

1. まえがき

コンクリート構造物の設計は、許容応力度設計法から終局強度設計法か限界状態設計法に代わりつつあるのが、今日の世界的趨勢である。これらの極限設計法では、破壊に対する安全性の評価を、塑性理論を用いて求めた断面耐力と弾性理論を用いて求めた設計荷重による断面力との比較という形で行なっている。しかし、コンクリートの塑性性状の複雑さ及び不確定さから、断面耐力の算定は一般的に繁雑であり、しかも、信用性が繁雑さのわりには少ない。このような実情を反映して、従来の極限設計法では、緻密なコンクリート応力分布性状の追求と併せて、過去の実験結果などと十分満足のいく一致を示す簡便なコンクリート応力分布の仮定、公式、図表の使用を許している。これらの簡便法の中で最も多く見られるのが、本研究で取り扱ったコンクリートの長方形応力分布の仮定による方法である。しかし、この簡便法は文字通り簡便法でしかなく、合理性の裏づけは乏しく、場合によっては大きな誤差を生む恐れがあり、従来の各種長方形応力分布の仮定も、その適用範囲が制限されている。これらの点

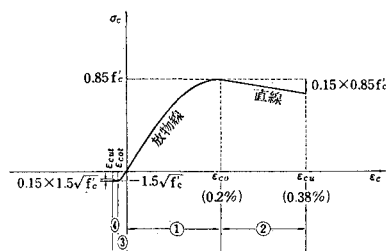


図1. コンクリートの応力-ひずみ曲線

を踏まえて、本研究では従来の長方形応力分布の仮定を用いての断面耐力算定結果がどのような要因（断面形状、鉄筋比、軸力、偏心量、材料定数など）によって誤差を大きくする傾向があるかを検討し、その適用範囲を明確にする。次に適用範囲の広い新しい長方形応力分布を提案し、長方形応力分布の仮定自体が本質的に適切か否かを検討することを目的とした。

2. 方法と仮定

コンクリートの応力分布曲線として、図1のフォーリング・ブランチのある放物線-台形曲線を用いた算定値を真の断面耐力と仮定した。この分布曲線は過去の実験結果、設計規程に示してあるコンクリートの応力分布曲線などを見合わせても、最も忠実なモデルのひとつと言える。鉄筋は従来通り、完全弾塑性体と仮定した。断面耐力算定は、コンクリート断面を細かく分割し、各分割要素内で応力を一定として、力学的釣合い条件、平面保持の仮定、鉄筋とコンクリートの付着は確実という3つの前提条件に従い、前記の仮定した各応力-ひずみ曲線を用いて、軸力もしくは偏心量がある許容誤差以内になるまでコンピューターに収束計算させることにより行なった。

設計指針 (規程)	コンクリートの応力分布 (応力-ひずみ曲線)	適用範囲、その他
土木学会の限界状態設計法 プレストレストコンクリート標準示方書 (1976)		単純曲げを受ける場合
C E B / F I B のコンクリート構造設計指針 工部省指針 (1970)		一軸及び二軸の曲げを受ける場合
ACI 規程、鉄筋コンクリート構造設計規程 (ACI 318-71)		曲げ及び軸力方向向きを受ける場合
提案する長方形応力分布		曲げ及び軸力を伴う曲げを受ける場合（軸力のみ場合は除く）

表1. コンクリートの長方形応力分布

長方形応力分布は、従来からのものとして、土木学会のアレストレストコンクリート標準示方書(1976)、ACI 318-7I、CEB/FIPのコンクリート構造物設計施工国際指針(1970)に掲げてある3つに、長方形応力分布の応力値が $0.8f_c'$ (f_c' :設計用コンクリート圧縮強度)、分布域の長さが $0.8x$ (x :コンクリートの圧縮線から中立軸までの距離)である新提案のものを加えた合計4つを検討した。これらは表1に示す。

3. 結果と考察

前記4つの長方形応力分布を用いた算定結果の一例を、インターラクシオンダイアグラムとして、図1の応力分布曲線を用いた仮の真の算定結果と比較しながら、図2に示した。これらの結果から次の事が言える。

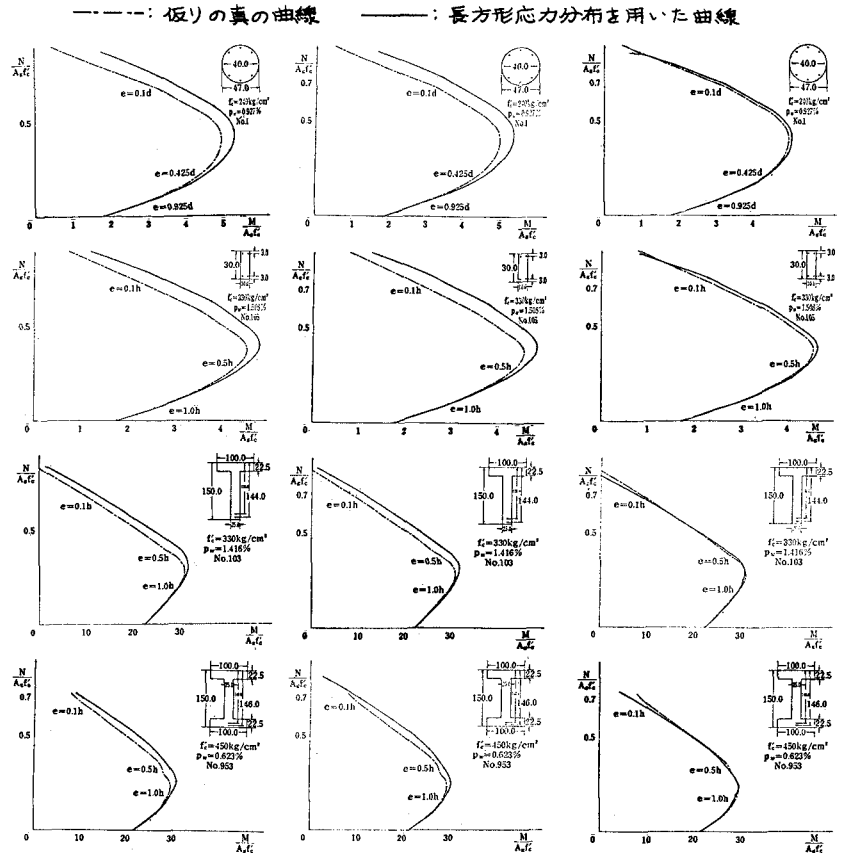
①従来の長方形応力分布の仮定は曲げのみを受ける場合に制限されているが(土木学会、CEB/FIP)、断面形状、鉄筋比、アレストレス量を問わず、軸圧縮耐力の2割程度までなら、軸力を伴う場合にも適用できる。特に長方形応力分布の応力値が $0.85f_c'$ ではなく、 $0.85 \times 0.95f_c'$ ($0.8075f_c'$)となるCEB/FIPの場合、適用範囲はさらに広がり、軸圧縮耐力の7割程度までなら、軸力を伴う場合にも適用できる。

②新提案の長方形応力分布は、全ての場合に長方形応力分布の応力値も $0.8f_c'$ としてあり、あらゆる断面形状で、鉄筋比、アレストレス量などを問わず、軸圧縮耐力の7割程度までなら、軸力を伴う場合にも適用でき、適用範囲が広がった。

③断面耐力算定結果に影響を与える要因としては、断面形状(円形、矩形断面で大きな算定値を出す傾向があり、T型、I型断面で逆に小

さな値を出す傾向がある)、圧縮鉄筋比(鉄筋比が大きい程、算定値は大きくなる)、軸力(アレストレスも含む)及び偏心量の大きさ(軸力は大きい程、偏心量は小さい程、誤差が大きくなる傾向がある)があげられる。しかし、新提案の長方形応力分布を用いれば、通常取り扱われる範囲では問題となる程の誤差は生じにくい、従来の長方形応力分布にしても、適当に適用範囲を制限すれば問題は無い。

①②③から、コンクリートの長方形応力分布の仮定は、緻密な応力分布の仮定と比較しても、広い適用範囲で十分満足な結果をもたらす適切な簡便法と言えよう。



土木学会

ACI 318-7I

新提案

N: 軸力 M: モーメント A_g : 断面積 f_c' : 設計用コンクリート圧縮強度 p_s : 鉄筋比 e: 断面重心からの偏心量 d: 断面直径 h: 断面高さ

図2. 断面耐力算定結果(インターラクシオンダイアグラム)