

## SIGMA3D-VR による鉄筋コンクリートのかぶり部分に生じるひび割れ挙動の観察について

熊本大学大学院自然科学研究科	学生会員	○島崎 潤
熊本大学工学部	正会員	重石 光弘
熊本大学工学部	正会員	友田 祐一

## 1. はじめに

近年コンクリート構造物でひび割れに伴う劣化・損傷が社会問題となり、ひび割れ対策への関心が高まっている。中でも鉄筋コンクリートの腐食に伴うひび割れの進展は事例も数多く、早急に機構解明が必要な問題であると考えられる。そこで、本研究ではアコースティック・エミッション(AE)モーメント・テンソル解析を行い、鉄筋コンクリートのかぶり部分に生じるひび割れ挙動の観察を行った。

## 2. AE モーメント・テンソル

AE センサにより検出された AE 波は、その発生源である微小ひび割れ発生源に関する情報を含むと考えられる。モーメント・テンソル解析とは、この AE 波を逆解析し、AE 発生源の幾何学的諸量（発生位置、発生モード、方向、規模）を求める手法である<sup>1)</sup>。それに基づいた AE 波形逆解析のためのプログラムコード SiGMA が開発されている。従来のモーメント・テンソル解析結果の図は三面図として二次元平面上に表示するというものであったが、その図化する方法については継続的な改良と開発が続けられており、現在 VRML を用いた WEB 三次元空間上での表示が可能となっている。

今回の実験は鉄筋コンクリートのかぶり部分に生じるひび割れ挙動の観察であるため、モーメント・テンソル解析結果を三次元空間上で図化する際、時間のパラメータを導入しアニメーション化することを行った。

## 3. 実験概要

本研究では、鉄筋コンクリートのかぶり部分に生じるひび割れ挙動を見るために、250 mm×250 mm×150 mmのコンクリート供試体を作成した。図-1に示すようにかぶりの位置に直径 30 mmの孔を設け、その孔に膨張剤を流し込むことで鉄筋腐食によるひび割れを再現させた。AE センサーは図-1のように上面、下面に1つずつ、両側面に1つずつ、前部に2つの計6つ設置した。また、膨張圧を測るため孔内部に圧力計を入れた。更に、膨張の際に発生するひび割れの同定を行うために、それぞれかぶり方向に対して 45 度と 135 度の位置に 4 本のひずみゲージを貼った。

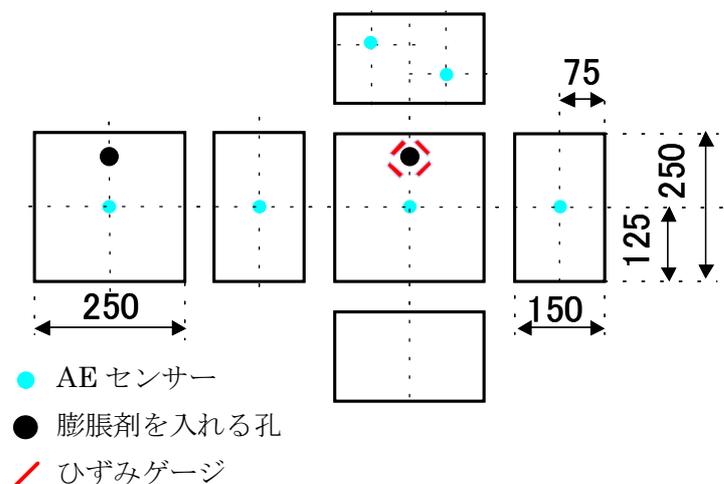


図-1 供試体展開図

## 4. 実験結果及び考察

膨張圧試験を行った結果、図-2に示すようなひび割れがはいった。数字はひずみゲージの番号、英数字はひび割れの番号である。実際の解析結果を用いてクラックの発生位置、運動方向、およびクラック面を VRML によって、三次元表示したものが図-3である。この図は VRML で出力する際、時間のパラメータを導入しアニメーション化している。その結果、それぞれの供試体の膨張圧が減少を始めると多くの AE が発生するという時間の推移を捕らえることが可能になった。また、図-3の緑は引張型ひび割れを、青はせん断型ひび割れを、赤は混合型ひび割れを示しているが、それぞれのひび割れの進展過程において、位置標定された AE 発生源の

ひび割れモードの違いを観察することができた。

ここでは、このひび割れモードと圧力に着目することにより、その際のひび割れ発生挙動の観察を行った。それぞれの供試体において、モーメント・テンソル解析による、AE 発生源の位置標定結果は表面に生じたひび割れ面の近傍となった。図-4 は各ひび割れの AE ヒット数と膨張圧のグラフである。計測開始から約 18 時間後の圧力が急激に低下した時にひび割れ I の AE ヒット数が増えてきている、そして圧力の下降とともにひび割れ III、ひび割れ II の順に AE ヒット数が増えてきていることがわかる。この結果より、まずひび割れ I が入り、その次にひび割れ III、最後にひび割れ II が進展しており、これは現状の順番と一致する。図-5 はひび割れ I で発生した AE を混合型、引張型、せん断型に分けたグラフである。3 種類とも同時期から発生しているが、せん断型は他に比べて早期に発生が終息している。

## 5. まとめ

本研究では、鉄筋腐食を想定した膨張圧試験を行い、その際に、発生する鉄筋コンクリートのかぶり部分のひび割れ挙動の観察を行った。その結果、AE モーメント・テンソル解析結果とその時系列表示により、孔内の膨張圧によって発生するひび割れとその進展過程を、ひび割れモードの違いとともに観察が可能となった。また、その際にかぶり部に生じたひび割れの発生及び進展過程では、初期の段階においては混合モードが卓越しているものの、せん断モードのひび割れは早期に終息し、進展時には混合及び引張モードのひび割れが卓越して生じている事が確認された。

## 参考文献

1)M.SHIGEISHI,M.OHTSU; UPDATING OF AE-SIGMA ANALYSIS: 3D VISUALISATION OF MOMENT TENSOR SOLUTIONS ON THE INTERNET, The 16<sup>th</sup> International Acoustic Emission Symposium, The Japanese Society for Non-Destructive Inspection, pp.176~181, 2002-11

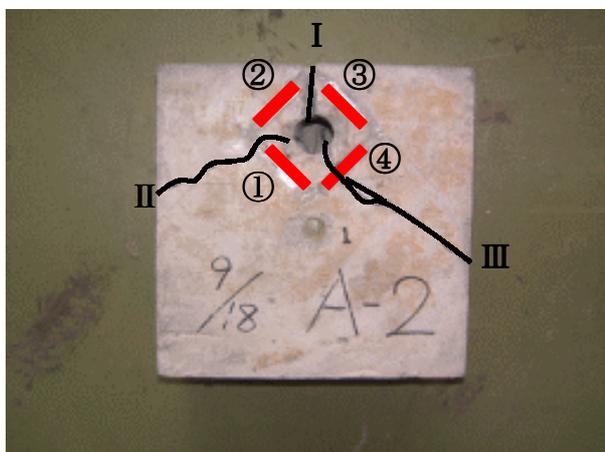


図-2 供試体の写真

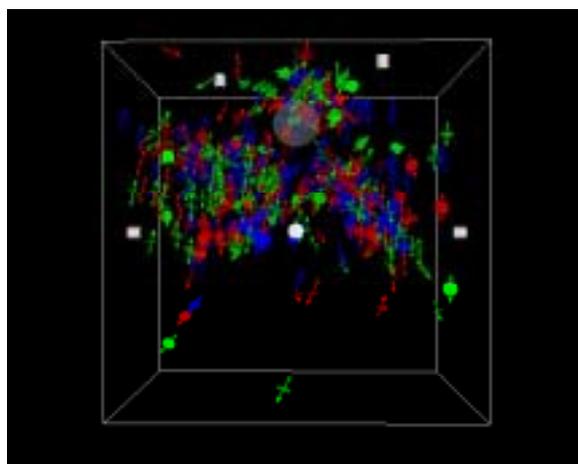


図-3 VRML 出力図

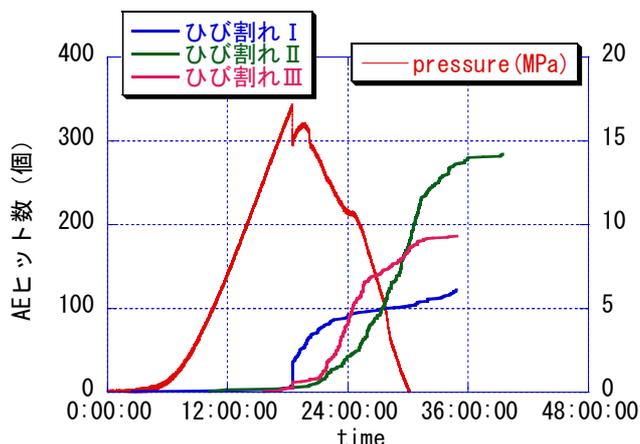


図-4 各ひび割れの AE ヒット数と膨張圧

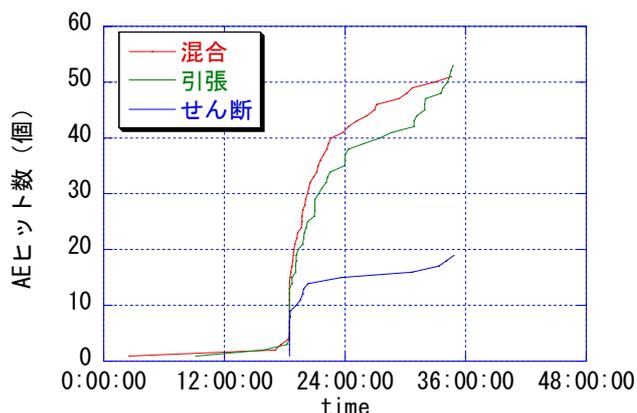


図-5 ひび割れ I の AE を 3 種類に分類したグラフ