

京大工学部 正会員 ○亀田弘行
 京大工学部 正会員 後藤尚男
 住友金属 正会員 笠井隆司

1. まえがき

大地震時には多くの構造物は非弾性的に挙動すること、非弾性応答による履歴エネルギーの消費が構造物の崩壊防止に有効であることはよく知られている。その意味で構造物の各断面が安定な履歴特性を有し、くり返し大変形に耐えるように設計・施工されることが重要である。このような観点から、本研究は鉄筋または鉄骨鉄筋コンクリート製高橋脚の非弾性応答解析を行ない、その結果に基づいて、地震時の限界状態設定について有用な情報を得ようとするものである。本報告はその第一段階として、カンテレー式の力学モデルを設定した場合の解析結果の一部を論じたものである。ここでは特に、現行設計法によって弾性設計されたSRC高橋脚を例として応答解析を行ない、種々の限界状態を考えた場合にどの程度までの地震動強度が許されるかについて基礎的考察を行なった。

2. 振動モデル

橋脚を図-1のような多自由度系で表示する。Aモデルでは、頂部質量に上部工の質量をそのまま付加し、Bモデルでは、隣接橋脚の影響を考慮する一つの方法として、設計震度 K_0 が作用したときの橋脚頂部の変位 S を求め、 $f_0 = g K_0 M g / S$ なる水平ばねを頂部質量にとりつけた。また、このとき付加する上部工の質量は $M' = (1 - g) M$ とする。ただし、 M は1スパン分の上部工の質量、 g は0~1で変化する定数で、 $g = 0$ のときBモデルはAモデルに一致する。

橋脚各断面の履歴制御は、表・武田¹⁾の方法に従い、各質量間のエレメントをさらに分割したサブエレメントごとの断面で行うこととし、これによって比較的少ない自由度で多くの断面の履歴特性を反映できるようにした。履歴モデルには、Takeda, Sozen²⁾による剛性劣化型のtri-linear系を用いた。図-2はその一例を示したものである。

3. 応答解析と計算結果の考察

応答解析に際しては酒匂川橋梁の上り線第2橋脚をプロトタイプとした。これを5質点系でモデル化し、各支点間も5個のサブエレメントに分割することによって、合計25の断面で履歴制御を行なった。各断面の復元力特性の勾配は文献1)の方法で定め、鉄骨・鉄筋材のヤング率を $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 、降伏ひずみを0.2%、コンクリートの終局ひずみを0.4%とした。Bモデルにおける g の値は0.5を用いた。入力地震動は、1973年根室半島沖地震における釧路港での記録と1968年十勝沖地震における室蘭での記録(いずれもNS成分)の最大加速度を200~1000 galに変化させて用いた。

図-3~6に、釧路記録に対するAモデルの応答結果のみを示した。図-3の(a),(b)は頂部の加速度と変位、(c),(d)は曲率の靱性率が最大となる第3質量の位置における断面の曲げ剛性と曲げモーメントをそれぞれ示し

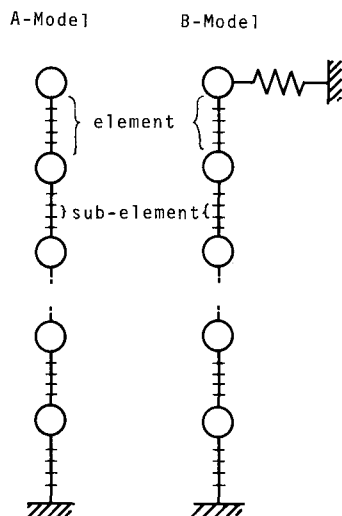


図-1 橋脚の振動モデル

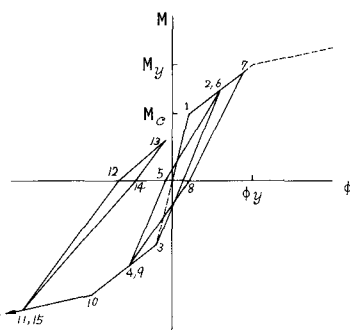


図-2 剛性低下型 tri-linear 復元力²⁾

たものである。図-3(c)では、コンクリートのひびわれや交番変形による剛性低下を組み入れた復元力モデルの効果がよく現れている。時刻10秒前後で剛性が非常に小さくなるのは、鉄骨・鉄筋の降伏によるものである。図-3は入力最大加速度600 gal に対する結果で、かなり終局状態に近いものといえよう。

図-4~6は、それぞれ最大変位、最大曲げモーメント、最大曲率の分布を示したものである。図-5には、設計震度0.33(基準震度0.2を動的効果を加味して割増したもの)を用いた震度法による曲げモーメントも示した。曲げモーメントは耐力の面から、曲率は安定な履歴を描きうる靱性率から、変位は桁落ちなどの面から許容限度が定まるであろうが、図-4~6の結果は、これらの量のいずれもが地震時の限界状態を支配しうる可能性を示している。今後、基礎の変形や支承部の特性の考慮、復元力の検討などを行って、さらに実際に近い解析を行いたいと考えている。

本研究の遂行に当たり、京大大学院 荻野若平氏からいくつかの基礎データの提供を受けた。記して感謝の意を表する。

- 1) 表・武田：建築学会論文報告集，215号，昭49.1.
- 2) Takeda, Sozen, Nielsen; Proc. ASCE, Vol. 96, ST12, Dec. 1970.

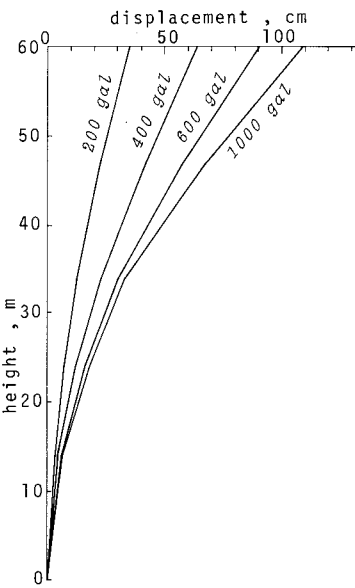


図-4 最大変位の分布
(釧路入力)

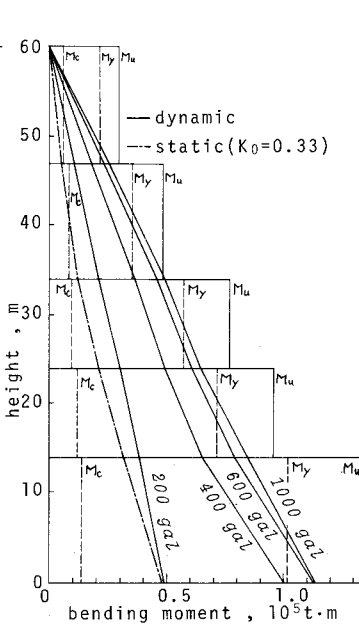


図-5 最大曲げモーメントの分布
(釧路入力)

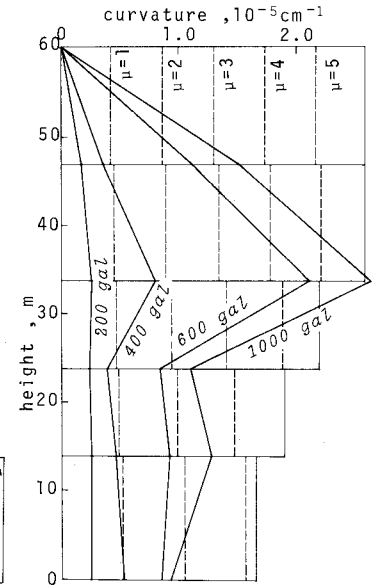


図-6 最大曲率の分布
(釧路入力)

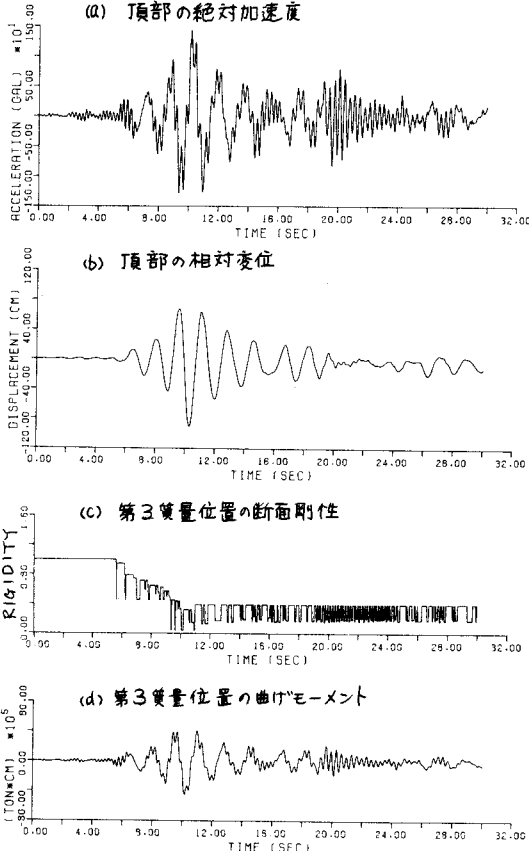


図-3 橋脚の非弾性応答
(Aモデル, 釧路入力 600 gal)