

# 鉄筋周辺のコンクリートの破壊機構に関する研究

福島工業高等専門学校 学生会員 鈴木 彩加  
福島工業高等専門学校 正会員 山ノ内正司

## 1. はじめに

コンクリートと鉄筋の相互作用によって生じる破壊のうち、付着系では付着割裂破壊が知られているが、部材内部で発生する現象のため解析が難しく、ひび割れ発生から破壊までの一連の流れを追跡することは困難とされている。

本研究では、鉄筋の引抜き試験時の AE 波形を計測することより、破壊源位置標定解析と破壊モードの推定を行い、鉄筋周辺のコンクリートの破壊機構を考察した。

## 2. 実験概要

「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法」(J SCE-G 503-1999) に準じて、供試体を作製し、実験を行った。

### 2-1 供試体作製

一辺150mmのコンクリート供試体とし、鉄筋は丸鋼 ( $\phi 25$ ) と異形鉄筋 (D25) の2種類を用いた。鉄筋とコンクリートとの付着区間は鉄筋径の4倍とし、配合条件は粗骨材の最大寸法20mm、スランプの範囲  $12 \pm 2$ cm、水セメント比55%、40%とする。なお、異形鉄筋の節は図-1においてx軸方向に向けて配置した。

### 2-2 鉄筋の引抜き試験とAE計測

容量1000kNの万能試験機を用いて鉄筋の引抜き試験を行う。図-1のようにロードセルと変位計(感度1/1000mm)を用いて荷重と鉄筋頂部の変位を測定した。

また、8チャンネルのAEセンサを取り付け、引抜き時に発生したAE波形を記録した。AE波形のサンプリングタイムは200nsec、波形長を2Kwordsとした。波形記録速度は1イベント当たり約0.4秒であった。

なお、予備実験より、供試体の圧縮強度  $f_c'$  と P 波速度  $v_p$  は、W/C55%では  $f_c'=44.1\text{N/mm}^2$ 、 $v_p=4760\text{m/s}$ 、W/C40%では、 $f_c'=60.2\text{N/mm}^2$ 、 $v_p=4910\text{m/s}$  であった。

### 2-3 AE 発生源の破壊モードの推定方法

AE 破壊源の割れの成分と破壊面の方向の推定に関しては、一般にモーメントテンソル解析により定量的に解析する方法が用いられているが、ここでは、引張型の破壊源では全方向に押しの波動が伝搬するのに対し、せん断型の破壊源では押しと引きの波動が伝播する放射性質を利用し、破壊モードのみを推定した<sup>1)</sup>。

## 3. 結果と考察

### 3-1 丸鋼の引抜き試験結果

図-2 に丸鋼の荷重-変位曲線を、図-3 に AE 発生源の分布

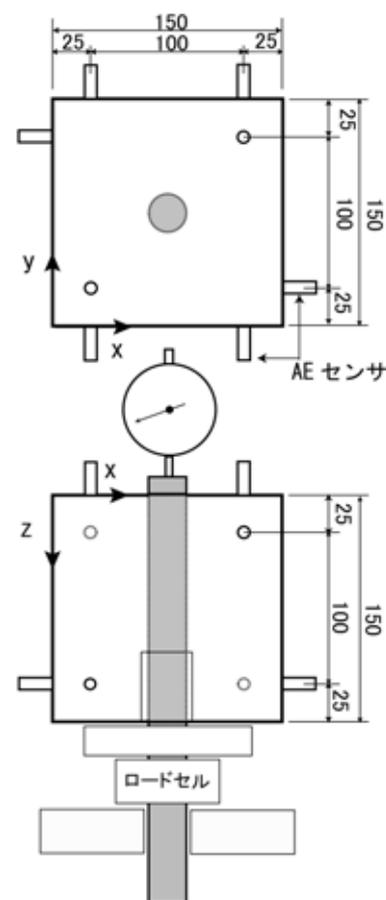


図-1 試験概要

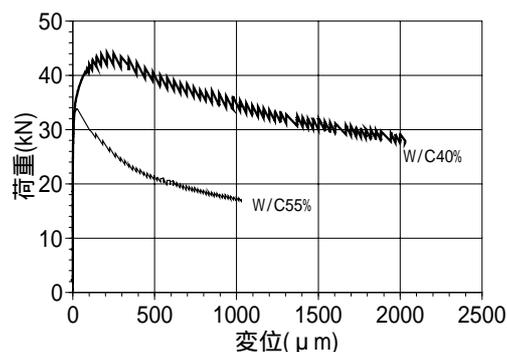


図-2 荷重・変位曲線(丸鋼)

図を示す。両者とも鉄筋周辺から AE が発生しており、AE 波形の第 1 波のピークを調べた結果、W/C55%では 52%のイベントに、W/C40%では 73%のイベントに押しと引きが現れ、せん断型が卓越していることが分かった。さらに最大荷重以降、AE は鉄筋上部から発生する傾向が見られた。

### 3-2 異形鉄筋の引抜き試験結果

図-4 に異形の荷重-変位曲線を、図-5 に AE 発生源の分布図を示す。図-5 の上図で鉄筋から供試体側面を結ぶ 2 本の曲線は、供試体上面と下面において試験終了後に確認された破壊面の軌跡を表しており、節の方向と一致している。また図-6 は W/C55%の供試体について、破壊初期から最終破壊までを 3 段階に分けた時の、鉄筋軸方向の AE 分布の変化を示したものである。

図-6 より AE 発生源は、付着区間の下部から上部方向に移動し、最終時には鉄筋から側面方向に分布していることが分かる。鉄筋周辺に発生した AE の第 1 波のピークを調べた結果、鉄筋周辺の AE では、せん断型対応のイベントが 76%であったのに対し、側方方面に発生した AE については、80%のイベントが引張型に対応していた。これは、節のすべりに伴い、コンクリートが押し広げられる作用により、節に直交する方向に引張応力が発生し、付着割裂破壊を引き起こしたことによるものと考えられる。図-4 より、この時のすべり量の限界値は、W/C40%では 100 $\mu$ m、W/C55%では 230 $\mu$ m となり、強度が高い程小さくなっている。

### 4. まとめ

AE 計測と荷重-変位曲線によって鉄筋の引抜き試験時の破壊機構を推定した結果以下のようなことが明らかになった。

- (1) 鉄筋の周辺に現れた AE の破壊モードは、せん断型が卓越していた。
- (2) 異形鉄筋の場合、節のすべりによって鉄筋周辺のコンクリートには、節に直交する方向に引張応力が発生し、付着割裂破壊に至っている。

### 参考文献

1)現場技術者のための A E 技術の応用, 勝山 邦久, アイピーシー, p.509,1994

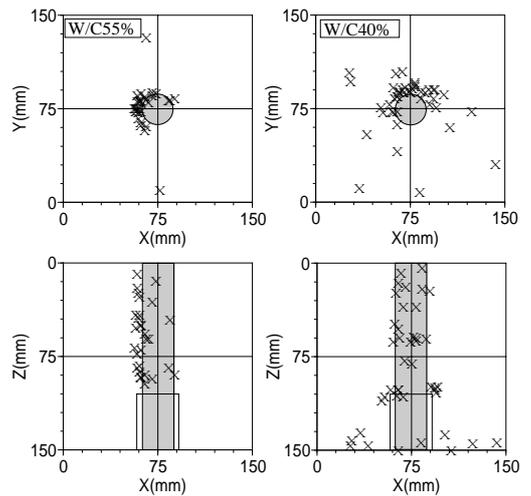


図-3 AE 発生源分布図 (丸鋼)

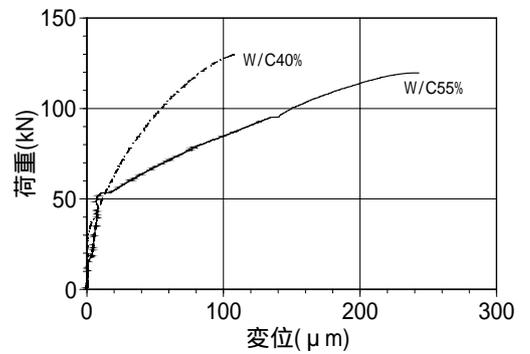


図-4 荷重・変位曲線 (异形鉄筋)

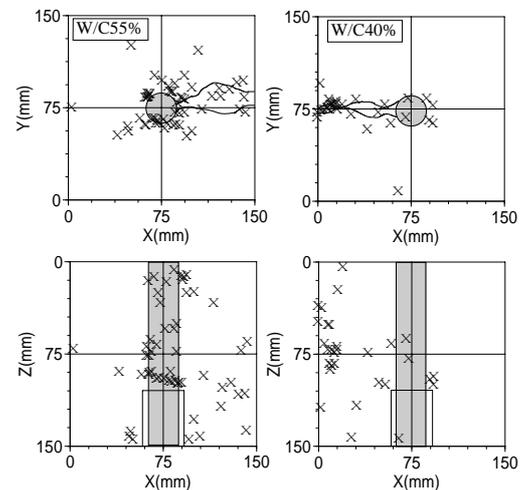


図-5 AE 発生源分布図 (异形鉄筋)

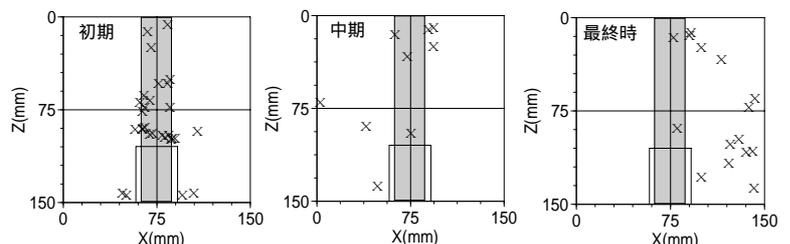


図-6 AE 発生源分布 3 段階図(W/C55%)