

I-B 197 設計応答スペクトルに適合する地震動波形の作成法に関する検討

大成建設 土木設計計画部 正会員 志 波 由紀夫
同 技術研究所 正会員 岡 本 晋

1. まえがき

構造物の耐震設計では、与えられた設計応答スペクトルに適合するよう調整された加速度波形を用いて動的応答解析を行うことがある。ここでは、2つの減衰定数に対して与えられた応答スペクトルの両方に適合する波形や、加速度応答スペクトルと速度応答スペクトルの両方を満足するような波形の作成も含め、設計用地震動波形を作成する方法を2つ取り上げ、それらの適用性および結果の特性について検討した。

2. 応答スペクトル適合波形の作成方法

実強震波形をベースとし、その応答スペクトル $S(\omega)$ が目標応答スペクトル $S_T(\omega)$ に適合するように波形を調整する方法として、次の2方法を検討対象とした。図-1にこれら2方法の概略のフローを示す。

F法：周波数領域での調整である。原波形 $A_0(t)$ のフーリエ振幅 $a(\omega)$ と位相角 $\phi(\omega)$ のうち、 $a(\omega)$ のみを $S(\omega)$ と $S_T(\omega)$ との比率に応じて変化させて調整波形を得る¹⁾。

T法：図-2に示すように、要素波 e を振動系の応答のタイミングを考慮して原波形に重ね合わせていき、時間領域で波形を調整する。要素波の振幅 $w(\omega)$ は、それが加わったときの応答値の変化分と調整すべき応答値とに関する連立方程式を解いて決める。要素波として衝撃応答関数を用いる方法²⁾もあるが、ここでは振幅の変化する2周期分のsin波とした。

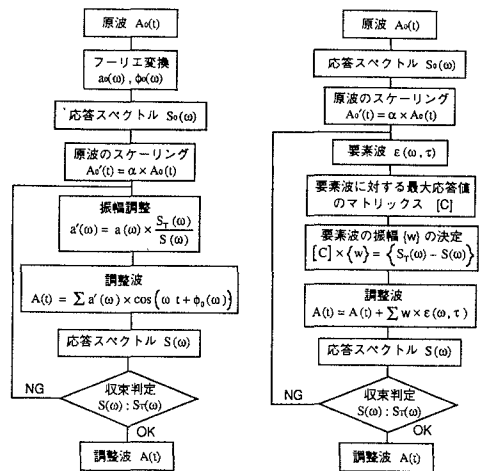
3. 各方法の適用例と結果の特性

図-3に示した2つの強震波形^{3), 4)}に上記2方法を適用し、以下の応答スペクトル適合波形を作成した。

- ①加速度応答スペクトル適合波形（図-4）：F法とT法とではほぼ同等の結果が得られたが、F法では波形が全時間にわたって調整されるのに対し、T法では応答最大値に関係する時間帯のみが調整され原形を多く残す。
- ②2価減衰応答スペクトル適合波形（図-5）：T法による波形の方がスペクトル適合度がよい。図から分かるが、1価減衰（ $h=1\%$ ）応答スペクトル適合波形は、別の減衰（ $h=5\%$ ）の目標スペクトルと一般には両立しない。
- ③加速度・速度の2つの応答スペクトルに適合する波形（図-6）：T法による適合度がよい。

4. あとがき

適用例ではT法が相対的によい結果を出したが、T法はF法に比べてかなり計算時間がかかり、また、要素波の振幅を決定する連立方程式を解く際に係数行列が不安定となりやすく、解法に工夫を要する。いずれの方法でも、調整波を収束させるのに10~20回の繰返し計算を必要とし、それでもなお目標スペクトルとの誤差が10~20%あるので、さらに計算法の改良を行う必要がある。



F 法（周波数領域での調整） T 法（時間領域での調整）

図-1 応答スペクトル適合波形の調整方法

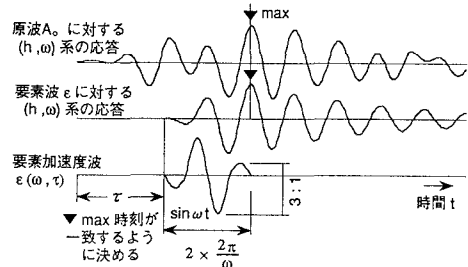


図-2 T法に用いる要素波と重ね合せのタイミング

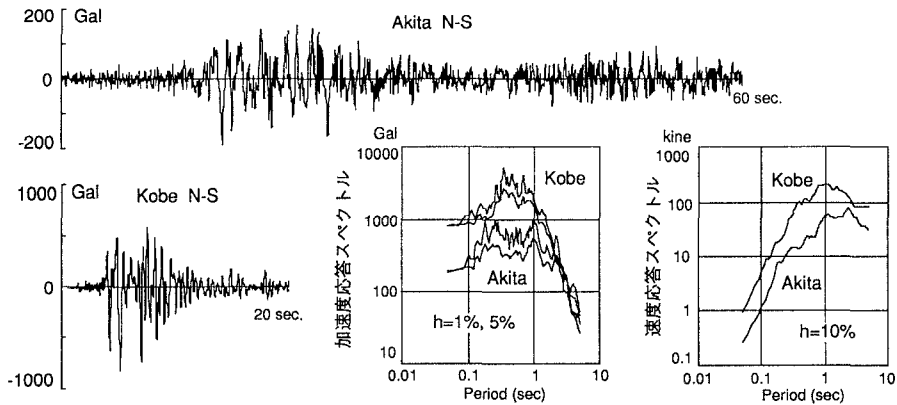


図-3 検討に用いた原波形とその応答スペクトル

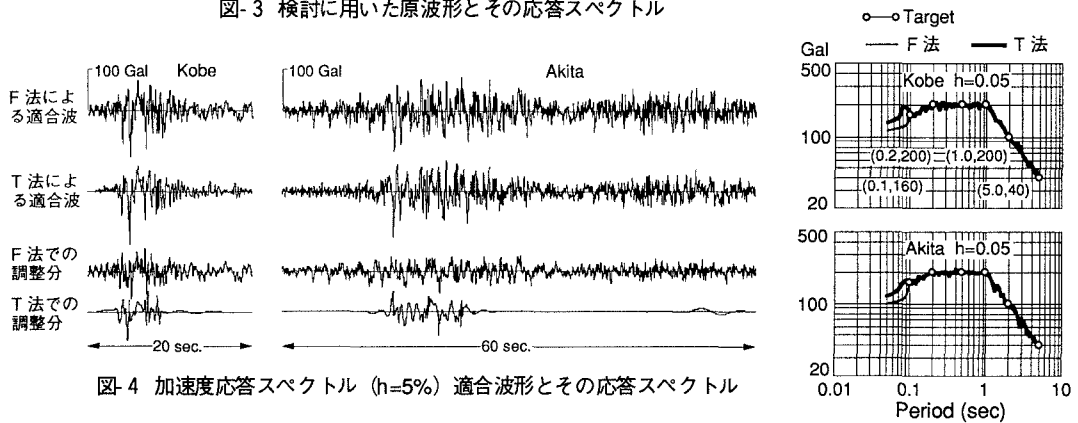


図-4 加速度応答スペクトル ($h=5\%$) 適合波形とその応答スペクトル

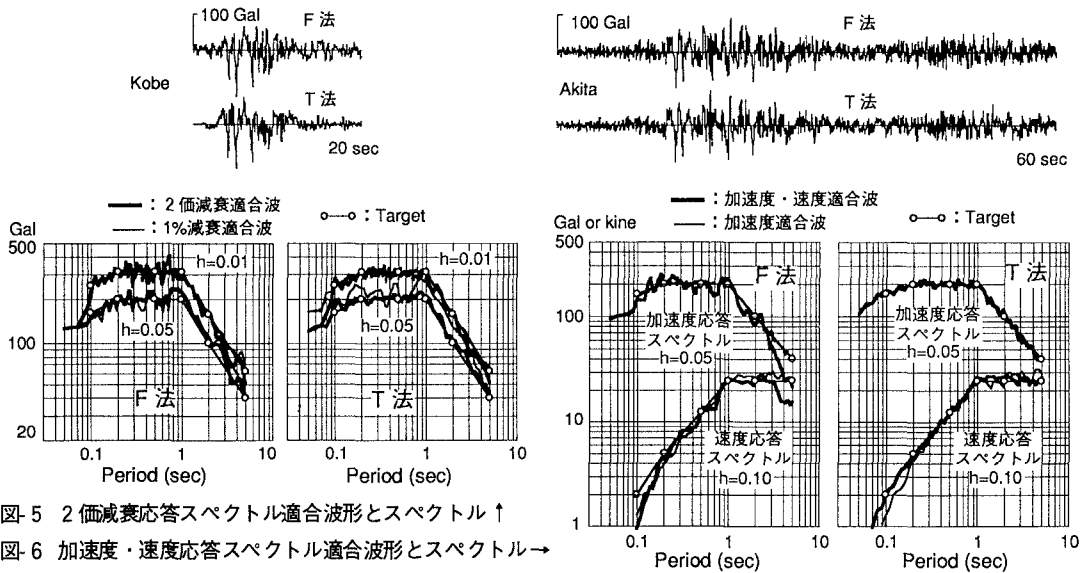


図-5 2価減衰応答スペクトル適合波形とスペクトル↑

図-6 加速度・速度応答スペクトル適合波形とスペクトル→

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 耐震設計編, p.162, 1990年.
- 2) 馮ほか：多価減衰スペクトルに適合した模擬地震動の作成法, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.397~398, 1994年.
- 3) 気象庁87型電磁式強震計波形データ, 1995年1月.
- 4) 倉田ほか：昭和58年日本海中部地震の港湾地域における強震観測, 港湾技研資料, No. 458, 1983年9月.