

東北大学 学 小野 洋
東北大学 学 鈴木 基行
東北大学 正 尾坂 芳夫

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の設計に際して現在広く用いられている弾性設計法では、材料の力学的挙動と線形と仮定して解析を行なっている。しかし鉄筋やコンクリートの破壊までの実際の挙動は線形とは言い難く、非線形性を示している。このため鉄筋コンクリート構造物の破壊近傍における挙動と考える場合、材料の非線形性と考慮する事が必要となってくる。しかし鉄筋コンクリートは、性状の異なる鉄筋とコンクリートの複合体であるため、その非線形性状を厳密に解析することは非常に困難なことである。そこで本研究では、部材断面における鉄筋とコンクリートの役割を一体化して考えるために実際の部材断面と、その断面のモーメント-曲率の関数によって特徴づけられた均一な断面に置換することによって解析の簡略化を図った。

2. 解析法

ここでは簡単のため鉄筋コンクリート構造物と線形要素で構成されている平面構造物と考え、又軸力の影響を除くため垂直荷重を受ける三径間連続梁を対象とした。剪断変形、荷重載荷時の幾何学的変化の問題については考慮していない。このような構造物の場合、変形は主に曲げによると考えられるので、鉄筋コンクリート断面におけるモーメント-曲率の関数が重要となってくる。曲率 ϕ が $\phi = (\epsilon_s + \epsilon_c)/d$ の近似式で定義できる時、モーメント-曲率図は断面の曲げモーメントとそれによって生ずる鉄筋とコンクリートの歪とを関係づけることによって得られる。モーメント-曲率図と作製する上で次の仮定を行なった。

(i) ベルヌイの平面保持の仮定

(ii) コンクリートは引張りに抵抗しない

(iii) 材料の応力-歪関係、 $\sigma_c = \sigma_c(\epsilon_c)$, $\sigma_s = \sigma_s(\epsilon_s)$, $\sigma'_s = \sigma'_s(\epsilon'_s)$ は既知

モーメント-曲率図作製のためのフローを図-1に示す。このようにして得られたモーメント-曲率図と材料の降伏点と Bi-linear に近似して、断面の曲げ剛度を求めることができる。

構造解析は、先に求めた曲げ剛度と各要素に適用させて、各要素毎には所定の曲げ剛度を持った均一なものと考えて行なう。非線形解析に当っては、鉄筋コンクリート構造物の挙動は区分的には線形近似できるとして、荷重増分法を用いて行なった。解析のフローを図-2に示す。

3. 計算例

図3に示すように鉄筋の応力-歪関係は、降伏点までは、応力は歪に比例し ($E_s = 2.06 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)、降伏後は一定応力を維持すると仮定した。コンクリートについては、当研究室において行われた歪制御による実験結果に基づいて、二次曲線 ($\sigma_c = 302 \epsilon_c - 74.3 \epsilon_c^2$) と直線 ($\sigma_c = 379.9 - 36. \epsilon_c$) とを用いて表現した。

図4に、図1で示したフローに基づいて計算されたモーメント-曲率曲線の一例を示す。この図は低鉄筋状態

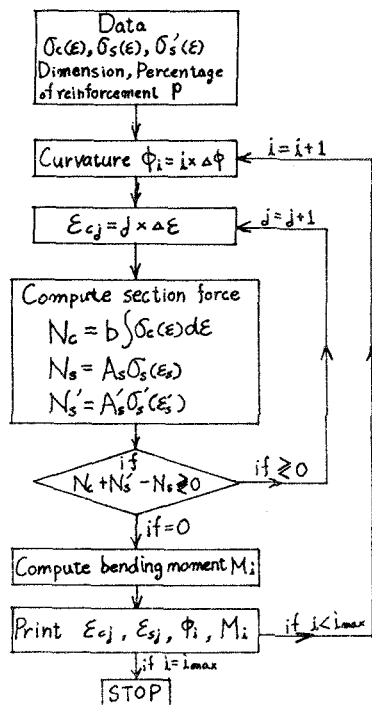


図-1 モーメント-曲率図計算のフロー

の場合で、鉄筋が降伏した後にコンクリートが降伏するので、鉄筋降伏後は、モーメントの増加が著しく低下している。

図-5に非線形解析を行なった三径間連続梁の断面諸元と要素分割の方法を示した。要素分割に当り、剛度の低下が起こると予想される荷重鉄筋付支点付近では細かく分割し、他の所では大きな分割とした。

図-4のモーメント-曲率曲線から得られる剛度を用いて解析を行なった例を無次元化して図-6に示した。この図より、荷重鉄筋付(要素②③の間と⑨⑩の間)で剛性の低下が生じると、モーメントの再分配により中間支点における曲げモーメントが急激に増加していることがわかる。なお、他の例については、当日発表する予定である。

4. あとがき

本研究では、軸力のない場合を取り扱ったが、この解析方法とラーメンなどに適用するためには、軸力を考慮することが必要となってくる。従って、RC断面の弾性係数に相当するものを導くことが今後の課題である。

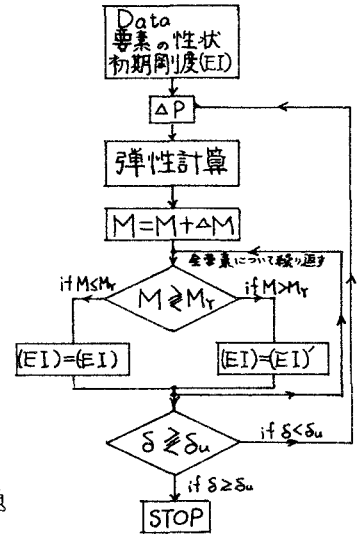


図-2. 非線形解析のフロー

