

(株)応用地質調査事務所 ○正員 古田 一郎
正員 和田 健一

1. まえがき

土質調査において、土の動的変形特性を求める場合、せん断時の排水条件の仕様が統一されていないのが現状である。排水条件により剛性率Gや減衰定数 η の値が異なるばかりでなく、繰り返し载荷に伴う値の変化の傾向も異ってくる。筆者等は、これらの実を系統的に再整理するための基礎実験を実施している。¹⁾

今回は、豊浦標準砂を用いた実験結果の一部を報告する。

2. 試料及び実験方法

豊浦標準砂 ($G_s = 2.64$, $e_{max} = 0.96$, $e_{min} = 0.61$) を用い、空中落下法により、供試体を作成した。実験には軸圧加振型三軸試験機を用い、変位制御による定振幅繰返し試験を表-1に示す条件で実施した。なお、圧密は等方状態とし、背圧を2kg/cm²負荷している。

Table - 1

Sample No.	Dr (%)	Consolidation Pressure (kgf/cm ²)	ϵ_a S.A. (%)	Number of Cycles
1	49.5	1.00	0.01	100
2	49.9		0.02	
3	48.3		0.05	
4	48.1		0.10	
5	48.1		0.20	
6	47.0		0.50	
7	50.5		1.00	

3. 実験結果

今回は、次に示す方法で整理した結果について検討した。

- ・せん断応力 τ : 45°面でのせん断応力片振り
- ・せん断ヒズミ γ : 45°面でのせん断ヒズミ片振り
(ポアソン比を0.5とした)
- ・間隙水圧 u : 各繰返し回数毎の残留間隙水圧
- ・剛性率 G : 各繰返し回数毎の τ/γ
 G_0 : $\gamma = 0.01\%$ の時の G

3-1. $G/G_0, u \sim \gamma$ 関係 (図-1)

剛性についてみると、 γ が0.1%以下では繰返しに伴い若干剛性が増加した後徐々に剛性が低下するのに対し、0.1%以上では、繰返しと共に剛性が著しく低下している。一方、残留間隙水圧は、全域にわたって繰返しとともに増大している。また、 γ が0.01%付近では間隙水圧が蓄積されない。 u と G/G_0 の挙動を対比してみると、 $du/d\gamma$ が最大となる点と $d(G/G_0)/d\gamma$ が最大となる点とが対応しているようである。

3-2. $\tau \sim N$ 関係 (図-2)

せん断応力と繰返し回数 N の関係を γ をパラメータとして整理してみた場合、 γ が0.1%を越えると繰返しによって τ が著しく低下する。この傾向は、ヒズミが大きい場合程顕著になる。0.1%以下では、初期にせん断応力がわずかに増加する傾向が認められる。

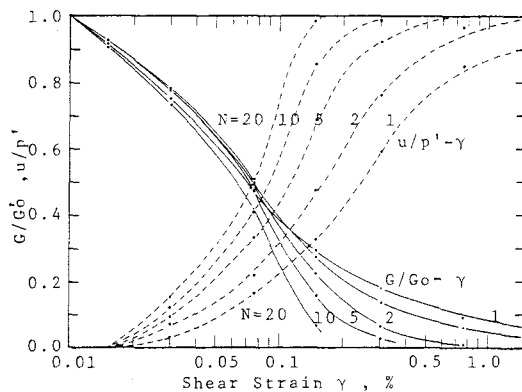


Fig. - 1 $G/G_0, u/p' \sim \gamma$

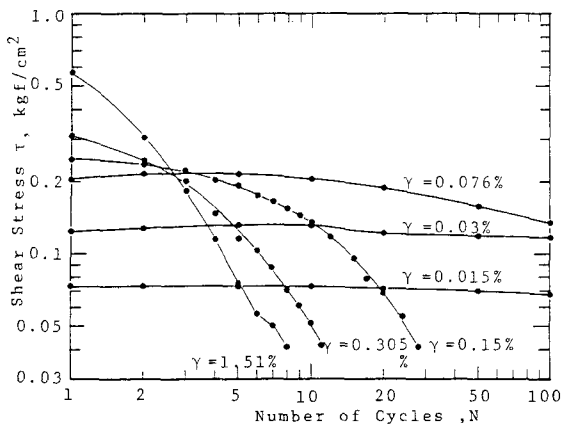


Fig.-2 $\tau \sim N$

3-2 排水試験との比較

3-1 及び 3-2 に示した様に、非排水状態ではヒズミの増加或は繰返し回数増加による剛性の低下が著しい。この傾向は、間隙水圧の挙動と密接に結びついているものと考えられる。そこで、既に報告されている排水状態における豊浦砂の $G/G_0 \sim \gamma$ 関係と比較してみる。岩崎等²⁾は、豊浦標準砂を用いた排水条件での実験結果から、図-3 に示す関係を報告している。ここで、図-1 に示した $\gamma \sim \rho'$ 関係から任意の ρ' に対する ρ' を求め、図-3 を用いて非排水状態における $G/G_0 \sim \gamma$ 関係を推定すると、図-4 の●印となる。図中には、今回の実験結果も示しているが、両者の対応は極めてよい。この結果は、今野等³⁾が液状化試験より求めた結果を表付けけるものである。

次に、繰返し回数に伴う剛性の変化について調べたのが、図-5 である。図中の破線は、図-3 から求めた等ヒズミ線である。非排水状態における繰返し載荷に伴う剛性の変化は、概ね破線に沿う事がわかる。

この結果は、剛性が繰返し回数によらず、平均有効主応力 ρ' とせん断ヒズミによって決まることを示唆している。

4. あとがき

今回得られた結果をまとめると、次の通りである。

- (1) 地震時の挙動を非排水状態と仮定した場合、せん断ヒズミが 0.1 % に達する地震に際しては、蓄積した間隙水圧が剛性の著しい低下をもたらす。
- (2) 砂の剛性は、基本的に図-3 に示された関係で表現され、排水条件による剛性の差は平均有効主応力の差で表わせる。
- (3) 繰返し回数とは無関係に、せん断ヒズミと平均有効主応力によって剛性が定められるものと思われる。

以上の結果に加え、密度の影響を含めて評価すべく基礎実験を継続しており、逐次報告して行きたい。

<参考文献>

- 1) 古田、和国、「土の G, ρ' に与える排水条件の影響」1982、第10回関東支部年次研究発表会、pp.111~112
- 2) 岩崎、龍岡、高木、「砂のせん断変形係数と減衰の依存性について」1979、第12回土工学研究発表会 pp.417-420
- 3) 今野、龍岡、「液状化過程における砂の剛性変化」1979、第32回年次学術講演会、pp.239-240

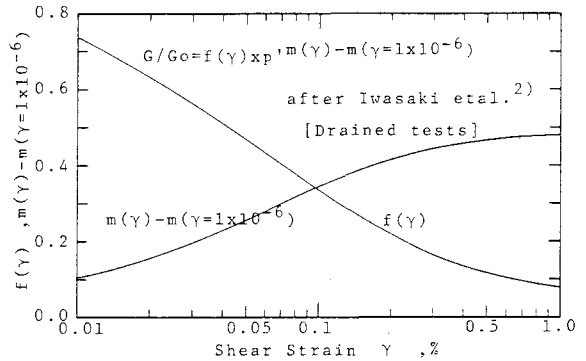


Fig. - 3 $f(\gamma), m(\gamma) - m(\gamma = 1 \times 10^{-6})$

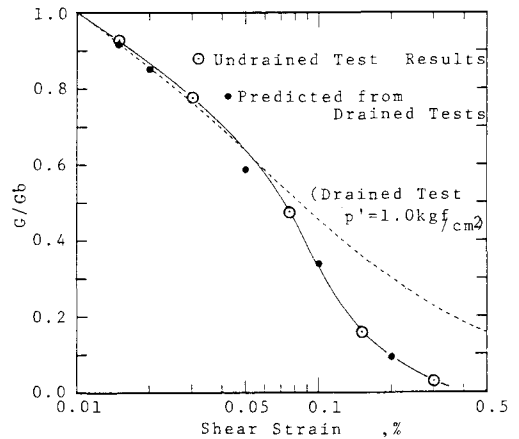


Fig. - 4 $G/G_0 \sim \gamma$ (10th cycle)

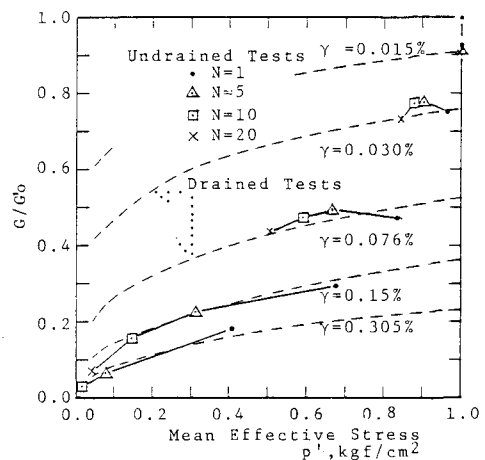


Fig. - 5 $G/G_0 \sim p'$