

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3749397号
(P3749397)**

(45) 発行日 平成18年2月22日(2006.2.22)

(24) 登録日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(51) Int. Cl.

G O 1 N 3/10 (2006.01)

F I

G O 1 N 3/10

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-125761	(73) 特許権者	000143949
(22) 出願日	平成11年5月6日(1999.5.6)		株式会社鷺宮製作所
(65) 公開番号	特開2000-314691(P2000-314691A)		東京都中野区若宮2丁目5番5号
(43) 公開日	平成12年11月14日(2000.11.14)	(74) 代理人	100102635
審査請求日	平成16年6月24日(2004.6.24)		弁理士 浅見 保男
		(74) 代理人	100106459
			弁理士 高橋 英生
		(74) 代理人	100105500
			弁理士 武山 吉孝
		(72) 発明者	宇野 博
			埼玉県狭山市笹井535番地 株式会社鷺宮製作所 狭山事業所内
		(72) 発明者	山田 雅夫
			埼玉県狭山市笹井535番地 株式会社鷺宮製作所 狭山事業所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 材料試験装置における制御方法および材料試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

材料試験片をチャンバー内に収納するとともに、チャンバー内の圧力を大気圧よりも高くし、かつ、前記材料試験片に圧縮用アクチュエータで圧縮荷重を加えている材料試験装置における制御方法において、

前記圧縮用アクチュエータで前記材料試験片に加わる圧縮荷重を増大させるとともに、この圧縮荷重の増大にともなって、チャンバー内の圧力を低下させていることを特徴とする材料試験装置における制御方法。

【請求項2】

剪断力が加わると剪断される剪断面を有する材料試験片をチャンバー内に収納するとともに、チャンバー内の圧力を大気圧よりも高くし、かつ、前記材料試験片に圧縮用アクチュエータで圧縮荷重を加えている材料試験装置における制御方法において、

前記圧縮用アクチュエータで前記材料試験片に加わる圧縮荷重を増大させるとともに、この圧縮荷重の増大にともなって、チャンバー内の圧力を低下させて、前記剪断面に垂直に加わる垂直応力を略一定に維持していることを特徴とする材料試験装置における制御方法。

【請求項3】

前記チャンバー内の圧力を、圧縮用アクチュエータによる圧縮荷重の増大に比例して、減少させていることを特徴とする請求項1または2記載の材料試験装置における制御方法。

【請求項4】

10

20

剪断力が加わると剪断される剪断面を有する材料試験片をチャンバー内に収納するとともに、チャンバー内の圧力を大気圧よりも高くし、かつ、前記材料試験片に圧縮用アクチュエータで圧縮荷重を加えている材料試験装置において、
圧縮用アクチュエータによる圧縮荷重を検出する荷重センサと、
チャンバー内の圧力を検出する周囲圧検出センサと、
チャンバー内の圧力を増減する周囲圧用アクチュエータと、
荷重センサからの信号が入力されているとともに、周囲圧の目標値を生成する周囲圧目標値発生部とが設けられ、
前記周囲圧目標値発生部、周囲圧用アクチュエータおよび周囲圧検出センサでフィードバック制御ループが構成され、
前記周囲圧目標値発生部は、荷重センサが検出した圧縮荷重に比例定数を掛けた値を、実験開始時のチャンバー内の圧力である初期周囲圧から引き算して周囲圧目標値を生成し、
前記フィードバック制御ループは、周囲圧検出センサの検出値が、前記周囲圧目標値となるように、周囲圧用アクチュエータを制御していることを特徴とする材料試験装置。

10

【請求項 5】

前記比例定数が、圧縮用アクチュエータの押圧方向と剪断面とのなす角度の正弦値の二乗の値を、圧縮用アクチュエータの押圧方向に垂直な面における材料試験片の断面積で割った値であることを特徴とする請求項 4 記載の材料試験装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、剪断面を有する岩石などの材料試験片を試験する材料試験装置における制御方法および材料試験装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、材料試験片に三次元の応力を加える材料試験装置では、チャンバーに材料試験片を収納し、このチャンバー内の圧力を増大するとともに、圧縮用アクチュエータで材料試験片を押圧している。この押圧の際には、チャンバー内の圧力は、略一定に制御されている。

【0003】

30

【発明が解決しようとする課題】

ところで、地中では、岩盤プレートの剪断面に垂直に加わる垂直応力が略一定な状態で、剪断面に加わる剪断力が増大して、岩盤プレートが破壊している。そのため、材料試験においても、材料試験片の状態を、地中と略同じ環境に保って再現することが要求されている。

【0004】

本発明は、以上のような課題を解決するためのもので、材料試験片の剪断面に垂直に加わる垂直応力を略一定な状態に保つことができる材料試験装置における制御方法および材料試験装置を提供することを目的とする。

【0005】

40

【課題を解決するための手段】

本発明の材料試験装置における制御方法は、材料試験片(1)をチャンバー(2)内に収納するとともに、チャンバー内の圧力を大気圧よりも高くし、かつ、前記材料試験片に圧縮用アクチュエータ(9)で圧縮荷重を加えている。そして、圧縮用アクチュエータで前記材料試験片に加わる圧縮荷重(F)を増大させるとともに、この圧縮荷重の増大にともなって、チャンバー内の圧力を低下させている。

【0006】

また、材料試験片の剪断面(b)に垂直に加わる垂直応力(σ_n)が略一定に維持されている場合がある。

【0007】

50

さらに、チャンバー内の圧力を、圧縮用アクチュエータによる圧縮荷重の増大に比例して、減少させている場合がある。

【0008】

本発明の材料試験装置は、剪断力が加わると剪断される剪断面を有する材料試験片をチャンバー内に収納するとともに、チャンバー内の圧力を大気圧よりも高くし、かつ、前記材料試験片に圧縮用アクチュエータで圧縮荷重を加えている。そして、この材料試験装置は、圧縮用アクチュエータによる圧縮荷重を検出する荷重センサ(12)と、チャンバー内の圧力を検出する周囲圧検出センサ(26)と、チャンバー内の圧力を増減する周囲圧用アクチュエータ(23)と、荷重センサからの信号が入力されているとともに、周囲圧(Pc)の目標値を生成する周囲圧目標値発生部(41)とが設けられ、前記周囲圧目標値発生部、周囲圧用アクチュエータおよび周囲圧検出センサでフィードバック制御ループが構成され、前記周囲圧目標値発生部は、荷重センサが検出した圧縮荷重に比例定数を掛けた値を、実験開始時のチャンバー内の圧力である初期周囲圧から引き算して周囲圧目標値を生成し、前記フィードバック制御ループは、周囲圧検出センサの検出値が、前記周囲圧目標値となるように、周囲圧用アクチュエータを制御している。

10

【0009】

また、前記比例定数が、圧縮用アクチュエータの押圧方向と剪断面とのなす角度(θ)の正弦値の二乗の値を、圧縮用アクチュエータの押圧方向に垂直な面における材料試験片の断面積で割った値である場合がある。

【0010】

20

【発明の実施の形態】

次に、本発明における材料試験装置の実施の一形態を説明する。図1は本発明の材料試験装置の実施の一形態の構成を示すブロック図である。図2は材料試験片に加わる応力および剪断力を説明する概略図である。図3は材料試験のフローチャートである。図4は材料試験のタイムチャートで、(a)が周囲圧のタイムチャート、(b)が周囲圧用アクチュエータの変位のタイムチャート、(c)が圧縮用変位センサの出力のタイムチャートである。図5は材料試験のタイムチャートで、(a)が荷重センサの検出値のタイムチャート、(b)が剪断面に垂直な応力 σ_n のタイムチャートである。

【0011】

図1において、材料試験片1は、気密なチャンバー2内に収納されている。また、材料試験片1を間に挟む状態で、固定支持部3および可動支持部4が対向して配置されている。この固定支持部3の先端部、可動支持部4の先端部および材料試験片1の周囲を筒状のシール材5が覆っている。そして、固定支持部3には、材料試験片1に向かって水を流す通路6が、一方、可動支持部4には排水路7が形成されている。可動支持部4は油圧式の圧縮用アクチュエータ9により駆動されて移動する。この可動支持部4の移動量すなわち圧縮用アクチュエータ9の駆動部の変位量を、圧縮用変位センサ11が検出している。また、圧縮用アクチュエータ9が材料試験片1に加えている荷重Fを荷重センサ12が検出している。さらに、チャンバー2の内部は、高圧ガスポンプやコンプレッサーなどで構成されている増圧器17に、配管16を介して接続されている。また、配管16にはシリンダ装置21が接続され、このシリンダ装置21のピストン22は、周囲圧用の油圧アクチュエータ23で駆動されている。ピストン22の移動量すなわち周囲圧用アクチュエータ23の駆動部の変位量を、周囲圧用変位センサ24が検出している。さらに、配管16には、チャンバー2内の圧力である周囲圧Pcを検出する周囲圧検出センサ26が取り付けられている。

30

40

【0012】

圧縮目標値発生部としての圧縮目標値発生器31は、圧縮用制御目標入力信号Eiを加算部32に出力している。また、圧縮用変位センサ11の検出信号Daは、センサ用アンプ30で増幅されて加算部32に出力されている。加算部32は、圧縮用制御目標入力信号Eiから、圧縮用変位検出信号Daを減算して差信号Erを算出し、この差信号Erを、アンプ33を介して、圧縮用アクチュエータ9のサーボバルブ34に出力している。

50

【 0 0 1 3 】

周囲圧目標値発生部としての周囲圧目標値発生器 4 1 は、周囲圧用制御目標入力信号 E_s を周囲圧用加算部 4 2 に出力している。また、周囲圧用変位センサ 2 4 の出力信号 D_s は、センサ用アンプ 4 3 で増幅され、変位制御用スイッチ 4 5 a を介して周囲圧用加算部 4 2 に出力されている。さらに、周囲圧検出センサ 2 6 の検出信号 D_p は、センサ用アンプ 4 4 で増幅され、圧力制御用スイッチ 4 5 b を介して周囲圧用加算部 4 2 に出力されている。この両スイッチ 4 5 a, 4 5 b は、一方が ON の時には、他方は OFF である。そして、周囲圧目標値発生器 4 1 には、荷重センサ 1 2 の検出信号 E_f がセンサ用アンプ 4 6 を介して入力されているとともに、周囲圧検出センサ 2 6 の検出信号 D_p が入力されている。また、周囲圧用加算部 4 2 の出力は、アンプ 4 7 を介して、周囲圧用アクチュエータ 2 3 のサーボバルブ 4 8 に入力されている。

10

【 0 0 1 4 】

この様に構成されている材料試験装置において、圧縮用アクチュエータ 9 を稼働させると、材料試験片 1 に圧縮荷重 F が加わる。また、増圧器 1 7 でチャンバ 2 内にアルゴンガスなどの不活性ガスを充填し、チャンバ 2 内の圧力を大気圧よりも加圧して高圧とし、材料試験片 1 に周囲から周囲圧 P_c を加えることができる。この周囲圧 P_c は、周囲圧用アクチュエータ 2 3 を稼働することにより調整することができる。この様にして、図 2 に図示する様に、材料試験片 1 には、荷重 F および周囲圧 P_c が加わっている。そして、荷重 F の荷重方向に垂直な面における材料試験片 1 の横断面積が A とすると、応力 σ_f は F/A となる。

20

【 0 0 1 5 】

また、材料試験片 1 には、剪断に対する強度が比較的強く大きな荷重 F が加わると剪断する断層面などの剪断面 b が形成されており、この剪断面 b は、荷重 F の荷重方向に対して角度 θ で傾斜している。なお、図 2 において、符号 σ_n は剪断面 b に垂直に加わる応力で、符号 τ は剪断面 b に加わる剪断力である。

そして、力学的バランスは、下記 1) 式に示す通りである。

$$1) P_c = \sigma_n - (\sin \theta \times \sin \theta) \times \sigma_f$$

そして、地中では、応力 σ_n は略一定で応力 σ_f が増大する（すなわち、剪断力 τ が増大する）ことにより、断層面としての剪断面 b が滑る現象が発生している。

【 0 0 1 6 】

したがって、材料試験装置において、この現象を再現するには、荷重 F （すなわち $A \times \sigma_f$ ）の増大に伴って、周囲圧 P_c を低下させて、応力 σ_n を略一定に維持する（すなわち、初期応力 σ_{n0} を維持する）ことが必要となる。なお、荷重 F が 0 の場合には、応力 σ_n は周囲圧 P_c と等しくなっている。そして、 $(\sin \theta \times \sin \theta) / A$ は、材料試験の前に確定しており、材料試験中は一定であるので、前もって計算させておく。この値は、材料試験中の制御においては定数として処理される。

30

【 0 0 1 7 】

この様に、この材料試験装置においては、剪断面 b に垂直な応力 σ_n を、略一定に維持しており、その材料試験のフローを図 3 のフローチャーに基づいて説明する。

まず始めに、ステップ 1 において、増圧器 1 7 でチャンバ 2 内を大気圧よりも高圧に加圧する。また、変位制御用スイッチ 4 5 a が ON であり、周囲圧目標値発生器 4 1、周囲圧用加算部 4 2、サーボバルブ 4 8、周囲圧用アクチュエータ 2 3 および周囲圧用変位センサ 2 4 などで変位用フィードバック制御ループが構成されており、周囲圧用加算部 4 2 は周囲圧用制御目標入力信号 E_s から周囲圧用変位センサ 2 4 の出力信号 D_s を引いてサーボバルブ 4 8 に出力している。そして、周囲圧目標値発生器 4 1 は、周囲圧用制御目標入力信号 E_s として目標位置信号を出力して、ピストン 2 2 を中央位置にする。ステップ 2 において、増圧器 1 7 によりチャンバ 2 内の圧力が目標圧に達すると、周囲圧検出センサ 2 6 は、初期応力 σ_{n0} である周囲圧 P_c を初期値として検出し検出信号を周囲圧目標値発生器 4 1 に入力する。周囲圧目標値発生器 4 1 には記憶部が設けられており、この周囲圧 P_c の初期値を記憶する。また、変位制御用スイッチ 4 5 a を OFF するとともに、

40

50

圧力制御用スイッチ 45b を ON して、周囲圧目標値発生器 41、周囲圧用加算部 42、サーボバルブ 48、周囲圧用アクチュエータ 23 および周囲圧検出センサ 26 などによって圧力用フィードバック制御ループを構成しており、周囲圧用加算部 42 は周囲圧用制御目標入力信号 E_s から周囲圧検出センサ 26 の検出信号 D_p を引いてサーボバルブ 48 に出力している。そして、周囲圧目標値発生器 41 は、周囲圧用制御目標入力信号 E_s として目標圧力信号である周囲圧 P_c の初期値を出力して、周囲圧 P_c を初期値すなわち初期応力 σ_{n0} に維持する。

【0018】

ついで、ステップ 3 において、圧縮用アクチュエータ 9 を手動で稼働し、可動支持部 4 を材料試験片 1 に向かって移動させる。そして、ステップ 4 において、可動支持部 4 が材料試験片 1 を押圧し、荷重センサ 12 がその荷重を検出した時に、圧縮用アクチュエータ 9 を停止させる。ついで、ステップ 5 において、圧縮用変位センサ 11 をリセットし、その現在位置を 0 にセットする。これで、材料試験の準備が完了する。そして、ステップ 6 において、材料試験が開始され、圧縮目標値発生器 31 が一定速度で増大する目標変位信号を出力し、圧縮用アクチュエータ 9 が図 4(c) に図示する様に稼働して、可動支持部 4 を材料試験片 1 に向かって一定速度で移動させ、材料試験片 1 に圧縮荷重 F を負荷する。この荷重 F は図 5(a) に図示する様に漸次増大する。なお、透水試験をする際には、通路 6 から材料試験片 1 に向かって注水するとともに、材料試験片 1 を通り抜けた水は排水路 7 から排水される。

【0019】

ステップ 7 において、この材料試験片 1 に加わる荷重 F を荷重センサ 12 が検出し、周囲圧目標値発生器 41 に出力し、ステップ 8 に行く。ステップ 8 において、周囲圧目標値発生器 41 は、前記 1) 式により、目標値である周囲圧 P_c を求めている。すなわち、定数である $(\sin \theta \times \sin \theta) / A$ に荷重 F を掛けた値を、記憶している周囲圧 P_c の初期値である初期応力 σ_{n0} から引いて、周囲圧 P_c の目標値を決定し、ステップ 9 に行く。ステップ 9 において、周囲圧目標値発生器 41 は、この周囲圧 P_c の目標値を周囲圧用加算部 42 に出力し、周囲圧用アクチュエータ 23 を図 4(b) に図示する様に稼働して、チャンバ 2 内の圧力をこの周囲圧 P_c の目標値にしている。ついで、ステップ 6 に戻り、ステップ 6 からステップ 9 までを、たとえば 0.2 秒間隔で繰り返している。そして、チャンバ 2 内の圧力は荷重 F の増大に比例して、図 4(a) に図示する様に段々と低下している。また、図 5(b) に図示する様に、剪断面 b に垂直な応力 σ_n は略一定に維持されている。この様にして、材料試験は行われており、材料試験片 1 が剪断面 b に沿って剪断して破断し、荷重センサ 12 の出力が略 0 になるまで行うことも可能であるし、材料試験片 1 を破断させないで途中で停止することも可能である。

【0020】

前述の様に、この実施の形態では、剪断面 b に垂直な応力 σ_n を略一定に維持して、荷重 F を増大することができるので、実際の地中の状態を略再現することができる。なお、チャンバ 2 内の温度を制御して高温とすることも可能である。また、透水試験は必ずしも行う必要はない。

【0021】

【発明の効果】

本発明によれば、圧縮用アクチュエータで前記材料試験片に加わる圧縮荷重を増大させるとともに、この圧縮荷重の増大にともなって、チャンバ内の圧力を低下させているので、材料試験片の剪断面に垂直に加わる垂直応力が変化することが少なくなる。したがって、材料試験において、材料試験片の状態を、極力地中と略同じ環境に保って再現することができる。特に、前記垂直応力を略一定に維持すると、より一層、地中と略同じ環境にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は本発明の材料試験装置の実施の一形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】図 2 は材料試験片に加わる応力および剪断力を説明する概略図である。

【図 3】図 3 は材料試験のフローチャートである。

【図 4】図 4 は材料試験のタイムチャートで、(a) が周囲圧のタイムチャート、(b) が周囲圧用アクチュエータの変位のタイムチャート、(c) が圧縮用変位センサの出力のタイムチャートである。

【図 5】図 5 は材料試験のタイムチャートで、(a) が荷重センサの検出値のタイムチャート、(b) が剪断面に垂直な応力 σ_n のタイムチャートである。

【符号の説明】

θ 圧縮用アクチュエータの押圧方向と剪断面とのなす角度

σ_n 剪断面 b に垂直な応力

b 剪断面

F 圧縮荷重

P_c 周囲圧

1 材料試験片

2 チャンバー

9 圧縮用アクチュエータ

12 荷重センサ

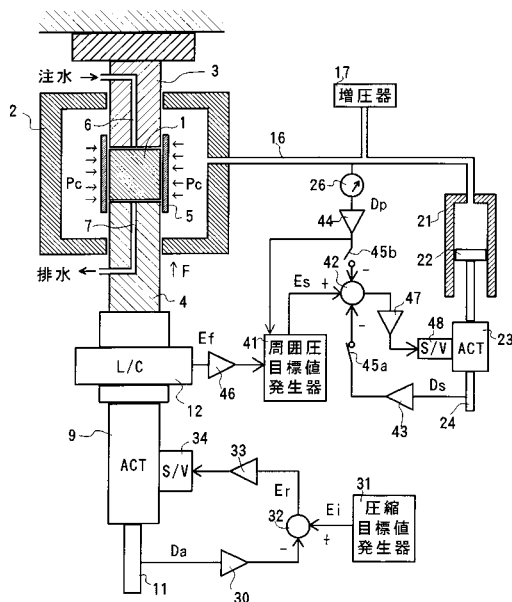
23 周囲圧用アクチュエータ

26 周囲圧検出センサ

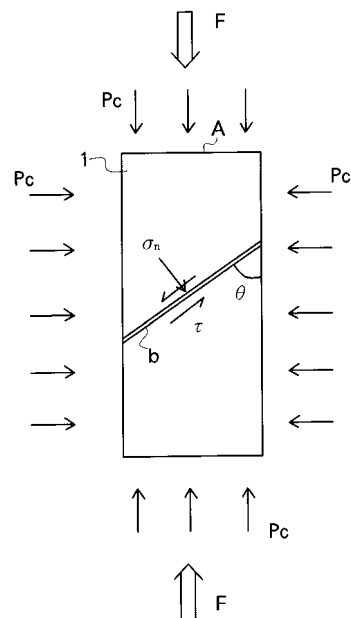
41 周囲圧目標値発生器 (周囲圧目標値発生部)

10

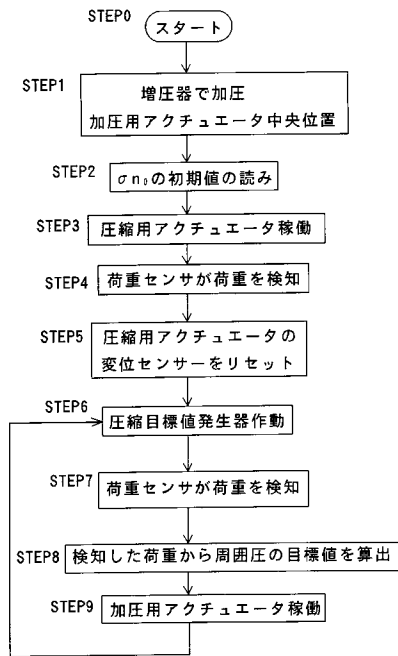
【図 1】



【図 2】

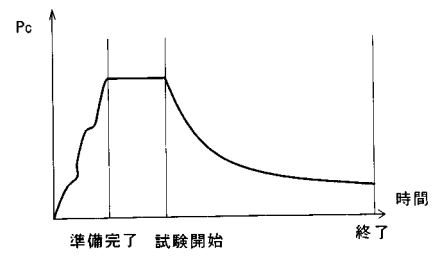


【図 3】



【図 4】

(a)



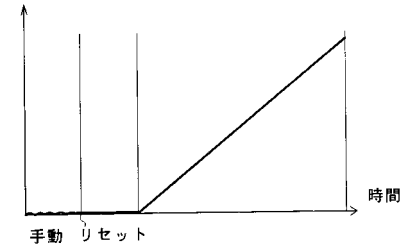
(b)

加圧用ACTの変位



(c)

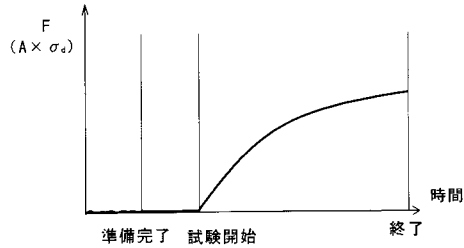
圧縮用ACTの変位



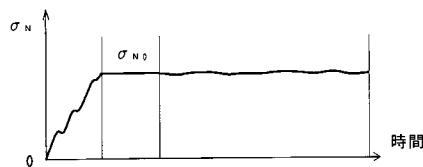
【図 5】

(a)

荷重センサ



(b)



フロントページの続き

審査官 小野 忠悦

(56)参考文献 特開昭54-018793(JP,A)
実開昭58-057944(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G01N 3/00-62