

武蔵工業大学工学部 土木工学科 学生会員 遠藤昭彦

武蔵工業大学工学部 土木工学科 学生会員 岩本篤

武蔵工業大学工学部 土木工学科 正会員 吉川弘道

1. はじめに

構造物を動的に照査する際、適切な地震動波形を設定することは耐震設計上、最も基本的かつ重要な問題である¹⁾。レベル2地震動のように構造物の弾塑性応答を対象とする場合には、特に地震動の非定常性が重要となる。

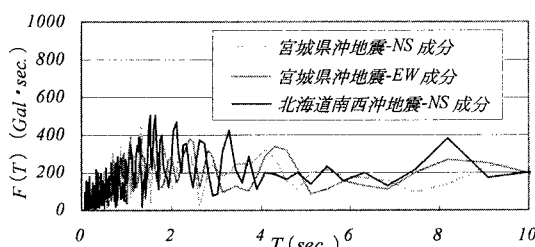
本解析では、動的な設計照査用の模擬地震動作成を目的とし、タイプ1、2地震動の振幅・位相特性を把握するとともに、これらを考慮した設計用模擬地震動の一解析例を例示した。

2. 地震動タイプ別の振幅・位相特性

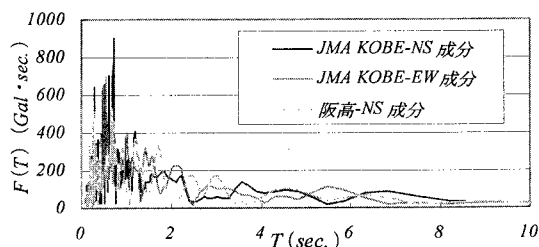
道路橋示方書Vの動的解析用標準記録波形(1種地盤・タイプ1、タイプ2地震動各3波)を解析対象とし、周波数領域での振幅・位相特性を比較した。

2. 1 振幅特性の違い

振幅特性の違いを、ここではフーリエスペクトルで表現する。地震動タイプ別のフーリエスペクトルを図2. 1

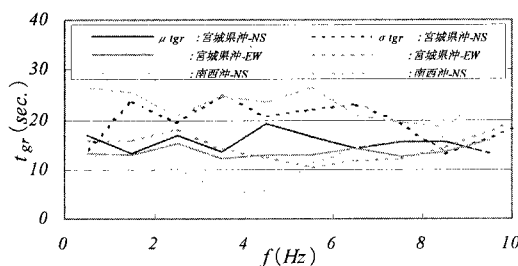


(a) フーリエスペクトル(タイプ1)

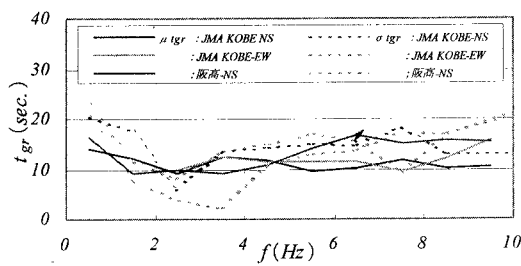


(b) フーリエスペクトル(タイプ2)

図2. 1 地震動タイプ別の振幅特性



(a) 群遅延時間(タイプ1)



(b) 群遅延時間(タイプ2)

図2. 2 地震動タイプ別の位相特性

に示した。特徴として、タイプ1地震動のフーリエスペクトル(同図(a))は、短周期から長周期にかけて、なだらかに分布している。一方、タイプ2地震動(同図(b))は短周期領域で突出しているが、長周期になると、タイプ1に比べ小さくなっていることが確認できる。

2. 2 位相特性の違い

位相特性の違いは、位相角 ϕ を円振動数 ω で微分した群遅延時間 $t_{gr}=d\phi/d\omega$ で表現した¹⁾(図2. 2)。 t_{gr} を平滑化することにより求められる平均群遅延時間 μ_{igr} は、成分波群の重心位置に、また分散群遅延時間 σ_{igr}^2 は、波群の継続時間に対応している¹⁾。タイプ1地震動(同図(a))は、 σ_{igr} が大きいため主要動の継続時間が長く、振幅が比較的小さい波形になることがわかる。これに対しタイプ2地震動(同図(b))は、 μ_{igr} もフラットで σ_{igr} も小さいため、地震波がパルス波のような時刻歴波形になることを示唆している。

Key words :タイプ1、2地震動, フーリエスペクトル, 群遅延時間, 設計用模擬地震動, スペクトル適合波
連絡先: 東京都世田谷区玉堤1丁目28番1号 TEL:03-3703-3111 内線(3241) FAX:03-5707-1165

3. 設計用模擬地震動の作成

群遅延時間 t_{gr} を振動数領域 0.1~10Hz の間で 1Hz 刻みで区切り、区間内の μ_{igr} および σ_{igr} を算出する。振動数区間別に群遅延時間方向に正規乱数を発生させ群遅延時間を求める。群遅延時間 t_{gr} を積分し、位相角 ϕ を算出する。フーリエ位相スペクトル $\phi(\omega)$ と、実地震動のフーリエスペクトル $F(\omega)$ から不規則波を作成し、同波の応答スペクトル S_v を算出する。道路橋示方書の設計用標準加速度応答スペクトル (I 種地盤、減衰定数 5%)²⁾ から擬似速度応答スペクトルを求め、これを目標スペクトル S_{vt} とする。 S_v と S_{vt} との比 γ を算出し、許容誤差 5% 以内³⁾ に収束するまでフーリエスペクトルを補正する。以上の条件を満たした波形を、スペクトル適合波とした (図3)。

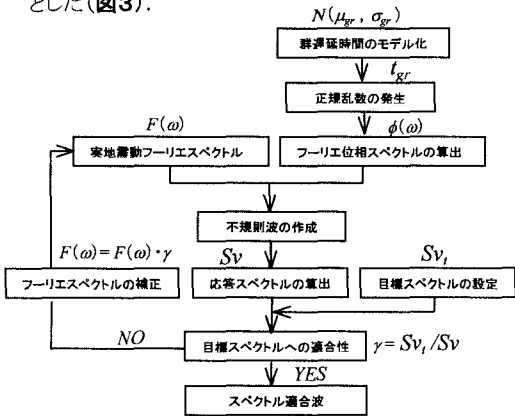


図3 スペクトル適合波の作成手順

4. 解析結果

本解析では、タイプ 1:北海道南西沖地震-NS 成分、タイプ 2:阪高-NS 成分の模擬地震動を作成した (図4)。タイプ 1 模擬地震動 (同図 (a)) は、波形の全体的な形状も実地震動と概ね一致し、最大振幅は 316Gal となった。タイプ 2 地震動 (同図 (b)) では、キラー・パルスが再現されており、最大加速度は 841Gal とった。また各地震動とも、応答スペクトルが目標スペクトルに近似していることに留意されたい (図5)。

5. 結論

弾塑性応答を動的に照査する場合には、地震動の非再現性から考えてより多くの設計用地震動で照査することが望ましい。本解析の模擬地震波は、同じスペクトル強度を持ち、かつ異なる非定常性を有する地震動であるため、これら複数の模擬地震動を動的な設計照査に有効に利用できるのではないかと考える。

ただし、本解析手法では、地震動の因果性が満たされていないところが今後の課題であると思われる。

6. 参考文献

1) 羅休, 室野剛隆, 西村昭彦: 群遅延時間を用いた適合波の作成とその非定常性が弾塑性応答へ及ぼす影響, 第 10 回日本地震工学シンポジウム, pp.637-642, 1998, 2) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 耐震設計編 V, 1992, 3) 大崎順彦: 新・地震動のスペクトル解析入門, 鹿島出版社, 1995,

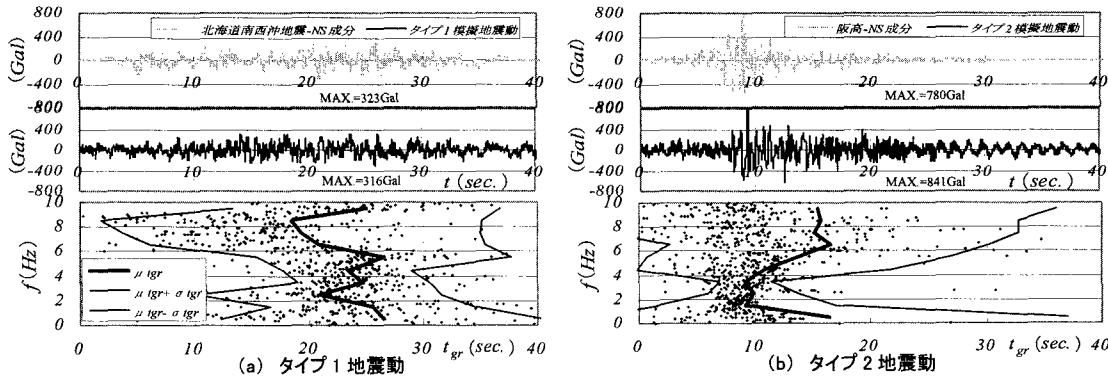


図4 時刻歴波形および群遅延時間

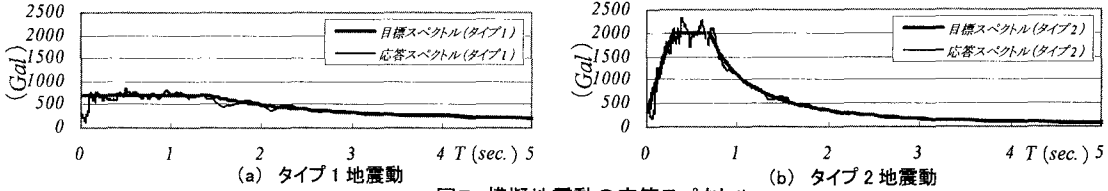


図5 模擬地震動の応答スペクトル