

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	き裂先端前方塑性域に応力勾配と降伏応力勾配を有する場合の応力拡大係数の適用性
Title(English)	
著者(和文)	安岡哲夫
Author(English)	Tetsuo Yasuoka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9449号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:水谷 義弘,轟 章,井上 裕嗣,中村 春夫,因幡 和晃,島村 佳伸
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9449号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

平成 25 年度学位論文 要約

き裂先端前方塑性域に 応力勾配と降伏応力勾配を有する場合の 応力拡大係数の適用性

東京工業大学 大学院理工学研究科 機械物理工学専攻

安岡 哲夫

本論文は、以下の 4 章から成る。

第 1 章「緒論」では、研究背景と目的を示した。本論文は、応力拡大係数の適用に関する問題を検討したものであり、構造物の保全コスト低減並びに安全性向上に寄与するものである。応力拡大係数は線形弾性材料のき裂先端近傍の応力状態を示すパラメータであり、小規模降伏条件を満たす時に、実際のき裂先端近傍の応力状態との差異が小さく適用できる。一般に、応力腐食割れ等の時間依存形破壊のき裂進展評価は応力拡大係数を用いて評価される。しかし、残留応力の高い溶接部位におけるき裂進展を考える時、溶接部位はき裂先端前方に応力勾配及び降伏応力勾配を有するため、その影響でき裂先端近傍の応力状態が変化し、応力拡大係数が適用できなくなる可能性がある。実際に他の研究者により、高温水中応力腐食割れ問題については、場合によって応力拡大係数のみでき裂進展評価をすることができず、応力拡大係数の勾配や硬さがき裂進展に影響することが実験的に報告されており、これは応力拡大係数の適用範囲を逸脱していることを示唆する。小規模降伏条件は応力拡大係数の適用性を判断する従来の方法であるが、これはき裂先端前方に応力勾配及び降伏応力勾配を有する場合に対応できない。そこでそれら勾配の影響を明らかにするため、研究目的として次の 2 つを示した。1 つ目はき裂進展経路中に応力分布及び降伏応力分布を有するとき、その分布の存在が応力拡大係数の適用性に及ぼす影響を検証すること。2 つ目は従来の小規模降伏条件では応力拡大係数の適用性を判断できない可能性があるため、それに替わる適用性判断パラメータの提案と、適用範囲を示すこと。

第 2 章「き裂進展経路中の応力分布と降伏応力分布が応力拡大係数の適用性に及ぼす

影響」は 1 つ目の研究目的に対応した章である。き裂進展経路中に応力分布と降伏応力分布が存在する場合、それらの分布が弾性解である応力拡大係数の適用性に与える影響について解析的に検討した。解析対象として、1 次元中央き裂を有する、遠方引張応力を受ける有限平板を想定した。解析には重ね合わせの原理を利用して、Dugdale モデルを離散化して応力分布と降伏応力分布に対応できるように修正したモデルを用いた。応力拡大係数の適用性は弾性解と弾塑性解の比となるパラメータを導入することで考察した。その結果、特に急峻な応力分布もしくは降伏応力分布が存在する時、その分布周辺で弾性解である応力拡大係数が適用できなくなる可能性があることを示した。

第 3 章「き裂先端前方の応力勾配と降伏応力勾配を考慮した応力拡大係数・降伏応力の修正とその適用範囲」は 2 つ目の研究目的に対応した章である。き裂先端前方の応力勾配と降伏応力勾配を考慮し、応力拡大係数のき裂長さに対する勾配項を導入した修正応力拡大係数を、降伏応力のき裂長さに対する勾配項を導入した修正降伏応力を提案した。従来の小規模降伏条件と提案パラメータを用いた手法で弾性解の応力拡大係数の適用範囲をそれぞれ示し、急峻な分布になるほど、両者の適用範囲に差異が生じることを明らかにした。また応力分布と降伏応力分布が同時に存在する問題に対処するため、それらを同時に考慮した修正応力拡大係数そのものの適用性について検討した。その結果、弾性解の応力拡大係数は降伏応力勾配がゼロ付近でしか適用できず、修正応力拡大係数は応力拡大係数勾配と降伏応力勾配の組み合わせにおいて正負の符号が同一方向に変化した時に適用できることを示した。それら勾配の組み合わせにおいて正負の符号が異なると、弾性解の応力拡大係数、修正応力拡大係数とも適用できる領域がほとんどないことが明らかとなった。

第 4 章「結論」では、本研究の各章で得られた成果を総括して述べるとともに、今後の展望について述べた。そして本論文で得られた重要な知見として 3 点を纏めた。き裂進展経路中に急峻な応力分布または降伏応力分布が存在する時、その分布周辺で応力拡大係数が適用できない可能性があること。き裂先端前方に応力勾配及び降伏応力勾配が存在する時、従来の小規模降伏条件は適切ではなく、それらの勾配を考慮して提案した修正応力拡大係数及び修正降伏応力を用いるのがよいこと。応力と降伏応力が同時に分布を有する領域では、弾性解の応力拡大係数は降伏応力勾配がゼロ付近でしか適用できず、修正応力拡大係数は応力拡大係数勾配と降伏応力勾配の組み合わせが正負同一符号の時に適用でき、それら勾配の組み合わせにおいて正負の符号が異なるといずれも適用できる領域がほとんどないこと。