

秋田県立大学「人類の持続可能な発展に資する科学技術」
「苗」研究のエントリーシート

研究テーマ	圧電セラミックスの疲労損傷の予測とその応用		
研究代表者	水野 衛	役職	教授
フリガナ	ミズノ マモル	学位	工学博士
学科等	機械知能システム学科	Eメール	mizuno@akita-pu.ac.jp
主な共同研究者(学内)	藤井雅留太 (機械知能システム学科)		
主な共同研究者(学外)	無し		
研究の内容			
<p>圧電セラミックスは、圧電効果（あるいは、逆圧電効果）を利用して、電気エネルギーと機械エネルギーの間の相互変換を効率よく行うことができる。そのため、センサーやアクチュエーター、トランスデューサーなどに利用されている。圧電セラミックスは小さな素子としても加工できるため、MEMSに組み込んだり、振動を電気に変えるエネルギー・ハーベスターとしての応用も期待されている。</p> <p>力学的な観点から圧電セラミックスの使用環境を見たとき、圧電セラミックスはその応答性の良さから繰り返し荷重が作用する環境下で使用されることが多い。そのため、材料強度の観点からは、疲労破壊が問題となる。一方、圧電セラミックスは脆性材料であることを考えれば、巨視的なき裂が発生する前の内部損傷を適切に把握し予測することが重要であり、内部損傷により引き起こされる材料特性変化も、圧電セラミックスが精密な測定や制御に利用されることを考えれば重要となってくる。</p> <p>以上の理由から、本研究では圧電セラミックスの疲労過程で発生する内部損傷と内部損傷に伴う材料特性変化を実験により明らかにし、その内部損傷の発達と材料特性変化を連続体損傷力学に基づき理論的にモデル化する。そして、それらを利用して圧電セラミックスの疲労損傷と材料特性変化、最終的な疲労破壊までを一元的に予測できるシミュレーション手法を開発する。このシミュレーション技術は、センサーやアクチュエーターなどの設計時に強度計算に利用し、製品の信頼性を保証するとともに、ユビキタス社会の実現において必要性が増してくるパワーMEMSの設計・開発や、エネルギー・ハーベスターの強度評価や信頼性の保証に応用することを目的としている。</p>			

研究の独自性・アピール点

連続体損傷力学に基づきモデル化した理論式は有限要素法に容易に組み込むことが可能であり、CADで行う設計・開発の際の強度計算とも相性が良い。

期待される成果・波及効果

CADと連携した有限要素法を使ったシミュレーションにより強度や寿命、性能劣化が予測できれば設計変更も容易であり、開発コストの削減につながる。

関連する主な業績

- (1) 水野衛, 西方登茂弥, 岡安光博, " 圧電セラミックスの静的圧縮荷重による内部損傷と材料特性変化の定式化", 塑性と加工, 52-601 (2011), pp. 266-271.
- (2) M. Mizuno, Y. Enomoto and M. Okayasu, "Fatigue Life of Piezoelectric Ceramics and Evaluation of Internal Damage," Procedia Engineering, 2-1 (2010), pp. 291-297.
- (3) M. Mizuno, M. Okayasu and N. Odagiri, "Damage Evaluation of Piezoelectric Ceramics from the Variation of the Elastic Coefficient under Static Compressive Stress," International Journal of Damage Mechanics, 19-3 (2010), pp. 375-390.
- (4) 水野衛, 小田切望, 岡安光博, " 圧電セラミックスの機械的負荷による材料特性変化と内部損傷評価", 日本機械学会論文集, A74-739 (2008), pp. 467-472.
- (5) M. Mizuno, N. Odagiri and M. Okayasu, "Variation of Material Properties of Piezoelectric Ceramics due to Electric Loading Evaluated by Resonance Frequency," Key Engineering Materials, 345-346 (2007), pp. 1521-1524.
- (6) 水野衛, 下村哲也, " 繰り返し負荷の下での圧電セラミックスの簡易き裂進展開始解析", 材料, 56-1 (2007), pp. 69-73.
- (7) M. Mizuno and Y. Honda, "Simplified Analysis of Steady State Crack Growth of Piezoelectric Ceramics Based on the Continuum Damage Mechanics," Acta Mechanica, 179-3, 4 (2005), pp. 157-168.
- (8) 水野衛, 本多祥徳, 加藤弘志, " 二重片持ちはりモデルによる圧電セラミックスの簡易定常き裂進展解析", 材料, 54-4 (2005), pp. 428-433.
- (9) 水野衛, 加藤弘志, 本多祥徳, " 圧電セラミックスの疲労損傷を考慮した構成式と損傷発展式の定式化", 日本機械学会論文集, A70-689 (2004), pp. 70-75.
- (10) M. Mizuno, "Constitutive Equation of Piezoelectric Ceramics Taking into Account Damage Development," Key Engineering Materials, 233-236 (2003), pp. 89-94.

キーワード

パワーMEMS, エネルギー・ハーベスティング (環境発電), 振動発電, ユビキタス社会, センサー, アクチュエーター, 精密制御, 精密計測