

# かぶりと鉄筋間隔が鉄筋腐食膨張によるコンクリートのひび割れモードに及ぼす影響

福島工業高等専門学校 学生会員 吉田 愛  
 福島工業高等専門学校 正会員 山ノ内 正司  
 福島工業高等専門学校 学生会員 西山 綾香  
 福島工業高等専門学校 Onek Denis Obedi

## 1. はじめに

コンクリート内部の鉄筋腐食が進むと、コンクリートにひび割れが発生し、かぶりや鉄筋間隔の違いによって、水平はく離ひび割れ・鉄筋に沿ったひび割れ・表面はく離ひび割れの3タイプのひび割れモードが現れることが知られているが、未だ明らかにされていないことが多い。ひび割れを誘発する膨張圧に対して、コンクリートかぶり部がどのように破壊するかを明らかにすることは、コンクリート耐久性研究の重要な基礎になる。

本研究では、2本の鉄筋を有するコンクリート供試体に関して電気腐食試験と8チャンネルAE計測を行い、かぶりと鉄筋間隔がコンクリートのひび割れモードに及ぼす影響について実験的に考察した。

## 2. 供試体および実験概要

### 2-1. 供試体の作成

コンクリートの配合条件は、水セメント比50%、最大骨材寸法20mmとし、練り混ぜ水には3% NaCl水溶液を用いた。図1に示すように、丸鋼(25)を2本入れ、鉄筋下部から供試体底面までの距離がかぶりよりも大きくなるように、寸法(10~17cm)×15cm×30cmの供試体を作成した。供試体の上部

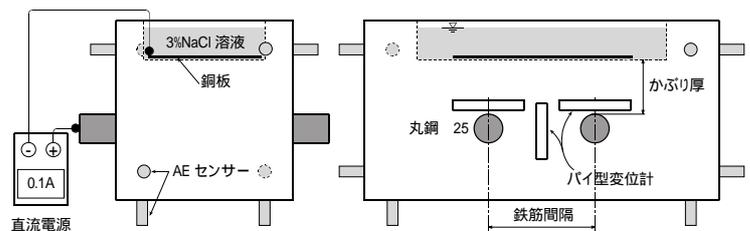


図1 電気腐食試験概要

には、塩化ナトリウムを入れるための凹部を設けた。かぶりと鉄筋間隔は表1に示す通りである。

表1 かぶりと鉄筋間隔

かぶり C (mm)	25・50
鉄筋間隔 L (mm)	50・85・190

### 2-2. 電気腐食試験

鉄筋を+極、銅板を-極として、鉄筋1本当たり0.1Aの定電流を流す。供試体の側面には鉄筋上部と鉄筋の間にそれぞれ2つのパイ型変位計(感度1/1000mm)を取り付け、コンクリートのひび割れ幅を測定する。また、8チャンネルのAEセンサを取り付け、サンプリングタイム:200nsec、波形長:2KwordsでAE波形を記録する。同じ要領で、表1に示すようにかぶりと鉄筋間隔を変えて実験を行う。以下、かぶり25mm・鉄筋間隔190mmの場合、供試体名をC25L190と表す。

## 3. 実験結果および考察

### 3-1. ひび割れモード

図2に供試体C25L190、C50L50、C50L85のひび割れ図を示す。供試体記号の右の数字は試験時間を表している。試験は2日間をめどに行ったが、C50L85においては、水平ひび割れが成長し始めていたことから、確認のために試験時間を延長した。また、図中のひび割れ脇の数字は概ねのひび割れ開始時間を表している。

C25L190は、2本の鉄筋が相互に影響を及ぼさないため、鉄筋に沿ったひび割れが独立して発生し、単一鉄筋とほぼ同じ挙動を示している。

C50L50では、鉄筋間に水平ひび割れが発生した後、まもなく鉄筋に沿った斜め方向のはく離ひび割れが生じ、しばらくして水平ひび割れの成長や鉛直ひび割れの下方向への成長等、多モードのひび割れが確認された。

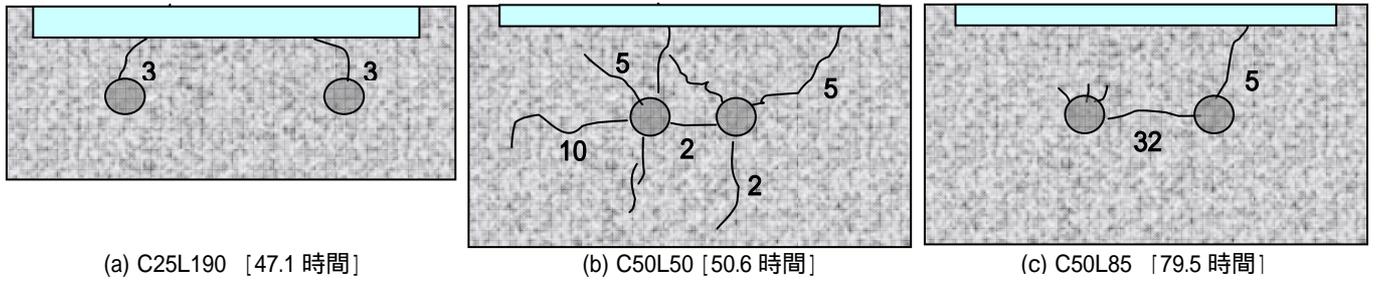


図2 ひび割れ図

C50L85 においては、鉄筋に沿ったひび割れが発生した後、しばらくして鉄筋の相互作用により水平ひび割れが成長している。

以上より、かぶりと鉄筋間隔の違いにより、鉄筋に沿ったひび割れ(V)、水平ひび割れ(H)、および斜め方向のはく離ひび割れ(D)などが1次ひび割れ、2次ひび割れとして現れることが分かった。

図3は実験データを元に、ひび割れモードを定性的に推定したものである。縦軸のかぶり、横軸の鉄筋間隔ともに、鉄筋の直径で割って無次元化している。また、先頭の記号は1次ひび割れモードを、2番目の記号は2次ひび割れモードを表している。

一点鎖線は一次ひび割れモードの境界線を表したものであり、鉄筋間隔が小さい場合は水平ひび割れモード(H)が現れ、実験では確認されなかったが、かぶりが小さい場合は、鉄筋間隔に関係なく斜め方向のはく離ひび割れ(D)が卓越すると考えられる。残りの領域では鉄筋に沿ったひび割れ(V)が発生する。

各領域内の破線は、2次ひび割れモードの境界線を表している。鉄筋間隔が小さい場合、かぶりが大きくなるほど2次ひび割れは鉛直ひび割れ(V)に移行し、また一次ひび割れが鉄筋に沿ったひび割れ(V)である場合、水平ひび割れ(H)が発生しない境界が存在するものと考えられる。

### 3-2. A E 位置標定結果

供試体 C50L50 について、初期段階(7.5時間)の約400個のイベントを位置標定解析した。実験開始後1.5時間を過ぎると、鉄筋と鉄筋の間にAEの発生が確認された。3時間を過ぎると、鉄筋の右上に集中して発生し、4.5時間から6時間後には鉄筋と鉄筋の間から上に向かって発生した。その後は、鉄筋下部にAEが確認された。このことから、目視によるひび割れモードとAE位置標定結果はほぼ一致している。

### 4. あとがき

本文では、かぶりと鉄筋間隔が鉄筋の腐食膨張に伴うひび割れモードに及ぼす影響について明らかにするために、AE計測を伴った電食試験を行い、ひび割れモード図を推定した。

今後は、AE位置標定の高精度化を図り、さらに実験データを得るとともに、数値解析によるひび割れモードのシミュレーションをおこなう予定である。

【参考文献】山ノ内正司、田中裕美：鉄筋の腐食膨張に伴う損傷過程のAE特性、平成19年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、V-26、2008

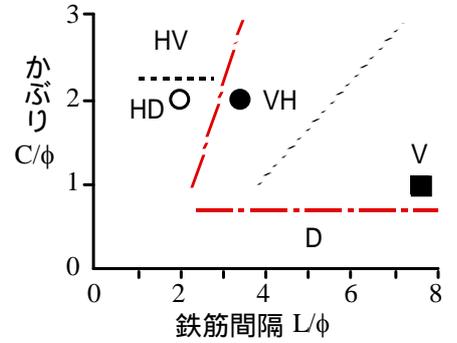


図3 ひび割れモード推定図

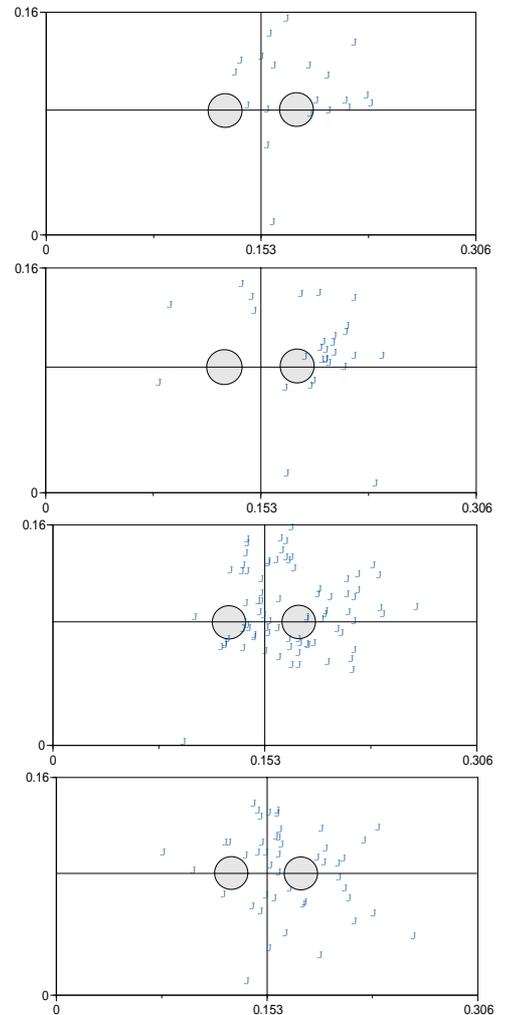


図4 A E 位置標定結果