

V-137

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

○オリエンタル建設株式会社 正会員 阿部勇 茨城大学工学部 正会員 呉 智 深
工業技術院地質調査所 高橋学 茨城大学工学部 正会員 田名部 菊次郎

1. 背景・目的

近年、構造材料や構造物自身に自己診断、自己修復、環境応答などのインテリジェント機能を持たせ、構造材料や構造物を取り巻く地震などの極限環境状態の変化に順応できるようにするための研究が行われる様になっている。[1]インテリジェント構造システム・構造に関する研究は米国では1980年より開始され、日本では極く最近始められたばかりである。主として構造内部や表面に自己診断・修復機能を有する圧電材料や光ファイバ、形状記憶合金などを埋め込むか接着することによりセンサ・アクチュエータ機能を付与する研究が行われている。しかし、複雑な破壊性状を有する土木構造物への適用に関してはまだまだかなりのギャップがあり、基礎からまたは概念から検討し始めなければならない所が多いと思われる。

そこで、本研究はかなり初歩的な検討として他分野でインテリジェント・マテリアルとして、活躍している圧電セラミックスの圧電効果に注目し、脆性体の亀裂の発生・進展に関して圧電セラミックスの圧電効果による影響・変化を実験的に再現してみることを目的とした（図-1）。

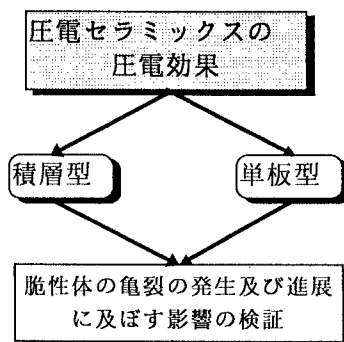


図-1 機能別の実験項目

2. 実験概要

本研究では、圧電セラミックスの種類、配置位置を変化し、モルタルを母材とした脆性試験片の亀裂破壊性状への影響を検証する。

(1) 積層型圧電セラミックス

モルタル試験片概要と使用する圧電セラミックスの構造は図-2・3に示す。左支点から35mmの所に幅3mm深さ6mmの切り欠きを予め設置してある長さ200mm*幅25mm*高さ50mmのモルタル試験片を用い、切り欠き近傍の上部5mmの所、および試験片の右端部に圧電セラミックスで試験片を挟むように圧着する。また、圧電セラミックスの駆動には超音波パルス発生器を用いる。その時、圧電セラミックスに加える電圧は60V、波形の打ち出し間隔は100msとする。さらに、試験体は三点曲げ载荷とする。

(2) 単板型圧電セラミックス

単板素子圧電セラミックスに加える電圧を変化させることによって、亀裂性状に影響を及ぼすかを観測するため、試験片は実験（1）と同じものを用い検証を行う。切り欠きの上部5mmの所に圧電セラミックスを試験片を挟むようにエポキシ樹脂で接着する。また、圧電セラミックスの駆動には超音波パルス発生器を用いる。この時、圧電セラミックスに加える電圧は10V、20V、25Vの3種類とし、波形の打ち出し間隔は100msとする。試験片概要と圧電セラミックスの寸法は図-4に示している。

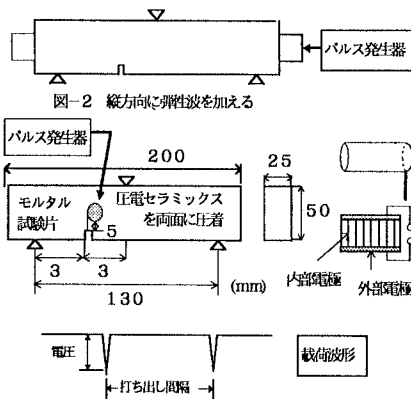


図-2 縦方向に弾性波を加える

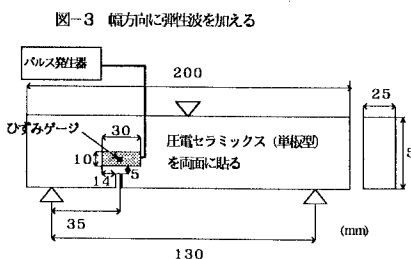


図-3 横方向に弾性波を加える

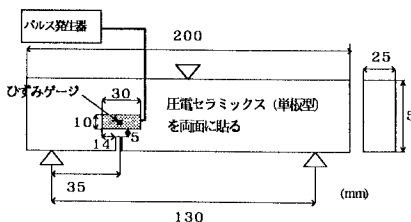


図-4 試験片概要

キーワード：インテリジェント機能、圧電セラミックス、アクチュエータ機能、圧電効果

〒316 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL0294-38-5172 FAX0294-35-8146

3. 実験結果

(1) 積層型圧電セラミックス

試験片の右端部に圧電セラミックスを配置した場合について、それぞれ3体の実験を実施したところ、亀裂発生荷重および破壊性状の変化はほとんど見られなかった。

しかし、図-3に示した様な3種類の作製日別試験片をそれぞれ3～5体において、圧電セラミックスのアクチュエーター機能を駆動させた場合、試験片の亀裂発生荷重値が図-5に示す様に、2種類が1割増減少していることが確認された。

(2) 単板型圧電セラミックス

電圧を変化させることによって、試験片の亀裂発生荷重値、破壊過程の変化がそれぞれ2体の実験により確認された。その中の一体の荷重-変位関係を図-6に示す。

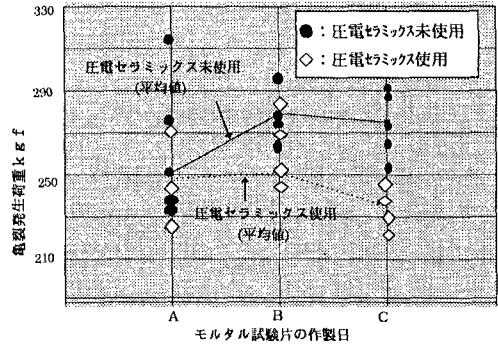


図-5 圧電セラミックスの使用と未使用の亀裂発生荷重の比較

4. 実験考察

(1) 積層型圧電セラミックス

圧電セラミックスを駆動することにより、圧電セラミックス使用と未使用を比較する実験を行ったが、加えた特定の電圧と波形の打ち出し間隔に関しては、亀裂の発生と進展を増幅した。これは、圧電素子の振動によるものであり、また、載荷荷重の波と圧電セラミックスによる波の共振が主な原因と考えられる。従って、圧電セラミックスの圧電効果が亀裂発生等に対して影響を及ぼすということが確認できた。圧電セラミックスの振動の打ち出し間隔、電圧、振動モード、設置場所を変化させることにより、亀裂破壊の抑止効果にもなる事が期待される。

(2) 単板型圧電セラミックス

加える電圧を変化させることにより、脆性材料体における破壊過程の性状をコントロールすることかできると期待が高まった結果となった。

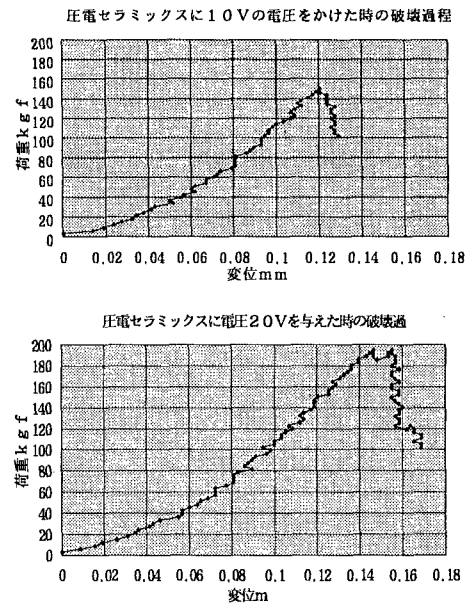


図-6 破壊過程

5. 結論

1) 圧電セラミックスが、動的環境におけるモルタル試験片の破壊性状に影響を及ぼすアクチュエーター機能を持つことが定性的に確認された。

2) 圧電セラミックスに加える電圧を変化させることにより、アクチュエーター機能の性質を変化させることが確認できた。

6. 今後の課題

今日、圧電セラミックスのアクチュエーター機能による亀裂発生・進展および環境応答性状を定量的に解明する必要があり、また振動モード、振動数、電圧等を最適にコントロールする事によって、脆性体の破壊性状の改善、環境適応性の付加などの可能性を検討することが期待される。

<参考文献> [1] B.K.WADA, et al. Adaptive Structure, J. of Intelligent Material System and Structure, pp.157-174, 1990