

軸力と曲げが同時に作用する鉄筋コンクリート部材の変形解析

岡山大学 学生会員 ○宇志呂 裕一
 岡山大学 フェロー会員 村山 八洲雄

1. はじめに

曲げを受ける鉄筋コンクリート部材の変形を計算する方法として Branson¹⁾の方法があり、コンクリート標準示方書²⁾にも記されている。軸力と曲げが同時に作用する場合については、堺・角田³⁾が Branson の方法における曲げモーメント比を鉄筋引張り力の比で置き換えて計算する方法を提案している。

今回、軸力と曲げが同時に作用する部材について、この部材から曲げだけが作用する部分を抽出し、Branson の式を用いて変形を計算する方法を試みたので、その概要を報告する。

2. 解析式

(1) 基本的な考え方 軸力と曲げが同時に作用する部材のひびわれ断面をもとに、次の仮定を用いて、曲げだけが作用する新たな断面(以下、抽出断面と呼ぶ。)を考える(図-1 参照)。

- ①抽出断面における中立軸から引張り鉄筋位置までの距離は、実断面のそれと等しい。
- ②抽出断面における鉄筋のひずみ量は、実断面におけるそれと等しい。
- ③抽出断面において、鉄筋の引張力合力とコンクリートの圧縮合力は釣り合う。
- ④抽出断面からなる部材の変形(曲率)は、実断面からなる部材の変形(曲率)と同じと考える。

①~③をもとにして、抽出断面に作用する曲げモーメントを計算でき、この曲げモーメントに対する抽出断面からなる部材の長さ方向の平均曲率を、Branson の方法で計算することができる。抽出断面部材の平均曲率は、④により実断面部材の平均曲率となる。

(2) 式の誘導 Branson の方法を抽出断面にあてはめた場合、その有効断面二次モーメント I'_{eq} は(1)式で表される。

$$I'_{eq} = \left(\frac{M'_{cr}}{M'}\right)^m I'_g + \left(1 - \left(\frac{M'_{cr}}{M'}\right)^m\right) I'_{cr} \tag{1}式$$

ここで、「'」は抽出断面であることを、また I'_g と I'_{cr} はそれぞれ全断面とひびわれ断面の断面二次モーメントを表し、 M'_{cr} はひびわれ発生モーメント、 M は作用モーメントである。本文では m の値は、堺・角田³⁾の研究を参考に 3 とした。

抽出断面の有効高さ d' と引張り鉄筋比 p' および抽出断面に作用する曲げモーメント M' は、それぞれ(2)式、(3)式および(4)式のように導かれる。記号の意味は図-1 に示しており、 n はヤング係数比である。

$$d' = \left\{ 1 - z + \sqrt{2np(1-z)} \right\} d \tag{2}式$$

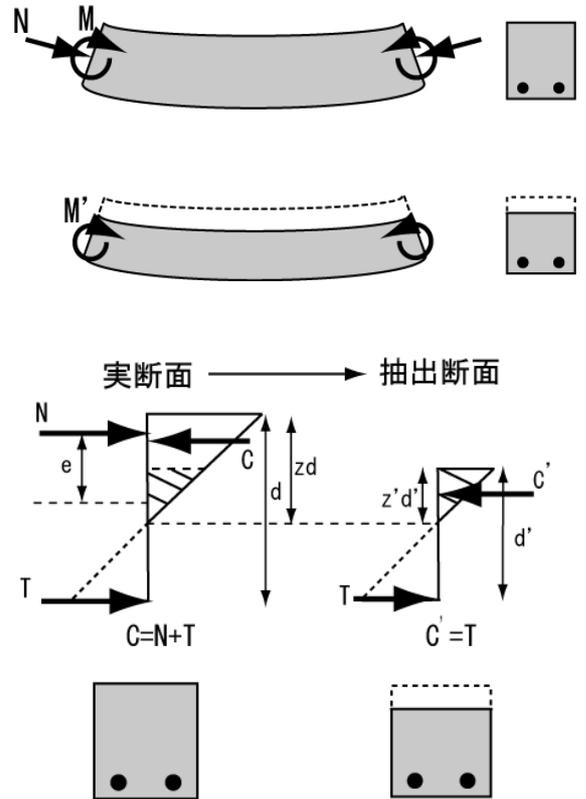


図-1 曲げモーメントだけが作用する断面の抽出

キーワード 鉄筋コンクリート, 曲げ変形, 軸力, モーメント曲率関係

連絡先 〒701-8530 岡山市北区津島中 1-1-1 岡山大学大学院環境学研究所 086-251-8161

$$p' = p \frac{d}{d'} \tag{3式}$$

$$M' = \frac{(z')^2 (d'/d)^2 (3-z')}{3(1-z')} \frac{1-z}{z^2 + 2npz - 2np} Nd$$

$$= K_z \cdot K_z \cdot Nd \tag{4式}$$

抽出断面としてのひびわれ断面の断面二次モーメント I'_{cr} は成書にしたがって計算できる。抽出断面の全断面有効の断面二次モーメント I'_g は、抽出断面のひびわれ発生時曲率が実断面のひびわれ発生時曲率と一致するとして (5)式により計算する。

$$I'_g = K_z \cdot K_z \left(\frac{bh^3}{12} \right) \left(\frac{d}{e} \right) \tag{5式}$$

ここに b 、 h および d は、それぞれ実断面の幅、高さおよび有効高さである。また、 e は実断面部材への作用曲げモーメント M を作用軸力 N で除した値であり実断面（全断面有効）に加わる偏心軸力の作用位置と断面図心との距離である。

3. 実験との比較

本法による変形の推定精度を確認するため、既往の実験結果と本法による計算結果を比較した。図-2 は岩城ら⁴⁾による偏心量一定で軸力を増加させた実験、図-3 は村山ら⁵⁾による軸力を一定にして曲げモーメントを増加させた実験である。後者の中立軸の計算においては圧縮鉄筋も考慮した。これらの図から、本法による計算結果は実験をほぼシミュレートできていることが分かる。

本法を、堺・角田³⁾の方法と比較して図-4 に示す。概ね同等の結果を与えることが分かった。

4. まとめ

軸力と曲げが同時に作用する鉄筋コンクリート部材において、見かけ上曲げだけが作用する断面で成る部材を取り出し、これに Branson の方法をあてはめることによって部材変形を推定する方法を提案し、その推定精度を示した。

参考文献

- 1) Branson, Dan E. : Instantaneous and Time - Dependent Deflections on Simple and Continuous Reinforced Concrete Beams, PART I, Department of Civil Engineering and Auburn Research Foundation Auburn University, 1963, p. 26
- 2) 土木学会コンクリート標準示方書, 2007年版設計編, pp. 105-107
- 3) K. Sakai and Y. Kakuta: Moment-Curvature Relationships of Reinforced Concrete Members Subjected to Combined Bending and Axial Force, ACI Journal May-June, 1980, pp. 189-194
- 4) 岩城・秋山・野田・新川: 鉄筋コンクリート部材の熱応力解析, 鹿島技術研究所年報, 第28号, 1980, pp. 53-60
- 5) 村山・須田・古市: 高軸力・二軸曲げを受ける RC 部材の剛性評価方法, 鹿島技術研究所年報, 第37号, 1989, pp. 57-64

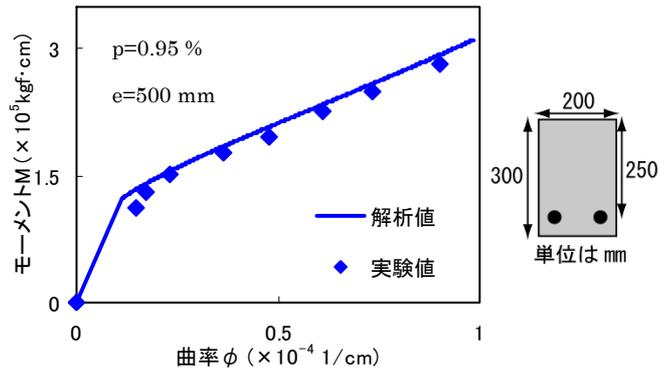


図-2 偏心量一定部材の M-φ 関係

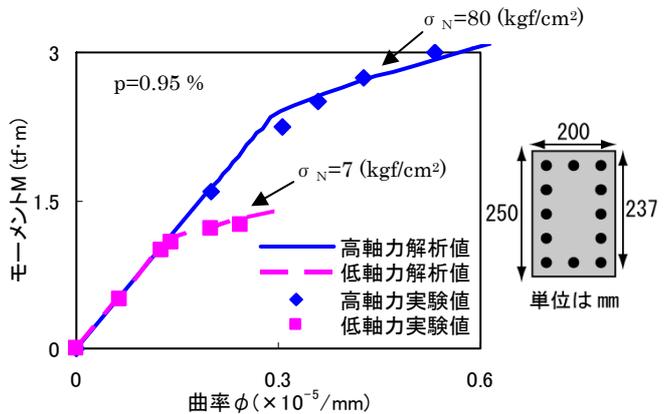


図-3 軸力一定部材の M-φ 関係

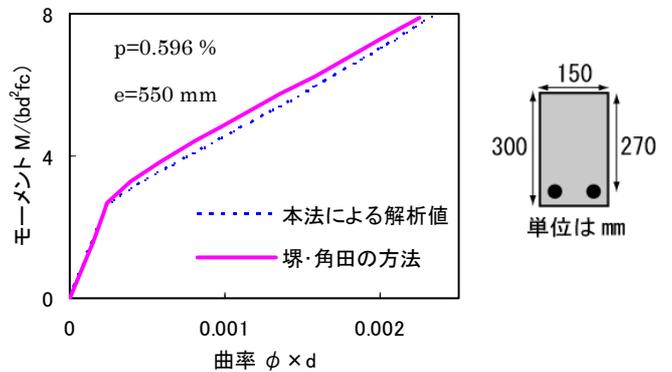


図-4 堺・角田の方法との比較