

爆破き裂制御のための溝付きガイド ホールの有効性に関するモデル実験

八代工業高等専門学校 正会員 中村裕一
西松建設(株)技術研 正会員 大原 直
西松建設(株)関西支店 椋木淳二

1, はじめに

最近、地下空洞開発やコンクリート構造物の爆破解体などの具体化にともなって、効率的な制御爆破工法の必要性が高まっている。特に、精度の高いき裂の方向制御が可能な爆破工法を確立することが重要である。き裂進展制御を目的とした従来技術の中で、装薬孔に近接して円孔のガイドホール(空孔)を設けておくと、その方向へ爆破き裂を進展させることができると言われており、この方法に関する理論的、実験的研究がこれまでにいくつかなされている(1)。しかしながら、その効果の評価については幅があり、ガイドホールによるき裂制御のメカニズムについても十分な解明がなされてはいない。これは爆破現象が瞬間的であることなどの実験的困難さによって、動的現象としての爆破にともなう応力波と円孔との相互作用とき裂進展におよぼすその役割が明らかにされていないことによるものである。本報告では、構築した可視化システム(2)を使用して、円孔と干渉する応力波の写真観察を行い、その相互作用としての干渉挙動を明らかにし、その成果に基づいたき裂制御方法として、溝付き(切り欠き)のガイドホールを使用する方法が有効であることをモデル爆破実験によって示す。また、爆破き裂の進展挙動は高速度ビデオ撮影装置を使用して画像解析した。実施工において、この様な溝付き孔の削孔は大原・椋木らによって開発された図-1に示すウイングビットを使用して行うことが出来る(3)。これを使用すると切り欠きを有した溝付き孔(ウイングホール)を1行程の作業で削孔することが出来る。

2, 実験装置および実験方法

光源にQスイッチレーザー(発光時間20nsec)を使用したシャドウグラフシステムは、伝ば速度が数km/秒の応力波を完全な瞬間写真として撮影することが出来る。可視化写真観察にはPMMA供試体(200x200mm, 厚さ20mm)を使用し、装薬には地震探鉱用電気雷管(6号)を使用した。また、爆破き裂の形成状態の確認にはモルタル供試体を使用した。き裂進展挙動の観察は高速度ビデオ撮影装置(最高撮影速度40500pps)を使用し、画像解析して、その爆破効果を考察した。爆破モデル実験は鋼製爆発容器内で行い、雷管の爆発光とレーザーの光パルスは、フォトトランジスターで感知した。これによると使用した電気雷管の起爆遅れは、約120μ秒であった。

3, 実験結果および考察

図-2に切り欠き円孔と干渉する応力波のシャドウグラフ写真を示す。

(a) は応力波の伝ば方向と切り欠

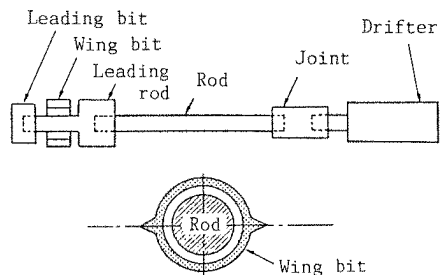
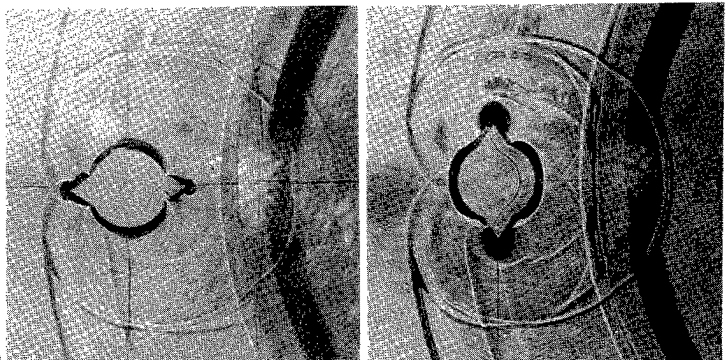


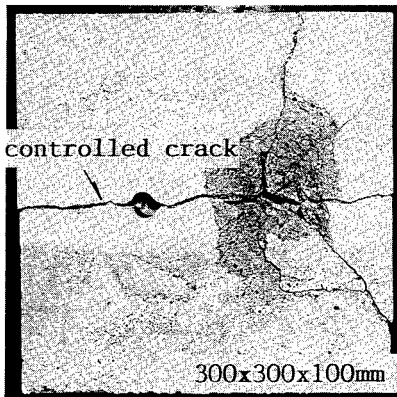
図-1 溝付き孔を削孔するウイングビット



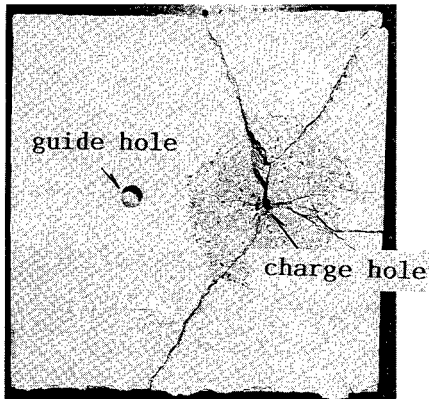
(a)

(b)

図-2 切り欠き円孔と干渉する応力波のシャドウグラフ写真



(a) 切り欠き有り



(b) 切り欠きなし

図-3 爆破き裂パターン

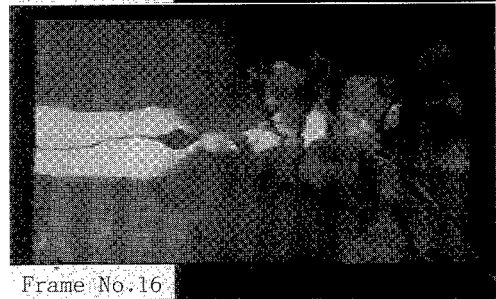
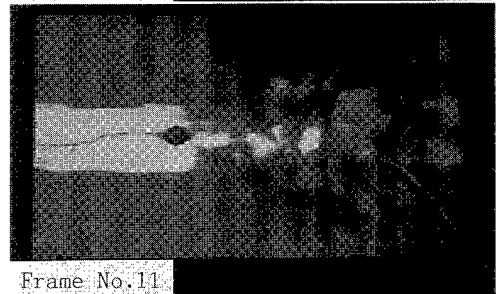
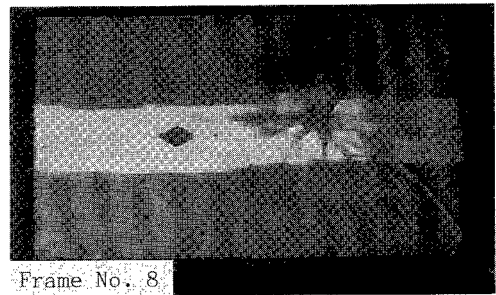


図-4 爆破の高速度ビデオ画像

き先端方向が一致する場合でその方向が予定破断面になる。(b)は切り欠き方向と応力波の伝ば方向が直交する場合である。これらの写真から入射応力波の反射波の挙動、切り欠き先端のシャドウスポット、円孔内部の空气中衝撃波の発生と伝ばが確認できる。図-3は切り欠きを有する溝付きガイドホールによる爆破き裂の進展制御を調べるためにモルタル供試体(300x300x100mm、装薬孔深さ60mm)を使用した場合の爆破後のき裂パターンを示す。(a)から予定破断面にそうき裂進展が溝付きガイドホールで実現されていることがわかる。また、装薬孔近傍の破壊も低減されている。図-4はモルタル供試体を使用した爆破実験を高速度ビデオ(撮影速度9000pps)で撮影したものである。起爆後の早い段階でガイドホール方向にき裂が進展していることがわかる。また、PMMA供試体(200x300x20mm)を使用して、き裂進展挙動を高速度ビデオ(撮影速度18000pps)で撮影した。実験では切り欠き先端を予定破断面方向に一致させてガイドホールを2個配置した。この場合、起爆後、ガイドホールの切り欠き先端から互いに逆方向へき裂が進展することが明らかになった。このため、ガイドホールの間でき裂が衝突する。また、応力波の伝ば方向に直交して2個のガイドホールを配置した場合、切り欠き先端からのき裂進展の時間経過が明らかになった。自由面側のガイドホールの切り欠き先端からのき裂が長いのは自由面からの反射波の引っ張り作用によるものと思われる。

参考文献

- (1)緒方, 和田, 勝山; 火薬学会誌, Vol. 56, No. 1, 1995
- (2)中村, 大原, 椋木; 土木学会第49回年次学術講演会(平成6年9月)
- (3)大原, 椋木, 秋吉; 土木学会第47回年次学術講演会(平成4年9月)