

密な砂地盤の強震時応答の観測と解析

運輸省港湾技術研究所

正 井合 進 正 森田年一

運輸省港湾技術研究所

正 松永康男 櫻井博孝

北海道開発局釧路港湾建設事務所

川尻伸二

1. はじめに

地盤の地震応答特性については種々の研究が行われているが、強震時における応答特性については観測データが少ないこともあり未解明の点が多い。本報告では、実際に発生した大地震（1993年釧路沖地震）における観測記録と解析結果について報告する。

2. 観測記録

1993年釧路沖地震は、1993年 1月15日20時06分に釧路沖約16kmの地点を震央とし、深さ 107kmを震源として発生した。マグニチュードは 7.8であり大地震と呼ぶに値するものであった。図-1に震央位置を示す。

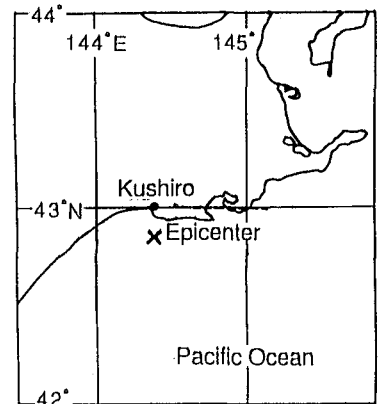


図-1 震央位置図

本研究では、北海道開発局釧路港湾建設事務所内の地表および工学的基盤（深度77m）において観測された記録を対象とした。

強震計設置地点の地盤は深度23m付近まで砂質土であり、深度23mより深い所では一部にシルトが混じった砂質土である。図-2に地表における観測波形および工学的基盤における観測波形を示す。

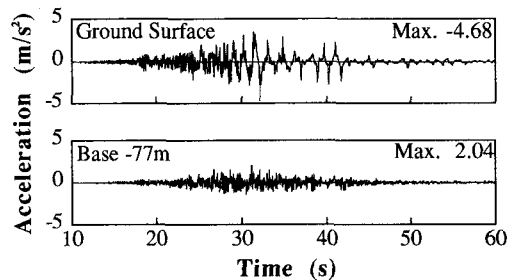


図-2 観測波形

3. 解析方法

本研究では、図-2に示されるような波形の特徴を多重せん断モデル(Iai et al. 1992)により解析した。工学的基盤（深度77m）から地表までの地盤を解析対象区間とし1m毎に77個の要素にメッシュ分割し、土質柱状図に記された土層分割とN値の分布より判断し

て8種類の砂層に層分割した。層分割の概要を表-1に示す。また、解析においては層分割によりモデル化された地盤モデルを水平成層地盤として扱うことにした。解析モデルのパラメータは、現地で深度9mまで実施した凍結サンプリングの試料を用いた振動三軸試験の結果に沿うように設定した。解析対象区間の最下端（深度77m）に工学的基盤における観測波形を入力し、非排水条件のもと一次元解析を行った。そのうえ凍結サンプリングを実施していない深度9m以深のシルト質砂層の液状化抵抗および砂質土の履歴減衰（ひずみ振幅無限大における減衰定数で規定。以下において減衰定数と呼ぶ。）については、いくつかの条件を与えてパラメトリックスタディーを行った。

4. 解析結果

図-3に、減衰定数を0.30とし深度が9mより深い層では過剰間隙水圧が発生しないとした場合の解析波形を深度ごとに示す。次に、図-4に、減衰定数を0.30とし深度9m以深もすべてきれいな砂層とみなし過剰間隙水圧の発生の可能性を考慮した場合の解析波形を深度ごとに示す。これを見ると地表や深度の浅い層よりも、深度が23mより深い層で最大加速度が大きくなっている。

層番号	深度 (m)	平均密度 (t/m^3)	平均N値	有効拘束 圧(kPa)
I	0～2	1.54	20	44.3
II	2～9	1.72	20	44.3
III	9～23	1.98	44	103.0
IV	23～32	1.73	24	176.0
V	32～36	1.76	50	203.0
VI	36～44	1.70	30	239.0
VII	44～52	2.00	35	277.0
VIII	52～77	1.73	50	357.0

表－1 層分割の概要

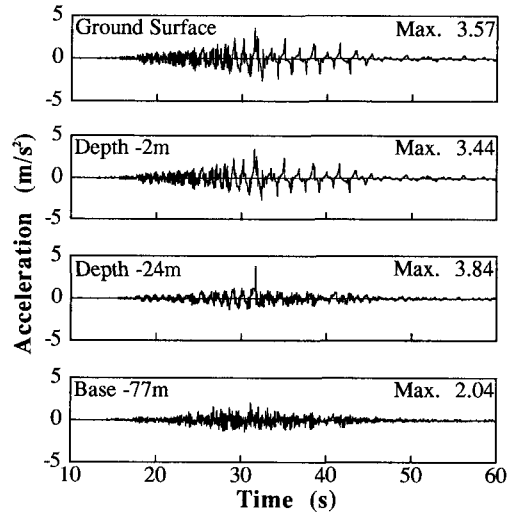
また、図－5に図－3の場合と同条件で減衰定数のみを0.30から0.25までの範囲で変えた場合の地表における解析波形を示す。

5. まとめ

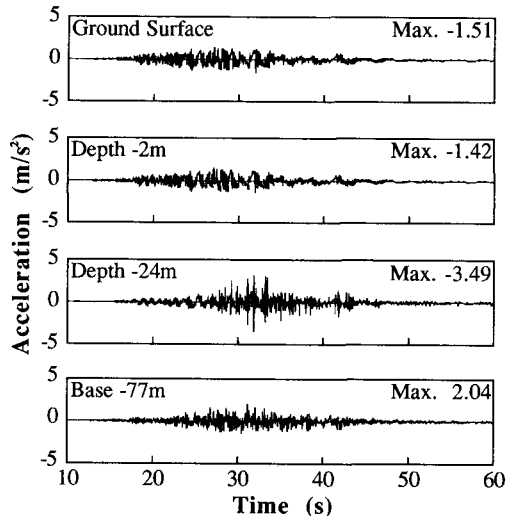
図－4に示されるように、深度が9mより深い層まできれいな砂層とみなして解析すると、地表における解析波形は観測波形とは異質なものになってしまった。また、図－5に示されるように、減衰定数のみを0.30から0.25までの範囲で変えた場合においては、減衰定数が0.28の時の解析波形が観測波形に最も近い。これについては解析対象区間の一部にシルトが混じっているので、結果的に減衰定数を0.30よりはやや低めの値にして解析した方が観測波形に近くなったのではないかと考える。いずれにしても今回用いた多重せん断モデルにより解析する方法はパラメータの入力や層分割に対して配慮すれば十分に適応性があり今後の予測や判定に役立つと考えてよい。

〈参考文献〉

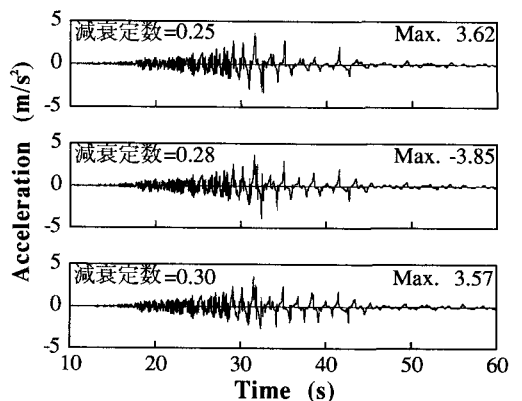
- 1) Susumu Iai, Yasuo Matsunaga and Tomohiro Kameoka (1992): Soils and Foundations, Vol. 32, No2, pp. 1-15. (STRAIN SPACE PLASTICITY MODEL FOR CYCLIC MOBILITY)



図－3 解析波形（Case 1）



図－4 解析波形（Case 2）



図－5 解析波形（減衰定数によるちがい）