

佛大林組技術研究所 正員 平間 邦興
 同 上 正員 鳥井原 誠
 同 上 正員 ○松本 伸

1. はじめに

地震時に飽和砂地盤に発生する間隙水圧を定量的に予測する手法が現在までにいくつか報告されてきている。その中で、比較的容易、かつ実用的で時間と共に変化していく間隙水圧を追跡することも可能な累積損傷度¹⁾による方法がある。そこで、この累積損傷度の適用性を調べるために数種類の不規則荷重を用いて液状化実験を行ない、発生する間隙水圧と累積損傷度の両者の累積過程を比較したので報告する。

2. 実験方法および累積損傷度について

試料は浅間山砂 ($G_s=2.73$, $U_c=2.36$, $D_{50}=0.24\text{mm}$) を使用し、空中落下法にて相対密度が約 60% になるように作製した。試験機は油圧サーボ型の振動三軸試験機である。使用した地震波は、表-1 に示す比較的加速度の大きな 5 種類の地震波およびある仮定地盤で応答計算して求めた人工地震波²⁾ の計 6 種類である。また、累積損傷度とは材料の疲労の程度を表わすものであり、一定応力振幅による繰返し試験より求める液状化強度曲線を使って、不規則荷重が載荷された場合の疲労の程度を定量的に表わすことができる。ただし、損傷度を求める場合の基準となる液状化強度曲線は、累積損傷度の上昇量にあわせて重みを考慮している。なお、損傷度の計算にあたって、不規則荷重の応力振幅としては、図-1 に示すように半波長毎の最大値 $R_A=R_{\max}(i)$ とする方法 (定義 A とする) および、

表-1 使用した地震波の概要

一波長の最大振幅の平均値 $R_B=1/2\{R_{\max}(i)+R_{\max}(i+1)\}$ とする方法³⁾ (定義 B とする) の 2 種類を用いている。

	測定地点	方向	地震名	最大加速度 (gal)	波形の分類
①	新潟	N-S	新潟	126	衝撃型
②	宮古-S	N90E	宮城県沖	223	振動型
③	開北橋	L-G	"	316	衝撃型
④	板島橋	L-G	日向灘	194	振動型
⑤	八戸	N-S	十勝沖	235	衝撃型
⑥	*人工地震波	-	-	90	振動型

*文献2)より

3. 実験結果及び考察

新潟地震波を載荷した場合の試験結果を図-2 に示す。同図には、累積損傷度も間隙水圧比と比較しやすいように同じ位置に示している。なお、応力・歪は、

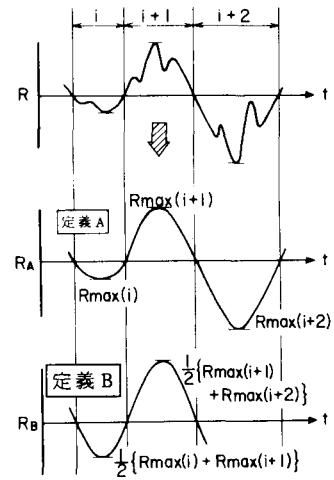


図-1 応力振幅の定義

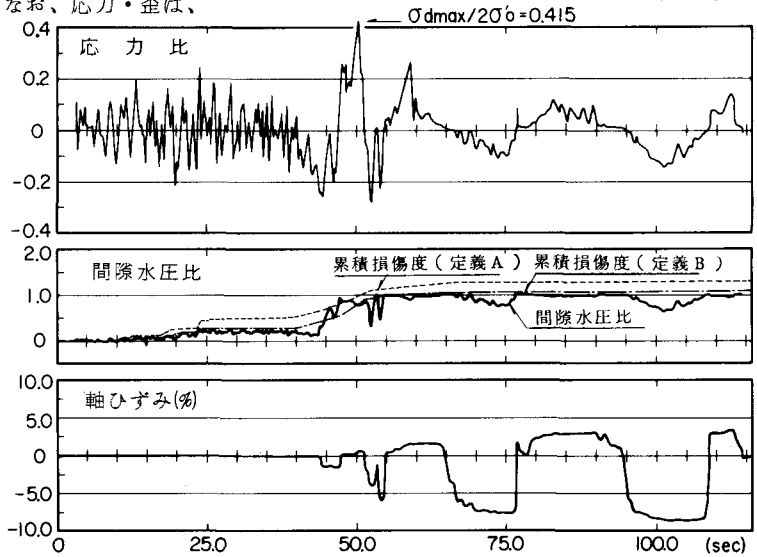


図-2 時刻歴 (新潟地震波)

⊕側が圧縮で⊖側が引張りを表している。

このようにして得られたすべての実験結果を地震波別に間隙水圧と累積損傷度の両者の累積過程がよく観察できるように示したのが図-3である。もし、間隙水圧比と累積損傷度の両者が全く同様な累積過程を示せば、原点を通る傾き45°の直線となる。同図より、どの地震波を载荷した場合も定義Aを用いて累積損傷度を算出した方が定義Bを用いた場合よりも大きな値となることがわかる。これらの結果の中で、間隙水圧比が1.0のとき、つまり液状化点で累積損傷度も1.0に近い値となり、かつ液状化に至る過程についても両者に良い一致がみられるのは応力振幅の定義Bを用いた新潟地震波、および定義Aを用いた人工地震波の場合である。また、その他の地震波を载荷したときの試験結果も多少ばらつきはあるものの定義Aの応力振幅を用いることによって両者は比較的良く一致する。

4. おわりに

6種類の不規則荷重を用いた液状化実験から、間隙水圧の累積過程を累積損傷度を用いて比較的良く推定できることが明らかとなった。また、不規則荷重の波形によっては、応力振幅の

定義をかえて解析することによって、両者の対応がより良くなることもあるようである。ただし、液状化に至る過程で両者の累積過程にばらつきのあること、あるいは、非常に緩い試料または非常に密な試料については試験を行っていないなど、まだ課題は多い。なお、実験のデータ整理にあたって、川崎地質院宮永良一氏の尽力に依るところが多い。深甚なる謝意を表します。

＜参考文献＞ (1)吉見吉昭(1980)「砂地盤の液状化」技報堂 (2)木村, 平間, 松本(1983)「不規則荷重を受ける飽和砂の間隙水圧蓄積に関する実験的検討」第19回土質工学研究発表会 (3)龍岡ら(1983)「正弦波荷重と不規則荷重に対する砂の非排水繰返し強度の関係」地盤と基礎の地震災害に関するシンポジウム

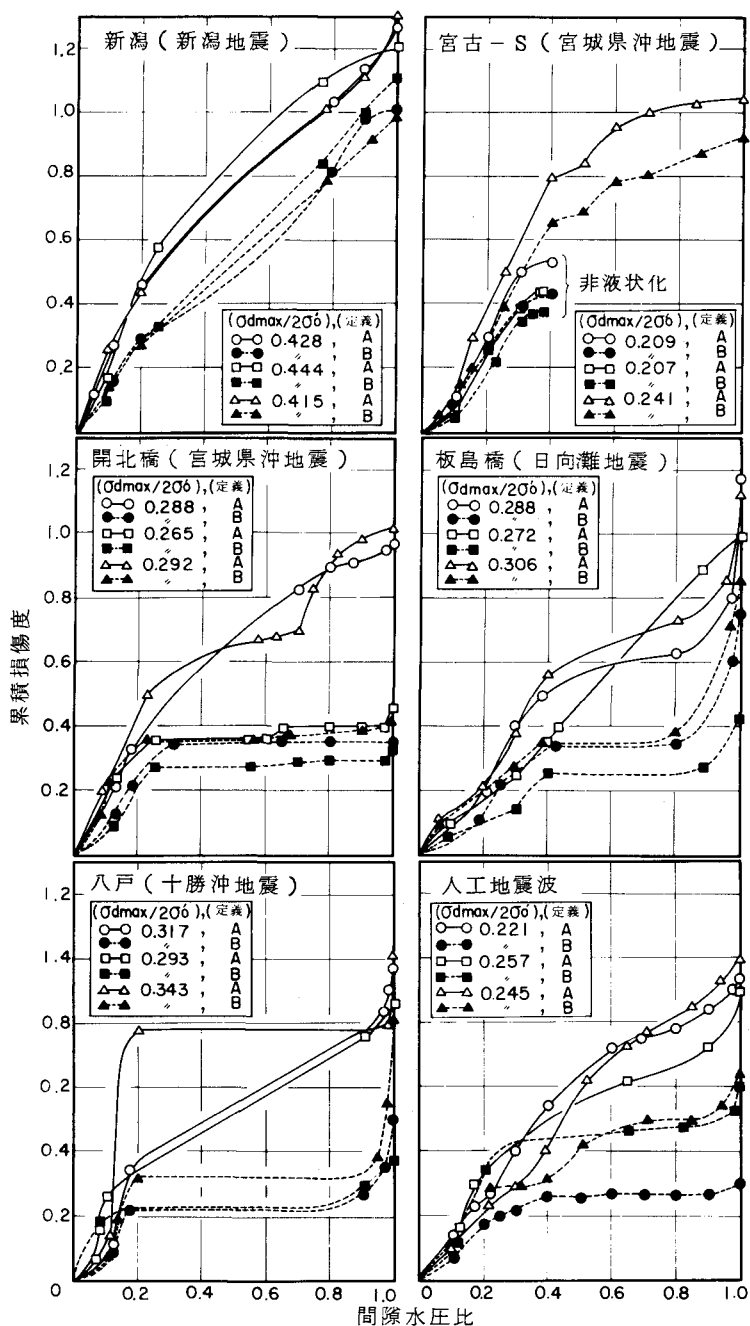


図-3 間隙水圧比と累積損傷度の関係