

III-180

地盤の履歴エネルギー吸収状況に及ぼす入力特性の影響

武蔵工業大学大学院 学生員 小室智昭
 武蔵工業大学土木工学科 正会員 片田敏行
 武蔵工業大学土木工学科 織本慶一

1. まえがき

地震動入力エネルギー量と構造物のエネルギー吸収の能力を対比させて構造物の耐震性が検討されている。飽和砂地盤の液化化現象に関しても、エネルギー概念を応用しようという試みが行われている。しかし、液化化実験に用いた供試体の状態が2種類、入力波が3種類と実験例が少なかったために、より多くのタイプの入力波を用いた解析が必要といえる。さらに、構造部材の示す復元力特性は、地震荷重の不規則性によっても影響を受ける。したがって、入力の不規則性によって、復元力特性がどのような影響を受けるかを明らかにする必要がある。そこで、本論文は入力波特性が土の破壊に要する履歴吸収エネルギー量にどのような影響を及ぼすかを数値解析により定量的に明らかにすることを目的とする。履歴エネルギーの吸収量には、入力波特性の振幅の変化のみならず、その継続時間も大きな要因であると指摘されている。だが、本論文では振幅の大きさと不規則性の影響についてのみを解析対象としている。

2. 履歴エネルギー算出方法と解析条件

本研究では、1自由度のバネ-質点系モデルを用いている。この力学モデルを用いて、種々の非線形復元力特性を有する振動方程式を線形加速度法により応答解析を行う。その解析結果である応答速度と供試体反力よりエネルギー量を算出する。非線形復元力による履歴エネルギー量は次式で与える。

$$\text{履歴エネルギー量} = \int_0^{\infty} R(t, x)\dot{x}(t)dt \quad \text{----- (1)}$$

表-1に各入力波の地震名、観測地点等を示す。観測記録のデータ間隔は0.02秒であり、主要動が含まれるように継続時間を60秒と統一した。また、それぞれの入力波について最大入力加速度を100gal, 200gal, 300galに正規化して解析を行った。17種類の実地震記録は、時刻歴あるいはフーリエスペクトルで比較すると波形に特徴が見られる。例えば、塩釜工場記録(NS, EW)、品川記録(EW)、清水-三保記録(EW)にはパルス状の大加速度が見られる。また、大船渡記録(NS, EW)には顕著な卓越振動数が見られ、極めて狭帯域成分の波である。一方八戸記録(NS, EW)には顕著な卓越振動数はなく、広帯域の周波数成分を有する波である。

解析に用いた非線形復元力モデルは、修正Ramberg-Osgoodモデルである。砂の物理状態は表-2のように仮定し、解析を行った。これらの物理定数により、復元力関数モデルに必要なパラメーターを用いて算出した(表-3)。

3. 入力波の違いによる履歴エネルギーの吸収状況の変化

最終的な履歴吸収エネルギー量と入力波の関係を図-1に示す。図-1を見ても分かるように、入力波が異なれば履歴吸収エネルギー量にも違いがある。それによると、大船渡記録(NS)のとき最大になり、室蘭記録(NS)のとき最小になった。図-2は履歴エネルギーの吸収量が最大となる場合の、図-3は最小となる場合の応答解析結果を示している。これら2つの入力波を比較して分かることは、周波数成分が広帯域の波では吸収量が小さく、単一成分が卓越した狭帯域の周波数成分の入力波では、吸収量が大きくなっている。

4. あとがき

本研究は、地震によって表層地盤に吸収される履歴エネルギーの吸収状況に与える、入力波の影響を明らかにしている。履歴吸収エネルギーは、復元力関数モデルを用いて数値解析より求めた。しかし、土が破壊する場合には復元力が極端に小さくなり、破壊していく過程を数式でモデル化しなければならない。ところが、土の非線形復元力関数モデルを用いた解析では、破壊までに要するエネルギー量を精度良く求めるのは困難である。それゆえ、今後の課題として、破壊する状態までを含めた履歴吸収エネルギー量の解析が必要

であると考えられる。

謝辞：本研究で使用した地震加速度記録は港湾技研で公開されたものです。ここに謝意を表する次第です。

参考文献

- 1)土岐,他：構造物地盤系の終局的安全性の分配とそれに基づく耐震設計法の開発、昭和60年度科研費(総合研究A)、研究成果報告所、pp.109-119、61.3.
- 2)片田,他：ひずみエネルギー蓄積効果を用いた飽和砂地盤の液状化過程の考察、土論集、No.388,1987.12.

表-1 解析に用いた実地震記録（港湾技研記録）

入力波	地震名および観測地点	方向成分	地震発生日時
JS1	宮城沖地震 塩釜工場	N-S	1978.6.12
JS2	宮城沖地震 塩釜工場	E-W	1978.6.12
JS3	十勝沖地震 青森	N-S	1968.5.16
JS5	十勝沖地震 大船渡	N-S	1968.5.18
JS6	十勝沖余震 大船渡	E-W	1968.5.18
JS7	十勝沖地震 八戸	E-W	1968.6.12
JS8	十勝沖地震 八戸	N-S	1968.6.12
JS10	埼玉県中部地震 品川	E-W	1968.7. 1
JS11	十勝沖地震 室蘭	N-S	1968.9.21
JS17	四日一千歳	N-S	1971.1. 5
JS18	四日一千歳	E-W	1971.1. 5
JS20	釧路	E-W	1973.6.17
JS21	伊豆大島近海地震 清水-三保	E-W	1978.1.14

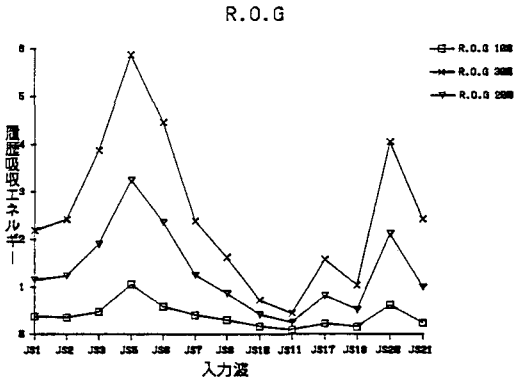


図-1 入力波と履歴吸収エネルギー量の関係

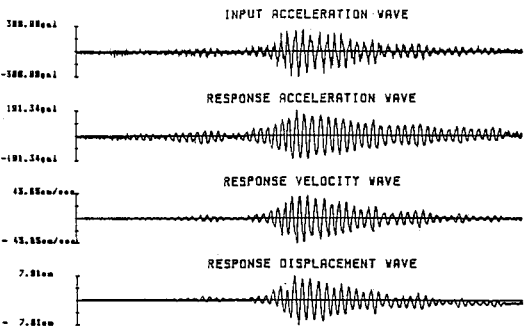


図-2 履歴吸収エネルギー量が最大の場合
（十勝沖地震大船渡港湾記録NS成分波）

表-2 砂の物理定数

パラメーター	数値
単位体積重量 ρ	1.8 gf/cm ³
間隙比 e	0.7
内部摩擦角 ϕ	30°
静止土圧係数 K_0	0.6
粘性減衰定数 β	0.1
固有振動数 f_0	2.2 Hz

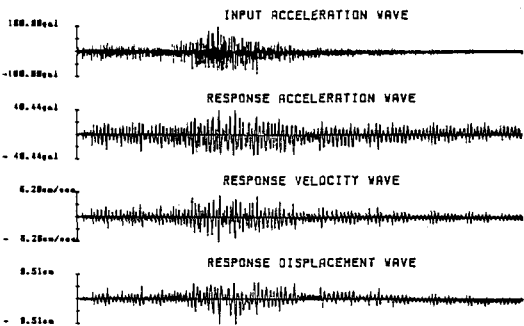


図-3 履歴吸収エネルギー量が最小の場合
（十勝沖地震室蘭記録NS成分波）

表-3 用いたパラメータの一覧

復元力関数モデル	修正R.O.G.モデル
初期最大せん断剛性	913 Kgf/cm ²
初期最大せん断応力	0.269 Kgf/cm ²
最大履歴減衰係数	0.32