

堆積層構造の効率的なモデル化に関する一考察

A Study for Efficient Modeling Procedure of Sedimentary Layer Structure

赤澤 隆士[1]; 長 郁夫[1]; 香川 敬生[1]

Takashi Akazawa[1]; Ikuro Cho[1]; Takao Kagawa[1]

[1] 地盤研究財団

[1] G.R.I.

はじめに

地盤構造をより現実に沿うようにモデル化すれば、それだけ高精度の強震動シミュレーションが期待されるが、それにはデータ量の肥大化が伴う。一方で、強震動波形にはそれほど影響を及ぼさない情報を簡略化することでデータ量を抑えながらも、精度の良いシミュレーションができるモデルは、効率の良いモデルと言える。本研究では、堆積層内の詳細な構造（1m 程度のスケール）により生成されるコーダ波に着目し、その生成要因を明らかにすることで、堆積層構造をより効率よくモデル化するための方法について考察する。

堆積層による S 波の散乱

神戸市東灘区において深さ約 1.6km までのボーリングデータが得られており、速度および密度構造が Kagawa et al. (2004) により 1m ピッチで 1612 層にモデル化されている。この次元モデルに対して鉛直真下から S 波インパルスを入射させると、0.5 秒程度の S コーダ波が初動パルスと同じ極性に現れる。これは、単純に初動パルスの幅が拡大する現象とは異なり、低速度層と高速度層の互層による不均質な構造によって一端層間にトラップされた後、表層に向かって透過した波の重ね合わせにより生成された S コーダ波であると考えられる。事実、深さ方向に単純に速度が増加するような構造に対して同じようにインパルス応答を計算すると、上記のような波は出現しない。

各層の波形を並べると、このコーダ波は表層付近で生成された散乱波が大部分を占めていることが分かる。深層部でも速度構造にゆらぎがあるために散乱波は生成されるが、表層に比べて速度が大きいため散乱波が直達波と重なってしまい、このように深層部によるコーダが明確に現れないと考えられる。

効率の良いモデル化

上記の 1612 層モデルを利用して、表層 100~200m 程度に対して速度構造にゆらぎを与えるように 1m ピッチでモデル化すると、それ以上の深層部を大域的にモデル化しても、ここで示したコーダ波をほぼ再現することができる。また、表層部の構造を平均化したモデルでは、高周波側のスペクトルが過小評価されるが、このように表層部のみを詳細にモデル化することにより、1Hz 以上のスペクトルが、上記 1612 層モデルに対するインパルス応答によるスペクトル程度まで増幅されると共に、コーダ波による 4~6Hz 付近に見られる卓越もほぼ忠実に再現することができる。

表層部を詳細にモデル化し、深層部に対して一様な構造を与えたモデルでは、1612 層モデルと比較して、1Hz 以下のスペクトルが全体的に過小評価される。これに対しては、例えば香川・他(1998)で作成されている大阪堆積盆地における堆積層構造モデルや Kagawa et al. (2004) で AIC を利用して作成された 7 層モデルのように、物性値のコントラストがやや大きい層を層境界とするような比較的大雑把な構造を与えるだけで、低周波側のスペクトルを比較的良く再現することができる。

おわりに

本報では、1Hz 以下の長周期域を扱う場合には、堆積層構造を全体的に平均化したような簡易モデルでも良いが、それ以上の周波数域を扱う場合には、表層付近の速度構造のゆらぎを考慮することで、より精度の高い強震動シミュレーションができる可能性があることを示唆した。今後、他の地点における深層ボーリングデータに対しても、同様の結果が得られるかどうかを検証すると共に、さらに最適なモデル化手法に向けた検討を行いたい。

謝辞

本研究は文部科学省平成 15 年度科学技術振興調整費による「地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究」の一環として行われました。

参考文献

Kagawa, T. et al., 2004, Bull. Seism. Soc. Am. (投稿中). 香川・他, 1998, 地震 2, 51, 31-40.

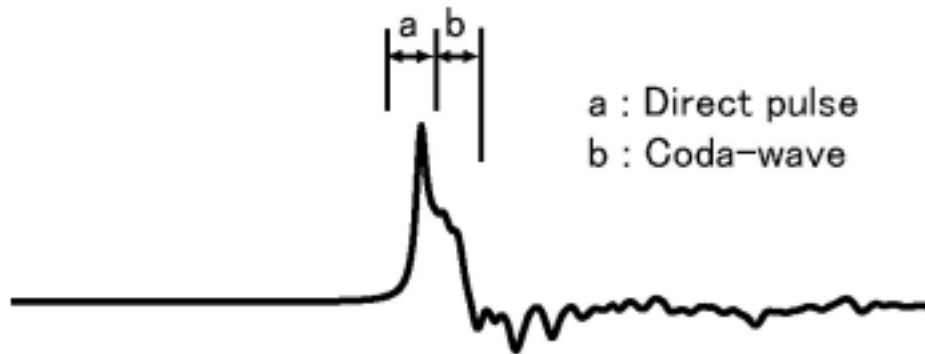


Fig.1 Illustration of definition of coda-wave used in this study.

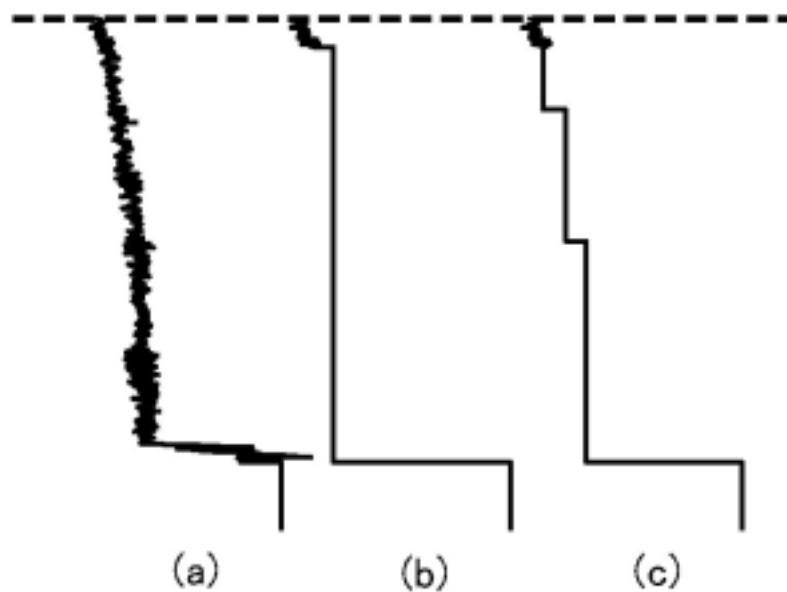


Fig.2 Sedimentary layer structure models :
 (a) fine structure model (Kagawa et al., 2004) ;
 (b) with fine upper part and uniform lower part ;
 (c) with fine upper part and rough lower part.