

東日交通コンサルタント 正員 白井 英夫
同 正員 原田 博史
同 小野田初男

1. はじめに

鉄筋コンクリート（以下RC）構造物の地震時の安全性は構造物のじん性を増大させれば向上する。すなわち、地震力が交差性を有する事を考慮すると、鉄筋が降伏した後も急激に破壊を生じないようなねばりのある（じん性の高い）構造にすれば、RC構造物の地震時の安全性は増す。

「道路橋示方書・同解説」V耐震設計編にみられるように、カンチレバーモデルに関してはその変形性能の計算例が示されているが、実際の構造物はカンチレバー形式以外のものもあり、その計算方法は、特にじん性率の計算に関してはカンチレバーモデル以外には適用し難い。

本報告は、門型ラーメン形式のRC構造物を「道路橋示方書・同解説」に示される考え方にに基づき、モーメント-回転角の関係による弾塑性解析を行ない、じん性率を数値計算により求める一手法を提示し、その妥当性を考察するとともに、その適用例を示すものである。

2. 解析概要

図1のような構造物の各部材の断面性能を求める。すなわち各部材に関して、コンクリートのひびわれ時、引張鉄筋の降伏時、コンクリートの終局時のモーメントと回転角を求め、断面性能を、Tri-Linear型の履歴特性曲線として定める。

次に、上記の断面性能を有する梁部材で構成される図2(1)のような骨組構造物にモデル化する。

水平力を作用させる前に、死荷重を作用させ初期応力状態を得ておく。

図2(2)のように構造物天端に水平力Pを荷重増分法により作用させ、天端の変位 δ を弾塑性解析により求める。

構造物全体としてのひびわれ時、降伏時及び終局時は、弾塑性解析で得られるP- δ 曲線の勾配の変化と各部材の状態により決定する。じん性率 μ は降伏時の変位 δ_y と終局時の変位 δ_u を用い、 $\mu = \delta_u / \delta_y$ とする。

解析のケースは、表1のように6ケースを行なった。鉄筋降伏応力を 4000 kg/cm^2 、コンクリート圧縮強度を 300 kg/cm^2 とし

たのは実験と合わせるためである。表中の剛域で「有」とあるのは隅角部に長さ10cmの剛域を考慮したケースである。

なお対照計算として図1の構造物で柱一本をカンチレバーとして(COMP1)、また全体をカンチレバーとして(COMP2)、P- δ 曲線を求めた。

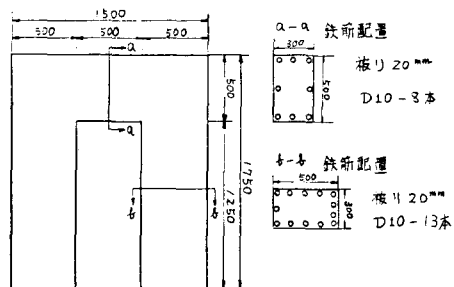


図1 モデルの形状寸法

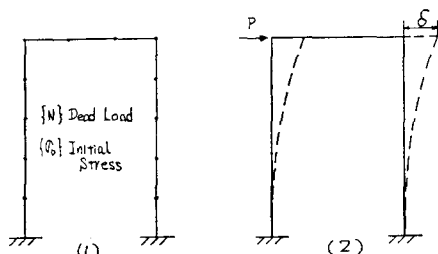


図2 骨組モデル

諸元 \ ケース番号	1	2	3	4	5	6
鉄筋降伏応力(kg/cm ²)	4000	4000	4000	4000	4000	4000
コンクリート圧縮強度(kg/cm ²)	240	240	240	300	300	300
有効せん断断面積比(%)	—	85	85	—	85	85
剛域	無	無	有	無	無	有

表1 解析ケース

3. 解析結果及び考察

前記6ケースのP- δ 曲線とカンチレバーモデルのそれとを比較したものが図3・図4であり、図3はCASE1~3と実験結果とを比較したものである。

ラーメンモデルの方がカンチレバーモデルよりも実験結果に近いことがわかる。

本解析と実験結果と比較すると、解析では降伏後の剛性が著しく低下している。これは部材の断面性能を求める際に作用軸力が大きな因子となるが、ラーメン構造では水平力により作用軸力が変化する事、さらにひびわれが入ったり鉄筋が降伏することにより部材の中立軸が変化し、応力の流れが変わることによるものと思われる。

4. 適用例

図6に示す橋脚に本解析を適用してじん性率を計算し、地震時の変形性能による安全性を検討した。

部材の断面性能は死荷重時に生ずる軸力を使い、コンクリートの圧縮強度、鉄筋の降伏点等は設計で用いられる一般的な値を用いた。

図7は弾塑性解析によるP- δ 曲線である。降伏時と終局時の変位より生のじん性率は5.002であり、許容じん性率としてその1/3を採り、一質点モデルに置換えて応答スペクトル曲線から許容変位に達する時の水平変位は0.352となる。照査用の水平変位は重要度1.1、じん性照査用の係数1.3を考慮して0.286であるので、この橋脚は地震時の変形性能に関して安全であることがわかる。

5. まとめ

以上、ラーメンモデルにモーメント-回転角に関する弾塑性解析を行ない、荷重-変位曲線を求め、変形性能を求めることができた。

今後の課題としては、水平力載荷による軸力の変動、せん断変形の扱い、隅部部の扱い(剛体)、及びフーチング部の境界条件等のモデル化上の問題と、部材のひびわれや降伏に伴う中立軸の変動等の問題が残されている。

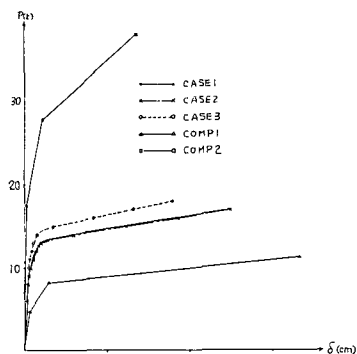


図3 P- δ 曲線(CASE1~3)

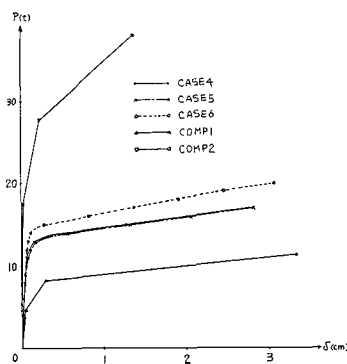


図4 P- δ 曲線(CASE4~6)

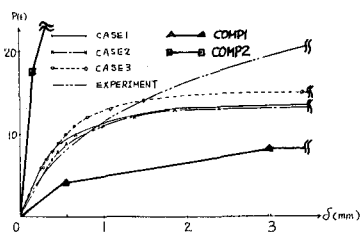


図5 実験との比較

参考文献:「道路橋示方書・同解説」V耐震設計編 1980年5月

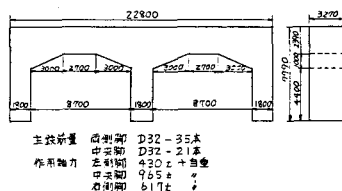


図6 一般図

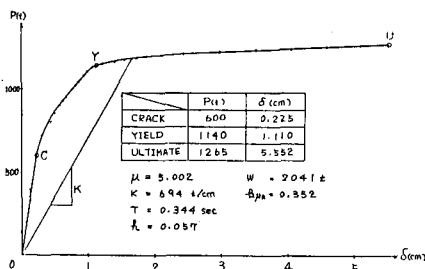


図7 P- δ 曲線