

新日本製鉄 正会員[○]今西直人, 京大工学部 正会員 後藤尚男, 同 亀田弘行

1. まえがき 耐震設計の究極の目標である構造物の崩壊防止のためには、地震時における終局性状を十分に明かにすることが重要である。そのための研究の一環として、本研究では鉄筋コンクリート製高橋脚の非弾性応答解析を行い、終局時の変位、震度、曲げモーメントなどを検討するとともに、特に曲げ曲率の分布から終局変形特性を考察した。力学モデルは、酒匂川橋梁をプロトタイプとして、図-1、2のように設定した。断面は剛性低下型の tri-linear 履歴復元力特性¹⁾を有するとし、基礎の弾塑性変形や上部工の影響も考慮している。

2. 橋脚の力学モデルと入力加速度

解析に用いた橋脚の力学モデルを図-2に示した。モデルは、多自由度のバネ-質量系からなる橋脚部分および並進と回転の2自由度を有する基礎部分から成る。本研究では原型の橋脚の断面変化に即して橋脚部分を5自由度とし、履歴制御が各質点間をさらに5等分した各断面において行われる方法を用いた。地盤が基礎に与える影響は、bi-linearの履歴特性を有する水平バネ k_s と回転バネ k_r で表現した。解析に用いたバネ定数の値は、地盤反力係数が40, 20, 10 kg/cm^2 に相当するA, B, Cの3種類の地盤を想定して与えた。上部工が橋脚に与える影響は、その剛性効果を橋脚頂部に取り付けした弾性バネ k_t により、またその質量効果を上部工の質量の一部または全部を第1質点に付加することにより評価した。本研究では、上部工の影響をすべて質量効果としたA-モデルおよび質量効果と剛性効果とで等分に評価したB-モデルについて解析を行った。入力加速度は、最大加速度が、200, 400, 600, 800, 1000 galとなるように調整して用いた。なお、ここではB-モデルに1973年根室沖地震の釧路記録を入力して得られた結果を示す。

3. 解析結果

図-3に入力最大加速度400 gal, A地盤の場合の第1, 3, 5質点およびケーソン頂部での加速度応答の時刻歴を示した。速度応答には2次モードの影響が見られ、加速度応答ではそれが非常に顕著である。

図-4は、入力最大加速度が600 gal, C-地盤の場合の第2~6節点における無

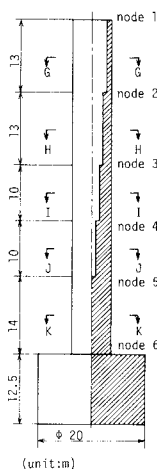


図-1 本研究で用いた橋脚

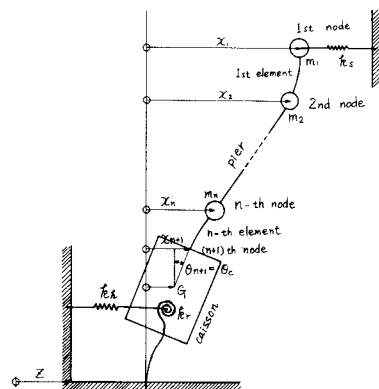


図-2 橋脚の力学モデル

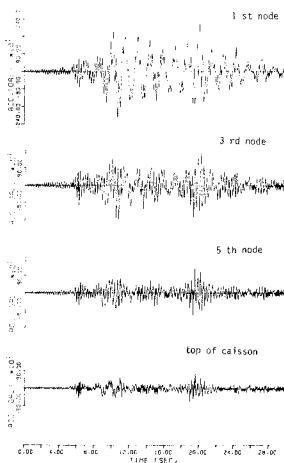


図-3 加速度応答(入力400 gal)

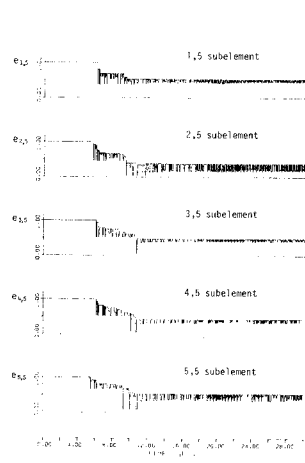


図-4 断面剛性低下の過程(入力600 gal)

次元剛性の時刻歴を示している。応答開始後約5秒でコンクリートのひび割れが橋脚の全長にわたって発生し、次第に剛性が低下していく過程が見られる。10秒付近で引張鉄筋が降伏するため断面剛性が極端に低下している。

図-5は、地盤Aの場合の最大変位応答の分布を示す。橋脚の変位が1次モードに支配されることがわかる。図-6は橋脚頂部とケーソン頂部の最大変位応答を示す。X印は、地盤のバネが降伏したことを示す。A、B地盤では、橋脚の変位は入力の加速度に比例的に増加するが、C地盤では地盤が降伏するためケーソン、橋脚とも変位が非常に大きい。図-7は、A地盤の場合の最大加速度の分布を示す。図中の $K_0=0.332$ は、プロトタイプにおける設計震度を示すが、これは基準震度の2に動的倍率を加味して定められている。入力200 galの場合の応答加速度は K_0 より大きい値となっている。図-8は、A地盤の場合の橋脚に生ずる最大曲げモーメントの分布を示す。耐震設計に対応する曲げモーメントと入力加速度200 galに対する応答値がよく一致している。

図-9は、橋脚基部における入力加速度と最大曲げモーメントの関係を示している。曲げモーメントが降伏値 M_y に至るまでは、入力加速度との関係はおおよそ比例的である。また、おおよそ入力加速度が400galになると降伏モーメントに達する。図-10は、地盤Aの場合の橋脚に生ずる最大曲率の分布を示す。図中の μ はじん性率で、 $\mu=1$ が降伏点に相当する。曲率は、鉄筋量およびコンクリートの断面積が不連続に変化する3節点の直上の断面で極端に大きくなっている。本研究の詳細については文献3)によられたい。

図-5 (i) group A subsoil

図-5 最大変位の分布

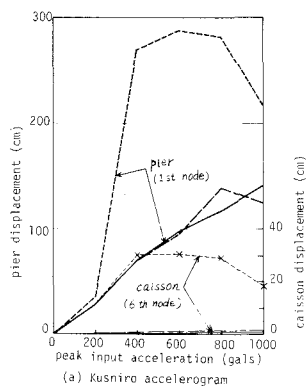


図-6 橋脚頂部とケーソンの最大変位

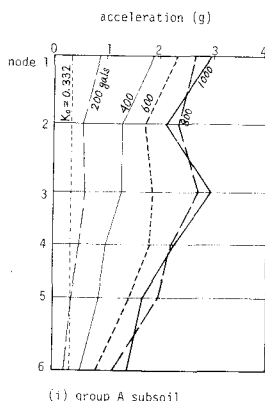


図-7 最大加速度の分布

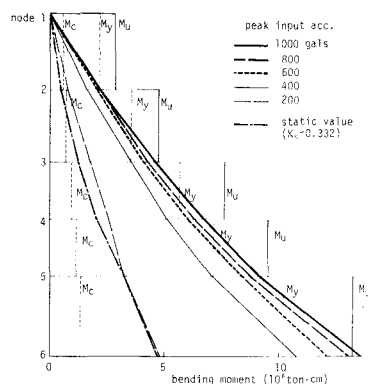


図-8 最大曲げモーメントの分布

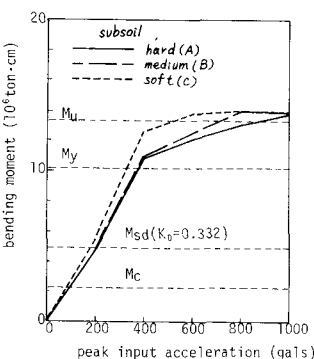


図-9 橋脚基部の最大曲げモーメント

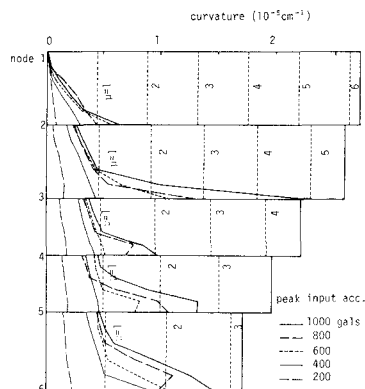


図-10 最大曲率の分布

- 1) Takeda, Sozen, and Nielsen: "Reinforced Concrete Response to Simulated Earthquakes", *Journal of the Structural Division, ASCE*, Vol. 96, No. ST12, December, 1970, pp. 2557-2573
- 2) 依・武田: 鉄筋コンクリート造煙突の弾塑性応答に関する研究, 日本建築学会論文報告集, 215号, pp. 21-29
- 3) 後藤・亀田・笠井・今西: 鉄筋コンクリート製高橋脚の非弾性地震応答解析, 科学研究費補助金研究成果報告書, 高層橋の地震応答と桁落ち防止に関する研究, 昭.54.3, pp. 54-102.