

V-86

圧電セラミックスアクチュエータの振動変化による
脆性構造体内部の損傷のモニタリングに関する研究

（株）東京鐵骨橋梁 正会員 長谷部 崇

茨城大学工学部 正会員 吳 智深

工業技術院地質調査所 高橋 学

1. はじめに

近年、構造物の老朽化は日本においても急速に進んでおり、構造物の健全度評価手法の確立が望まれている。最近になって代表的な構造物や重要な構造物のヘルスマニタリングという考え方が提唱され始めている。ヘルスマニタリングとは構造物に各種のセンサーを設置し、そのセンサーにより構造物の劣化・損傷状態を常時連続的に、モニタしようとするものである。ここで、センサーやアクチュエーターとして開発・研究の進められている素材として圧電セラミックスがある。そこで本研究では圧電セラミックスの持つアクチュエーター特性である微小振動に着目し、それを構造物に接着させることで一体化させ、荷重載荷過程での微小亀裂などの構造物の微妙な機械的インピーダンスの変化による圧電セラミックスの微小振動への影響を観測することにより、圧電セラミックスを利用したインピーダンス変化によるヘルスマニタリングの土木構造物への有効性を検討することを目的とした初歩的な実験を行う。

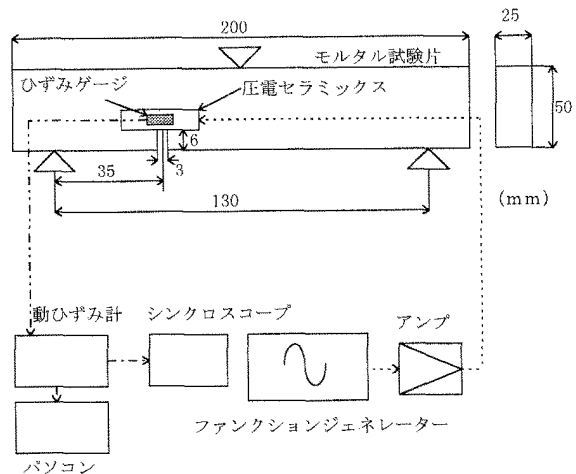


図-1 試験片及び実験装置概要

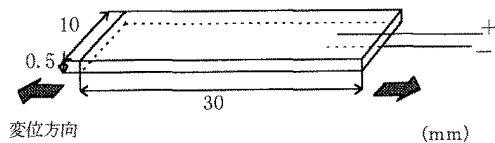


図-2 圧電セラミックスの概要

2. 実験概要

モルタル梁試験片概要及び実験装置概要を図-1に、また圧電セラミックスの概要を図-2に示す。試験片は高さ50 mm×長さ200 mm×幅25 mm、支点から35 mmの位置に幅3 mm×高さ6 mmの切り欠きを有し、切り欠き上部に圧電セラミックスをエポキシ樹脂により接着した。このモルタル試験体を用い、100 V、周波数10 Hzの正弦波形の交流電圧を圧電セラミックスに印加し、駆動させた状態で、載荷速度0.000005 (mm/sec)の変位制御で3点曲げ試験を行う。

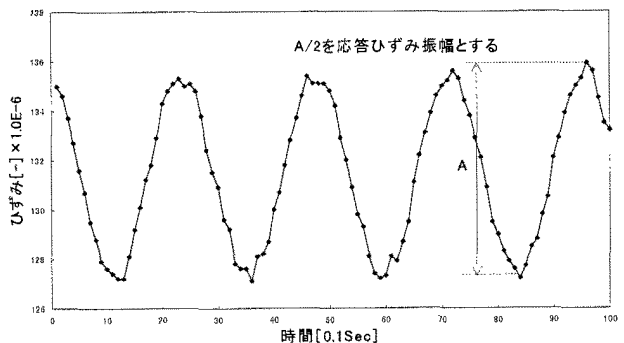


図-3 圧電セラミックスの応答波形図

キーワード：ヘルスマニタリング、インピーダンス変化、圧電セラミックス、脆性構造体

連絡先：〒316-0033 茨城県日立市中成沢町4-12-1 TEL 0294-38-5172 FAX 0294-35-8146

圧電セラミックスの表面中央にはひずみゲージを貼り、荷重載荷過程の数点において圧電セラミックスの応答振幅量を測定する。ひずみゲージから得られる応答波形図の例を図-3に示す。応答ひずみ振幅量には測定点で得られた波形図中の（最大ひずみ-最小ひずみ）／2で計算された値を用いる。

3. 実験結果と考察

同じ条件で行った2本の試験片をそれぞれ試験片A、試験片Bとし、それぞれの荷重-変位曲線と圧電セラミックス表面に貼り付けたひずみゲージより得られた圧電セラミックスの応答振幅量の変化の様子の関係、および各試験片の破壊性状を図-4に示す。客観的に試験片A、Bの亀裂発生はそれぞれ切り欠きの先端と梁中央断面の底縁からとなっており、圧電セラミックス振動に関する微小亀裂からの影響を圧電セラミックスの近傍と少し離れたところの両方で検討を行うこととした。2本の試験片にほぼ共通して見られる傾向として、荷重を載荷してから破壊に至るまでの過程の60～80%までは圧電セラミックスの応答振幅量に特に大きな変化は見られないが、それ以降やや上昇傾向を示し、巨視亀裂発生直前でピークに達することが見られる。特に試験片Bにはその傾向が顕著に現れている。これは微小亀裂の発生と進展により、試験片のインピーダンスの変化が生じていることで、圧電セラミックスの振動に影響を与えたことが原因の一つと考えられ、また試験片の破壊直前に発生した微小亀裂の発生によって解放されたエネルギーによる応力波や衝撃などによるものも圧電セラミックスの振動状況に影響を与えたことが二つ目の原因と考えられる。

4. 結論

以上の結果から、荷重載荷過程における試験片のインピーダンスの変化が圧電セラミックスの駆動状況に与える影響を計測する方法により、脆性構造体内部の巨視的亀裂の発生の前兆を捉えることに関する可能性が高いと思われる。しかし、現行の計測機器における圧電セラミックスの応答振幅量の変化を連続的に計測することに関する問題点の改善や計測結果におけるノイズの影響度の究明など、定量化にはまだ不明な点も多く残されている。

5. 今後の課題

今後は圧電セラミックスの接着位置と亀裂の発生した位置、圧電セラミックスの応答振幅量の関係を理論的に定式化できることが望まれる。

【参考文献】

阿部 勇、呉 智深、高橋 学、田名部菊次郎：圧電セラミックスのアクチュエーター特性による脆性体の破壊現象に及ぼす影響に関する実験的研究、土木学会第52回年次学術講演会、講演概要集V-137、pp. 274～275、1997. 9.

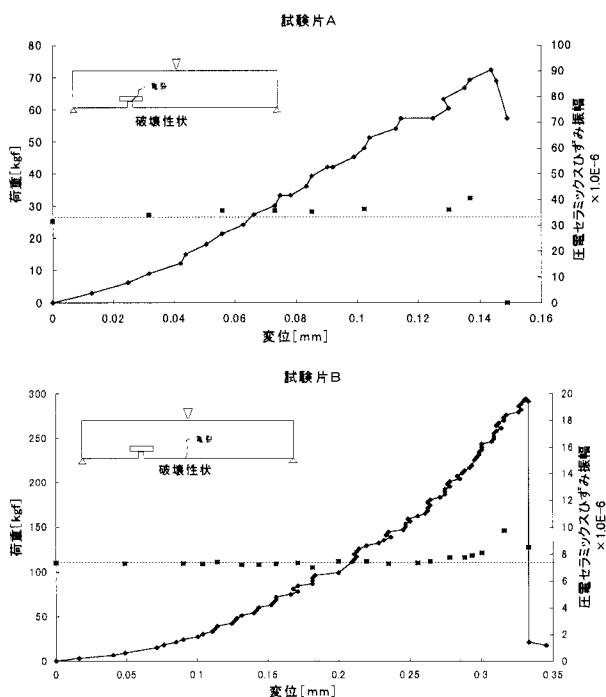


図-4 各試験片の荷重-変位曲線と圧電セラミックス応答振幅量の関係