

1. はじめに

以上の観点より、本報では三次元境界要素法を用いた割岩工法における破砕時のき裂進展についての解析を行い、二次元解析との比較を行った。

3. 解析結果

キーワード 割岩工法 破碎設計法 三次元境界要素法

〒243-0125 厚木市小野 2025-1 Tel0462-50-7095 Fax 0462-50-7139

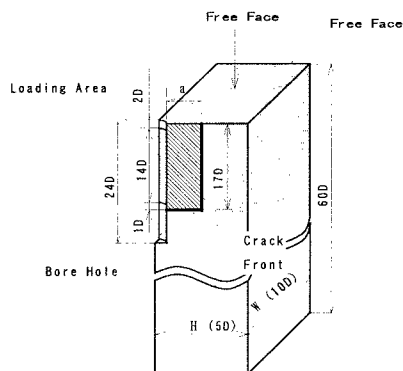


図. 1 解析モデル

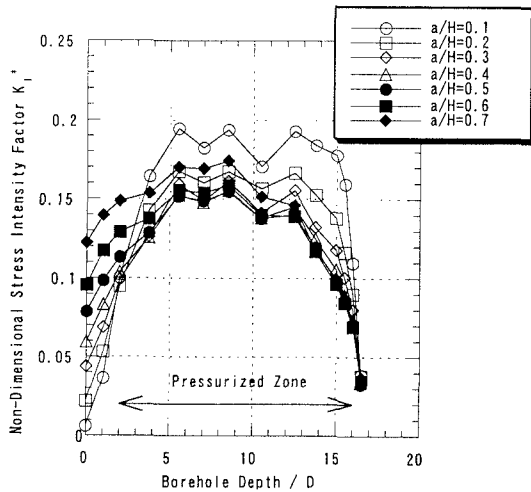


図. 2 き裂進展に伴う無次元応力拡大係数の変化

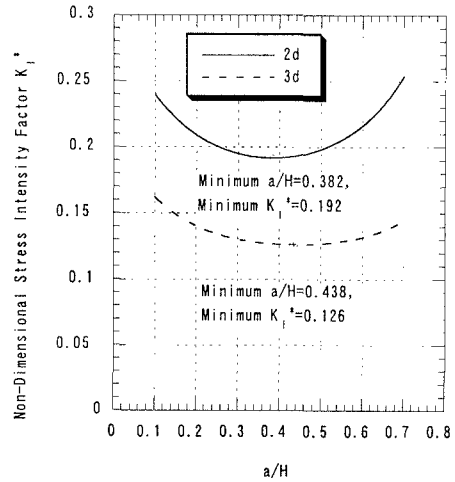


図. 3 二次元結果と三次元結果の比較

応力拡大係数が大きいほどき裂が成長しやすいことを考慮すると、この図はき裂の形状を定性的に表していると考えられる。すなわち、実際の破砕時には、き裂は割岩孔深さの中央部分が先行して進展し、表面に現れるき裂はこれより小さいことがわかる。この傾向はき裂成長の初期の段階で顕著であり、き裂の進展とともにき裂前縁が一樣になる傾向にあるが、割岩孔底面のき裂はほとんど成長しない。

このように、三次元解析結果より得られる無次元応力拡大係数は、割岩孔方向の深度に依存する。このため、各き裂長さにおける平均的な無次元応力拡大係数を次式により求めた。

$$K_I' = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_{Ii}')^2 \cdot \frac{W_i}{W_o}}$$

ここで、 K_{Ii}' : 節点 i における無次元応力拡大係数、 W_i : 節点 i が占める無次元前縁長さ、 W_o : 無次元き裂前縁長さである。

この結果と、同様のモデルから得られた二次元結果を比較した結果を図. 3 に示す。なお、この図は、解析結果を 6 次多項式で近似して得られた式を示している。この図より、三次元解析結果でも無次元応力拡大係数の最小値が存在するため、破砕設計を構築可能であること、また三次元解析より得られる無次元応力拡大係数の最小値は、二次元解析の約 66% となることが示されている。二次元結果に対する三次元結果の低下の主な原因については、①三次元の場合、アクアスプリッターによる载荷がき裂の全域ではないこと、②アクアスプリッターによる圧力が割岩孔底部のき裂の変形にも使われること、が考えられる。なお、割岩孔底部のき裂の変形（割岩孔の深度方向へのき裂の進展）については本報では割愛する。

4. おわりに

割岩工法の破砕設計法を構築するために、三次元境界要素法を用い、き裂進展解析を行ったところ、き裂の進展が定性的に明らかとなった。また、三次元解析結果でも無次元応力拡大係数の最小値が存在するため、破砕設計を構築可能であること、三次元解析より得られる無次元応力拡大係数の最小値は、二次元解析の約 66% となることが明らかとなった。

（参考文献） 1) 野間他：新しい自由面形成と割岩方法による硬岩トンネルの機械化掘削、土木学会論文集、第 567 号、pp.81～90、1997. 2) 野間、松木：岩盤の静的破砕工法における設計法の開発、第 10 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、pp.299～304、1998.