

京都大学 正員 小林 昭一

1. まえがき

Griffith が脆性破壊は材料内に潜する初期欠陥周辺の応力集中に基づき応力式、材料固有の引張強度に等しくなったときに生じるという仮説を提唱して以来、破壊の発生機構と伝播過程に関して、種々の力学モデルに基づいて幾つかの理論が提案され、また基礎的なモデル実験が試みられて来た。これらの理論ならびに実験は主として引張応力場を対象としたものであり、岩石とコンクリートなど、いわゆる岩質材料の場合に重要となる圧縮破壊に対して適用した例は多くはない。この原因は、岩質材料は一般に等方均質と考えられない場合が多く、また仮りに等方均質と仮定できても圧縮域と引張域での応力-歪曲線には差異があり、等方均質線形弾性理論を適用するには強い制限があること、さらには、引張域での破壊は主として比較的簡単な引張不安定破壊の伝播の結果生じると反して、圧縮域での破壊は局所的な不安定破壊だけでは完結せず、対象とする系全体に逐次破壊伝播の結果不安定になってはじめて生じるものであり、系全体としての安定性という複雑な問題をも同時に考えなければならないことにあるであろう。しかしながら、圧縮破壊の問題は岩質材料の破壊の中心課題であり、回避することのできない最も本質的な問題であり、いろいろな角度からの根本的な検討が望まれる。

本報は、脆性破壊の発生機構と伝播過程とを究明することを意図して遂行中の実験の一部であり、今回は等方均質 matrix 内に単一な（数個の）*slit* および *inclusion* を含む簡単なモデルに基づいて、特に圧縮域での破壊発生機構および伝播過程を検討したものである。

2. 亀裂の発生条件と発生方向

Griffith に従って、2次元等方均質弾性体内に楕円クラックを想定しよう（図-1）。楕円座標系 (u, v) と直交直線座標系 (x, y) との間には次のような関係がある。

$$x = c \cosh u \cos v, \quad y = c \sinh u \sin v \quad \text{----- (1)}$$

無限遠から一様応力 σ_1 および σ_3 ($\sigma_1 \geq \sigma_3$, 圧縮を正とする) が作用している場合の楕円境界上の応力は次式で与えられる。

$$\sigma = \frac{2\sigma_1(\sigma_1 + \sigma_3) + (\sigma_1 - \sigma_3)[(1 + \lambda^2)\cosh 2v - (1 - \lambda^2)\cosh 2u + (\lambda^2)^2 \sinh 2u \sinh 2v]}{1 + \lambda^2 - (1 - \lambda^2)\cosh 2v} \quad \text{----- (2)}$$

$$\lambda = \frac{b}{a} \text{ である。}$$

与えられた値 θ に対して、 σ に最大引張応力を生じる位置は、 $\partial \sigma / \partial v = 0$ から求められて、簡単な計算の結果次のようになる。

$$v = \frac{1}{2} \cos^{-1} \left[\frac{A \tan^2 \theta \pm (C - \frac{\lambda^2}{\cosh 2\theta}) \sqrt{D \tan^2 \theta + (C - \frac{\lambda^2}{\cosh 2\theta})^2}}{B \tan^2 \theta + (C - \frac{\lambda^2}{\cosh 2\theta})^2} \right] \quad \text{----- (3)}$$

ここに、係数 A, B, C, D は次のように与えられる。

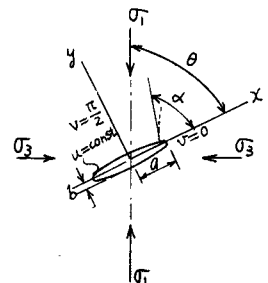


図-1

$$A = \frac{(1+\nu)(1+\nu^2)}{(1-\nu)^3}, \quad B = \frac{(1+\nu^2)^4}{(1-\nu)^4}, \quad C = \frac{-2\nu}{(1-\nu)^2}, \quad D = \frac{4\nu^2}{(1-\nu)^4}, \quad \gamma = \frac{2\nu}{1-\nu^2}$$

$$S = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{\sigma_3 - \sigma_1}$$

また、これより亀裂の発生方向 α は次のように与えられる。

$$\alpha = \cos^{-1} \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 + \nu^2 \tan^2 \nu}} \right\} \quad \text{----- (4)}$$

最大引張応力は、式(3)を式(2)に代入して求められる。

3. 実験結果

供試体は、

普通ポルトラ

ンドセメント

: 水 : フライ

アッシュ = 1.0 :

0.55 : 1.0 配

合比の matrix

に、強化ビニ-

ール (0.5 mm, 1.0 mm

厚) を埋没、

あるいは硬化

後抜き取って

作製した。

一軸圧縮に伴

な亀裂の発

生応力ならび

に発生方向を

図-2, 3に示す。

図中の曲線は、

式(2)(3), おお

(4)から求めら

れりである。

他の実験結

果ならびに考

察は、当日発

生する予定で

ある。

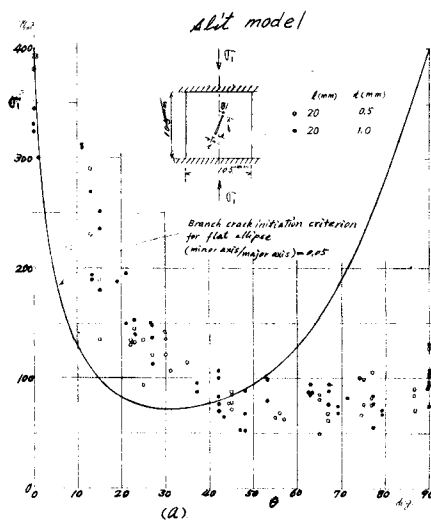


図-2

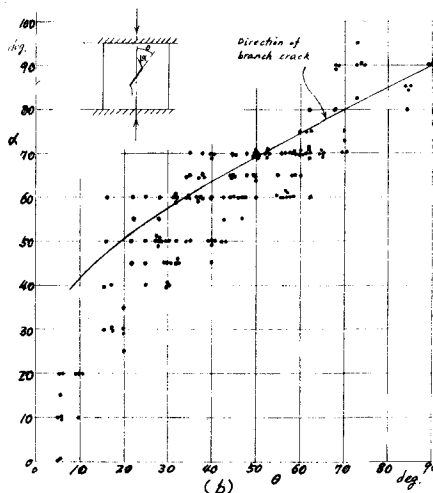
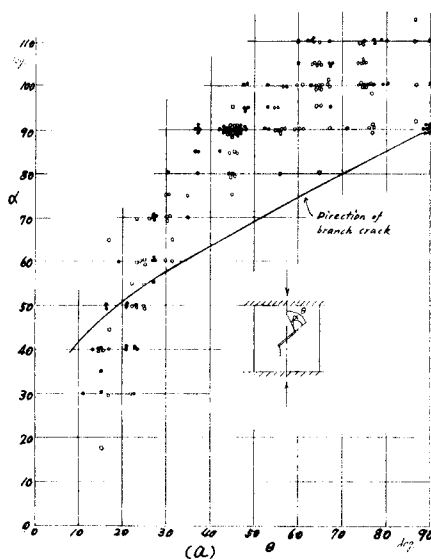
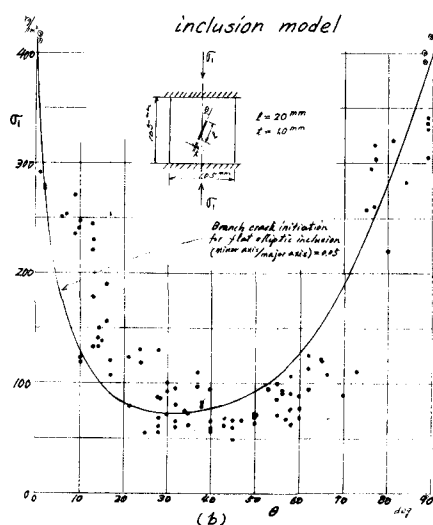


図-3