

荷重低減係数および残留変位に及ぼす断層近傍地震動と遠距離地震動の違い

東京工業大学大学院 学生会員 ○木島 健

東京工業大学大学院 正会員 渡邊 学歩

東京工業大学大学院 フェロー 川島 一彦

1. はじめに

橋脚の非線形応答を考慮したじん性設計法では、構造要素の塑性化に伴う履歴吸収エネルギーに応じて、弾性地震力を荷重低減係数で除して弾塑性構造物の要求耐力を決定する。しかし、過大な履歴吸収エネルギーを期待して荷重低減係数を大きく設定すると、大きな塑性変形が発生する。また残留変位も大きくなるために、地震後に橋梁を復旧する際に問題となる。本研究においては、地震動の特性が荷重低減係数および残留変位に及ぼす影響について検討を行ったので報告する。

2. 解析条件および入力地震動

図-1に示すように、1自由度の完全弾塑性系としてモデル化した構造物の復元力応答において、荷重低減係数 R は弾性系の最大耐力 F_R^{EL} を弾塑性系の最大耐力 F_Y^{NL} で除すことにより、 $R = F_R^{EL} / F_Y^{NL}$ として求められる。また、図-2に示すように、変位の時刻歴応答では最大変位 u_{max} を迎えた後に、収束して残留変位 u_r となることから、残留変位を最大変位で正規化した $r_r = u_r / u_{max}$ を残留変位比と定義する。

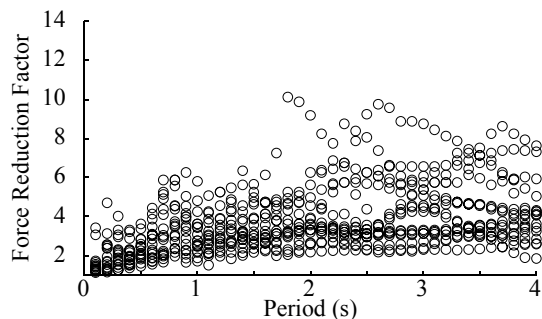
本研究では、履歴モデルとして除荷剛性の劣化を考慮したTakedaモデルを用いて解析を行った。また入力地震動としては、22成分の断層近傍地震動と22成分の遠距離地震動、計44成分の地震動を用いた。

3. 荷重低減係数の特性

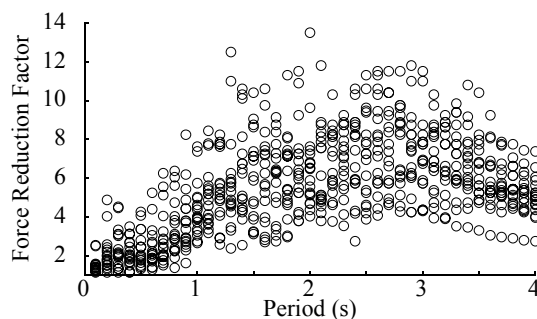
荷重低減係数 R および残留変位比 r_r は最大変位 u_{max} を降伏変位 u_y で除したじん性率 μ 、固有周期 T に応じて変化する。図-3には、 $\mu=4$ の場合の荷重低減係数の固有周期依存性を示す。荷重低減係数は地震動ごとによるばらつきが極めて大きいことが従来の研究でも指摘されているが、周期ごとにじん性率 $\mu=2, 4, 6, 8$ に対して平均値を求めると図-4のようになる。なお、ここには次式により非線形回帰分析を行った結果も示す。

$$R = (\mu - 1) \left((T - a) / ae^{bT} + 1 \right) + 1 \quad (1)$$

ここで、 a および b はじん性率ごとに求められる周期依存性に関するパラメータである。荷重低減係数の回帰式は平均値の傾向を良く表している。また、遠距離地震動の方が断層近傍地震動より大きな値を示す。



(a) 断層近傍地震動



(b) 遠距離地震動

図-3 荷重低減係数の固有周期依存性

4. 残留変位の特性

残留変位に及ぼす断層近傍地震動と遠距離地震動の違いを検討するために、残留変位比 r_r を用いて比較を行う。

図-5には $\mu=2, 4, 6, 8$ の場合の固有周期ごとに平均化した残留変位比応答スペクトルを示す。断層近傍地震動と

キーワード：荷重低減係数，残留変位，非線形地震応答解析，じん性率，橋梁

連絡先 〒152-8522 東京都目黒区大岡山 2-12-1 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 TEL03-5734-2922

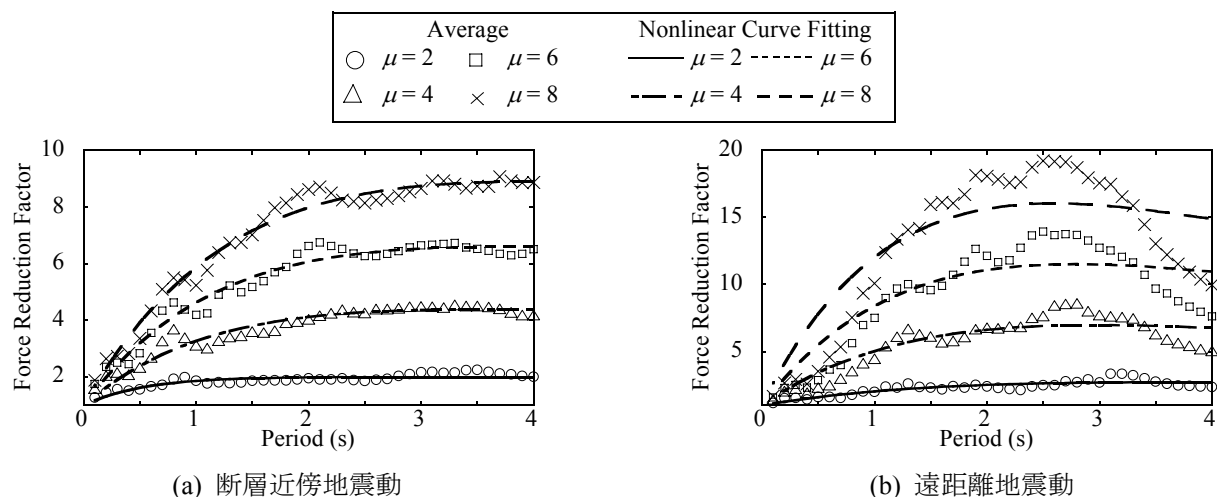


図-4 荷重低減係数の平均値および式(1)による非線形回帰式

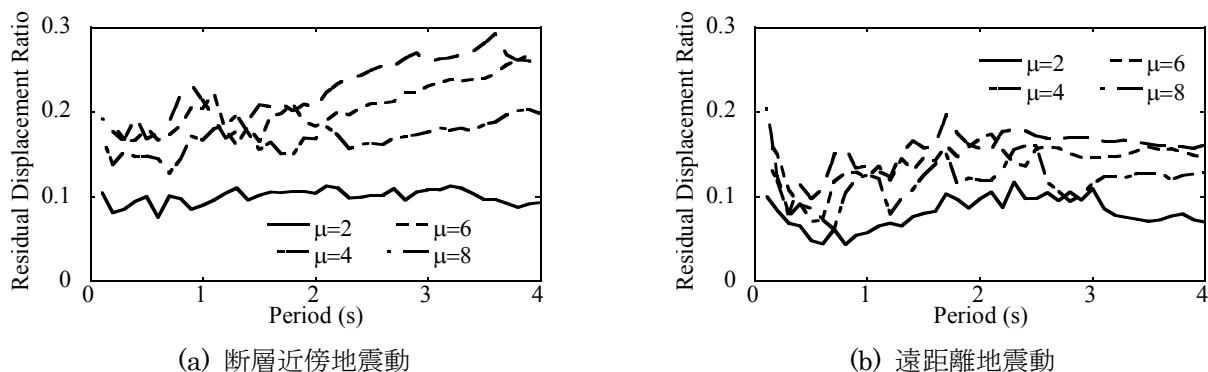


図-5 固有周期ごとに平均化した残留変位比応答スペクトル

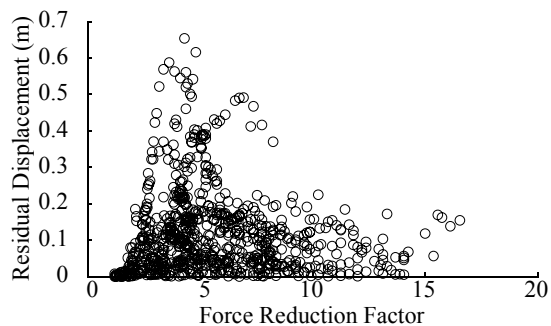
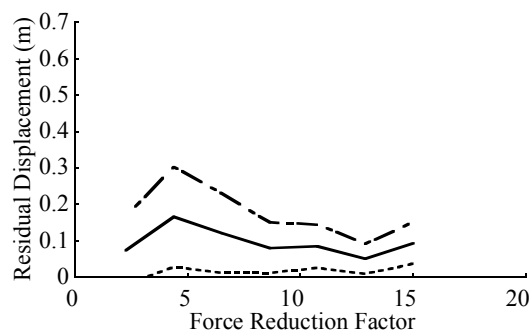
図-6 荷重低減係数と残留変位の関係 $\mu = 6$ 

図-7 平均化した荷重低減係数と残留変位の関係

遠距離地震動の違いによらず、固有周期により多少変動するものの各じん性率で概ね一定の値となる。また、じん性率の増加と共に残留変位比の値も増加し、遠距離地震動よりも断層近傍地震動の方が残留変位比は大きくなる。

図-6および図-7には断層近傍地震動を用い、じん性率を6とした場合の荷重低減係数と残留変位の関係およびその平均値を示す。荷重低減係数の増加と残留変位の増加は表裏一体の関係にあることが指摘されているが、実際には荷重低減係数がある値までは増加し、例えばじん性率6の場合には $R=4.3$ までは残留変位は最大0.65mまで増加し、それ以上荷重低減係数を大きくすると残留変位は減少する。これは、ここには示さなかった遠距離地震動を用いた場合や、異なるじん性率の場合についても同様の結果である。

5. 結論

- (1) 荷重低減係数は地震動特性に影響を受け、遠距離地震動の方が断層近傍地震動より大きな値となる。
- (2) 残留変位比も地震動特性に影響を受け、断層近傍地震動の方が遠距離地震動より大きな値となる。
- (3) 荷重低減係数の増加と残留変位の増加は表裏一体の関係にあるが、複雑であり荷重低減係数の増加と共に残留変位が単調に増加するという関係にはない。

参考文献

- 1) 渡邊学歩, 川島一彦: 荷重低減係数の特性に関する研究, 土木学会論文集, 682/I-56, pp115-128, 2001.7