

I - 848

じん性に応じた加速度低減効果の解析

建設省土木研究所 正員 川島 一彦

建設省土木研究所 正員 星隈 順一

建設省土木研究所 正員○長屋 和宏

1. まえがき

鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査では、十分なじん性があればN. M. Newmarkらによって提案されたエネルギー一定則を適用し、許容じん性率に応じて水平震度を決定している。しかし、非線形域で大きなじん性を許せば当然それだけ大きな非線形応答が生じ、地震後の残留変位が大きくなる。したがって、じん性を考慮した耐震設計でどこまで水平震度を低減してよいかを明らかにする必要がある。

本報告では、1自由度バイリニア型振動系の構造物を対象として、わが国で観測された強震記録を用いて地震応答解析を行い、加速度低減係数を新たに定義し、じん性率や振動系の固有周期との関係について検討を行った。

2. 加速度低減係数の定義と解析

構造物を1自由度振動系とし、図-1に示すようなバイリニア型の荷重-変位履歴特性を設定する。履歴特性に支配的な要因は、剛性比 r およびじん性率 μ であり、これらの定義は図中に示すとおりである。加速度低減係数 r_a は、弾性応答作用力 F_E に対する弾塑性応答作用力 F_P の比として次式で定義する。

$$r_a = \frac{F_P}{F_E} \quad (1)$$

解析には、わが国の地盤上で観測された63成分の強震記録を用いた。

3. 解析結果

図-2は、 r_a に及ぼす地震のマグニチュード M および震央距離 Δ との関係を $r=0$, $\mu=4$, $T=1.0$ 秒の場合について示したものである。これより、 M や Δ は有意な影響を及ぼさない。これは、 r , μ , T をいろいろ変化させても同じである。

図-3は、 $r=0$, $T=1.0$ 秒の時の μ と r_a の平均値との関係を示したものである。 μ が大きくなると r_a は小さくなる。また、図-4は、 T と r_a の平均値との関係を、 $r=0$, $\mu=4$ の場合に対して示したものである。固有周期が長くなるにつれて、また、地盤が良好なほど r_a は小さくなる。

図-5は、 $\mu=4$, $T=1.0$ 秒とした時の r_a の平均値に及ぼす r の影響を示したものである。 r が正の場合には、 r_a は r によらず概ね一定値となるが、負になると、 r に反比例して r_a は大きくなる。

4. 加速度低減係数の評価手法の提案

上述の解析結果から判断すると、 r_a に支配的な要因は、 r , μ , T および地盤種別と考えられる。この中で、 r については、通常の鉄筋コンクリート橋脚では正であることが一般的であ

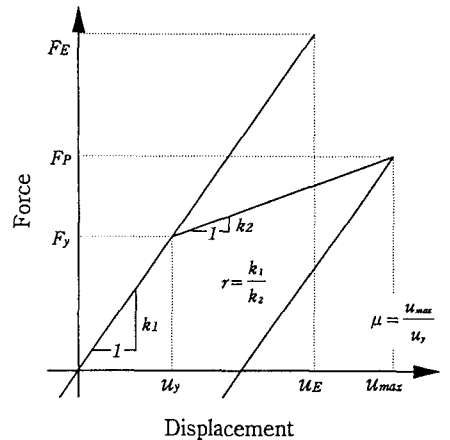
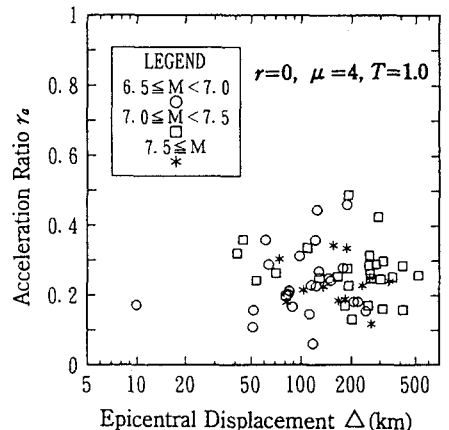


図-1 1自由度バイリニア型振動系モデル

図-2 r_a と地震の M と Δ の関係

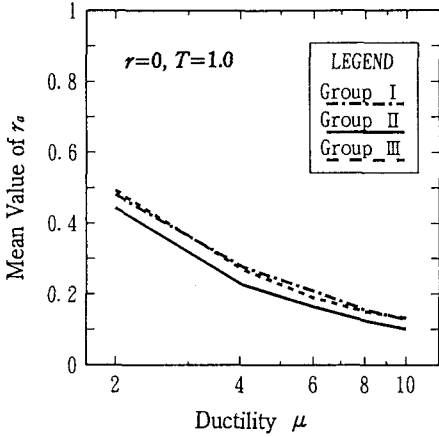


図-3 r_a の平均値と μ の関係

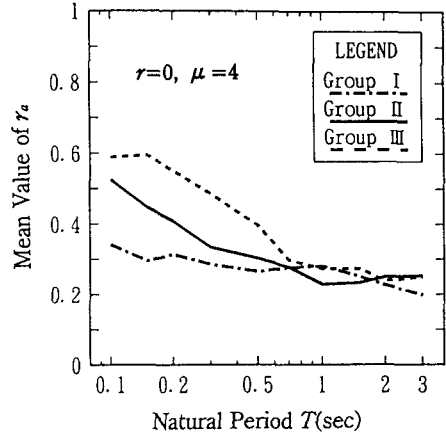


図-4 r_a の平均値と T の関係

り、実際の設計では変数として考慮しなくてもよいと考えられる。そこで、地盤種別毎に r_a を次式の関数を用いて重回帰分析を行った。

$$r_a(T, \mu) = a \times T^b \times \mu^c \quad (2)$$

なお、重回帰分析の基本式として式(2)を仮定したのは、図-3および図-4より、 r_a が $\log \mu$ および $\log T$ の値と線形に近い関係が認められるためである。

重回帰分析の結果を表-1に示す。重相関係数は、いずれの地盤種別においても0.7以上であり、式(2)の実用性があることを示している。式(2)を用いて推定されるⅡ種地盤の r_a を図-6に示す。じん性率が小さいほど、 r_a は固有周期によって大きく変化する。なお、図中には、次式によるエネルギー一定則および変位一定則も比較のために示している。

$$\text{エネルギー一定則 } r_a = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \quad (3)$$

$$\text{変位一定則 } r_a = \frac{1}{\mu} \quad (4)$$

表-2 重回帰分析による式(2)の係数

	係数 a	係数 b	係数 c	重相関係数 R
地盤種別Ⅰ	0.745	-0.169	-0.965	0.764
地盤種別Ⅱ	0.702	-0.325	-0.890	0.714
地盤種別Ⅲ	0.688	-0.415	-0.703	0.700

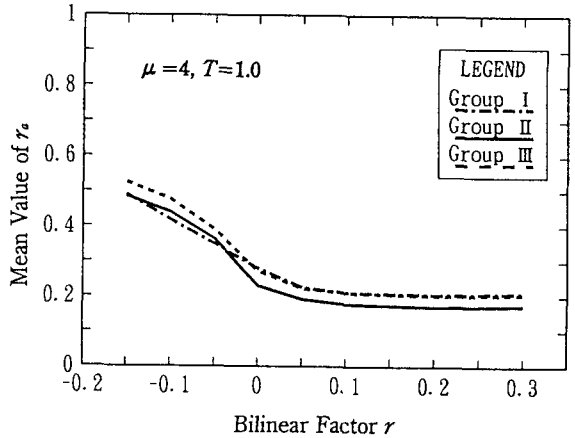


図-5 r_a の平均値と r の関係

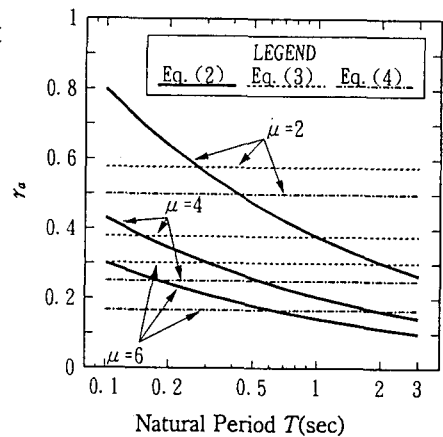


図-6 式(3)による r_a の推定値と式(4),(5)の比較（Ⅱ種地盤）

5. 結論

わが国で観測された63成分の強震記録を用いた非線形地震応答解析を行い、加速度低減係数を固有周期、じん性率、地盤種別に応じて式(2)の関係で与えることを提案した。