

東京工業大学 正員 古田 裕

東京工業大学 正員 増田 陳紀

日本鋼管 正員 若葉 弘之

1. はじめに 構造物の耐震性を応答解析によって検討する場合、解析の対象として具体的な地震入力波形を設定することが必要となるが、地震動は多くの因子の影響を受け、予測の困難な非再現性を有しているため、耐震設計の対象とすべき地震入力波形を、これまでに観測されている数多くの記録の中から選択、またはそれらの記録に基づいて人工的に構成する過程には数多くの困難な問題点が内在する。

本報告は、さきに著者が提案した数値濾波の計算法およびそれに基づいて非定常パワースペクトルの計算法を具体的な実地震記録の非定常パワースペクトル解析に適用し、得られた結果に基づいて、対象として複数の波形を代表する1つの波形を構成し、加速度応答スペクトルおよび各応答値に対応する時刻の面から検討を加えた経過を報告するものである。本報告において対象として地震記録は、かつて建設省土木研究所で平均応答スペクトルを作成するのために採用した44本の記録である(建設省土木研究所資料 No. 876)。対象として記録の一部を図-1に示す。

2. 波形処理過程の概要 スパースの制約のために、具体的内容の詳細は当日の発表にゆずり、ここでは次頁に示した図に基づいて、その概略を説明するとどめる。1) 対数軸上で等間隔にとつて24の着目周波数 $[\omega_j = 1 \sim 24]$ を設定し、対象として44本の波 $[j = 1 \sim 44]$ のそれぞれの非定常パワースペクトル $[G_j(\omega, t)]$ を算出する。2) 設計の面からの要求に基づいて、(a)例えば対象とする複数の地震記録の応答スペクトルの最大値の包絡線(対象として44本の記録それぞれの応答スペクトルを実際に計算し同一図上に示したものを図-2(a)であり、それらの最大値の包絡線を示したものを図-2(b)である)を応答スペクトルとして与えるような1つの波形を構成する場合には、各着目周波数における非定常パワースペクトルの最大値の包絡線を求める。すなわち、 $\tilde{G}(\omega, t) = \max [G_j(\omega, t)]$ 、この場合の $\tilde{G}(\omega, t)$ の一部を図-3に示した。(b)例えば対象とする複数の地震記録の応答スペクトルの平均値を応答スペクトルとして与えるような1つの波形を構成する場合には、 $G_j(\omega, t)$ の平均値を求める。すなわち、 $\tilde{G}(\omega, t) = \text{mean} [G_j(\omega, t)]$  3) パワーの保存に重点を置き、あえて位相をそろえ、各着目周波数を代表する波 $\tilde{x}_i(t)$ (部分波とよぶ)を次式により構成する。すなわち、 $\tilde{x}_i(t) = \sqrt{2\tilde{G}(\omega_i, t)} \sin \omega_i t$ 、2-2-(4)の場合の $\tilde{x}_i(t)$ の一部を図-4に示した。4) 得られた24本の部分波を加え合せ、対象として44本の地震記録を代表する1つの波形を構成する。すなわち、 $\tilde{x}(t) = \sum \tilde{x}_i(t)$ 、得られた2-2-(4)に対応する $\tilde{x}(t)$ を図-5に示す。

3. 波形の検討 いうまでもないことであるが、上述したような処理過程を経て入力波形を構成する主たる目的は、最大応答値のみならず時間方向の分布特性をも再現することにある。記録時間内の最大応答値は応答スペクトルで検証しうるが、時間方向の分布特性を端的に検証する普遍性のある方法はいまだ与えられていない。しかし、実際の設計過程において重要なものは、最大応答値を与える時刻などのように分布している点である。したがって、ニニヤ地震波の時間方向の分布特性を表わす図として、応答スペクトルが評価される時刻の分布を描いた図を提案する。減衰定数(H)を0.02~0.20の範囲で4通り選び、それぞれに対して、44本の記録の加速度応答スペクトルの最大値を求め、また、最大応答値に対応する時刻を図示したものを図-6である。図-7は図-5に得られた1本の波の加速度応答スペクトルおよび各応答値に対応する時刻を図示したものである。図-6と図-7を比較して、得られた1本の波が最大応答値のみならず対応する時刻に關してもかなりよく基になる波形の特性を具備していることが分る。(参考文献) 1) 古田増田澤若葉、数値濾波の計算法と地震記録の非定常パワースペクトル解析への応用、地球論文報告集 No. 274、1978年6月

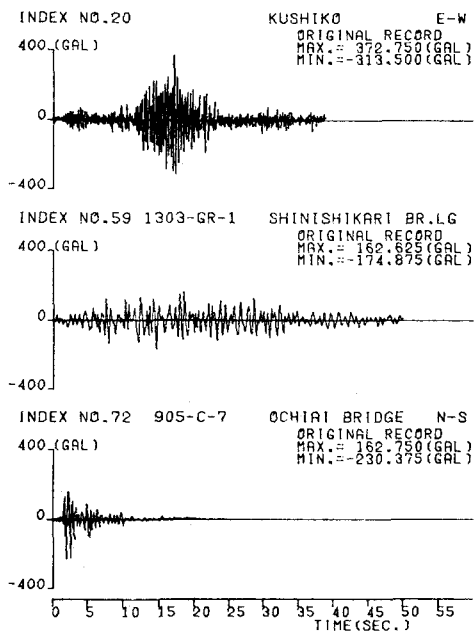


図-1 対象とした44本の地震記録の一部

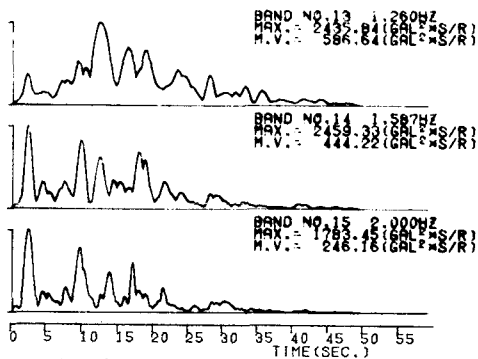


図-3 対象記録の非正規化加速度応答スペクトルの包絡線

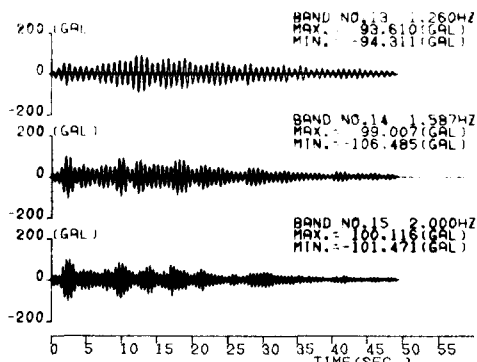


図-4 得られた非正規化加速度応答スペクトルの包絡線に基づいて構成した各部分周波数領域における波形

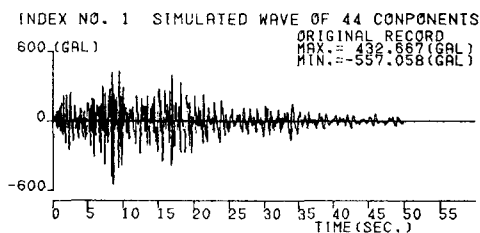


図-5 44本の対象記録を代表する波形

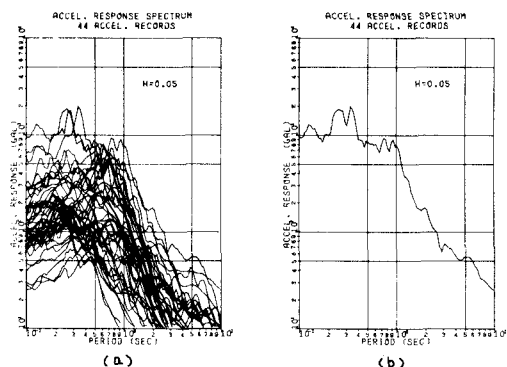


図-2 44本の記録の加速度応答スペクトルとその包絡線 ( $H=0.05$ )

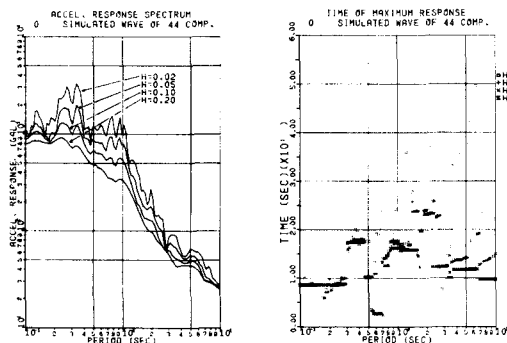


図-6 対象記録の加速度応答スペクトルの包絡線と各応答値に対応する時刻

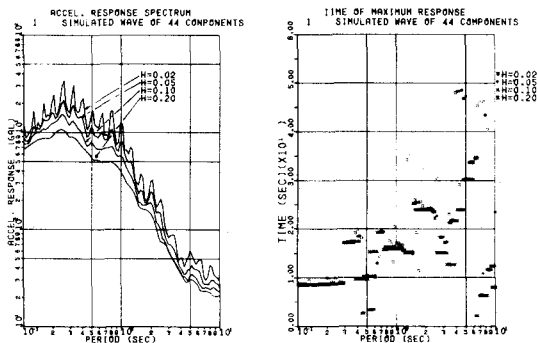


図-7 作成した波形の加速度応答スペクトルと各応答値に対応する時刻