

模擬地震波の非定常性が鉄道構造物の弾塑性応答へ及ぼす影響

（その2：弾塑性応答に及ぼす影響）

(財)鉄道総合技術研究所	正会員	西村 昭彦
同 上	正会員	室野 剛隆
同 上	正会員	羅 休
(株) テス	正会員	佐野 弘幸

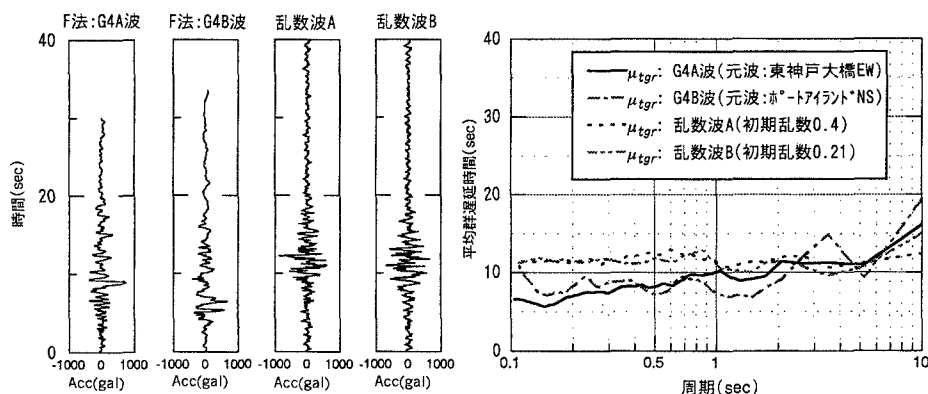
1 まえがき

模擬地震波の非定常性が構造物の弾塑性応答(例えば、進行性損傷など)に及ぼす影響を調べるため、各手法で作成された適合波の位相特性を反映した群遅延時間を計算、比較した(その1)。その2では L2 レベル地震に対する構造物の耐震設計を念頭に、模擬地震波の位相の非定常性を代表する群遅延時間が構造物の弾塑性応答に与える影響について検討した。

今までのレベル1地震動に対する構造物の耐震設計は弾性設計であり、設計に用いられる弾性応答スペクトルは各周波数に対する地震動の振幅特性を反映しているが、地震動のもう一つ重要な特性——位相による影響を考慮していない。つまり、構造物の特性は地震動の非定常性に左右されないことを前提条件として、このような設計法ができていくわけである。しかし、レベル2地震動に対する限界状態設計法では構造物にある程度の損傷を許容したものであり、非線形動的解析による照査が主流になると考えられる。このため、地震動の非定常性が構造物の弾塑性応答に与える影響を正確に把握しなければならない。

2 検討方法と対象

本報告では一般的な RC 鉄道橋梁を想定し、構造系全体の骨格を Bi-linear で評価し、履歴モデルは Clough-model で表現した。比較計算をするために、2種類的手法(F 法と乱数発生法)で作成された4波の適合波を入力地震動として用いた(図-1)。適合波を作成するときの振幅調整に使われた目標弾性スペクトルは鉄道構造物の耐震設計に用いられている G4 地盤の応答加速度スペクトル(最大応答加速度値 1500gal、減衰定数 5%)である¹⁾。これらの適合波について平均群遅延時間 $\mu_{igr}(\omega)$ を求めた結果が図-1 に示してある。 $\mu_{igr}(\omega)$ は入力地震動に含まれる振動数 ω の成分波の時間軸上での重心位置を意味している。鉄道構造物の固有周期は 1 秒以下の物が多いことから非線形応答を考慮して 2 秒程度の周期範囲の $\mu_{igr}(\omega)$ 変化に注目する。G4A 波の $\mu_{igr}(\omega)$ が単調増加で、G4B 波の $\mu_{igr}(\omega)$ は周期 1 秒以上で増加し、乱数波 A と B の場合はかなり平坦である。このような 3 パターンの $\mu_{igr}(\omega)$ について構造物の弾塑性応答に与える影響を検討した。

図-1 F 法と乱数法による各適合波の加速度波形と対応する平均群遅延時間 $\mu_{igr}(\omega)$ の変化

キーワード：適合波、群遅延時間、非定常性、弾塑性応答

連絡先：〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel:0425-73-7262

Fax:0425-73-7248

3 非定常性が弾塑性応答に与える影響

構造物の降伏震度 $K_{hy}=0.4$ と 0.6 の2ケースを想定して、それぞれの入力波に対する最大応答塑性率 μ と固有周期の関係を図-2 に示す。図では、同じ弾性応答スペクトルを持っているこれらの波に対する応答塑性率の差がかなり大きいことから非定常性による影響が無視できないことが表れている。全体的に見れば、構造物の応答塑性率が最も大きいのは GA4 波によるもので、次は GB4 波、最も小さいのは乱数波による塑性率である。勿論この中に入力波の振幅の非定常性の影響も入っているが、ここでは位相の非定常性に注目するために、塑性率の時間歴($K_{hy}=0.4$ 、固有周期 0.3 と 0.8 秒)と $\mu_{igr}(\omega)$ を比較して図-3 に示す。この図から、固有周期が 0.3 秒の構造物に対して、約 9 秒から単調増加型(パターン 1)の $\mu_{igr}(\omega)$ を持つ GA4 波による応答塑性率の値は他の波による値よりかなり大きいことが分かる。一方、固有周期が相対的に長い(0.8 秒)構造物に対して、パターン 2 の $\mu_{igr}(\omega)$ を持つ GB4 波による応答塑性率の値は GA4 波による値を上回っている。これは、構造物は損傷で固有周期が伸びて、長周期成分の $\mu_{igr}(\omega)$ の増加率が最も高い GB4 波に対して卓越した可能性があると考えられる。これらに対して、全周期領域を渡って非常に平坦な $\mu_{igr}(\omega)$ (パターン 3)を持つ乱数波による構造物の塑性率の値が最も小さい、固有周期との依存性も相対的に低いことが示された。

4 まとめ

各手法で作成された模擬地震波の位相の非定常性を代表する群遅延時間 $\mu_{igr}(\omega)$ を調べたうえ、構造物の応答塑性率と入力波の $\mu_{igr}(\omega)$ との関係を考查した。同じパワーを持つ入力波について、単調増加型の $\mu_{igr}(\omega)$ を所有する波形による構造物の応答塑性率の値は他の波形による値より大きいことが分かった。この $\mu_{igr}(\omega)$ の増加率と構造物の塑性率との定量的な関係を今後さらに検討したい。

参考資料：[1]新設構造物の当面の耐震設計に関する参考資料、(財)鉄道総合技術研究所、平成8年3月。

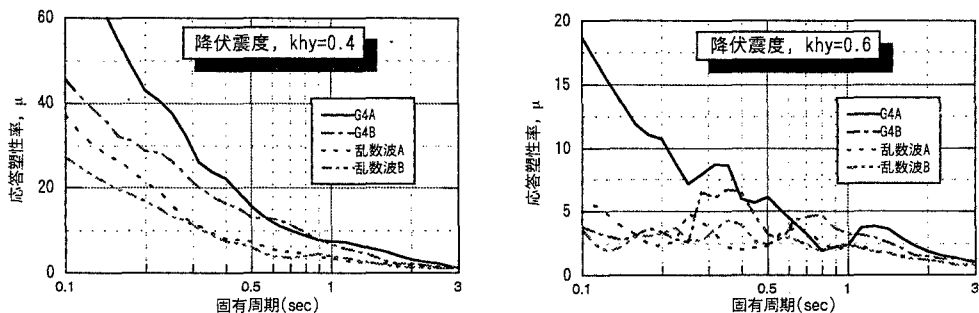


図-2 構造物の最大応答塑性率 μ と固有周期の関係

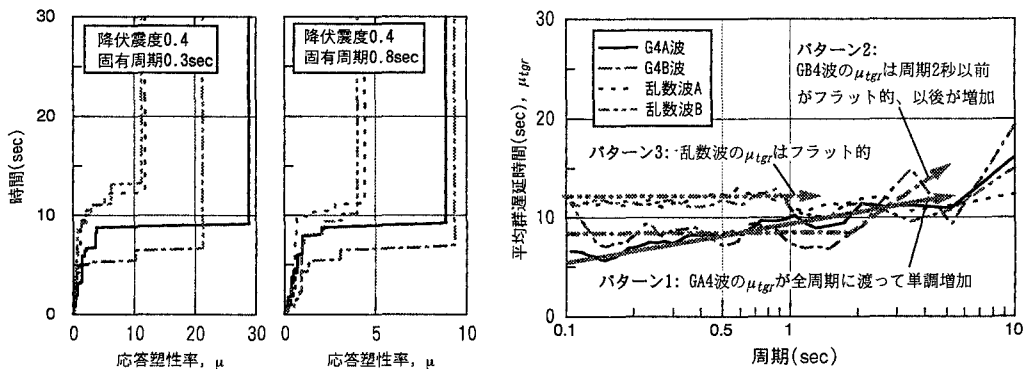


図-3 構造物の塑性率の時間歴と入力波の平均群遅延時間 $\mu_{igr}(\omega)$ との対照