

東京工業大学工学部 学生会員 渡邊学歩
東京工業大学工学部 f 会員 川島一彦

1. まえがき

橋梁の耐震設計においては、弾性応答から求まる復元力を荷重低減係数で除して弾塑性系の要求耐力を求める方法がよく用いられる。しかし、荷重低減係数を用いて弾塑性構造物の要求耐力を下げることは、橋脚の非線形領域での変形を要求するものであることから、地震後に残留変位を生じ復旧する上で問題となる。本研究では、系の固有周期や履歴特性、地震動特性が荷重低減係数に与える影響および、荷重低減係数と残留変位の関係について解析、検討を行った。

2. 荷重低減係数の定義

1自由度の完全弾塑性系にモデル化した構造系において、荷重低減係数 R_μ は弾性応答から求まる復元力の最大値 F_R^{EL} を弾塑性系の降伏耐力 $F_R^{NL}(T, \mu_T)$ で除して求められる。この際、構造系に生じるじん性率として目標じん性率 μ_T を与えると、固有周期 T の系における荷重低減係数 $R_\mu(T, \mu_T)$ は次式で与えられる。

$$R_\mu(T, \mu_T) = \frac{F_R^{EL}(T)}{F_R^{NL}(T, \mu_T)}$$

また、地震後に生じる残留変位 dr と計の降伏変位 dy から残留変位比 γ_r を次式のように定義する。

$$\gamma_r = \frac{dr}{dy}$$

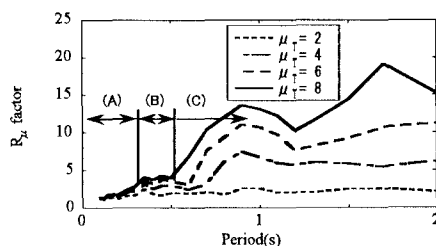
3. 荷重低減係数スペクトルとその特徴

Takeda 型の履歴特性を用い、神戸海洋気象台記録 NS 成分を入力地震動として R_μ スペクトルおよび弾性、弾塑性系の復元カスペクトル S_F^{EL} , S_F^{NL} を求めると図 1 のようになる。ここで、荷重低減係数は固有周期 0.7 秒付近より増加するが、これは弾性系の復元カスペクトル S_F^{EL} が二つ目のピークを迎える固有周期に相当し、これ以降の固有周期帯においては S_F^{EL} が減少する。

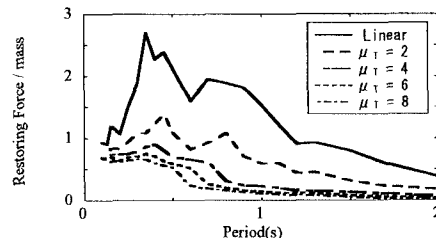
図 2 および図 3 には、それぞれ JR 鷹取記録および東神戸大橋記録を用いた場合の R_μ スペクトルおよび弾性、弾塑性系の復元カスペクトル S_F^{EL} , S_F^{NL} を示す。これらの場合にも、 S_F^{EL} が減少し始める固有周期 T 、すなわち、 S_F^{EL} スペクトルの肩部より荷重低減係数 R_μ が増加することがわかる。

4. 残留変位

神戸海洋気象台記録 NS 成分を入力した場合の残留変位比スペクトルを図 4 に示す。これによれば、固有周期 T が比較的小きな領域で残留変位比が大きな値を示すが、これは荷重低減係数 R_μ が小さな領域に相当する。固有周期ごとに荷重低減係数 R_μ と残留変位比 γ_r の関係を示すと図 5 のようになり、 R_μ が増加すると γ_r も増加する。



(a) 荷重低減係数スペクトル



(b) 復元カスペクトル

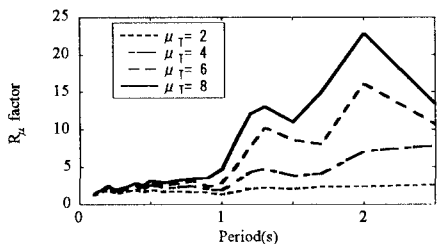
図 1 荷重低減係数スペクトルおよび復元カスペクトル S_F (神戸海洋気象台記録を入力した場合)

耐震設計, 荷重低減係数, 動的解析, 橋, 残留変位

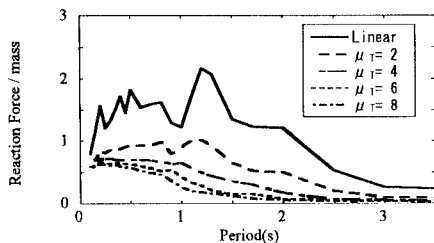
5. 結論

- (1) 荷重低減係数スペクトルは固有周期により大きく変化し、とくに弾性復元力スペクトルが低減し始める肩部において、 R_{μ} の変化が著しい。
- (2) 荷重低減係数の増加に伴って残留変位比は増加する。

参考文献 Kawashima, K. et al: Residual Displacement Response Spectrum, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.124, No.5, 1998

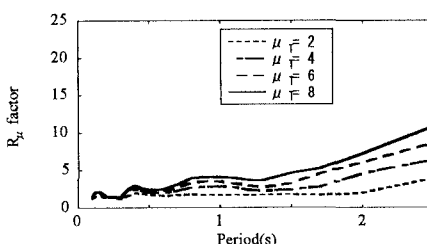


(a) 荷重低減係数スペクトル

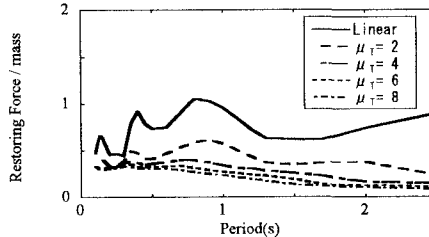


(b) 復元力スペクトル

図2 荷重低減係数スペクトルおよび復元力スペクトル(鷹取記録を入力地震動とした場合)



(a) 荷重低減係数スペクトル



(b) 復元力スペクトル

図3 荷重低減係数スペクトルおよび復元力スペクトル(東神戸大橋記録を入力地震動とした場合)

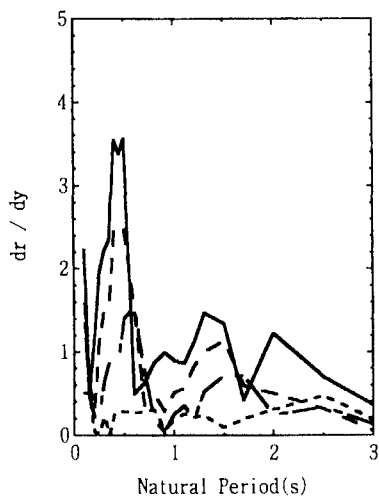
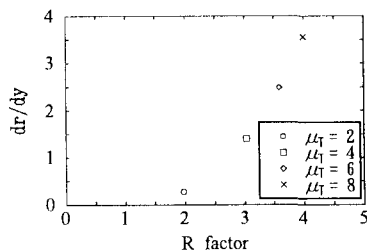
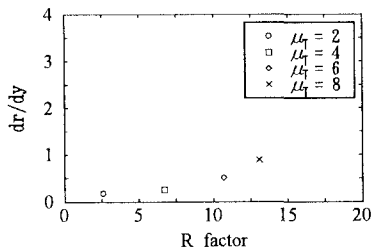


図10 残留変位比スペクトル



(a) 固有周期T=0.5秒の系



(b) 固有周期T=1.0秒の系

図5 残留変位比 r_r と荷重低減係数 R_{μ} の関係