

(株)大林組技術研究所

正員

斎藤二郎

全 上

正員

正員 ○ 平間邦興

1. ま え が き 三軸圧縮試験機によつて土の動的性質を求めるには、通常、応力制御法による場合が殆んどである。この方法は一定の大きさの振幅応力のある回数だけ与えてヒズミを求める試験であり、破壊前には振幅応力の上限値と下限値が常に規定されているため、現状では破壊そのものの定義づけがむずかしい。筆者らは、このような問題の解決を図つてヒズミ制御法による動的三軸試験装置を試作し、実験をおこなつてきた。ここでは、装置の概要と実験結果のいくつかを明らかにしたい。

2. 実験装置 ここでいうヒズミ制御法とは、試験中、試料に加わる下限応力のみを記憶させて規定し、振幅ヒズミを任意に制御することにより振幅応力が測定結果として得られるもので、それ故、破壊時には振幅ヒズミ量に対応して振幅応力に明確なピークが現われることも可能である。その結果、土の変形の問題ばかりでなく、いわゆる破壊の問題についても、動的強度としてある程度明確に把握することができる。

実験装置の機構の要は図-1に示すように既報のもの¹⁾と大差ないが、ヒズミ制御法を可能とするため図-2に示すストレイン・コントローラ

ーを試作した。これは任意の振幅ヒズミ(最小: 0.0 5%)で加振することが可能であり、載荷中に試料に生ずる残留ヒズミに常時追従していく機能、すなわち、初期(静的)応力として規定された振幅応力の下限値が常に維持されるような機能を兼ね備えている。このように任意の振幅ヒズミで加振する一方、生じた残留ヒズミに追従するには高精度な分解能力が必要となるが、試作したストレイン・コントローラーは追従ステップの間隔が約 0.0 1 mm 程度と小さく、きわめてすぐれたヒズミ分解能力を有

している。したがって図-2で示せば、載荷中に残留ヒズミが0.01mm増加すると、コンパレータが残留ヒズミ信号を出し、印加された 2^{12} カウン

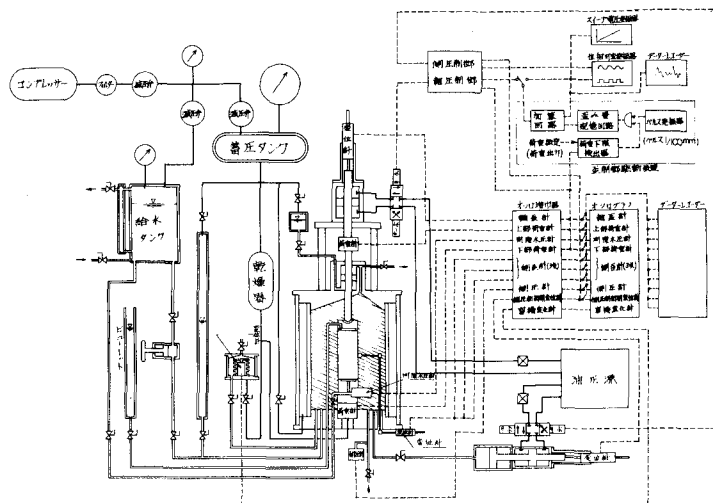


圖-1 實驗裝置系統圖

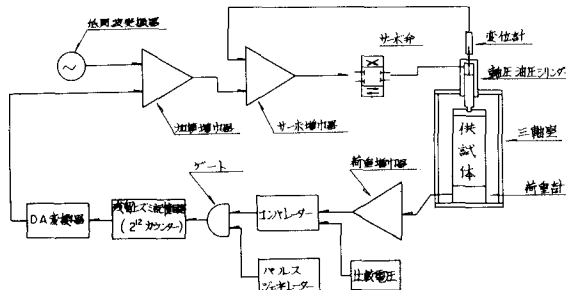


図-2 ストレイン・コントローラー機構図

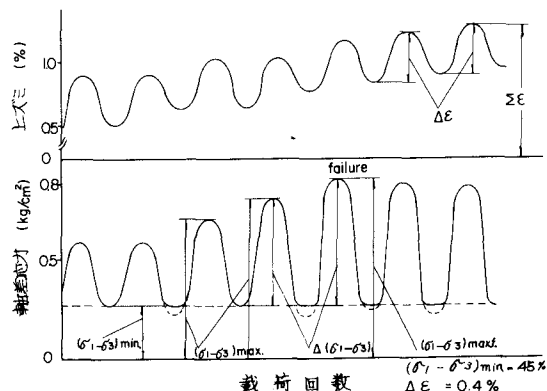


図-3 測定例とヒズミ・応力の表示

ターの内容が加算増幅器に加えられてサーボ機構を作動し、载荷ピストンが連続的に追隨することになる。

この測定例を示したのが図-3であるが、振幅応力の下限值で曲線形状に多少のくずれを見せるほかは、ほぼ安定した载荷状態と判断できるようである。同図にはあわせて試験時のヒズミと応力を表示する。

3 実験方法 実験に使用した土試料は大阪府堺市泉北地区でGL-8.0mから採取したものを加水して練返し、再圧密したものである。試験時における試料の物理的性質を表-1に示す。

試験は圧密非排水条件でおこない、等方圧密後、静的セン断強さに対する割合で定めた初期応力(振幅応力の下限值)を静的に载荷し一定の振幅ヒズミで加振した。

なお、供試体寸法は $50\phi \times 125$ (mm)であり、使用した振動周波数は1Hz、振動波形は正弦波である。

4. 実験結果 動的载荷時の破壊点を図-3における軸差応力のピークの点としてモールの応力円で示したのが図-4であり、これらの結果を一括表示したのが表-2である。間隙水圧の測定は供試体下端でおこなったが、载荷速度を考慮すると測定値には疑義があるため、ここでは有効応力解析を参考として付記してある。強度定数に関して、粘着力には有意の差はないが、内部マサツ角は増加の傾向を示し、初期応力の影響を受けていることがわかる。

土の組成	砂 (%)	8
	シルト (%)	55
	粘土 (%)	37
	含水比 (%)	36.6
	真比重 G_s	2.705
	圧密率 γ_r (%)	1.82
コンシステンシー	L.L. (%)	69.7
	P.L. (%)	27.2
	P.I. (%)	42.5

破壊時における振幅応力の最大値と静的セン断強さの比を側圧に対応して示したのが図-5であり、100~130の範囲に分布しているが、側圧の増大とともにいくらか減少の傾向を示す。

载荷過程における振幅応力の最大値の分布を静的セン断強さとの比で示したのが図-6である。破壊に至る载荷回数および破壊後のいわゆる残留強度に明確な差異が認められる。また、载荷回数が30回前後で、大略、静的セン断強さに一致するようである。

振幅応力と振幅軸ヒズミとの比を動的弾性係数(E_d)として、破壊時における値を示したのが図-7である。初期応力とともに側圧が大きな影響をおよぼしていることが理解できよう。

動的载荷過程における動的弾性係数の変化をヒズミの進行に対応させて図-8に示す。初期応力の小さいほど動的弾性係数が大きいのは当然の傾向といえるが、その分布形状も初期応力によつて異つた傾向を示すようである。また動的弾性係数の最大の点と破壊点は、必ずしも一致しないという結果が得られている。

動的弾性係数と振幅ヒズミの関係を両対数紙上で示したのが図-9である。動的弾性係数は40~900の広い範囲で分布し、振幅ヒズミの影響のきわめて大きいことがわかる。初期応力ごとに、かなり明確な直線性が認められ、一方、振幅ヒズミの大きな範囲では直線性が失われて、屈曲を示す傾向も予想されるが、この実験で得たデータ量からは、その詳細をさだかにすることはできない。

振幅ヒズミ、側圧および初期応力の諸条件をすべて包括し、動的弾性係数と静的変形係数の比を振幅ヒズミに対応して示したのが図-10である。一括表示したためある幅をもつてはいるが、一応の傾向が見出される。一般に、振幅ヒズミが小さいほど比の値は大きい。

	初期応力 ($\sigma_1 - \sigma_3$) (kg/cm ²)	全応力 C_{cu} (kg/cm ²)	側圧 σ_3 (kg/cm ²)	有効応力(参考) C' (kg/cm ²)	内部摩擦角 ϕ' (°)
	($\sigma_1 - \sigma_3$) (kg/cm ²)	C_{cu} (kg/cm ²)	σ_3 (kg/cm ²)	C' (kg/cm ²)	ϕ' (°)
静的試験	—	0.05	13°20'	0	25°40'
動的試験	20	0.03	14°30'	0.03	17°50'
	45	0	15°40'	0.04	20°30'
	70	0.05	17°00'	0.03	23°10'

表-2 強度定数

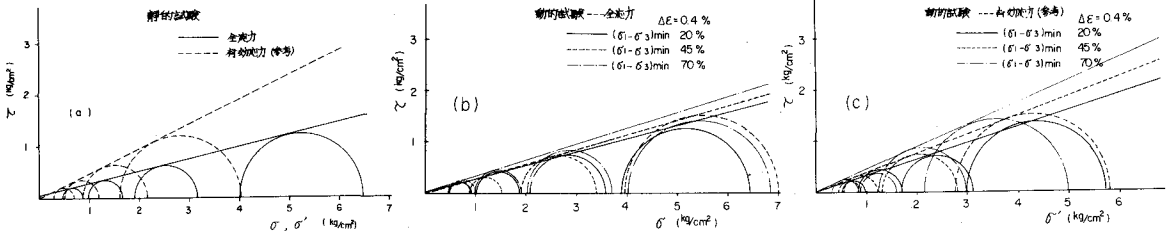


図-4 モールの応力円

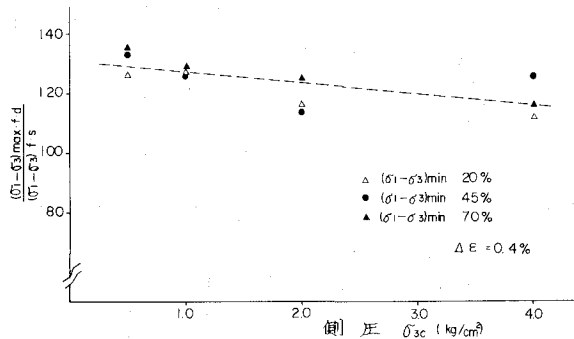


図-5 振幅応力の最大値と静的強さの比(破壊時)

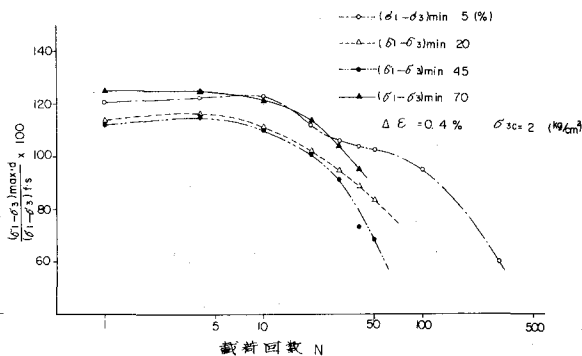


図-6 振幅応力の最大値と静的強さの比の分布

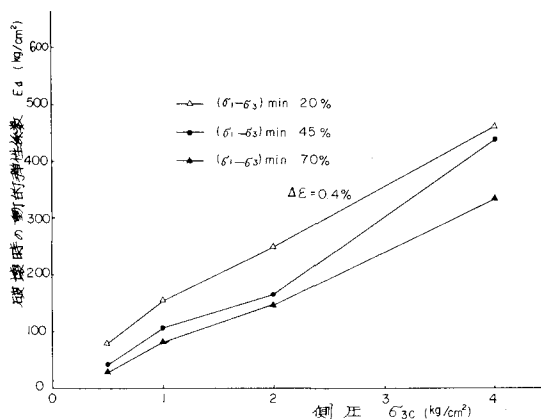


図-7 破壊時の動的弾性係数

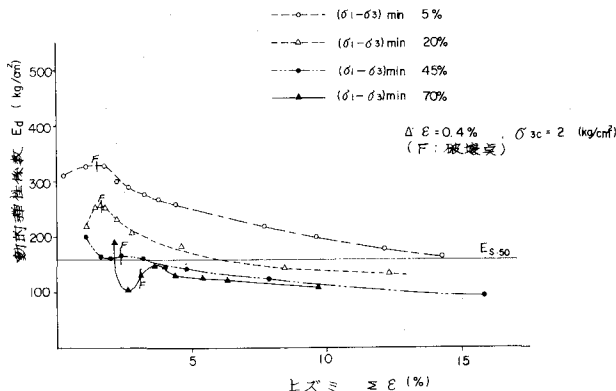


図-8 載荷過程の動的弾性係数の変化

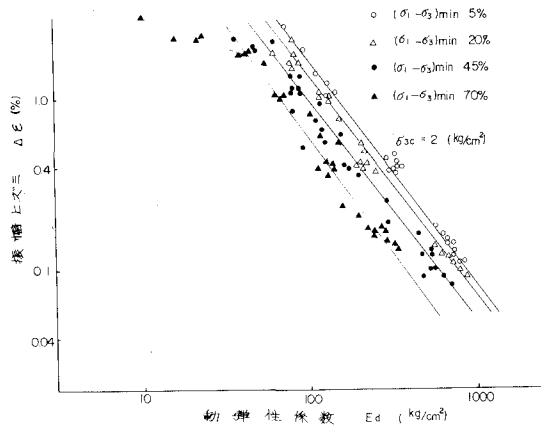


図-9 動的弾性係数と振幅ヒズミ

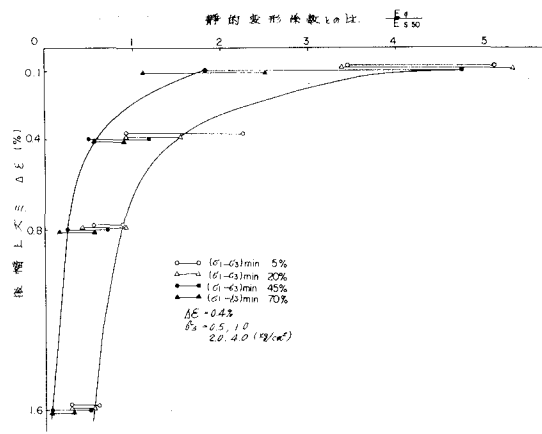


図-10 静的変形係数との比較

なるが、0.4%で変曲を示し動的弾性係数の急増

することが推定される。また、平均値的には、振幅ヒズミが0.4%で、静的変形係数に一致するようである。
5. あ と が き 試作したヒズミ制御装置の概要と実験結果のいくつかを明らかにしたが、この装置そのものが未だ満足できるものではなく、試行錯誤の状態である。したがって、本報文も中間報告的性格となつたが、装置の機構詳細については別報に報告を予定している。御叱正を賜りたい。

本研究をおこなうにあたって、日産基礎工業(株)、山下善也、佐藤栄、坂田電機(株)、中山淳、諸氏の多大なる協力を受けた。ここに記して深甚なる謝意を表します。

参考文献 (1)斎藤、平間、“粘性土の動的せん断特性について、”土木学会第27回学術講演会 講演概要集、(2)斎藤、平間、“粘性土の動的強度特性について”大林組技術研究所々報、№8、(未発行)