

CS 52 3次元AE位置標定による鉄筋コンクリート梁内の破壊進行領域の解析

東北大学大学院 学生員○押永 喜晴

東北大学工学部 正 員 新関 茂

東北大学大学院 学生員 下河 啓介

1. まえがき

現在、コンクリートは主要な土木構造物において広く一般に用いられているが、その破壊挙動は複雑でいまだ不明な点が多い。その原因として、コンクリートが複合材料であることによる不均質性が挙げられるが、特に亀裂が進展していくとき、巨視的クラック先端近傍に微視的クラックの集まりである破壊進行領域が発生する。このような微視的内部構造の変化は、外部から直接観察することは不可能であるが、間接的にとらえる有効な手法として3次元AE位置標定がある。

このような観点から、本研究は、鉄筋コンクリート梁の3点曲げ試験中の、クラックの進展に伴って生じるAEの3次元位置標定を行い、破壊進行領域の解析・考察を行ったものである。

2. 実験方法

実験に使用した供試体の配合を表-1に示す。なお、セメントは早強ポルトランドセメントを使用し、打設1日後に6日間水中養生した後、3日間空中乾燥させた。また、供試体の寸法及び載荷方法を図-1に示す。鉄筋は径6mmの丸鋼を2本使用し、かぶりを3cmとし、両端に内半径2cmのフックをつけて定着した。

さらに、供試体の中央部に、長さ1cmのノッチを設けた。

載荷方法は図-1に示すように3点曲げ載荷で、載荷速度は、最初は荷重で制御し、AEが頻発する部分では、10秒間に5～10個のAEが発生するように手動で制御した。

3. 実験結果と考察

図-2は、実験中に記録した荷重(P)、載荷点変位(D)、クラック長(C)、AE事象総数(AE)の関係をグラフにしたものである。このグラフによると破壊過程におけるAEの発生挙動は次の通りである。載荷初期の段階では、AEは余り発生せず梁全体がほとんど弾性的に変形する(第1段階)。図-2の点a付近で、AEが頻発し始めるとまも

表-1 配合表

供試体	最大 粒径 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			
				W	C	S	G
配合 A	15	50	50	205	410	815	920
配合 B	10	50	50	205	410	815	920

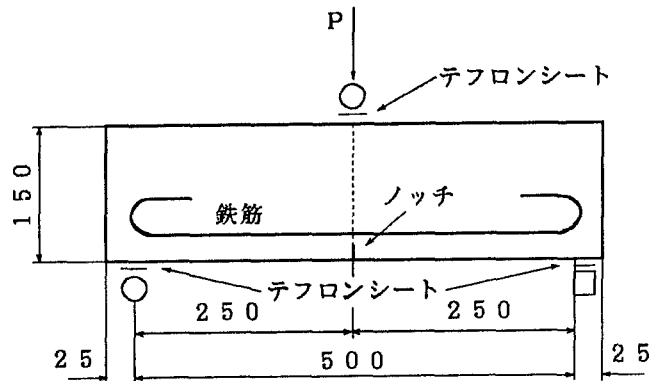


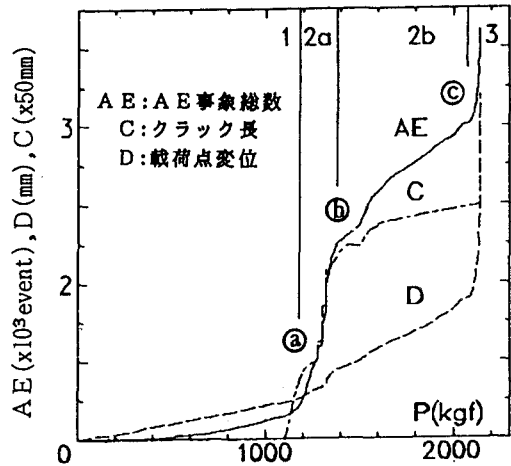
図-1 供試体の寸法及び載荷方法(単位mm)

なくクラックが発生し、その後もAEは頻発し続けるが（第2段階a）、点b付近からAE発生率が減少し、クラックの進展速度も低下する（第2段階b）。点aは弾性限界であり、点bではクラックがほぼ中立軸まで達し、引張応力が作用しているコンクリートの部分には、ほとんどクラックが進展していると考えられる。その後点c付近で再びAEが頻発し始め、変位も急増し、クラック幅も急速に広がり、供試体は破壊へと向かう（第3段階）。点cは鉄筋の降伏点であると考えられ、鉄筋降伏後の塑性変形による伸びによってこのような現象が生じるとされる。このように荷重－変位曲線のみならず、荷重－AE曲線においても鉄筋コンクリート梁の破壊挙動を十分に観察できると考えられる。

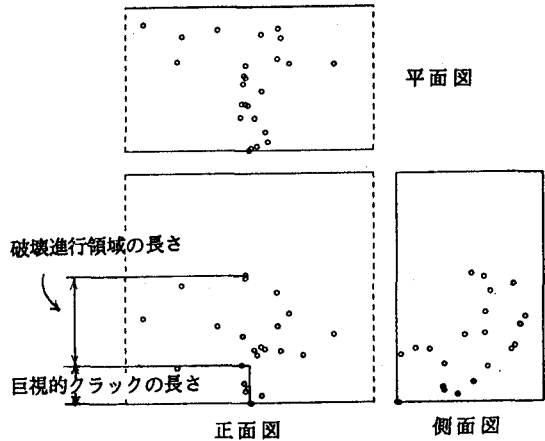
次に、図－3に1例として配合Aの供試体の、巨視的クラック長が25mmの時の3次元位置標定結果を正面、平面、側面の3方向へ投影した図で示す。この図によれば、破壊進行領域は、巨視的クラック先端前方へ約60mmまで進展している。また、図－4は、破壊進行領域の幅を観察するために、配合Bの1個の供試体の、ノッチの位置を原点として、位置標定可能であった全AE事象の統計的頻度分布を示したものである。この図によれば、中央の卓越した部分は、約57mmの幅で分布しており、この区間にほとんどのAE源が集中している。このようにして、破壊進行領域の幅と長さを測定し、各配合の供試体ごとに平均してまとめたものを表－2に示す。この表によって、鉄筋コンクリート梁の曲げ試験中に発生する破壊進行領域のおおよその形状を知ることができる。

表－2 破壊進行領域の幅と長さ

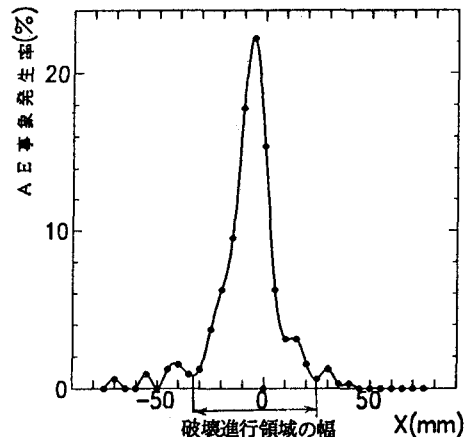
配合	最大粒径 (mm)	破壊進行領域 の平均長さ (mm)	破壊進行領域 の平均幅 (mm)
A	15	62.0	66.5
B	10	57.0	61.0



図－2 荷重－載荷点変位－AE事象総数－クラック長の関係



図－3 3次元位置標定結果



図－4 AE発生頻度分布曲線