

試験と解析による高温における局部破損メカニズムに関する検討

Study on local failure mechanism at high temperature by test and analysis

*吉田 瑞城¹、坂口 貴史¹、窪田 穰穂¹、佐藤 拓哉¹、笠原 直人¹

¹ 東京大学大学院

構造不連続部において発生の可能性が指摘されている局部破損のメカニズムは未だ十分には解明されていない。本研究では、塑性条件下で提案した破壊曲面のクリープ条件への拡張法を検討した。

キーワード：局部破損、延性破壊、弾塑性、クリープ

1. 序論 高温高压状態における原子炉構造物の構造不連続部では、内圧に対する破損モードとして局部破損の可能性が指摘されている。しかし、現在の原子力機器の設計基準では局部破損を想定モードに含むことができていない。本研究では、これまでの研究によって示された塑性条件下における局部破損と延性破断を評価する破壊曲面^[1]をクリープ条件に拡張するための検討を行う。

2. 塑性条件下における破壊曲面 弾塑性条件下の局部破損に対する限界ひずみ評価式として以下のよ

うな式^[2]が規格化されている。 $\epsilon_{Lm} = \epsilon_{Lu} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\alpha_{st}}{1+m_2}\right)\left(Tr - \frac{1}{3}\right)\right]$

α_{s1} : 金属ごとに定まる定数 m_2 : 金属ごとに定まる定数 ϵ_{Lm} : 多軸状態での限界ひずみ

ϵ_{Lu} : 単軸状態での限界ひずみ Tr : 3軸応力度 (静水圧応力/ミーゼス応力)

この式をもとに、ある3軸応力度から多軸状態での限界ひずみを求め、図1に示す応力-ひずみ線図からその時の応力を導き、その応力と3軸応力度からその時の静水圧応力を導出するといった形で図2に示すような破壊曲面を作る。

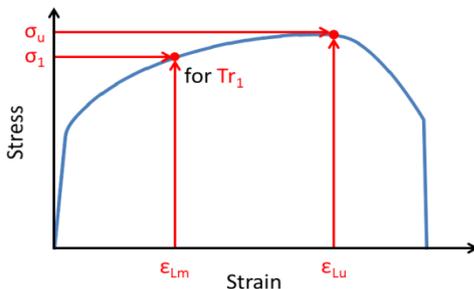


Fig. 1 Stress-strain curve

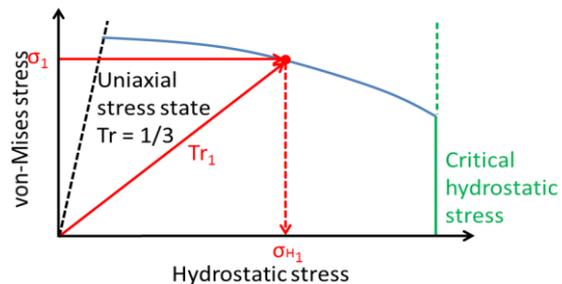


Fig. 2 Fracture surface in plastic state

3. クリープ条件下における破壊曲面の検討 応力-ひずみ線図を等時応力-ひずみ線図^[3]に変更する

ことにより、破壊曲面をクリープ条件に拡張する。

あるひずみと Tr において、時間が経過するほど応力が低下することから、クリープ条件下における破壊曲面は図3のように内側に向かっていくと考えられる。同様に温度が高いほど応力が低下するので、破壊曲面は内側に向かっていくと考えられる。今後、実験と解析により検証していく予定である。

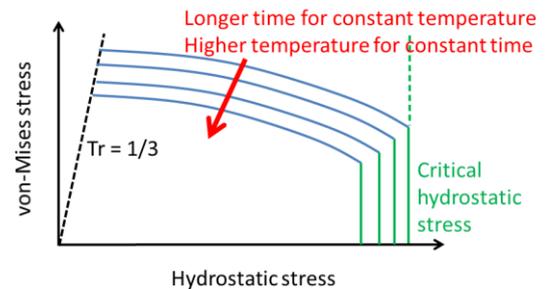


Fig. 3 Prediction of fracture surface in creep state

参考文献

[1] 窪田穰穂, 小木曾慎, 佐藤拓哉, 笠原直人, 極限荷重に対する原子炉構造物の破損メカニズム解明と破局的破壊防止策

(13) 試験と解析による局部破損メカニズムに関する研究, 原子力学会, 春の年会, 1B02

[2] David A. Osage, P.E., "ASME Section VIII-Division 2 Criteria and Commentary", The Equity Engineering Group, Inc., (2009)

[3] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec. III. NH Class 1 Components in Elevated Temperature Service, (2010)

*Mizuki Yoshida¹, Takashi Sakaguchi¹, Shigeo Kubota¹, Takuya Satou¹ and Naoto Kasahara¹ ¹Tokyo Univ.