

I-B 126

装薬ホルダーを使用した爆破き裂制御

八代高専土木建築工学科 正会員 中村裕一

八代高専専攻科環境建設工学専攻 岩本誠治

1. はじめに

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。このため、著者らは爆破現象を解明し、その成果をもとに爆破エネルギーの効率を高め、高精度のき裂方向制御を可能にする爆破工法として装薬ホルダーを使用する方法に関する研究を進めている(1)。本報告では、新しい着想として衝撃波の集中効果を作り出すくさび形空洞を有する装薬ホルダーを使用したき裂の方向制御に関するモデル爆破実験の結果について述べる。

2. 実験方法

くさび形空洞を有する装薬ホルダーを使用した爆破き裂の方向制御の原理を図-1に示す。この提案法はデカップリング状態にある装薬の爆発によって発生する衝撃波と特別に工夫された幾何形状を有する装薬孔壁面との干渉効果に着目したものであり、装薬孔の孔壁に作用する爆力の作用方向と作用時間を制御し、くさび形空洞先端位置の装薬孔壁面上に引張応力場を生じさせ、その位置を予定破断面方向に一致させることによって、き裂の進展方向を制御することを意図している。

実験に使用した装薬ホルダーの形状を図-2に示す。Type Iは応力集中効果のみを作り出すことを意図している。これに対し、Type IIは、ホルダー内部のくさび形空洞によって衝撃波の集中効果を作り出し、き裂方向制御を行うことを意図している。ただし、Type II-1、Type II-2は、ホルダーの外径とくさび形空洞の体積が異なっている。ホルダーの内径で定義される装薬のデカップリング指数は2.73である。本実験では、くさび形空洞を有する装薬ホルダーによって生じる応力波をレーザーシャドウグラフ法(2)によって可視化観察すると共に、き裂の進展挙動を高速度ビデオカメラ(3)によって観察した。

可視化写真観察によるモデル実験には、爆破実験における供試材料として、その有効性が認められているPMMA（200x200mm、厚さ20mm）を使用し、装薬には市販の地震探鉱用電気雷管を使用した。また、爆破効果を

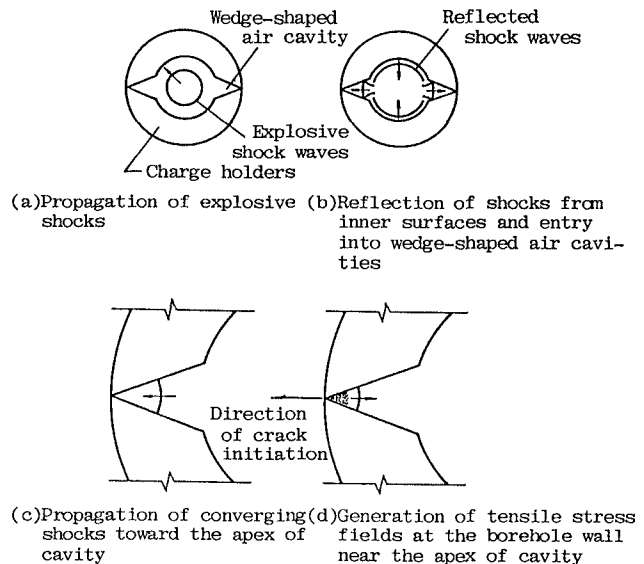


図-1 装薬ホルダーを使用した爆破き裂制御の作用原理

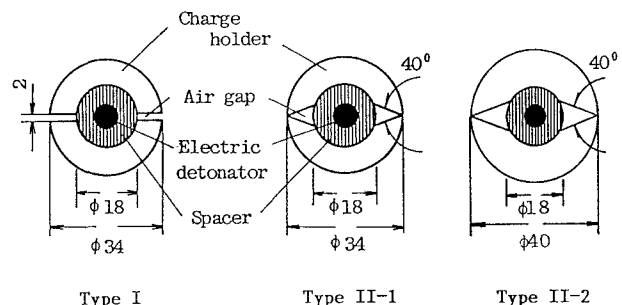


図-2 実験に使用した装薬ホルダーの形状

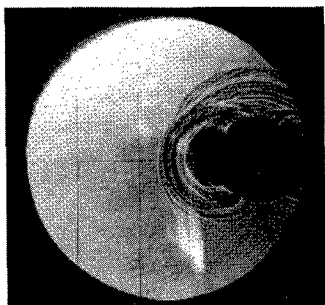


図-3 装薬ホルダーによって生じる応力波のシャドウグラフ写真 (Type II-1)

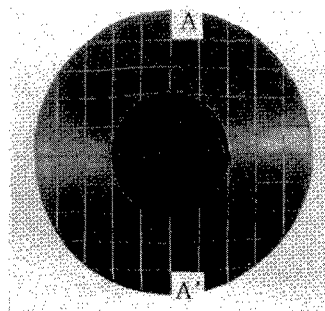


図-4 爆破後の鉛供試体上面の変形状態 (Type II-2)

確認するためにモルタル供試体（450x300x100mm及び300x300x100mm、装薬孔深さ60mm）及び、鉛供試体（直径100mm、高さ110mm、装薬孔深さ70mm）を使用した。鉛供試体を使用する実験は、爆薬の仕事効果を調べるためのTrauzl試験を参考にしたものである。

3. 実験結果および考察

図-3は、PMMA供試体の中央に装着された装薬ホルダー周囲の応力波の挙動を示すシャドウグラフ写真である。写真からくさび形空洞先端を中心とする応力波が発生し、伝播することがわかる。これは装薬ホルダー内部での衝撃波の動的集中効果によって生じるものであり、装薬ホルダーを使用することによって、エネルギーの作用方向と作用時間を制御することが可能であることを示している。予定破断面方向の応力波の伝ば速度はPMMAの縦波弾性波速度に近い。また、ホルダーのくさび形空洞先端から爆発ガスが噴き出していることがわかる。予定破断面方向にき裂が形成されると爆発ガスが作用することによってき裂の進展が促進されることになる。図-4は、爆破後の鉛供試体の変形状態を示す上面写真を示す。実験前に供試体上面に卦がかれた方眼線の歪から爆力の作用方向を知ることが出来る。図から装薬孔近傍において、垂直方向の卦がき線の歪は小さく、水平方向の卦がき線のA-A'に沿う方向の変位が顕著であることがわかる。図-5は高速度ビデオカメラで記録した画像をビデオプリンターで出力したものである。起爆回路とビデオ装置の同期時刻はコマ番号が-1から+1になる間である。画像から予定破断面に沿って微小き裂が生じたのちに、爆発ガスの作用も加わってき裂面が開いていくことがわかる。爆破効果を作り出す衝撃波と爆発ガスの作用時間にずれがあることを考え合わせると、本実験結果が示すき裂進展挙動が理解できる。

<参考文献>

- (1)中村裕一, 山本雅昭, 松永博文; 火薬学会誌, Vol. 56, No. 1, 1995, pp. 19-25.
- (2)中村裕一, 大原直, 椋木淳二; 土木学会第49回年次学術講演会（平成6年9月）
- (3)中村裕一, 大原直, 椋木淳二; 土木学会第50回年次学術講演会（平成7年9月）

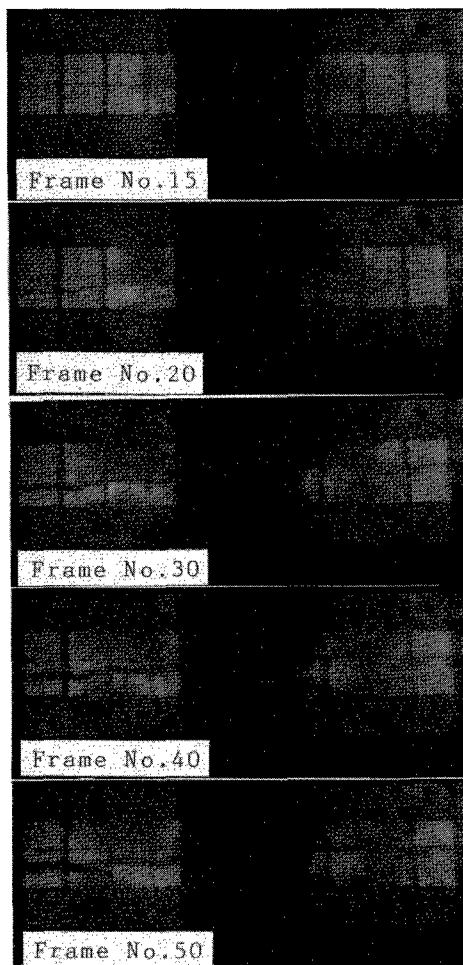


図-5 高速度ビデオカメラで撮影したモルタルのき裂進展挙動(18000コマ/秒)