

愛媛大学工学部 正会員 稲田 善紀
 愛媛大学工学部 正会員 松本 三郎
 愛媛大学工学部 正会員 横田 公忠
 愛媛大学大学院 学生員 ○谷口 浩二

1. まえがき

近年、都市およびその周辺部などの民家の近くにおいて、コンクリート構造物の解体工事や岩盤の掘削を行う場合が著しく増加している。しかし、従来の火薬や機械等を用いる施工法では、騒音・振動等の公害を伴うので周辺に及ぼす影響も大きく、また法的にも規制が厳しくなっている。そこで、最近、これらの打開策の1つとして静的破砕剤を用いる施工法が注目されているが、この施工法は工費が従来の施工法と比べてかなり割高になる欠点をもっているため、できるだけ工費の節減を考慮した設計・施工が望まれているのが現状である。本研究では以上の理由から、経費節減を目的として装薬孔と空孔を組み合わせたことについて考え、セメントモルタル供試体およびパラフィン供試体を用い、その中に装薬孔と空孔を一孔ずつ設け、種々の条件下にて破砕実験を行った。一方、実験に用いたのと同様な供試体を想定し、同様な条件下における亀裂の進展方向に関する理論的な解析を行い、前述の破砕実験の結果と比較検討したことについて報告する。

2. 静的破砕剤による破砕実験

本実験では、供試体としてセメントモルタル供試体ならびにパラフィン供試体を用いた。別の実験により、パラフィンの低温下での力学的挙動は常温下におけるそれよりも、よりセメントモルタルの力学的挙動に類似していることがわかっており、以下パラフィン供試体による実験はすべて低温下にて行った。

セメントモルタル供試体の実験では、直方体の供試体ですべての鉛直自由面の変位が拘束されている場合について、またパラフィン供試体での実験では、孔配置の違う2種類の直方体の供試体で鉛直自由面の拘束条件を、

(1) 鉛直方向の自由面をすべて拘束しない場合 (Case I)、(2) 鉛直方向の自由面のうち空孔に近い自由面を除く3つの自由面を拘束した場合 (Case II)、(3) 鉛直方向の4つの自由面をすべて拘束した場合 (Case III)、の3種類の条件下で実験を行った。

なお、セメントモルタル供試体の場合は静的破砕剤 (夏用) を15℃の水にて、パラフィン供試体の場合は低温下にて実験を行うための静的破砕剤 (冬用) を5℃の水にて、それぞれ水比30%で練り混ぜたものを装薬孔に充填し実験を行った。

セメントモルタル供試体およびパラフィン供試体を用いた破砕実験の結果をそれぞれ図1および図2に示す。ただし、D: 装薬孔および空孔の直径、L: 装薬孔と空孔間の表面距離、B: 空孔と自由面間の距離、とする。両供試体における

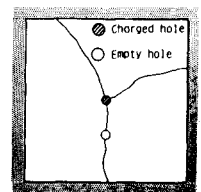
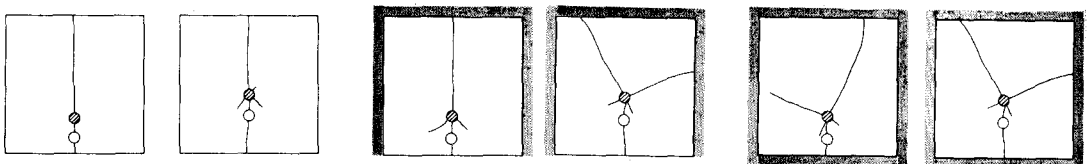


図1. セメントモルタル供試体の破砕実験の結果



(a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$ (a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$ (a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$
 (1) Case I (2) Case II (3) Case III

図2. パラフィン供試体の破砕実験の結果

実験結果を総合すると、空孔の反対方向に発生する亀裂がI字型又はY字型であるかは、最初に装薬孔から空孔を経て自由面に達したときの自由面の変位の影響が最も大きく関与していると考えられる。すなわち、最初の亀裂が空孔を経て自由面に達したとき、その方向に自由面が変位しやすければI字型亀裂が発生しやすくなり、その方向に自由面が変位しにくければY字型亀裂が発生しやすくなるのではないかと思われる。

3. 理論的解析

本解析では、すべて平面ひずみ問題として取扱ひ、有限要素法によって解析を行ったが、これに時間の概念を取り入れ、逐次破壊を考慮した亀裂解析法を適用した。なお、臨接要素間に生じる亀裂の判定はMohrの破壊包絡線説に従うものとした。また、解析モデルとしては破壊実験に用いたのと同様な供試体を想定している。

セメントモルタル供試体およびパラフィン供試体を想定した解析結果をそれぞれ図3および図4に示す。これらと実験結果とを比較すると、図2および図4のCase IIの(a)の場合を除けば、亀裂の形状はほぼ同様な傾向を示している。そこで、Case IIの(a)の場合について考えてみる。実験の方はI字型亀裂となり、解析の方はY字型亀裂となって全く違った傾向を示している。ここで、両者の相違点を確かめるために亀裂が空孔を経て自由面に達した直後のその方向の変位をCase IおよびCase IIの(a)について実験結果と解析結果を比較すると、実験の方はそれぞれ0.60 mm、0.30 mmであり、解析の方はそれぞれ0.30 mm、0.05 mmであって、解析の方のCase IIの(a)の変位が他の3つと比べて非常に小さくなっている。この理由は、実験では供試体内の弱面に応力集中が起こりその亀裂のみが進展する傾向がみられるので空孔に近い自由面の変位が大きいが、解析では初期の段階に発生した多くの亀裂によって応力が分散され空孔に近い自由面の変位が非常に小さくなったものと思われる。

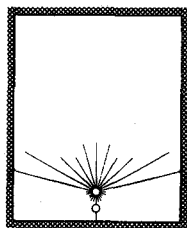
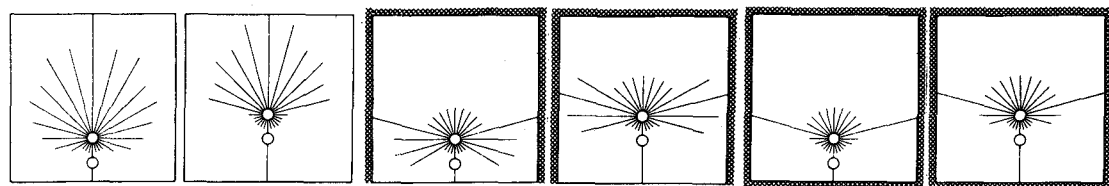


図3. セメントモルタル
供試体の解析結果



(a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$ (a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$ (a) $L=D$, $B=D$ (b) $L=D$, $B=3D$
(1) Case I (2) Case II (3) Case III

図4. パラフィン供試体の解析結果

4. あとがき

空孔に近い自由面の変位の影響によってI字型およびY字型の亀裂が発生することが推察された。しかし、Y字型に亀裂が発生した場合の亀裂の角度が被破砕物の材質によってどのように変化するかについては、今後の研究課題としていきたい。

本研究の遂行にあたり当時学生であった倉岡巧、和気英雄両氏の御協力を得たことを記し厚く感謝する次第である。また、静的破砕剤や種々の資料の提供を受けた小野田セメント(株)大坪辰生氏に感謝の意を表しておきたい。