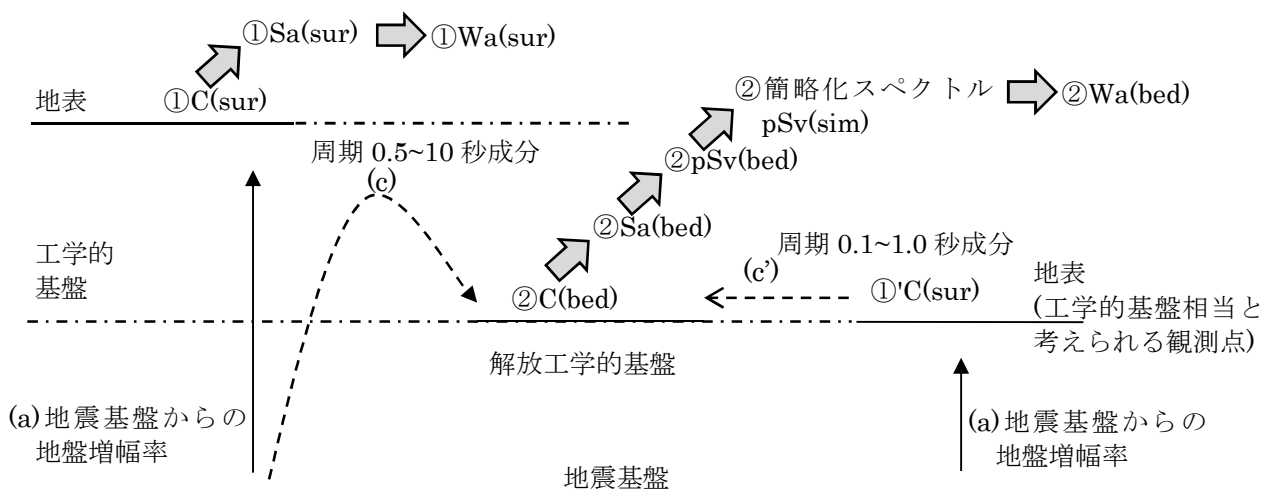


表層地盤の増幅

1. 簡略化スペクトルを用いた表層地盤増幅の考え方

提案した簡略化スペクトルは、(解放) 工学的基盤において規定された、区域ごとの平均的特性を有する減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトル (pSv) である。この簡略化スペクトルは、図 1 に示すように、地表のサイト増幅係数①C(sur)と工学的基盤相当と考えられる観測点の地盤増幅率より全国一律に定めた平均的工学的基盤のサイト増幅係数①'C(sur)を周期 0.5~1.0 秒の間で滑らかに接続した (a) 解放工学的基盤でのサイト増幅係数②C(bed)に基づいた減衰定数 5% の加速度応答スペクトル②Sa(bed)を求め、 $T/2\pi$ (T は周期) を掛けて擬似速度応答スペクトル②pSv(bed)に変換したものを簡略化して定めている。従って、個々のサイトの表層地盤の増幅特性は考慮して定められてはいない。



①C(sur) : 地震基盤からのサイト増幅係数
①'C(sur) : 全国一律に定めた平均的工学的基盤のサイト増幅係数
②C(bed) : ①C(sur)の周期 0.5~10.0 秒と①'C(sur)の周期 0.1~1.0 秒を合成して求めた、解放工学的基盤でのサイト増幅係数[(c)ルート+(c')ルート]
①Sa(sur) : ①C(sur) に基づいた南海トラフで連動して発生する巨大地震による減衰定数 5% 加速度応答スペクトル
②Sa(bed) : ②C(bed) に基づいた南海トラフで連動して発生する巨大地震による減衰定数 5% 加速度応答スペクトル
②pSv(bed) : ②Sa(bed) に $T/2\pi$ を掛けて変換した擬似速度応答スペクトル (T は周期)
②簡略化スペクトル pSv(sim) : ②pSv(bed)を簡略化 (simplified) した区域ごとの平均的特性を有する 5% 擬似速度応答スペクトル
①Wa(sur) : ①Sa(sur) に合致した時刻歴波形
②Wa(bed) : ②pSv(sim)に合致した時刻歴波形

図 1 基整促の方法で定めた地表及び(解放)工学的基盤の地震動と簡略化スペクトル

免震建築物の設計等で地表での地震波形が必要な場合、図 2 に示すように工学的基盤で規定された簡略化スペクトル②pSv(sim) に合致させた時刻歴波形②Wa(bed)を作成し、個々のサイトの表層地盤の非線形増幅を考慮した計算により求めることが出来る。この場合、表層地盤の増幅が重複して考慮される

場合がある。なお(d)の非線形解析は、南海トラフに発生する巨大地震を対象とした工学的基盤の地震動レベルは表層地盤の非線形性を考慮する必要があるレベルであると考えられるために採用する。また、②Wa(bed)の時刻歴波形を作成する際の位相特性は、震源距離(X)、地震モーメント(M₀)、群遅延時間に関するサイト係数により変化する。群遅延時間に関するサイト係数は、別紙3に示すように、関東、濃尾、大阪の各平野では地震基盤上面から工学的基盤上面までの堆積層伝播時間 T_z を変数として、群遅延時間に関するサイト係数を設定することができる。静岡県は、区域内で近接する観測点に与えられている群遅延時間に関するサイト係数を援用する。

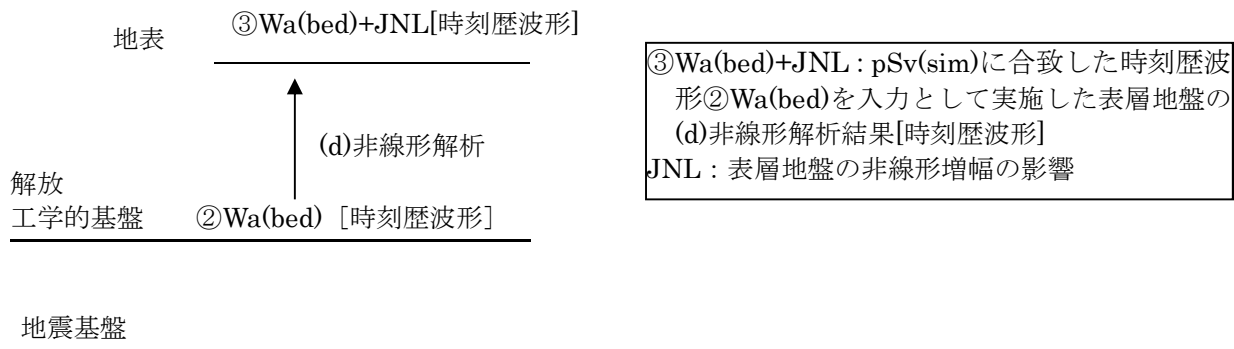


図2 簡略化スペクトル pSv(sim)から地表の地震波を求める方法

2. サイト係数が得られている地点の表層地盤増幅を個別に検討する考え方

表層地盤の増幅を重複して考慮することを避けるために表層地盤の増幅特性をサイトごとに検討したい場合、図3に示すように、地表において規定されるスペクトル①Sa(sur)に合致させた時刻歴波形①Wa(sur)を作成し、線形解析により解放工学的基盤の地震波形を求め、これを入力地震動とした表層地盤の非線形解析を行って地表の地震波形を求めることが出来る。(e)線形解析は、サイト係数を回帰した際に用いた地表の地震記録の振幅は大きくなく非線形性効果は含まれていないと考えられるため、(d)非線形解析は、上記図2と同様である。なお、地表における簡易スペクトルは規定されていないため、サイト係数が得られている各観測地点の地表におけるスペクトルに対してのみ適用する。(サイト係数が得られていない地点には適用できない)

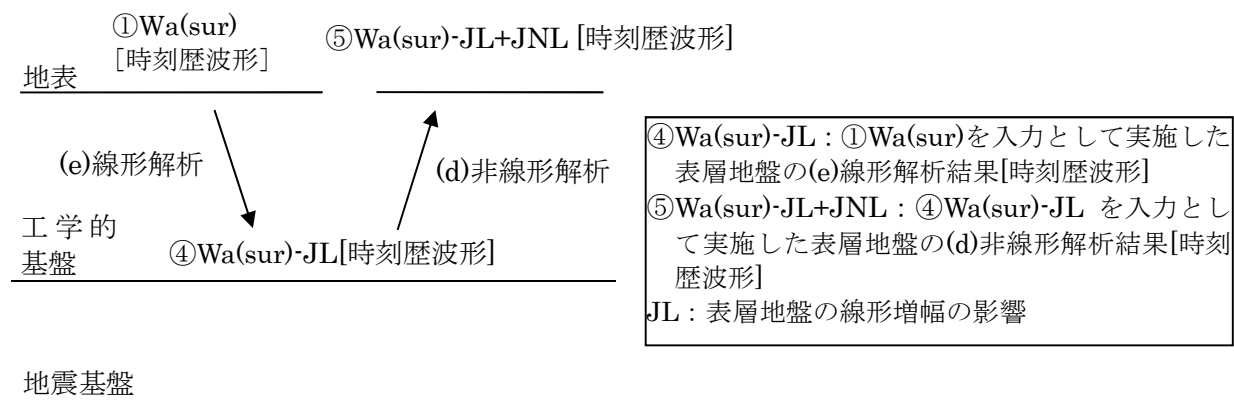


図3 表層地盤の増幅を重複して考慮することを避けるための方法

3. 任意地点での表層地盤増幅の考え方

別紙3に示すように、関東、濃尾、大阪の各平野に関しては地震基盤上面から工学的基盤上面までの堆積層伝播時間 T_z を変数として、工学的基盤でのサイト係数を推定する方法が開発されている。推定されるサイト係数は、

- 1) 地表の記録より求めたサイト係数の近似値
 - 2) 地表で定めた周期 $0.5 \text{ 秒} \leq T \leq 10.0 \text{ 秒}$ の範囲の地盤増幅率を、工学的基盤の値とみなす（地震基盤から工学的基盤への増幅が地震基盤から地表への増幅率と等しいものと仮定）
 - 3) 平均的工学的基盤の地盤増幅率を、 $0.1 \leq T < 1.0 \text{ 秒}$ で定める。
 - 4) 上記2)、3)で重複する周期 $0.5 \leq T \leq 1.0 \text{ 秒}$ の範囲は、マッチングフィルターを介して滑らかに合成し、工学的基盤の地盤増幅率とする。
 - 5) 時刻歴波形を作成する際の位相特性は、地震基盤上面から工学的基盤上面までの堆積層伝播時間 T_z を変数として群遅延時間に関するサイト係数を設定する。
- となる。地表の時刻歴波形が必要な場合は、「1.」と同様に表層地盤の増幅特性を考慮して求めることができるが、表層地盤の卓越周期によっては増幅特性を重複して考慮する場合がある。

「2.」と同様の考え方で、任意地点における地表の時刻歴波形に基づいて表層地盤の増幅特性をサイトごとに検討したい場合は、以下のような方法が考えられる。

- 6) T_z に基づいて周期 $0.5 \leq T \leq 10.0 \text{ 秒}$ の範囲で地表の地盤増幅率を求める。
- 7) 上記6)の地盤増幅率にフィッティングした加速度時刻歴波形を求める。群遅延時間に関するサイト係数は、上記「1.」と同様に、関東、濃尾、大阪の各平野では地震基盤上面から工学的基盤上面までの堆積層伝播時間 T_z を変数として群遅延時間に関するサイト係数を設定することができる。
- 8) 当該地点の表層地盤(工学的基盤～地表)を個別に調査し、地表から工学的基盤への線形増幅係数を求め、解放工学的基盤の加速度時刻歴波形を求める。
- 9) 上記8)で求めた解放工学的基盤の加速度時刻歴波形を入力として、表層地盤の非線形性を考慮した地表での時刻歴波形を求める。

この方法では、周期 0.5 秒以下の成分をゼロとして時刻歴波形を求めているため、建築物の応答計算をする際には高次モードが与える影響に十分に留意する。

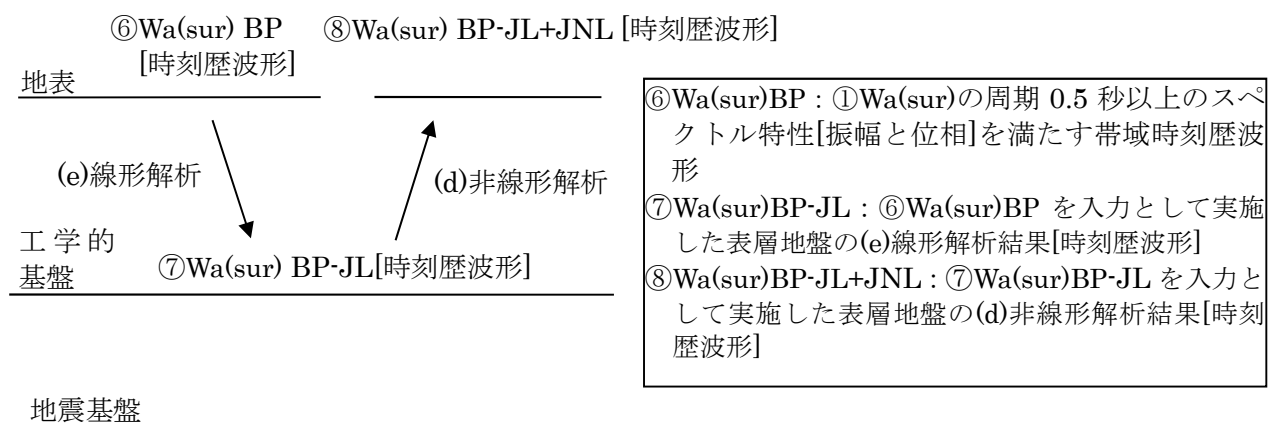


図4 任意地点において表層地盤の増幅を重複して考慮することを避けるための方法

参考文献

- 1) 大川出・他：超高層建築物等への長周期地震動の影響に関する検討 -長周期地震動作成のための改良経験式の提案と南海トラフ3連動地震による超高層・免震建築物の応答解析-、建築研究資料 No.144号、2013年、<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/144/index.html>
- 2) 大川出・他：超高層建築物等への長周期地震動の影響に関する検討 -南海トラフ4連動地震による超高層・免震建物の応答解析-、建築研究資料 No.147号、2013年、<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/147/index.html>