

III-73

静的破碎による岩盤の3次元破壊模型実験

竹中技術研究所 正会員 下河内隆文 浅井 勝稔
田村 博邦 永縄 康広

1. はじめに

近年岩盤掘削やコンクリート構造物の破壊において発破工法等の振動を生じる工法が制限され静的破碎工法が注目されている。実際の岩盤やコンクリート構造物には既存の自由面が複数方向に存在する可能性があり(また意図して自由面を作成しておくことも可能である)、この自由面の存在により3次元的に破壊することが考えられる。本研究は岩盤掘削・コンクリート構造物の破壊を所定の形状・領域に効率良く行うための基礎研究であり、静的破碎模型実験による自由面を有する岩盤の3次元破壊性状の把握を目的に行ったものである。

2. 実験概要

自由面を有する岩盤のモデルとして図-1に示すA-1の供試体を用いた。またA-2供試体は自由面を有する岩盤部のみのモデル、A-3は自由面深さレベルまでスリットをあらかじめ入れた供試体である。図中斜線部が自由面を有する岩盤であり、自由面深さ(D)は各モデル5, 7.5, 10cmの3ケースとした。載荷は全ケース図-2に示すように直径 $\phi = 3$ cm, 深さ $Z = 5$ cmのボアホールにゴム膜を介して水圧を加えた。

使用材料は、一軸強度; $q_u = 19 \text{ kgf/cm}^2$, 割裂強度; $\sigma_t = 3 \text{ kgf/cm}^2$, その比 $\sigma_t / q_u = 0.16$ の珪藻泥岩である。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形状

静的破碎により生じた破壊面は以下の2種類に分類できる(図-3参照)。

- ①. 自由面に平行で自由面下端レベルまで達する破壊面
- ②. ①の破壊面に直交し自由面下端に生じる破壊面以下、①, ②それぞれの破壊(面)を縦破壊(面)および横破壊(面)と呼ぶ。

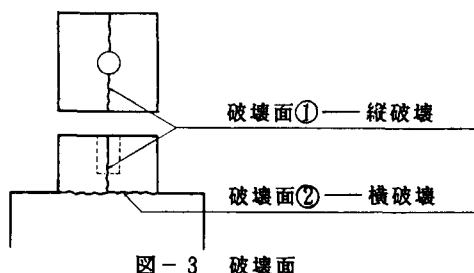


図-3 破壊面

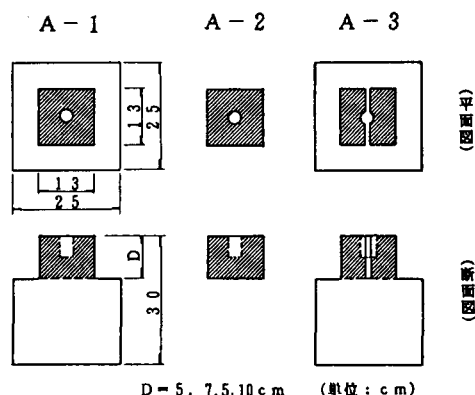


図-1 実験モデル

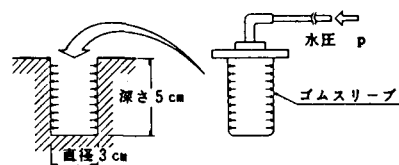
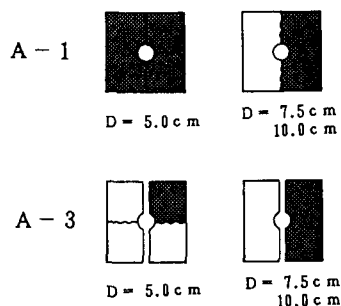


図-2 載荷方法



■ ブロック下端に横破壊が生じた部分

図-4 破壊形状

A-2モデルは全ケースとも縦破壊により供試体が2分割され、A-1, 3モデルは図-4に示すような破壊形状を示した。A-1モデルの自由面深さ5cmのケースは縦破壊により3分割され、横破壊が全面に生じ自由面を有する岩盤全体が破碎された。A-1モデルの自由面深さ7.5, 10cmの両ケースは縦破壊により2分割され、その一方のみに横破壊が生じた。A-3モデルの自由面深さ5cmのケースはスリットに直交する縦破壊が生じ1/4ブロックのみ横破壊が生じた。A-3モデルの自由面深さ7.5, 10cmのケースはスリットにより分割された一方のブロックのみ横破壊が生じた。

以上3モデルの破壊形状により i) 縦破壊面はボアホールから引張亀裂が発生・進展することにより形成された破壊面 ii) 横破壊面は片持梁状の岩盤固定部に曲げモーメントによる引張亀裂が発生・進展することにより形成された破壊面であると考えられる。

(2) 破壊圧力

図-5に各モデルでの破壊圧力を示す。縦・横複合破壊を生じたモデルA-1では自由面深さ7.5cmのケースが最も圧力が小さく自由面深さと破壊圧力の間の関係が明確でない。モデルA-2は縦破壊に対応した破壊圧力であり、自由面深さが大きくなるとボアホール底面と自由面下端レベルの間隔が大きくなるため破壊圧力も大きくなっている。スリットの入ったモデルA-3の自由面深さ5cmのケースでは圧力5.3kgf/cm²でスリットに直交する縦破壊が生じその後7.1kgf/cm²で横破壊が生じているが、自由面深さ7.5, 10cmの両ケースは横破壊のみ生じている。このことからモデルA-3の破壊圧力は横破壊に対応する圧力であることがわかる。また、自由面深さが大きくなると載荷位置から自由面深さレベルまでの距離が長くなるため片持梁固定部発生モーメントの傾向に従い破壊圧力は小さくなる。

各ケースの破壊圧力を自由面深さ別にまとめた結果を図-6に示す。この図より、i) 自由面深さ5cmの場合岩盤破壊は横破壊圧力により決まり ii) 自由面深さ7.5cmの場合は縦・横破壊圧力が同等であり iii) 自由面10cmの場合は縦破壊圧力により岩盤破壊が支配されていることがわかる。

4. まとめ

簡単なモデルを用いた静的破碎模型実験により、自由面を有する岩盤を3次的に破碎することができ、その破壊は2つの破壊モードを有し、自由面深さにより全体の破壊に対する支配的破壊モードが異なることがわかった。

今後はこれらの破壊モードを定量的に把握するとともに、実際の工事への適用の検討を行って行く予定である。

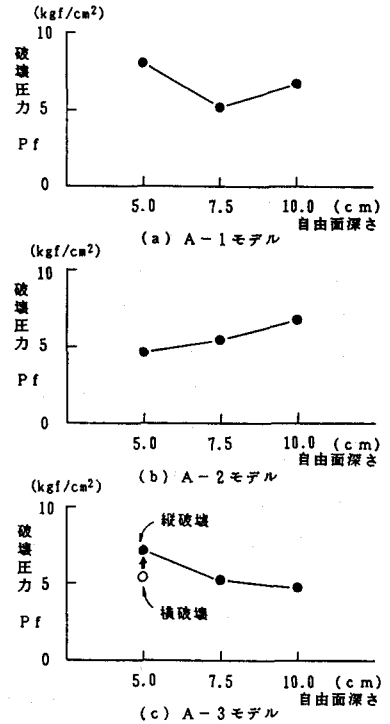


図-5 破壊圧力（モデル別）

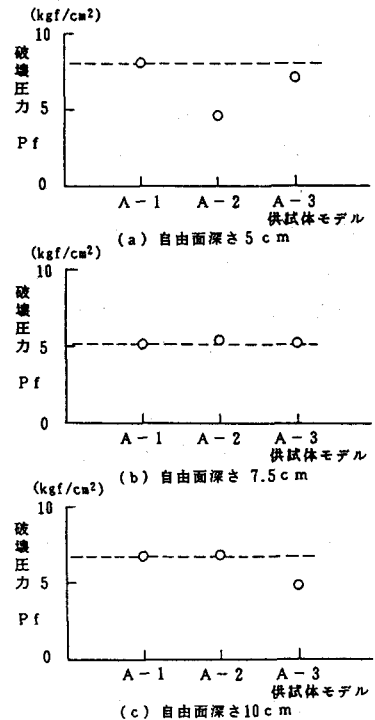


図-6 破壊圧力（自由面深さ別）