

埼玉大学工学部 正員 町田篤彦
 埼玉大学大学院 学生員 ○露口雄次

1. 序 : 本研究は、土木構造物の中でも特にスレンダーな鉄筋コンクリート橋脚が動的外力を受ける場合の挙動を明らかにすることを目的とする。現在鉄筋コンクリート部材の動的応答に関しては、建築部門で相当数の研究成果が公表されているが、土木構造物は、その鉄筋比、コンクリートの圧縮強度等が建築構造物とは、かなり異なるので建築部門の成果をすぐさま適用するのは早計であろうと考えられる。さらに弾塑性振動に関するほとんどの論文が、その減衰力が、応答速度に比例する粘弾性系として扱われている。もともとポリアーで扱いきれない事が、その原因であるが、減衰力は、弾塑性振動による応答を適確に把握するためには、重要なパラメーターなので、このような取り扱いでよいものか、同時に検討を行なっている。

2. 実験内容 : 実験に用いた供試体はFig-1に示してある。橋脚部は $w_c = 38\%$ のモルタルで6mm異形鉄筋を4本主鉄筋として用いている。Mass重量は、実験時に1自由度系である事が保証される様、橋脚部の重量の1.8倍強にした。ただしMassのもつ容積が大きいのでその回転慣性力を考慮して一般化されたMass質量として M^* を用いている。実験データの測定位置はFig-2に示してある。地盤にとりつけた加速度計で $\ddot{U}$ を、橋脚脚上端にとりつけた加速計、変位計でそれぞれ $(\ddot{U} + \ddot{Y})$, Y を測定した。又橋脚底部の主鉄筋に歪ゲージを貼り、図に示すようにEPS1, EPS2とした。強制振動実験時には、 $\sin$ 波で地盤を加振した。自由振動実験と強制振動実験を交互に行ない、強制振動実験は、式(1)に

$$\text{地盤加速度} : \ddot{U} = \ddot{U}_0 \times \sin \omega t \quad (1)$$

において $\ddot{U}_0$ を一定に保ち ω を変化させていく方法と、 ω を一定に保ち $\ddot{U}_0$ を増加させていく方法の2通り行なった。またFig-1と同じ断面の供試体を用いた静的くり返し加力実験も行なった。

3. 実験値の解析法 : 今まで行なった全ての供試体において、振動実験時に橋脚底部が破壊し倒壊に至る直前まで、任意の一定加速度 $\ddot{U}$ を地盤に与えると数10サイクルもくり返す以前に全ての測定値の応答がすぐに定常的になった。そこでFig-3に示すように $\ddot{U}$ の1周期区間を、等時間間隔に細かく分割し、同時刻時刻における全応答を整理しなおした。任意時刻の相対速度 $\dot{Y}$ は、 $\dot{Y}$ と Y を使って計算した。減衰系を粘弾性と仮定すると、1自由度なので、測定値は任意時刻において式(2)の力のつり合い方程式を満足しているはずである。ただしこの段階では C と K は未定である。さらに応答が定常的であるという事は、振動時の1サイクルあたりに供給されたエネルギーが、確実にその1サイクル内で消費されているに他ならないし、弾性体時には、供給エネルギーは全て減衰力が消費しているはずである。そこで供給エネルギーと消費エネルギーが等し

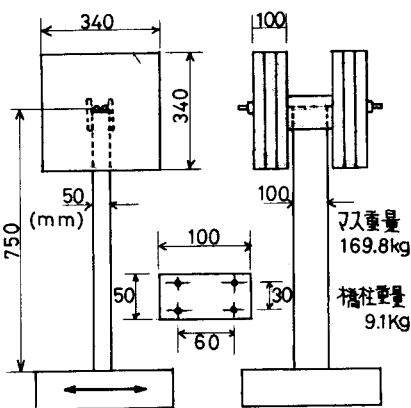


Fig-1

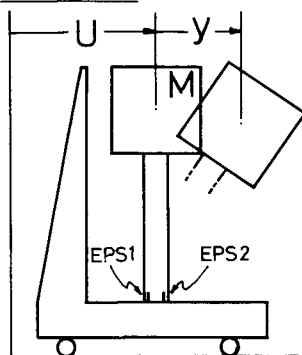


Fig-2

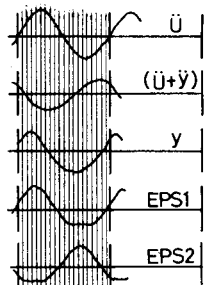


Fig-3

くなるようにCを求めて式(2)に代入して任意時刻での復元力-変位応答を計算した。つまりFig-1に示すsimpleな弾塑性振動モデルの応答が、振動方程式で適確に表わされているか否か実験データを分析して検討を行っているのである。塑性体時における解析は後述する。

4. 振動実験より分析した復元力-変位ループと静的実験によるそれとの比較検討：式(2)において外力、慣性力、減衰力、復元力を各々P, FI, FD, FKと表わし、式(3)の簡単な形で表わしておく。まずはじめに橋脚部が倒壊にいたる直前まで、時々刻々剛性が変化する弾性体であると仮定して、P-Yループの面積を、全てFD-Yが消費するものとしてFK-Yループを分析してみるとFig-4の様になった。橋脚部の塑性化に伴う内部履歴減衰を全く考慮していないので近似的ではあるが、一番右のFK-Yグラフより剛性低下の現象が若干観察される。つぎに弾性体時

$$P=FI+FD+FK \quad (3)$$

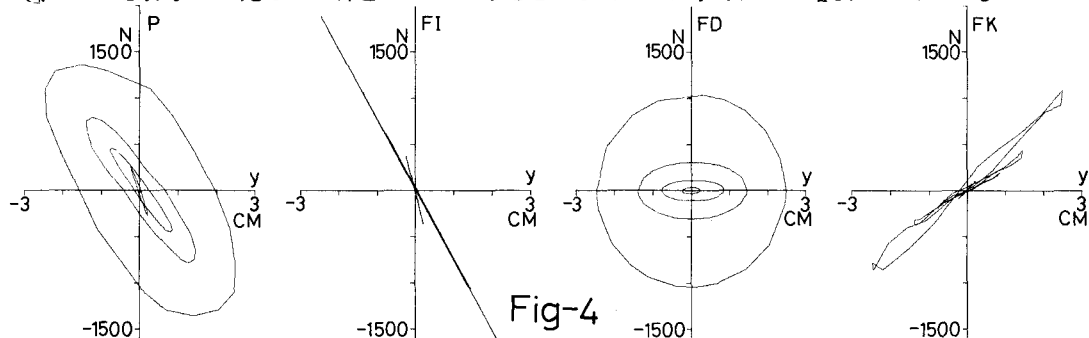


Fig-4

のCが、ひびわれ後も不変であると仮定し、定数とする。P-Yループの面積がFD-YループとFK-Yループの面積の和として分担される。それをFig-5に示した。静的くり返し実験により得られた荷重-変位ヒステリシスループの荷重をNewtonオーダーになおしてFig-6に示した。Fig-6はMass重量分の軸力載荷せず近似的ではあるが、Fig-5のFK-Yループと類似している。ゆえに減衰はfooting部と若干の空気抵抗のみにより、橋脚部の塑性化には無関係として弾性体時のCが不変とし、さらに静的実験により得られた復元力-変位関係が地震時にも同様に働くとし、これを完全弾塑性Type, Tri-Liner Type等にモデル化し、動的外力を受ける場合の振動応答を求める手法は有力なものであることがわかった。しかし、実際、測定データを丹念に調査すると、粘弾性の減衰力では矛盾点も多少あるので、他の減衰系についても並行して研究を続行中である。

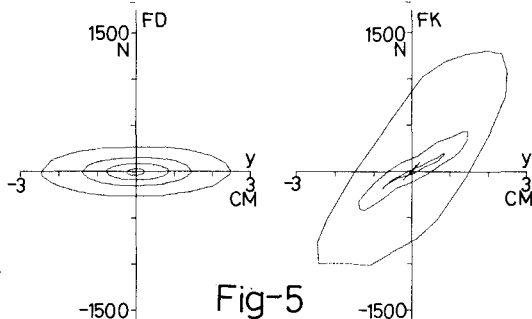


Fig-5

5. 振動実験時における鉄筋の挙動：鉄筋の歪EPS1と相対変位Yの関係をFig-7に示した。塑性化が進むと鉄筋は主に引張りに大きく貢献していることがわかる。これからも振動時の復元力-変位関係は静的載荷時のそれとほぼ等しいと想像される。さらに歪が1500μ付近に着目するとこのあたりで歪がそれほど増加しないのに相対変位Yが増加している。これは付着が切れ鉄筋が引き抜けはじめたためと考えられる。鉄筋のひき抜けは、非常に危険な現象なので、今後の研究をおし進める予定である。

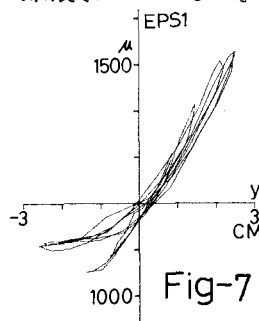


Fig-7

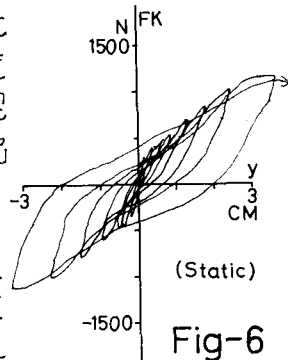


Fig-6