

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	温度変動に基づく疲労限度迅速推定法の信頼性向上に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	河合亮悟
Author(English)	Ryogo Kawai
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10785号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井上 裕嗣,中村 春夫,轟 章,齊藤 卓志,阪口 基己
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10785号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	河合 亮悟	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	井上 裕嗣	教授	阪口 基己	准教授
	審査員	中村 春夫	教授		
		轟 章	教授		
	齊藤 卓志	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「温度変動に基づく疲労限度迅速推定法の信頼性向上に関する研究」と題し、全6章で構成されている。

第1章「緒論」では、本研究の背景と動機を論じ、目的を定めている。まず、温度変動に基づく疲労限度の迅速推定法は、繰返し負荷に伴う測定対象物の温度上昇挙動に基づいて疲労限度を低コストで簡便に推定する手法であり、赤外線カメラの性能向上に伴って発展し、実製品への適用が期待されていることを説明している。次に、既往の研究を調査し、応力集中部に対する迅速推定法の適用可能性が十分に検討されていないこと、測定される温度上昇挙動の要因が定量的に解明されていないこと、温度上昇挙動データに基づいて疲労限度を推定するための客観的なデータ処理手法が確立されていないことを課題として指摘している。その結果、これらの課題を解決して迅速推定法の信頼性を向上させることを本研究の目的と定めている。なお、本研究では、代表的な工業材料であるオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 を採り上げ、その両側切欠き試験片を対象にしている。

第2章「平均温度上昇量と温度の第二高調波振幅の適用可能性」では、繰返し負荷に伴う温度上昇挙動の特徴量として平均上昇量と第二高調波振幅に着目し、応力集中部に対する迅速推定法の適用可能性を実験で評価している。まず、平均上昇量を用いると疲労限度が過大に推定されるが、第二高調波振幅を用いればそれが抑制されることを示している。またこの原因は、応力集中部ではエネルギー散逸が局所的に発生するために温度勾配が大きくなり、熱伝導の影響が顕著になることにあると推察している。加えて、数 mK の第二高調波振幅を計測するためには、熱型赤外線カメラでは感度が不十分であり、量子型赤外線カメラが必要であると指摘している。

第3章「疲労限度迅速推定法に与える熱伝導の影響」では、繰返し負荷に伴う温度変動の有限要素法シミュレーションを行って、応力集中部における疲労限度の推定に熱伝導が及ぼす影響を論じている。その結果、第2章における推察が正しいことを検証するとともに、第二高調波振幅を用いても負荷周波数が小さい場合は熱伝導の影響が顕著になるため、疲労限度が過大に推定されることを指摘している。

第4章「温度の第二高調波の発生原因」では、疲労限度以下の繰返し負荷において測定された第二高調波振幅を分析し、材料の内部摩擦によるエネルギー散逸、疲労試験機の負荷特性、計測ノイズなどの6つの要因の寄与を定量的に評価している。まず、既往の研究のほとんどでは第二高調波振幅は材料の内部摩擦によるエネルギー散逸に起因するとされているが、実際には疲労試験機の負荷特性や計測ノイズの寄与も大きな割合を占めることを明らかにしている。また、これら6要因のそれぞれの寄与を適切に考慮すれば、測定された第二高調波振幅から材料の内部摩擦によるエネルギー散逸に起因する成分が的確に検出できることを示している。

第5章「疲労限度迅速推定のためのデータ処理手法」では、前章までの成果を踏まえて、疲労限度を客観的かつ正確に推定するためのデータ処理手法の確立を図っている。まず、温度の基本波振幅に対する第二高調波振幅の比を算出し、それに基づいて赤外線画像の中から疲労限度の推定に用いる画素を的確に選択する方法を提案している。次に、自由度調整済み決定係数を用いて、疲労限度の推定に悪影響を及ぼすデータを適切に除去する方法を提案している。さらに、以上の二つの処理を適用した上で、第二高調波振幅のデータから材料の内部摩擦によるエネルギー散逸に起因する成分を的確に検出して、疲労限度を推定する手法を提案している。そして、提案した一連のデータ処理手法を適用すれば、客観的かつ正確に疲労限度が推定できることを実証している。

第6章「結論」では、本研究の成果を総括するとともに、今後の課題を論じている。

以上を要するに、本論文は、繰返し負荷に伴う温度変動に基づく疲労限度の迅速推定法について、複数の課題を解決して信頼性を向上させ、ひいては応力集中部を有する実製品への適用性を向上させたものであり、工学的及び工業的に貢献するところが大きい。よって、博士(工学)の学位論文として十分な価値があると認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。