

二軸曲げを受ける RC 断面の M - ϕ 関係簡易算定法

大阪市立大学大学院後期博士課程（日本構研情報）
 大阪市立大学大学院
 大阪工業大学
 東洋技研コンサルタント

正会員 佐藤知明
 正会員 小林治俊
 フェロー 園田恵一郎
 正会員 島田 功

1. はじめに

平成8年版の道路橋示方書Ⅴ耐震設計編^[1]（以下「道示」）では、曲げモーメント-曲率関係（以下、「 M - ϕ 関係」）の算出においては、コンクリート断面に対して、高さ方向の分割として50分割程度と記述している。また、鉄筋は一般的に1本ずつ評価している^[2]。これを、二軸曲げについて適用すると多大な計算が必要になる。そこで、本研究では、RC長方形断面を対象として、二軸曲げに対応した M - ϕ 関係の簡易な算定方法を提案した。

2. 簡易算定式

2-1. 本算定式の精度目標

M - ϕ 関係を簡易に算定するために設定した目標は次のとおりである。

- ・断面の分割数として、高さ方向・幅方向ともに3分割程度に抑える。
- ・保有水平耐力照査および動的解析照査時に必要となる M - ϕ 関係の主要点（初降伏・降伏・終局）における道示による算定値との差異を10%程度に抑える。
- ・任意方向の曲げに対してもこれらを満足する。

2-2. 本算定法の概要

断面剛性の算定において、コンクリートの応力-ひずみ関係は、図-1に示すように、分割された各断面内の評価点において代表し、この分割断面内で一定応力とした。かぶり部分のコンクリート断面は、鉄筋降伏時以降には剥落しているものと考え、断面剛性の算出のための断面積としては無視し、評価点座標値の算出のみに考慮した。また、応力-ひずみ関係評価点の断面図心からの座標値は、中央の断面は図心位置に、かぶり部を含む周辺の各分割断面については、次のように仮定した。

$$(x, y) = \alpha \times \sqrt{\frac{A_0}{A}} (x_0, y_0)$$

ここに、 α : 0.8(辺長比(H/B)=1~2の場合)、 A : 各分割断面における横拘束筋で拘束された領域の面積、 A_0 : 各分割断面におけるかぶり部を含む面積、 (x_0, y_0) : かぶり部を含む各断面の図心までの距離である。

以降は、一般的なファイバーモデルに従うものとし、この評価点を持ち

いて、断面に平面保持の仮定を適用すれば、各分割断面評価点でのひずみは、 $\varepsilon = \varepsilon_0 + \phi_x y + \phi_y x$ で求められる。ここで、 ε_0 : 断面中心における軸方向ひずみ、 ϕ_x, ϕ_y : x および y 軸回りの曲率である。得られたひずみを道示に示される「コンクリートの応力度-ひずみ関係」に代入し、さらに断面積に乘じることにより、軸力および曲げモーメントを算出する。なお、鉄筋は1本ずつ考慮した。

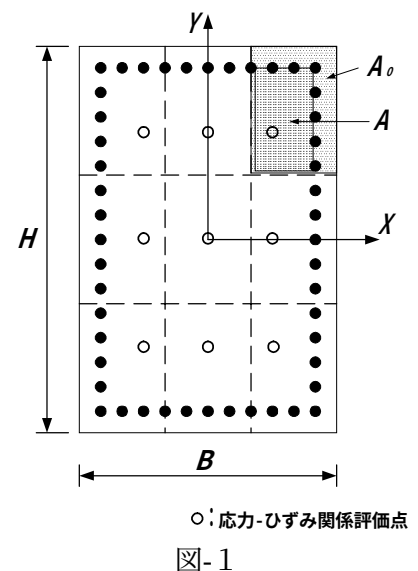


図-1

キーワード: RC柱, 二軸曲げ, M - ϕ 関係, 簡易算定法

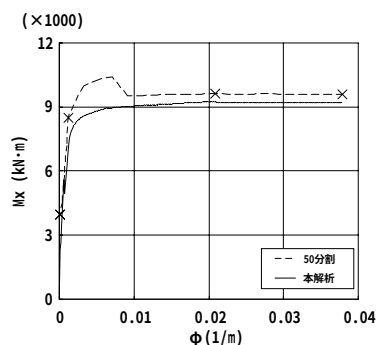
連絡先: 〒541-0051 大阪市中央区備後町 1-5-2 日本構研情報 TEL 06-6223-0350 FAX 06-6223-2401

3. 解析例

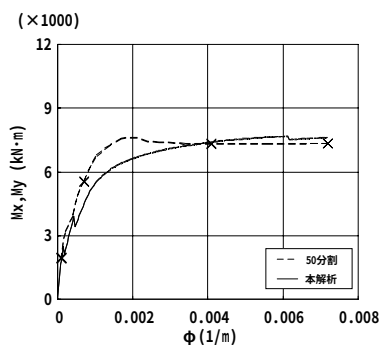
本解析法を用いて、表-1 に示す解析モデルについて解析を行った（図-2~4）。なお、かぶり厚は 12.5mm である。

表-1 解析モデル

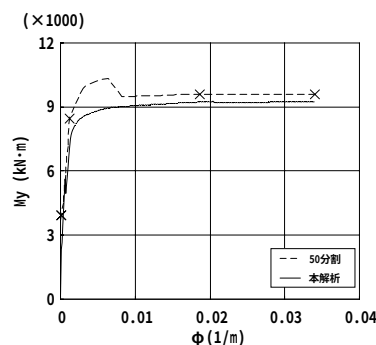
	断面高(m)	断面幅(m)	鉄筋比(%)
ケース1	2.0	2.0	0.56
ケース2	3.0	2.0	0.59
ケース3	4.0	2.0	0.62



(a) $\theta = 0$ 度

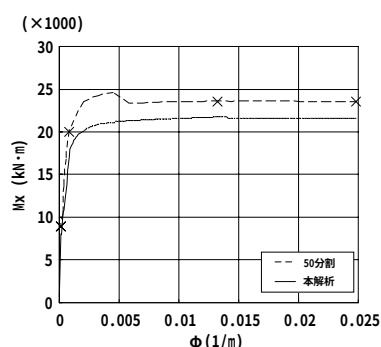


(b) $\theta = 45$ 度

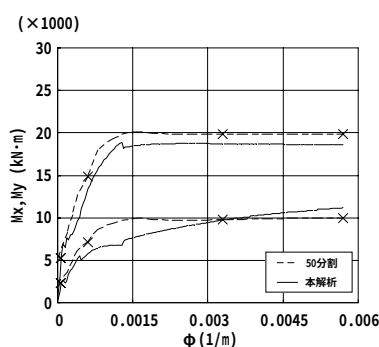


(c) $\theta = 90$ 度

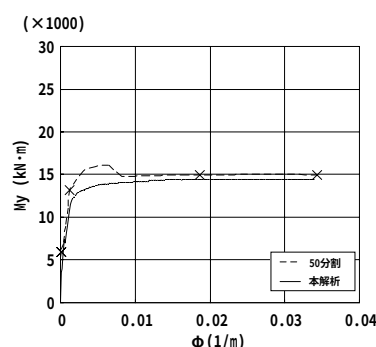
図-2 M - ϕ 関係（辺長比 1）



(a) $\theta = 0$ 度

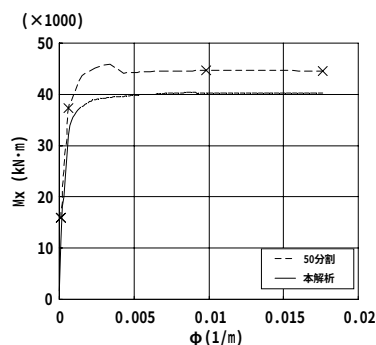


(b) $\theta = 45$ 度

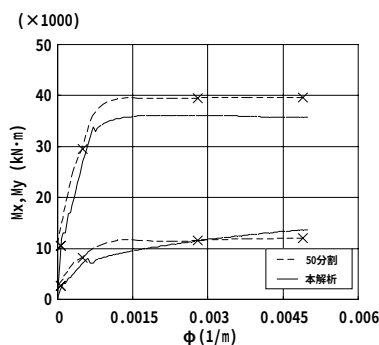


(c) $\theta = 90$ 度

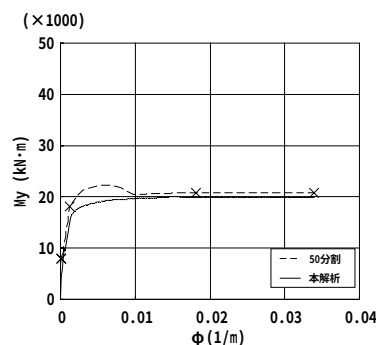
図-3 M - ϕ 関係（辺長比 1.5）



(a) $\theta = 0$ 度



(b) $\theta = 45$ 度



(c) $\theta = 90$ 度

図-4 M - ϕ 関係（辺長比 2）

図-2~4 に x , y 軸および 45 度回りの曲率と x , y 軸回りの曲げモーメントの関係を示した。図中に本解析結果と比較のために断面を精緻に分割(50×50 分割)した解析値（図中では「50 分割」と表示）を示している。また、図中の×印は、原点側より順番に、ひび割れ時、初降伏時、降伏時、終局時を示している。終局時における最大の誤差は、辺長比 2 のモデルで約 10% であり、小さめに評価されていた。これらの結果より、3 ケースとも各載荷方向にかかわらず、前記の精度目標をほぼ満足することができた。

4. おわりに

本解析では、主鉄筋については、1 本ずつ個別に取り扱っているが、現在、コンクリート断面で行ったように、鉄筋についても数カ所の評価点で応力-ひずみ関係の評価が行えるように検討している。

参考文献

- [1] 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 1996.12
- [2] 土木技術センター：平成 9,10 年度 「耐震設計ソフトウェアに関する委員会報告書」 1999.4