

東北工業大学 正員 神山 真

1 まえがき 一般に土木構造物は一方向に長い構造物が多い。このように一方向に長い構造物の地震時挙動は入力地震動の波動特性によって大きく左右されると考えられる。この観点から、強震時における地震波動特性を明らかにすべく、代表的なSHAC強震記録を例にとり、その波動特性の考察をすすめてきた。これまでの考察結果では、取りあげたSHAC強震記録にはいづれもスペクトルの非定常性がみられ、かつそれら何らかの規則性を有すること、そしてこれらの非定常スペクトル特性の規則性がある仮定を設けた表面波(Love波, Rayleigh波)の伝播に伴う分散現象で合理的に説明されることが知れた。その後、強震記録にみられる非定常スペクトル特性に対する上述の波動論的解釈の妥当性を地盤構造不連続部を伝播する表面波(Love波)のシミュレーション計算で確かめたので以下に報告する。

2 地盤構造不連続部におけるLove波伝播のシミュレーション計算

いま、図-1に模式的に示す地盤構造不連続部を表面波が伝播する場合を考えよう。既報¹⁾の波動論的解釈は、図-1のような地盤構造不連続部を表面波が伝播する場合には、不連続部から観測までの距離 Δ に応じて、当該地盤の表面波の群速度分散による位相変化が生じ、これにより観測点の地震記録にスペクトルの規則的な非定常性が生じるとしたものである。このような仮定の妥当性を確かめるには直接、図-1のような地盤構造不連続部における表面波伝播問題をシミュレートし、これにより得られる理論地震記録のスペクトル特性を調べればよい。

ところで図-1のような地盤構造不連続部を厳密に考慮して表面波伝播を論じるとはFEMなどが考えられるが、不規則波の時間応答を求めるには計算時間などから拘束が多い。このようなことから、図-1の一般的な地盤構造不連続部を図-2のように平行な成層地盤が鉛直不連続面で接する地盤構成に単純化することも考えられる。適用範囲に注意すれば、このような単純なモデルであっても現実の地盤構成不連続部を十分再現できると思われ、不連続部を含めた広い領域での不規則波の伝播を扱う利点がある。そこで、この報告では図-2のような地盤モデルでのLove波の伝播問題について考えることにする。

図-2のようなモデルにおける表面波伝播の問題はこれまで幾つか報告されている。ここでは、Alsop²⁾の方法を応用し、不規則Love波の時間応答を求めた。いま、図-2において媒質I側から地表面で単位の振巾をもつLove波の任意モードが入射すると、鉛直不連続面で反射、透過が生じる。これらの反射波、透過波の入射波に対する増巾率は鉛直不連続面での境界条件を考慮し、さらに一種の最適化の方法を応用し、数値的に求めることができる。このように求める増巾率に不規則入射波のFourier変換を適用すれば、一般の周波数領域での応答計算により任意の不規則波が存在するLove波がI側から入射した場合のI側への反射Love波、II側への透過Love波の時間応答を求めることができる。

図-1 地盤構造不連続部の模式図

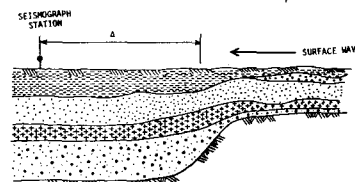


図-2 成層地盤モデル

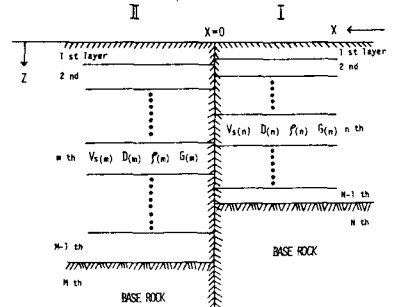
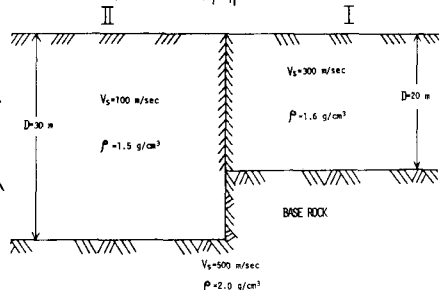


図-3 計算モデル



3 Love波伝播のシミュレーション計算結果の非定常スペクトル解析としての波動論的検証

ここでは実際のシミュレーション計算を図-3に示すようなモデルについて行った。計算は媒質I側に基本モードのLove波を入射し、かつ媒質I側、媒質II側への反射波、透過波は第5次モードまでのLove波が生じるものとした。図-4は媒質II側の透過波の入射波に対する増中率をモード毎に求めたものである。また、図-5は媒質IIの地盤が左右に無限に連続しているとして仮定して求めたLove波の群速度分散を第5次モードまで求めた結果である。図-4と図-5を比較すると、透過波の増中率は基本モード(第1次モード)で極端に大きくなるとともに、増中率の極大となる周期は群速度の極小となる周期と一致することがわかる。一方、図-6は同図中のInput Waveで示される入射波が媒質Iから鉛直不連続面へ入射した場合の媒質IIの代表的地点でのLove波応答波形を求めたものである(各記録上の数字は鉛直不連続面からの距離を表わす)。いま、代表例として1000mでの記録をマルチフィルター解析すると、図-7のようになる。図-7にみられる規則的な非定常スペクトル特性は、距離1000mを図-5の群速度で除して求めた各モードの地震波到達時間曲線(図-7中の実線)によく説明される。以上の振藩の考察結果から、SMAC地震記録に認められる非定常スペクトルの規則性の成因に対して仮説した既報¹⁾の波動論的解析の妥当性が検証されたものと思われる。

- (参考文献) 1) 大比、神山: 第10回地震工学研究発表会講演集(1974)
 2) Alsop: Journal Geophysical Research Vol. 71 (1966)
 3) 神山: 工学会論文報告集(投稿中)

図-6 入射Love波と透過Love波の加速度記録

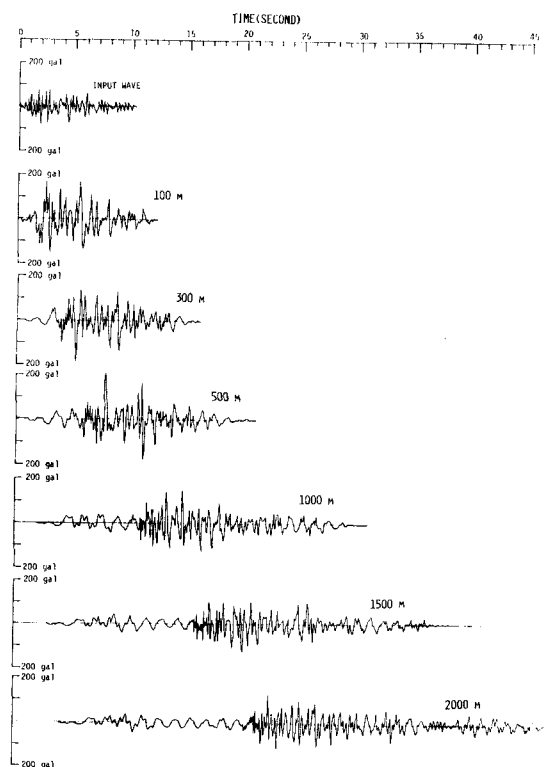


図-4 透過Love波の増中率

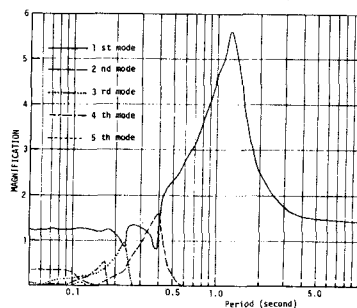


図-5 Love波群速度分散

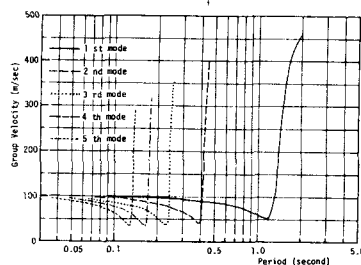


図-7

透過Love波の加速度記録の非定常スペクトル特性と地震波到達時間曲線(距離1000m)

