

I-B316

爆破応力波と円孔の干渉によって生じるひずみとき裂の動的挙動

八代高専土木建築工学科 正会員 中村裕一
建設省九州地方建設局 岩本誠治
建設省九州地方建設局 深浦貴之

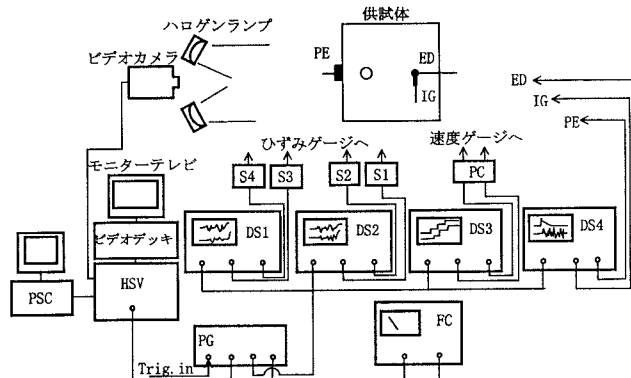
1. はじめに

爆破き裂の進展制御を目的とした従来技術の中で、装薬孔の近くに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出来ると言われており、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が、その効果の評価については幅がある。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などによって、爆破にともなう応力波と円孔の相互作用やき裂進展に及ぼすその役割が必ずしも十分に明らかにされていないことなどによるものである。この問題について、著者らは構築した可視化システムを使用して応力波と円孔の干渉挙動を明らかにし、その成果の一部をすでに報告している(1)(2)。本報告では、応力波との干渉によって生じる円孔周囲の動ひずみ履歴の測定結果や高速度ビデオを使用したき裂進展挙動の観察結果を示す。本実験結果から、切り欠きを有する円孔をガイドホールとして使用する方法が爆破き裂進展による破断面制御のための方法として有効であることを示す。

2. 実験方法

本実験における装置の配置を図-1に示す。動ひずみ測定及びき裂挙動観察には、爆破モデル実験での有用性が認められているPMMA供試体を使用した。装薬には起爆遅れのバラツキの少ない地震探鉱用電気雷管（6号）を使用した。爆破現象の解析のために、装薬の爆発時刻、応力波の自由面到達時刻を各々、イオンギャップ及び自作した圧電ゲージで測定した。図-2に、円孔の形状、ひずみゲージの接着位置を示す。容器内に配置された供試体に2個のハロゲンランプの光をあてて、き裂の進展挙動を撮影した。厚みのあるモデル供試体を使用する場合は、装薬孔からの飛散物による観測窓の破損を防止するために、供試体を光軸に対して45度傾けて撮影した。使用した高速度ビデオカメラはデジタルメモリー方式で、トリガー機能によって爆破現象に同期させて画像記録が可能である。

実験では爆発ガスの拡散を防止するた



ED: 電気雷管 IG: イオンギャップ PE: 圧電ゲージ S: 動ひずみアンプ
PC: 起爆回路 HSV: 高速度ビデオ PC: パルス回路 PG: パルス発生器
DS: デジタルストレージスコープ PSC: パーソナルコンピュータ

図-1 本実験のブロック線図

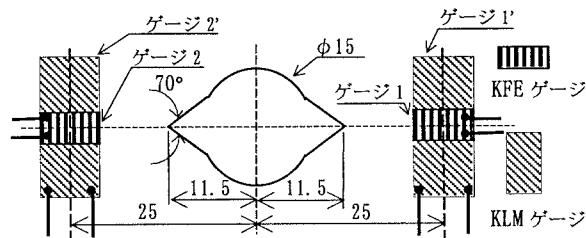


図-2 ガイドホールの形状及びひずみゲージの接着位置

＜キーワード＞ 応力波, き裂進展, ガイドホール, 制御爆破, 高速度撮影, ひずみ計測

〒866-8501 熊本県八代市平山新町2627 八代高専, Tel. 0965-35-1611 Ext. 255, Fax. 0965-33-0616

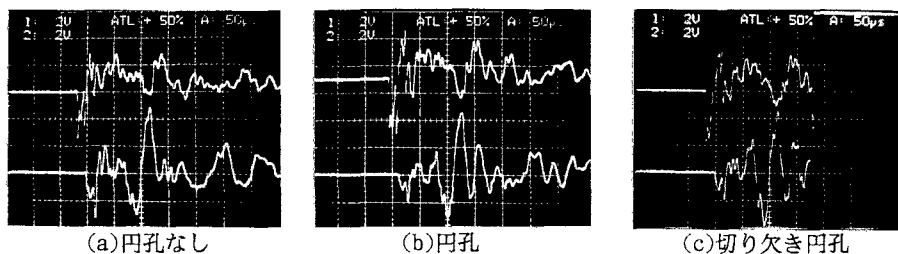


図-3 半径方向ひずみの時間履歴（上側波形：No. 1ゲージ，下側波形：No. 2ゲージ）

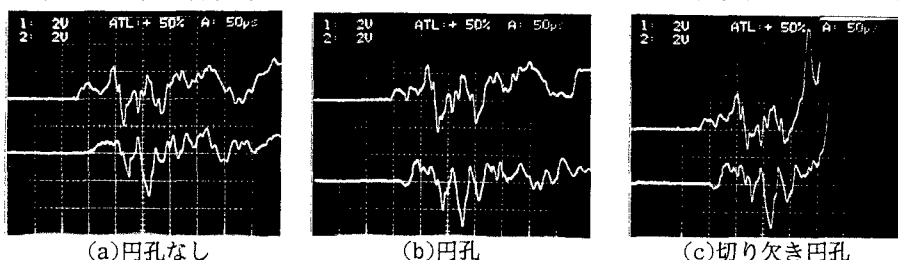


図-4 円周方向ひずみの時間履歴（上側波形：No. 1'ゲージ，下側波形：No. 2'ゲージ）

めに装薬孔位置の供試体表面に鋼製チャンネルを被せた。

3. 実験結果及び考察

円孔の有無による動ひずみ履歴の相違を図-3、4に示す。同一条件で3回爆破実験を行い、現象の再現性を確認した。入射応力波の伝ば方向に沿う半径方向ひずみの履歴を示す爆源側に位置するNo. 1ゲージの波形は、円孔の有無による顕著な違いは認められない。爆源からNo. 1ゲージの中心までの応力波の平均伝ば速度をひずみ波形の初動の立ち上がり時刻から計算すると約3km/sとなる。爆源から150mmの位置にある自由面までの伝ば時間はイオンギャップの作動時刻と圧電ゲージの立ち上がり時刻から求められ、その値は $(50 \pm 1) \mu s$ である。また、ガイドホールより自由面側位置にあるひずみゲージNo. 2の波形より、応力波は円孔通過後、圧縮ひずみを示す初動のピーク値が減少することがわかる。応力波の通過後、約 $100 \mu s$ で自由面からの反射波の作用と考えられる比較的大きな引張ひずみが生じていることがわかる。図-4は、応力波の通過に伴う円周方向ひずみの時間履歴を示す。(c)より、切り欠きを有するガイドホールの場合、No. 1' 及びNo. 2' ゲージともほぼ同時に非常に大きな引張ひずみの発生を示している。これは前報(1)で示した切り欠き先端から互いに逆向きに進展するき裂の発生に対応している。

モルタル供試体中のき裂の動的挙動を示す高速ビデオ画像の一例を図-5に示す。供試体形状は $450 \times 300 \times 100 \text{ mm}$ であり、爆源から100mm間隔で2個の切り欠きガイドホールが設けられている。切り欠きガイドホールは、破断面の方向制御及び制御されたき裂を進展させることにおいて効果的であることがわかる。

<参考文献>

- (1) Y. Nakamura, Post Conference Proc. of the 1996 8th Int. Congress on Exp. Mech., pp. 272-278.
- (2) 中村裕一, 岩本誠治, 大原直, 平成9年度土木学会年次学術講演会概要集1(B), pp. 436-437.

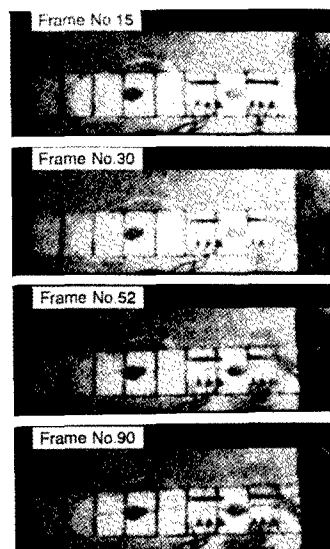


図-5 モルタル供試体中のき裂進展挙動（ビデオ撮影速度18000コマ/秒、コマ間隔 $55.5 \mu s$ ）