

# コンクリート構造物中の鉄筋膨張模擬装置の技術開発

平野 裕一

京都大学 工学研究科

## 1. はじめに

著者が担当しているコンクリートの実験装置に関して技術開発を行い、特許出願を行った。平成25年度実験・実習技術研究会では京都大学の職務発明制度の概要および特許出願を行うまでの経緯、出願書類の概要の紹介を行った<sup>[1]</sup>。本報告では、開発した実験装置の詳細を紹介する。

## 2. 開発した実験装置

### 2.1 技術開発の背景

適切な設計・施工・維持管理が行われた鉄筋コンクリートは、長期に渡りその形状を維持し、機能が保持されるものであるが、不適切な設計・施工や設計荷重を上回るような使用、地震、アルカリシリカ反応によるコンクリート膨張等により、コンクリート表面にひび割れが生じると、コンクリート内部に塩化物イオン、酸素、水、その他コンクリートに好ましくない物質が侵入する。そして、アルカリ性に保たれて安定しているはずの鉄筋コンクリート内部で、鉄筋の不動態皮膜が破壊される。鉄筋は腐食により膨張して、ひび割れがさらに進行していくという悪循環に陥り、コンクリート表面の剥離や剥落が生じる。そのため、コンクリートの剥離や剥落に至るまでのメカニズムの解明、未然に防ぐ対策の研究は必要とされているところであり、こうした研究に資するべく技術開発を行った。

### 2.2 開発した実験装置

開発した実験装置は、鉄筋コンクリート構造物中の鉄筋が腐食により膨張して、コンクリート表面の剥離や剥落が生じる現象を実験的に模擬する装置である。図1に実験装置の設置方法の一例を示す。まず、鉄筋部分の1本分を空洞にした直方体の鉄筋コンクリート供試体を作製する。その空洞に鉄筋膨張を模擬する治具を挿入して、万能試験機に設置する。鉄筋膨張模擬治具は下からガイド部および鉄筋膨張模擬部、押し込み部からなる。図2に鉄筋膨張模擬のイメージを示す。押し込み部を上から押すことで、クサビ効果により鉄筋膨張模擬部の直径が増加する。上から押す力が横方向の力に変換されることで、鉄筋膨張による鉄筋に垂直方向の広がりやを模擬でき、コンクリート内部から亀裂が生じ、コンクリート表面の剥離を模擬することができる。図1では、コンクリートの厚みが小さいほうからの剥離を想定している。

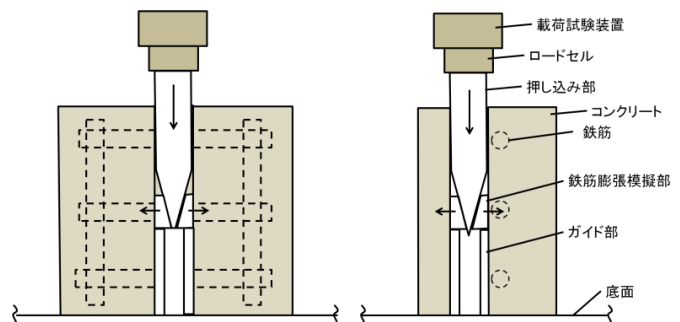


図1 実験装置の設置例(左:正面断面. 右:側面断面)

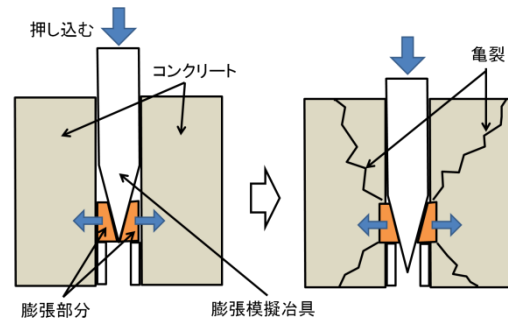


図2 鉄筋膨張模擬のイメージ

### 2.3 膨張圧, 半径変化量の算出方法

膨張圧と半径変化量は、載荷荷重と押し込み変

位の計測を行えば正確かつ容易に算出できる。クサビ角度を  $\theta$  とおく。膨張圧は、押し込み荷重  $F$  に対する直角方向の荷重が  $F/\tan\theta$  となるため(図 3), それを膨張部分表面積で除して算出する。半径変化量は、押し込み量  $d$  に対して、 $d \tan\theta$  となる(図 4)。

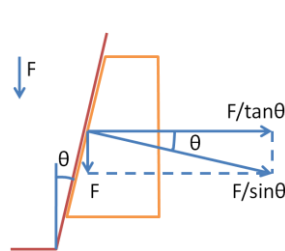


図 3 膨張圧の算出

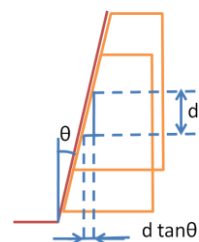


図 4 半径変化量の算出

### 3. 開発した実験装置を使った試験

#### 3.1 膨張部分の試作

試作した膨張部分は、鋼材の加工性も考慮して、直径 20 mm の丸鋼で、膨張部分の長さ 50 mm, クサビ角度  $\theta$  を 3 度として作製した。写真 1 に示す。

試作した膨張部分では、半径が 10 mm から最大 14 mm までの 140 % の膨張模擬が可能である。

#### 3.2 試験の様子

開発した実験装置で試験を行った様子を写真 2, 写真 3 に示す。

写真 2 は、150×400×400 mm の直方体供試体の表面に剥離を生じさせた様子である。最大荷重を過ぎた後に放射状にひび割れが生じ始め、やがて周方向にひび割れが生じて剥離が起こった。この試験は、鉄筋腐食膨張によるコンクリート表面の剥離進展状況の把握や、コンクリート表面に施工した剥離に抵抗する表面保護工の効果の検証を目的としている。

写真 3 は、 $\phi 100 \times 200$  mm の円柱供試体にひび割れを生じさせた様子である。まず、ある 1 か所にひび割れが発生し始め、ひび割れが拡大するにつれて、その向かい側にもひび割れが生じてほぼ同じ大きさの 2 つに割裂した。この試験は、コンクリート内部のひび割れ進展状況の把握やコンクリート引張強度の測定を目的としている。

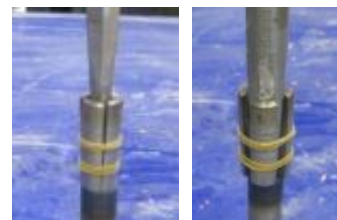


写真 1 膨張部分の試作  
(左:部品, 中:初期, 右:膨張時)

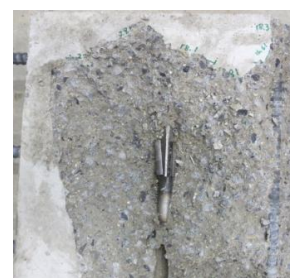
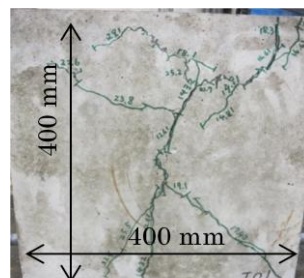


写真 2 載荷後の直方体供試体の様子  
(左:表面ひび割れ状況, 右:剥離部分除去後)

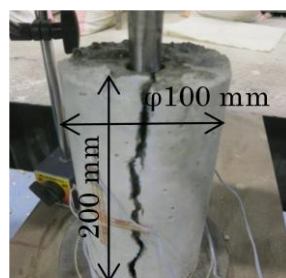


写真 3 載荷後の円柱供試体の様子  
(左:ひび割れ状況, 右:内部の状況)

### 4. おわりに

現段階では試験回数が限られているため、今後実験を重ねていき、技術の確立を目指していきたい。

#### 参考文献

[1] 平野裕一, コンクリート実験機器の技術開発および特許出願, 平成 25 年度実験・実習技術研究会 in イーハトーブいわて概要集, C-12,(2014)