

平成18年8月22日

氏名

南部 将一



21世紀 COE プログラム

拠点：大学院工学系研究科

応用化学専攻、化学システム工学専攻、

化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成18年度前期リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	なんぶ しょういち 南部 将一	生年月日
所属機関名	東京大学大学院 工学系 研究科 マテリアル工学 専攻	
所在地	〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 電話 03-5841-7129	
学年	博士課程 3年	
研究題目	構造物ヘルスマonitoringのためのスマートセンシング	
指導教員の所属・氏名	工学系研究科 マテリアル工学専攻 榎学 助教授	

I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

近年、構造物の信頼性を確保するためのひとつの手段として、構造物ヘルスマモニタリングの重要性が高まっている。長期間使用する構造物、例えば橋梁や船舶では疲労による破壊を防ぐために疲労損傷度を推定する必要がある。この疲労損傷度を推定するために、最近では犠牲試験片をセンサとして用いた疲労センサが提案されている。疲労センサはオフラインでモニタリングでき、ひずみゲージと比較して低コストで済む手法であるが、別途応力を測定する必要やセンサと構造物の疲労特性が同じ場合のみ適用できるなど問題点がある。そこで本研究では疲労センサの問題点を克服し、さらに疲労負荷の繰返し回数、応力振幅、最大応力を推定可能な損傷記憶スマートパッチを提案している。このスマートパッチでは、試験片のき裂進展量から繰返し回数と応力振幅を、AE 挙動から最大応力を推定することができる。

これまでの研究によって純銅の薄板試験片のき裂進展挙動が求められていたが、このき裂進展挙動は最大応力や応力比の影響によって異なっていた。まず、Newman による有効応力拡大係数を用いてき裂進展挙動の補正を試みたが、違いは補正できなかった。そこでこのスマートパッチにおける修正き裂進展特性を求めめるため、スマートパッチに適用できる修正応力拡大係数 ΔK_M を以下のように提案した。

$$\Delta K_M = U(R) \cdot (1-R) \sigma_{\max} \sqrt{\pi a W} \cdot f(\alpha) \cdot g(\alpha, \alpha_n, R)$$

$$g(\alpha, \alpha_n, R) = 1 + A_1(R) \cdot (\alpha - \alpha_n) + A_2(R) \cdot (\alpha - \alpha_n)^2 + \dots$$

この修正応力拡大係数を用いた修正き裂進展挙動を図1に示す。このように最大応力や応力比による違いを補正することができ、スマートパッチのき裂進展特性のマスターカーブを得ることができた。得られた修正き裂進展挙動におけるパリス則の m と $\log C$ の関係は負の線形関係となることがわかった。さらに図2に示すように m と降伏応力の関係を調べたところ熱処理した純銅では降伏応力の-2乗との関係があり、これは塑性域の大きさに関連があることを示唆していると考えられる。

疲労負荷における最大応力を推定するため純銅の AE 挙動を調べた。本スマートパッチでは AE 開始応力を求める AE パラメータとして RMS 電圧が適してい

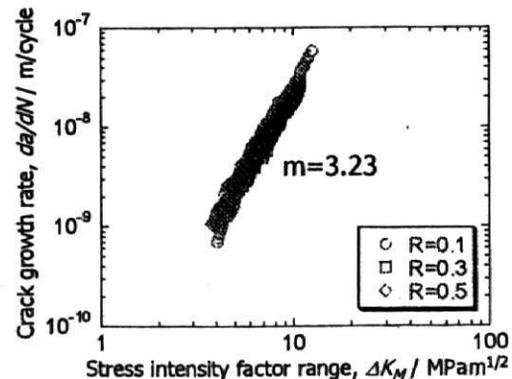


図1 熱処理していない電着銅における修正き裂進展挙動

た。AE 開始応力は材料や形状に依存しており、電着銅では熱処理したノッチ試験片の AE 開始応力が小さくなり、圧延銅では AE 開始応力はほぼゼロであった。電着銅ではカイザー効果が成立したが、圧延銅では以前負荷した応力よりも小さい応力が AE 開始応力となり、カイザー効果が成立しないことがわかった。図3のように、電着銅を用いることで、疲労負荷の最大応力を推定できることが示された。

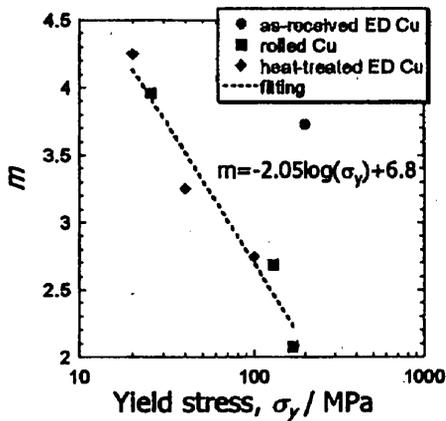


図2 修正き裂進展挙動における m と降伏応力の関係

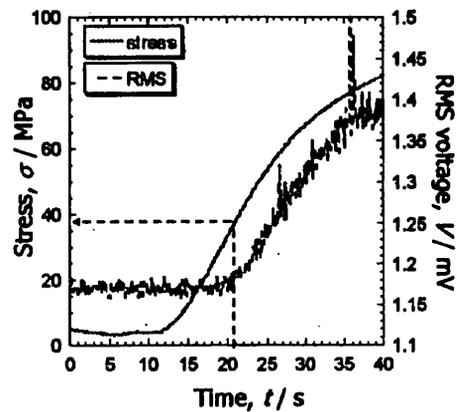


図3 疲労負荷 40MPa、100000 サイクルを与えた試験片の AE 挙動

氏名 南部 将一

II 学術雑誌等に発表した論文（掲載を決定されたものを含む。）

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

（著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入）

学術雑誌と学会等のプロシーディングなどを以下のように区別して記入すること。

(1) 学術論文（査読あり）

(2) 学会等のプロシーディング

Shoichi Nambu and Manabu Enoki: "Evaluation of AE Behavior of Pure Copper for Smart Stress Memory Patch," Progress in Acoustic Emission XIII, (2006) pp. 83-90.

(3) その他（総説・本）

氏名 南部 将一

III 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文
(共同研究者(全員の氏名), 題名, 発表した学会名, 場所, 年月を記載)
国内学会および国際学会を区別して記入のこと
(国内学会)

南部将一, 榎学, 損傷記憶型スマートパッチにおける修正き裂進展特性の導出,
日本金属学会 2006 秋季(第 139 回)講演会, 新潟大学, 2006 年 9 月 16-18 日

(国際学会)

Shoichi Nambu and Manabu Enoki: "Evaluation of AE Behavior of Pure Copper for
Smart Stress Memory Patch," The 18th International Acoustic Emission Symposium,
Aoyama Gakuin University, Kanagawa, July 25-27, 2006.