

Ⅲ-B 86

ウイングホールプラスティングに関する数値解析的検討

西松建設(株)技術研究所 正会員 木村 哲・諸岡敬太・石山宏二
 北海道大学工学部 正会員 金子勝比古
 熊本大学大学院 原田秀敏

1. はじめに

制御発破工法の一つであるスムーズプラスティングでは、近年技術開発が進み、亀裂をより制御するため、穿孔精度や起爆精度の向上(IC電気雷管の使用)などの試みがなされている。ここで、より高度なスムーズプラスティングの一つとして、装薬孔に切欠きを入れる方法(ウイングホールプラスティング)が提案されている¹⁾。このウイングホールの効果は、切欠き先端部に引張応力を集中させ、孔壁より発生する亀裂を切欠きの方向へと制御しようとするものである。

しかしながら、このウイングホールプラスティング(以下WBと略す)は通常のスムーズプラスティングと比較して実施コストが高く実施例も多くない。よって、亀裂の制御に関しては未解明な部分が多く、設計法も確立していないのが現状である。したがって、本報告では、このウイングホールプラスティングでの破壊プロセスをFEMによる数値解析により解明し、さらに通常の円形装薬孔での発破と比較して、装薬孔形状が亀裂制御に及ぼす影響について検討した。

2. 解析モデル・解析条件

解析モデルは図1に示す様な1自由面を有する半無限岩盤を想定し、その自由面と平行な方向に装薬孔を3つ有する長方形領域である。孔間隔 60 cm, 最小抵抗線 60 cm, 装薬孔径 45 mmとし、ウイングホールのモデルでは装薬孔に切欠きを入れ、その長さ 7 mmとした。物性は超硬岩を想定し、装薬孔内壁に作用する圧力はJWL状態方程式により表現した。なお解析法の詳細は参考文献²⁾を参照されたい。

起爆条件としては、DS雷管での秒時誤差を想定し、起爆の順番は装薬孔B,A,Cの順とした。

3. ウイングホールプラスティングの破壊プロセス

WBでの時間経過における亀裂の進展状態を図2に示す。ただし、図に示す時刻は装薬孔Bが起爆した時刻を基準としており、数値解析上の時刻であることを注意されたい。

まず、装薬孔Bが起爆すると切欠き先端部に引張応力集中が生じ、亀裂が生成する。その後、この亀裂周辺の引張応力は緩和され圧縮応力が高まることより、装薬孔孔壁の自由面側および岩盤奥部側に引張応力集中が起こり、その方向に亀裂が生成する(50 μ sec)。この4方向に生成した亀裂は同程度の速度で卓越した伸長を示す(150 μ sec)。400 μ sec後では、卓越亀裂が隣接孔と連結し、破断面を形成している。この状態で装薬孔Aが起爆すると、孔間領域での引張応力は解放されるためすでに連結している亀裂以外の亀裂は生成しない。また、その影響により亀裂は自由面側及び岩盤奥部側へと卓越伸長する(450~800 μ sec)。さらに装薬孔Cが起爆すると装薬孔Aの場合と同様のプロセスを示す。

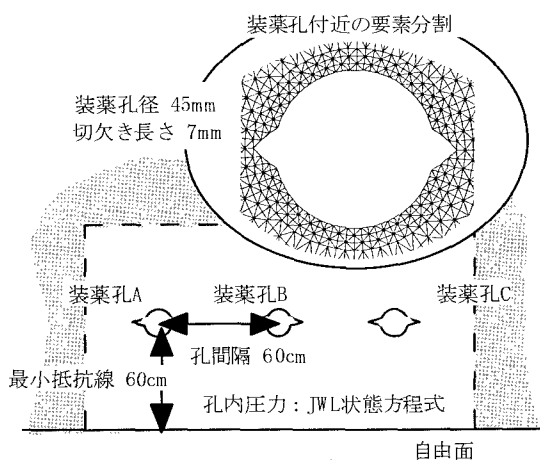


図1 解析モデル

キーワード：スムーズプラスティング ウイングホールプラスティング 数値解析

連絡先：西松建設(株)技術研究所 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 Tel: 0462-75-1135

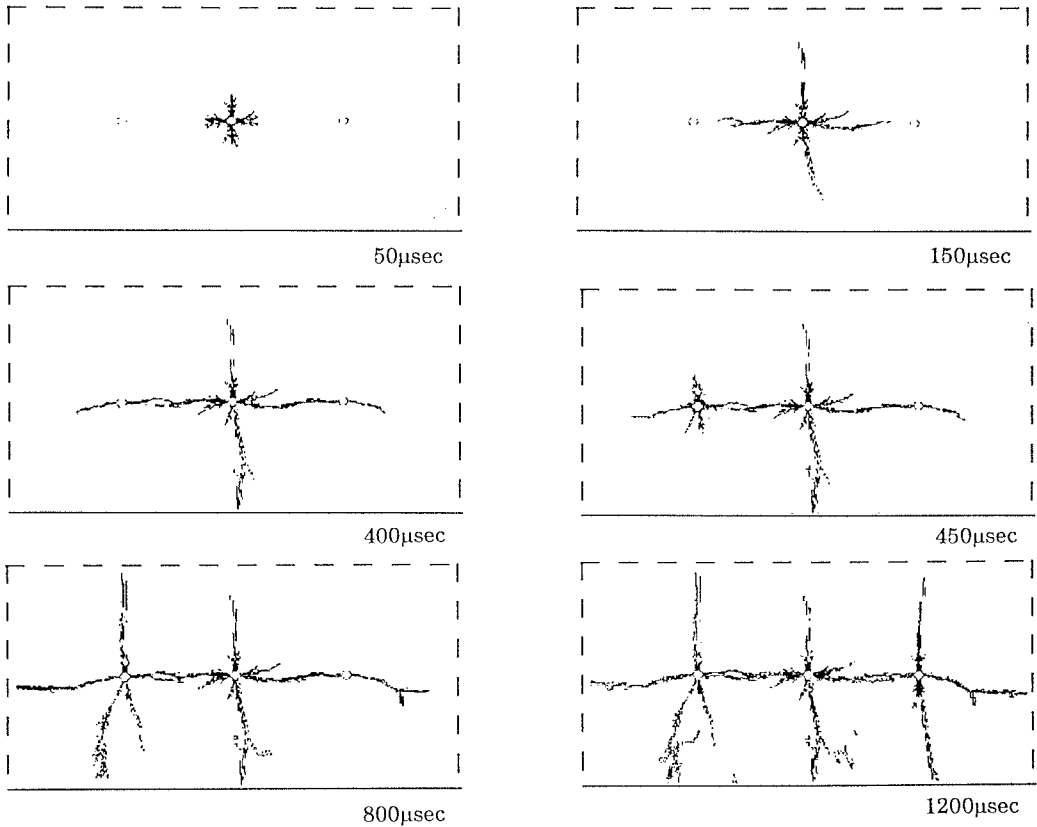


図2 時間経過における亀裂の進展状態

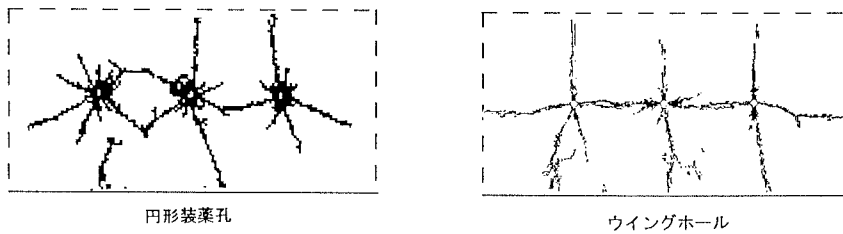


図3 破壊終了時の亀裂進展状態

4. 円形装薬孔との比較

ここで、ウイングホールブラスティングの亀裂制御効果を確認するため、円孔装薬孔との比較を行う。図3に破壊が終了した時刻での亀裂進展状態を示す。

WB での破断面は装薬孔間をほぼ直線の卓越亀裂で連結しているため、比較的設計面に近い破断面を形成している。それは円形装薬孔の破断面状況と比較すると明らかである。さらに、先行起爆する装薬孔からの卓越亀裂は起爆する前に隣接孔に連結しており、このことは、隣接孔を空孔にするか孔間隔が広くとれる可能性を示している。また、WB の場合、亀裂は切欠き方向とそれに直行する方向に制御されるために、岩盤奥部は1本の亀裂により損傷を受ける。これとは逆に円孔の場合では、亀裂は装薬孔から放射状に伸長するため広範囲にわたって損傷を受ける。これは、ウイングホールと円形装薬孔では亀裂による損傷領域の形態が異なることを示している。

参考文献 1) 中村裕一, 岩本誠治, 大原直, 棕木淳二: 爆破亀裂のための切欠きを有するガイドホールの有効性に関するモデル実験, 火薬学会誌, Vol.58, No.3, 1997

2) 金子勝比古, 松永幸徳, 山本雅昭, 松永博文: 発破における岩石破砕過程の破壊力学的解析, 火薬学会誌, No.5, Vol56, pp207-216, 1995