

# 論文 打継目およびブリーディングがRC高架橋柱の耐震性能に及ぼす影響についての解析検討

宮城敏明<sup>\*1</sup>・渡邊弘子<sup>\*1</sup>・玉井真一<sup>\*2</sup>・岡本 大<sup>\*3</sup>

要旨：コンクリートの打継目およびブリーディングが鉄道高架橋柱の耐震性能に及ぼす影響を確認することを目的として実大交番繰返し載荷実験および帯筋の拘束効果を考慮した非線形有限要素解析を行った。実験結果より、打継目およびブリーディングの存在は柱部材の耐震性能に影響を与え、また打継目が存在する場合でも帯筋量を増加させることにより、靱性率を大幅に改善できることが確認できた。また、解析結果は荷重変位関係において実験値とよく一致し、水平荷重の低下時における各段の帯筋ひずみレベルに着目して分析することにより、RC柱の耐震性能を評価できることがわかった。

キーワード：靱性、耐震性能、有限要素解析

## 1. はじめに

阪神大震災では、鉄道高架橋の柱上端部において多くの被災状況が観察された。その被災原因は、コンクリートの水平打継目の存在およびブリーディングの影響による柱上部のコンクリート強度の低下が考えられた。そこで、打継目およびブリーディングがRC高架橋柱の耐震性能に及ぼす影響を確認することを目的として、実大サイズの交番繰返し載荷実験を行った。さらに、解析により既設RC高架橋の耐震性能を評価する目的で、二次元非線形有限要素法による検討を行った。特に、解析においては復旧仕様[1]に示されているコンクリートの応力ひずみ関係を用いて帯筋の拘束効果を考慮した。実験および解析のパラメータは、打継目の有無、コンクリートの打設方向および帯筋量である。

## 2. 実験概要

### 2. 1 実験方法

ラーメン高架橋の柱には地震時に上下逆対称の曲げモーメントが作用すると考えられるが、実験では、柱高さの1/2を試験区間として取り出したカンチレバー型試験体に水平力を載荷した。

### 2. 2 実験ケース

実験パラメータとして、打継目の有無、コンクリートの打設方向および帯筋量（せん断補強筋量）を考慮し、図-1に示すNo.1～No.4の4ケースの実験を行った。No.1は、柱に打継目を設けない一体打ちコンクリートである。No.2～No.4は、柱下端から400mmの高さに打継目を設けた。No.1、No.2およびNo.4の帯筋は $\phi 9$ が300mm（せん断補強筋比0.053%）ピッチに対して、No.3の帯筋はD13が100mmピッチ（せん断補強筋比0.317%）に配筋している。No.3のせん断補強筋比は現行の鉄道構造物等設計標準[2]に示される靱性率4以上を確保するよう決められた基準を満足するよう決定している。No.4は試験体の柱部分をできるだけ実構造物の柱上部の打継ぎ部分に近い状態となるよう、柱コンクリートを逆打ちして製作した試験体である。

\*1 東急建設（株）技術本部技術研究所土木構造研究室（正会員）

\*2 東急建設（株）技術本部土木技術部技術第1課、工修（正会員）

\*3 東急建設（株）技術本部技術研究所土木構造研究室、工修（正会員）

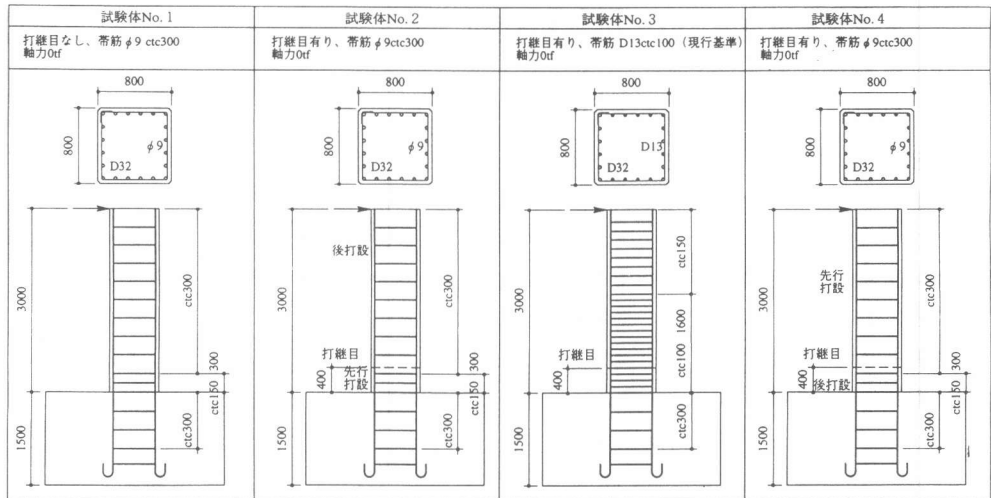


図-1 試験体寸法・配筋図

### 2. 3 柱高さ方向でのコンクリート強度分布

ブリーディングによる強度低下を確認するため、No. 1 および No. 4 の高さ方向のコンクリートの強度分布をシュミットハンマーにより測定した。シュミットハンマー試験にあたっては、推定強度の精度を高めるため、事前に同サイズの試験体を別に作製しコアを採取して強度試験を行った。その結果、ブリーディングによるコンクリート強度低下の割合は1割 (No. 1) から3割 (No. 4) 程度であった。

### 2. 4 载荷方法および計測項目

試験体は、フーチング部を反力床にPC鋼棒で固定した。水平力はサーボ制御の150tfアクチュエータにより载荷し、曲げ降伏前や除荷時には荷重制御、曲げ降伏後には変位制御した。

試験体への载荷は、定変位正負交番繰返しで行った。

载荷サイクルは、まず鉄筋応力度が計算上200N/mm<sup>2</sup>に達するまでを正負1サイクル载荷した。次に、主鉄筋のひずみをモニターしながら荷重制御で正方向へ载荷し、主鉄筋が降伏した時点を降伏荷重 $P_y$ 、降伏変位 $\delta_y$ と定義した。

降伏荷重以降は変位制御とし、 $\pm 1\delta_y, \pm 2\delta_y, \pm 3\delta_y \dots$ までの载荷を正負3回ずつ繰り返した。载荷終了は、最大耐力から負勾配領域に入り復元力が降伏耐力の80%以下に低下するまでとした。

計測は、躯体水平変位 (加力高さ、柱基部)、柱中心線上の鉛直変位、柱脚部主筋の抜け出し、曲率分布、主筋ひずみおよび帯筋ひずみについて行った。

## 3. 解析概要

### 3. 1 解析モデル

解析モデルは、図-2に示すような二次元平面応力問題とし、柱の奥行きを板厚として考慮した。コンクリートは8節点アイソパラメトリック要素、主筋および帯筋は埋込鉄筋としてコンクリート中にバー要素として設定した。主筋の抜け出しは今回のモデルでは考慮していない。No. 2~No. 4は打継目を考慮して厚さ40mmの要素を設定した。特に、No. 4はブリーディングの影響を考慮するため柱上部と下部とで材料定数を変えた。