

脆性破壊規準の表示法について

京都大学 正員 小林昭一

1. はじめに

岩質材料の脆性破壊に関して最近数多くの実験が行なわれ、これを基に種々の形の破壊規準が提案されている。ここでは、それらの破壊規準に含まれる物理的意味と表示法相互の関連について検討する。

2. 脆性破壊の基本的特性

破壊は一般に材料の構造組織に対して極めて敏感である。破壊は対象とする材料内り最も苛酷な応力ないしひずみ状態にある欠陥ないし今在物周辺より突然の亀裂の発生に始まり、この亀裂あるいは応力の再配分に伴って他の部分に逐次的に新しく生じる亀裂の成長、伝播を経て、最終的に対象とする系の安定性を失ういわゆる終局破壊に至ると考えられる。このような複雑な破壊の全過程を追跡することは容易ではない。しかし幸なことに対象とする材料が Drucker の意味で巨視的に安定であれば、一般に対象とする材料内り刻々の応力ないしひずみ状態は、この材料に作用する刻々の外荷重の関数として表わされる。特に、巨視的に見て一様応力場を生じるような短時間準静的荷重が作用する場合には、材料内り潜在欠陥ならびに破壊伝播過程における刻々のそれと固連の応力ないしひずみ状態は、巨視的な応力ないしひずみの関数として表わされる。特に、脆性破壊のように、対象とする材料の応力-ひずみ図像が一義的に定まる範囲での破壊であれば、破壊規準は応力のみの関数として表わすこととできる。

脆性破壊の場合にも、一般には破壊は載荷経路の影響を受けらるゝで、破壊規準は応力空間内に固定されたものとはなり得ないが、或る固定された経路、例えば比例載荷がこれに近い場合には、主応力空間内に固定した曲面として表わすこととできる。破壊曲面の一般的特性としては、応力空間内で産稜稜点を含む凸曲面であることと保証されている。また、巨視的に等質な材料では、破壊曲面は静水圧線を軸とし、主応力相互間に互換性のある曲面、すなわち静水圧線を3重対称軸とするような曲面である。

3. 破壊規準とその表示法

破壊規準の妥当性は、種々の材料について実験的に検証されるべきものである。しかし、破壊規準の意味とそれら相互間の関連についての知識は必要である。

いま、潜在欠陥を含む三次元物体を考えて、この物体に巨視的に見て一様な多軸応力状態を生じるような荷重が作用するものとする。この荷重が比例的に増加するものとする、この物体内で最もそれつゝ発生しやすい欠陥は、中間主応力方向に平行な面(中間主応力面)内に潜在する偏平な二次元クラックであり、その応力集中度は中間主応力の影響を殆んど受けないことと知られている。破壊の開始は、この潜在欠陥の応力集中に起因すると考えられ、したがって、一様な最大および最小主応力の関数となり、中間主応力の影響を殆んど受けないと考えられる。一たん発生したそれつゝは、この中間主応力面内で成長し、同時にあるいは、中間主応力面内に潜在する他の欠陥からそれつゝに発生、成長すると考えられ

る。したがって、破壊過程全体を通じて、破壊規準は巨視的な最大および最小主応力の関数と考えてよいであろう。以下では、最大および最小主応力の関数で表わした破壊規準の例として、物理的意味の明確さという点から一般Griffith規準を選び、これと等価な2,3の表示例を示す。

(i)一般Griffith規準と最大-最小主応力表示(図-1参照)

(ii)最大,最小主応力の和と差による表示(図-1参照)

(iii)八面体応力表示(図-2参照)

(iv)曲面表示(図-3参照)

(v)Rendulic 応力面 および等圧面による破壊曲面の切り口曲線の表示(図-4参照)

図中の記号の意味,相互の関連の詳細は当り通る。

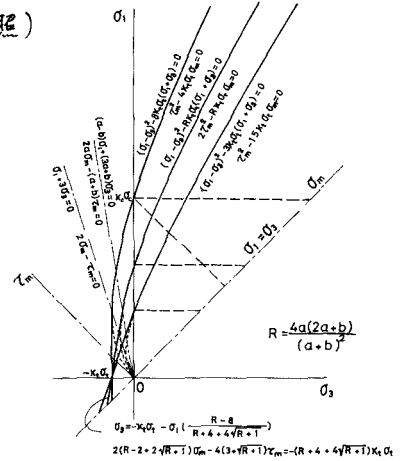


図-1

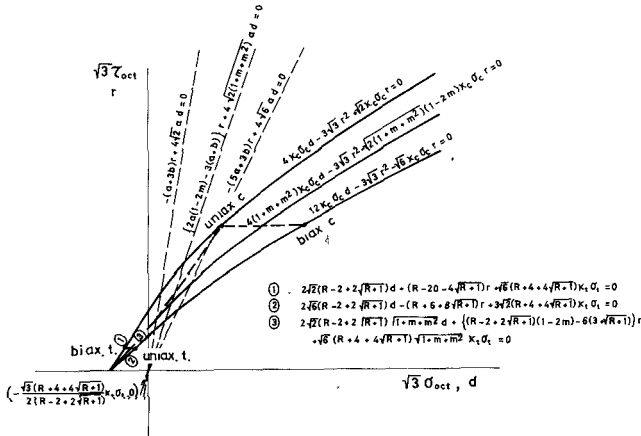


図-2

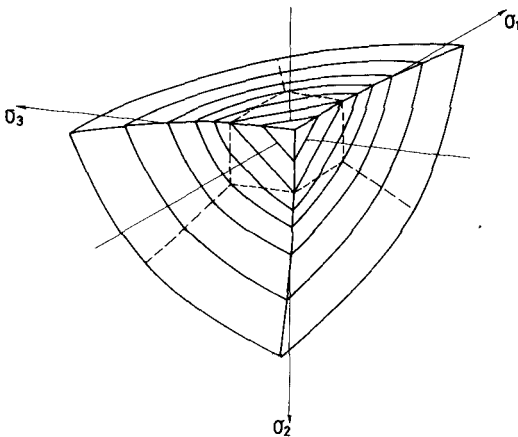


図-3

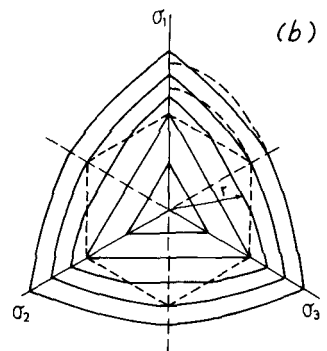
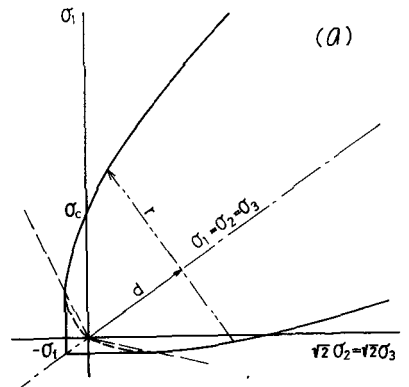


図-4