

## コンクリートと異形鉄筋の付着特性を考慮した RC 梁の曲げ解析

長崎大学工学部    ○松田 浩    崎山 毅    森田千尋  
                          古賀掲維    上野信一郎    平嶋健太郎    松田貴志  
 九州工大工学部    高崎憲太郎    出光 隆    小沢コンクリート    鶴田 健

## 1 はじめに

鉄筋コンクリート梁の曲げ載荷実験結果を非線形 FEM 解析によりシミュレーションする際、コンクリートにひびわれが発生した後の鉄筋のモデル化が重要となってくる。筆者らは、過去に、ポリマー含浸コンクリート (PIC) を設置した RC 梁の実験をシミュレーションするために、鉄筋とコンクリートのすべりを考慮できる付着リンク要素を導入した非線形 FEM 解析プログラム (SNAC) を用いて、ひびわれ解析を行ない良好な結果が得られた [1]。本文は RC 梁の圧縮側に PIC を配置した場合の実験を、汎用 FEM コード (MARC) を用いてシミュレーションを試みたものである。ここでは、付着リンク要素を用いることなく、ひびわれたコンクリート中の鉄筋の平均ひずみと平均応力の関係、すなわち、一定のひずみ硬化率とひずみ硬化開始点をもつバイリニア型の式 [2] を用いて解析を行なった。

## 2 PIC を設置した RC 梁の実験の概要

図 1 および表 1 に示すように、PIC 板を圧縮側に配置した試験体 (寸法  $420 \times 250 \times 3000 \text{ mm}$ ) を製作し、載荷実験を行い、終局耐荷力特性について検討した。表 2 に試験体を使用した鉄筋の引張試験結果を示す。

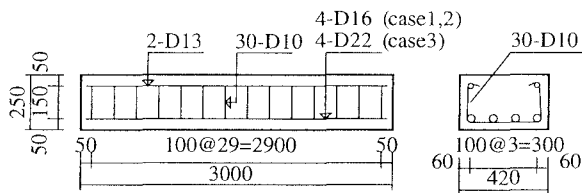


図 1：試験体の寸法

表 1：試験体の種類

| 試験体    | 圧縮縁部分 | 備考                  |
|--------|-------|---------------------|
| case 1 | 標準    | PIC 板を設置しない比較用試験体   |
| case 2 | 繊維補強板 | 繊維補強板を用いた試験体        |
| case 3 | PIC 板 | PIC 板を用いた試験体        |
| case 4 | PIC 板 | case 3 の鉄筋比 2 倍の試験体 |
| case 5 | PIC 板 | PIC ジョイント部近傍に載荷     |

表 2：鉄筋の引張り試験結果 ( $\text{N/mm}^2$ )

| 種類 (呼名)     | 引張り試験結果 |      |                   | JIS 規定    |           |
|-------------|---------|------|-------------------|-----------|-----------|
|             | 降伏点     | 引張強さ | 弾性係数              | 降伏点       | 引張強さ      |
| SD295 (D16) | 400     | 588  | $1.9 \times 10^5$ | 295 以上    | 400 ~ 600 |
| SD345 (D22) | 467     | 702  | $1.9 \times 10^5$ | 345 ~ 440 | 490 以上    |

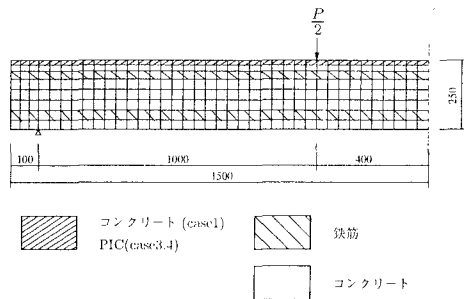


図 2：解析モデル

## 3 実験および解析結果

コンクリート、PIC 部には 8 節点平面ひずみ要素 ( $38 \times 8$ )、鉄筋には 8 節点平面ひずみリバー要素 ( $38 \times 2$ ) を使用し、合計 380 要素の図 2 に示すような解析モデルを用いた。また、鉄筋単体の構成則を用いず、ひびわれたコンクリート中の鉄筋の平均ひずみと平均応力の関係を用いた。ひびわれ発生後、ひびわれ面で鉄筋応力が降伏点に達しても、ひびわれ近傍以外では鉄筋応力は降伏には達していない。したがって、鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係は、鉄筋単体のような塑性棚はなく、降伏後直ちにひずみ硬化域に入ることになる。また鉄筋の平均応力-

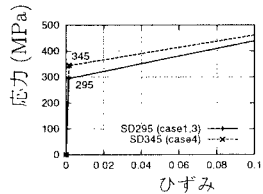
平均ひずみ関係はひずみの増加と共に単体鉄筋の応力-ひずみ曲線に近づく。本解析で用いた鉄筋 SD295 および SD345 の平均応力-平均ひずみ関係、コンクリート、PIC の構成則を図 3 に示す。

図 4 は、本実験の case1,3,4 試験体の実験結果と解析結果を図示したものである。case1 は比較のための通常の RC 梁、case3 は曲げ圧縮側に PIC を配置したもの、case4 は case3 の鉄筋量を 2 倍にしたものである。本解析結果は実験結果をよくシミュレートしていることがわかる。実験および解析結果から、PIC を圧縮側に配置すると、終局強度が増大するだけでなく、変形能も増大し、破壊じん性が大きくなることがわかる。また、case3 の鉄筋量を 2 倍にした case4 試験体は、増加鉄筋量の分だけ終局強度が増大するが、変形能は小さく破壊じん性の増大はみられない。

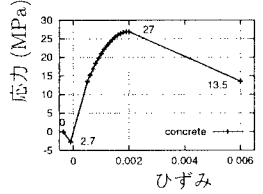
過去の解析的研究でも、PIC 板を引張り側に配置した場合は使用限界状態におけるひびわれコントロールに有効であり、PIC 板を圧縮側に配置した場合は終局限界状態における耐力が向上することを指摘した。今回の実験および解析から、適切な鉄筋量であれば、PIC 板を圧縮側に配置して PIC 板の高強度特性を有効に利用することにより、終局強度のみならず変形性能まで高めることができることが確認された。

図 5 は PIC 板を引張り側に配置した場合のひびわれ進展状況を示したものである。鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係式を用いることにより、ひびわれの進展もある程度シミュレーションできる。

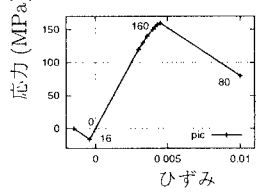
ここでは、平均応力-ひずみ関係を用いて鉄筋の構成則を低減した解析例を示したが、鉄筋とコンクリートの非線形すべりを考慮した要素を用いた解析モデルも可能である。それについては現在解析継続中である。



(a) 鉄筋モデル



(b) コンクリートモデル



(c) PIC モデル

図 3 材料の構成則

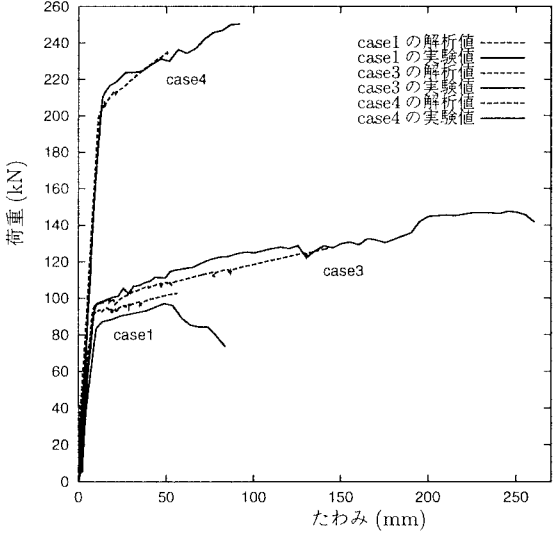


図 4 実験値と解析値の荷重-たわみ曲線

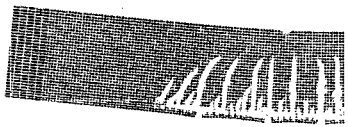


図 5 ひびわれ発生状況図

# 参考文献

- [1] 鶴田ほか: 高耐久性埋設型接合部をひび割れ誘発目地とした・・・, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.20,
- [2] 岡村甫・前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂, 1991.
- [3] 西村他: ひびわれ RC 部材のせん断伝達作用に対するひびわれ面性状の影響, 土木学会論文集, 第 360 号 /V-3. 1985.