不連続面として存在する。従って、節理等の不連続面を含む岩盤のSBを行う時は、この不連続面を利用し、それ以上に発達しないように考慮しつつ目的とする方向に新しくクラックを発生させる。本報告では、不連続面を含む岩盤における切り欠きの効果に関する模型実験について報告する。

2. 実験

不連続面を含む岩盤のSBにおける切り欠きの効果を検討するためのモデル爆破実験を行う。

2-1. 供試体

供試体は、図-1に示すように $57 \times 27 \times 10.5$ cmのセメントモルタル製である。材料は、レディミフストモルタルを用い配合は、セメント：砂=1：1である。試験時材料は、約4週間で一軸圧縮強度は、 52.8 kg/cm^2 である。打設時に所定の位置に図-2に示すように直径15 mmの丸棒に突起をつけたものを埋め込み、モルタルが半硬化した時炭でこれを抜き取り、切り欠きを有する爆破孔を作製する。爆破孔間隔は、10, 15, 20, 25, 30 cmとする。突起は、幅2 mmの真鍮板を用い破断予定方向に丸棒の両側に設け、切り欠き深さは4 mmとする。

不連続面の作製は、供試体の打設を2回に分けて図-1中の台形部分と周囲の部分とを打ち継ぐことによって作製した。即ち、先に台形部分を打設、作成しその1~2日後に周囲の部分の打設する。打設時に不連続面とする部分に厚さ0.3 mmのビニルシートをはさみ込む。不連続面は、両爆破孔から等距離にあり破断予定面と45°の傾きをなしている。

爆破により供試体が破断、分離するのを防ぐ目的で供試体中、図示するように6 mm丸鋼を2段に配している。

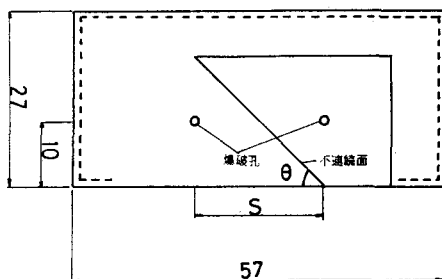


図-1 供試体

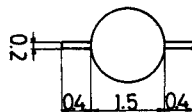


図-2 切り欠き

2-2. 導爆および爆破により発生したクラックの検出

導爆として導爆線を用いている。導爆線はPETNを芯薬とし薬量は 10.78 g/m である。爆破時に導爆線は、供試体を貫通しており爆破孔1孔当りの薬量は、 1.12 g となる。導爆線の直径は、約5.2 mmであり孔径(15 mm)に対して小さいため、装薬時に2ヶ所にテープを巻きつけ爆破孔中央近くに保たれるようにした。起爆は、供試体の外部で行ない、両爆破孔が同時爆破となるように6号電気雷管から爆破孔までの導爆線の長さを等しくしている。

爆破後、供試体表面に発達したクラックを検出した。爆破により供試体中に発生、発達するクラックには、種々のレベル(幅)のものがあるが、本報告では肉眼で検出できるものをクラックとして扱っている。

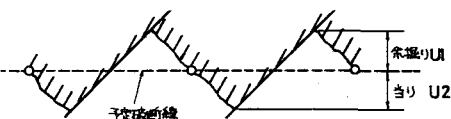
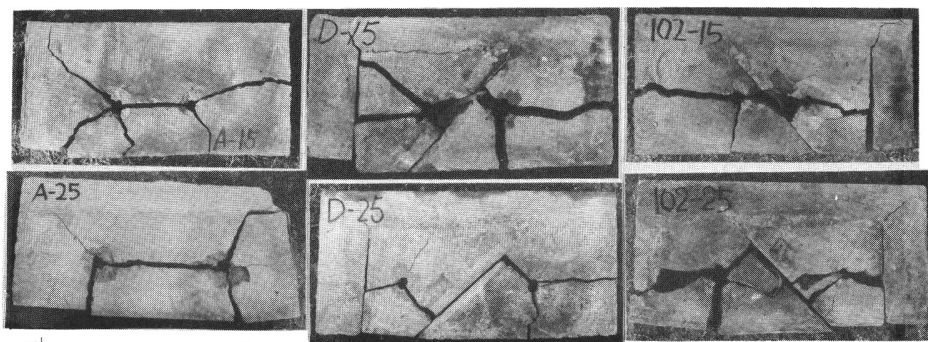
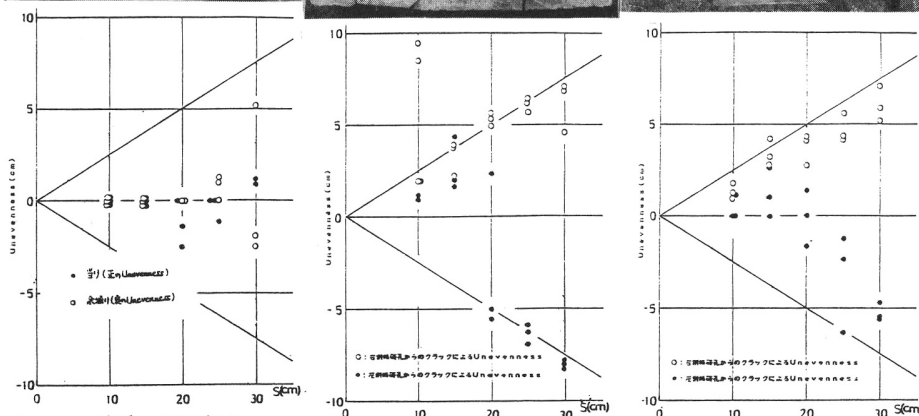


図-3 破断面の形成



左より
写真1, 2, 3
上: $S=15\text{cm}$
下: $S=25\text{cm}$



左より
図-4a, b, c

2-3. 結果の測定方法

SBの効果の評価するための1つの方法としてUnevenness(破断面の非平滑度: 破断面足元から裏破断面までの距離の最大値)を有える。図-3のように破断面が形成されたとする。この場合のUnevennessは、余振り u_1 、当り u_2 として表わされる。SBのための切り欠き効果とは、切り欠きを設けることによって、余振り・当りをゼロに近づけるかを検討することが1つの方法となる。

2-4. 実験結果と考察

爆破した伏設体例を写真に示す。写真-1は、両爆破孔間に不連続面はなく、また切り欠きも存在しない場合である。写真-2は、両爆破孔間に不連続面としてビニルシートをはさんだ場合である。写真-3は、この状態において、切り欠きを設けた場合である。 $S=15\text{cm}$ では、写真-2と比べて切り欠き方向以外へのクラックの発達が抑制されている。 $S=25\text{cm}$ では、明らかに破断予定方向にクラックが発達している。

いま、これらの状況をUnevennessから評価するためにUnevennessを求め、結果を図-4に示す。図-4aでは、写真-1に対応する不連続面を含まない伏設体のUnevennessを示す。これによると、不連続面のない場合の破断面のUnevennessは、一般に小さい。即ち、岩盤が一樣である場合には、特別に工夫しなくても孔間距離が大きくない限り破断面は平滑である。図-4bでは、不連続面を有する伏設体を切り欠きを設けずに爆破した場合のUnevennessを示す。爆破孔間に不連続面が存在すると写真にみられるように、孔間隔の小さい底はクラックは、放射状になり、孔間隔が大きくなるとクラックは、不連続面に垂直な単一に近いものとなる。

図-4bの状態に切り欠きを設けたものが図-4cである。これによると、図-4bにおける $S=20\text{cm}\sim 30\text{cm}$ に対応する右側爆破孔からのクラックによるUnevenness(負のUnevenness)が切り欠きを設けることによって減少している。一方、切り欠きを設けることにより余振りについては、あまり変化がみられない。

3. 6わりに

切り欠きを設けることは、切り欠き方向へ発達させる効果がある。切り欠きを設けることによって、余振りにはあまり変化がないが、当りを減少させる効果がある。