

報告番号 ※ 甲 第 ~~853~~ 854 号

主論文の要旨

題名 微粒体層の時間依存型
力学特性に関する研究

氏名 神谷秀博

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷 秀博
<p>一次粒径が数μm程度の付着性のある微粉体層の力学的特性の研究は、従来から工業プロセスにおいてそのハンドリングが極めて困難であることから重視され、近年セラミックス等の微粉体を原料とした素材が注目される中で重要性が増してきている。従来、微粉体層の力学的特性は、静力学的な破壊、圧縮試験などにより検討されてきたが、実際の粉体層には、こうした静力学的アプローチでは解明できない現象が存在する。本論文は、そうした現象の一つとして疲労、クリープなどの時間が関与する力学現象、すなわち時間依存型力学現象に着目した研究である。</p> <p>微粉体層に時間依存型現象が存在することは、内藤らの了布上に集塵捕集された粉塵層にくり返しほらい落としか力を加える研究において、まず疲労破断現象の存在が予測され、橋らの単純化した装置での実験により存在が確認された。さらに橋らは、粉体層圧密に関する応力緩和現象の考察を行っている。</p> <p>そこで本論文は、これまでの研究により存在が確認された疲労、応力緩和現象などを、時間依存型力学現象としてとらえなおし、対象とする現象や実験条件を拡大して、各現象間の相互関係の定量的考察を行った。粉体層力学の分野では、この時間依存型力学特性に着目した研究は、静力学的取り扱いに比べて極めて少ないが、粉体層力学を体系化する上で、この時間依存</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷秀博
<p>型現象は極めて重要である。実際に物体と関連が深い工質力学では、時間依存型現象に関する研究が工質力学を体系化する上で重要な柱として位置付けられている。しかし工質力学では、粒子的間隙に水が存在する系が中心で、土の時間依存型挙動は、この間隙水の粘性が影響している。本論文では、工質力学や材料力学の分野での研究に検討を加えながら、数μm程度の乾燥した付着性物体を対象に物体層自身の力学挙動の時間依存性を検討したものである。</p> <p>論文の構成として、序章で本研究の背景と目的および物体層力学、工質力学の分野における時間依存型現象に関する既往の研究についてふいた後に、第一章「物体層の70°C、疲労破断現象の統計的解析」、第二章「物体層の70°C、疲労破断現象における塑性変位量増加過程」、第三章「引張り応力履歴を受けた物体層の強度変化」、第四章「物体層の圧密操作に関するシロロジック挙動と物体層の強度増加現象」、第五章「物体層強度の時間依存型変化と変形挙動」から構成されている。</p> <p>第一章では、疲労破断現象に続き、70°C破断現象の存在を確認したことから、物体層の疲労および70°C破断現象の定量的考察を試みた。材料力学の分野では、これらの時間</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷秀博
<p>依存型破断現象は、負荷応力と破断までのくり返し負荷回数または負荷時間、すなわち寿命の関係で整理を行うが、土質の場合も含め粘体層の疲労試験では10^3回程度の負荷回数範囲で定性的傾向が求められているにすぎない。そこで応力負荷回数、負荷時間を拡大して実験を行うため、疲労試験では5~300Hzの振動によりくり返し負荷応力を粘体層に作用できる装置を試作した。そして負荷回数の拡大とともに、動的特性についても併せて考察した。</p> <p>使用した試料は、関東D-4粘土、溶融プルミナ粘土、石灰粘土、ライト-ス粘土等を用い、温度、湿度の条件は、$20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$、50%~55%の範囲でほぼ一定に保ち、行った。二章以下でもこの実験条件は固定した。</p> <p>得られた粘体層の疲労、くり返し破断現象に関する負荷応力-寿命関係から、本試験範囲(負荷回数10^6回、負荷時間10^4秒)では、破断の起きない応力の限界値(耐久限)の存在が確認された。また寿命分布を統計的に解析したところ、寿命分布がWeibull分布により記述できた。寿命分布を試料間で比較したところ、単調負荷による破断強度分布とは傾向が異なることが確認され、耐久限値および寿命分布により粘体層の時間依存型破断現象がCharacterizeできると考えられた。</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷 秀博
<p>る。</p> <p>一章では、寿命値、すなわち破断現象の最終状態に着目したことから、第二章では、負荷開始から破断に至るまでの疲労、クリープ破断過程を考察するため、負荷による生じる変位量の増加過程および基準となる単調負荷による静的引張り破断試験での応力-変位関係の解析を行い、三章以下の考察で用いる基本的な実験式を得た。</p> <p>まず静的引張り試験での応力-変位関係の整理により、クリープ破断寿命分布から静的強度のばらつきの影響を小さくする関係式を求めた。一方、クリープ、疲労破断に至るまでの変位量の増加過程は、変形速度が低下し続ける区間Ⅰ、変形速度がほぼ一定の区間Ⅱ、変形速度が増加し破断に至る区間Ⅲの三区間に区分されることが確認された。そして各区間の変形挙動から非破断状態で寿命値が推定できる実験式を得た。また、各区間終了時、および破断時の累積変位量は、寿命値の増加に比して増大し、累積変位量では、疲労、クリープ破断条件が求められないことが示された。</p> <p>そこで第三章では、時間依存型破断現象の破断条件の考察のため、二章の結果を用いてクリープ破断に至るまでの部体層強度の低下過程を測定した。また、内蔵、棒さか</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷秀博
------	-----	---	----	------

耐久限以下の疲労履歴を受けた粘体層強度が逆に増加する現象を確認し、この増加現象が耐久限の存在機構と関連をもつことを指摘したことから、耐久限以下のクリープ引張り応力履歴を受けた粘体層強度の経時変化を測定し、両者の結果から、破断条件の考察を試みた。

まず、耐久限以上のクリープ応力による粘体層強度低下過程は、変位量増加過程と定性的に対応していることが確認された。例えば、全過程の3~40%を占める区間Iでは強度の低下が確認されず、区間IIに達してから開始し、強度低下の開始にはある程度の応力の作用時間が必要であることが示された。

一方、耐久限以下の引張り応力履歴を受けた粘体層の強度増加現象は、引張り応力ゼロの場合にも発生し、引張り応力値にはほとんど無関係であることから、主に粘体層の予圧密、除荷操作に関連して発生するものと予測された。したがって、クリープ引張り応力の作用としては、負荷応力を耐久限近傍の臨界応力 σ_{cr} 以上に設定した場合に発生する強度低下作用が中心である。この σ_{cr} 以上の応力範囲では、強度増加現象と釣り合、見掛け上強度変化が表れない負荷応力値の存在が確認された。

以上の結果より引張り応力による強度低下開始条件は、

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷 孝博'
<p>応力が臨界応力 σ_{cr} を超えることとともに 臨界応力 σ_{cr} を越える 応力の作用時間が条件として存在するという仮定が立てられた。そこで 準静的くり返し負荷試験など 応力の負荷形式を変えて、強度 \times 応力-寿命関係を測定したところ この二条件により、低い応力負 荷速度による準静的な条件では現象の定性的傾向が説明で きた。</p> <p>次に 第四章では、前章で圧密、除荷操作に関連して発生する と予測された時間の経過に伴う強度増加現象の解析を試み た。この現象は、耐久限を決定する上でも、実際の構体のハンドリ ングにおいても、重要な現象である。</p> <p>そこでまず、強度増加現象が圧密、除荷操作に関連して 発生することを確認した後、構体層圧密に関する種々のレオロ ジ-挙動（クリープ圧密、圧密、除荷によるクリープ回復、応力緩和 現象）を解析し、各々の圧密履歴を受けた構体層強 度の経時変化を測定した。クリープ圧密による強度増加過程 は、顕著な空隙率変化を伴う区間(A)と伴わない区間(B)に 分けられ、区間(B)に達してからクリープ回復を行くと、圧密を 続けた場合と変わらない強度増加が確認された。さらに 長時間のクリープ回復後、再圧密を行うと強度が回復履歴 を知らないか、場合の強度まで低下することなどから、強度増</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷秀博
------	-----	---	----	------

加現象が空疎率など巨視的な変化には表れない微視的な不安定構造の安定化などに起因することが予測された。

以上の結果に基づいて第五章では、クリープ、くり返し引張り負荷試験および圧密履歴を受けた粉体層の強度測定試験、さらに高速負荷試験など強度の時間依存型変化が存在する条件での粉体層強度と変形挙動の統一的な記述を試みた。まず耐ス限以下のクリープ変形過程にレオロジーモデルを適用したところ、強度低下作用が表れる臨界応力 σ_{cr} 以上の応力範囲では、変形抵抗を表す係数が低下を示した。ここで粉体層の強度変化に伴い、変形挙動を表す変数が変化するという仮定をレオロジーモデルに与え、クリープ破断に至るまでの変形過程を解析した結果、強度と係数の変化の間に一次の相関があることが確認された。さらにくり返し負荷により測定される可逆変形挙動や、圧密履歴を受け強度増加が確認された粉体層の応力-変位関係等についてモレオロジーモデルにより同様の解析を行ったところ、臨界応力 σ_{cr} 付近で変形挙動に変化が表れ、強度と変形挙動を表す変数の間に相関の存在が確認された。したがって臨界応力 σ_{cr} は、比較的多くの応力負荷条件に共通する一種の降伏値であり、強度と変形挙動の関係を仮定する

主論文の要旨

報告番号	※甲第	号	氏名	神谷秀博
<p>ことにより、いくつかの時間依存型現象が統一的に記述できることを示した。</p> <p>以上の結果に基づいて終章では、本研究の中で得た結論の中で特に注目される点として「降伏応力の存在」、<u>「圧縮履歴による強度増加現象」</u>、「強度と構成関係（応力-変位関係）の関連の存在と定量的記述」などをあげ、物体層の微視的構造変化などを考慮して強度増加現象や降伏応力の存在機構を説明すること等が今後の課題としている。</p> <p>またこのことから、時間依存型現象は、物体層力学の分野で今後重要であると言われている。層構造や粒子の相互作用の解明への問題提起も含んであり、今後の物体層力学の体系化において重要な柱の一つと思われる。</p>				