

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-200555

(P2005-200555A)

(43) 公開日 平成17年7月28日(2005.7.28)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>C10L 3/06</b>	C10L 3/00	4H006
<b>C07C 7/20</b>	C07C 7/20	
<b>C07C 9/04</b>	C07C 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-8612 (P2004-8612)	(71) 出願人	800000013 有限会社山口ティール・エル・オー 山口県宇部市東梶返1丁目10番8号 常盤工業会館内
(22) 出願日	平成16年1月16日 (2004.1.16)	(74) 代理人	100080539 弁理士 高木 義輝
		(72) 発明者	兵動 正幸 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学工学部
		(72) 発明者	中田 幸男 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学工学部
		(72) 発明者	吉本 憲正 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口大学工学部
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスハイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置、並びにその力学試験用供試体

## (57) 【要約】

【課題】 地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を、簡素、且つ安価な装置により作成でき、又、力学試験用供試体として好適なガスハイドレート堆積物を作成できる、ガスハイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置を提供し、力学試験用供試体に好適な、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体を提供することを目的とする。

【解決手段】 先ず、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合することによって、地盤中に存在するガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した混合物を作成し、しかる後、その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持して、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持する。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物の作成方法であって、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合し、該混合物を、該地盤中を模擬する応力状態及び温度状態にして、該混合物が安定するまで、該応力状態及び温度状態を保持することを特徴とするガスハイドレート堆積物の作成方法。

**【請求項 2】**

予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合する工程と、該混合物を、所定の温度に冷却されたモールドに充填する工程と、該充填した混合物に該地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しながら、該混合物の温度を該地盤中における温度状態を模擬する温度に昇温させる工程と、該混合物が安定するまで、該応力状態及び温度状態を保持しガスハイドレート堆積物を生成させる工程と、を有することを特徴とする請求項 1 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

10

**【請求項 3】**

前記生成工程の後に、前記ガスハイドレート堆積物を氷点以下の所定の温度に冷却する工程と、該冷却されたガスハイドレート堆積物を大気圧下に減圧する工程と、を更に有することを特徴とする請求項 2 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

20

**【請求項 4】**

前記生成工程中、前記ガスハイドレートから溶解した余剰水を物理的に分離脱水する処理が行われることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

**【請求項 5】**

前記地盤中における応力状態を模擬し負荷する圧力は、前記ガスハイドレートを生成し得るガスによるガス圧であって、前記生成工程中、該ガスと前記ガスハイドレートから溶解した余剰水とが反応し新たなガスハイドレートの生成が行われることを特徴とする請求項 2 乃至請求項 4 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

30

**【請求項 6】**

前記氷点以下の所定の温度は、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体が大気圧下において概ね安定的に存在し得る温度であり、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体と土砂等の粒状体或いは粉体との混合は、大気圧下で行う混合であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

**【請求項 7】**

前記地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体は、予め、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体を冷却する氷点以下の所定の温度と概ね同じ温度に冷却されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

**【請求項 8】**

前記地盤中を模擬する混在状態になるようにして行う混合は、概ね均一になるようにして行う混合であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

40

**【請求項 9】**

前記混合物が安定したかどうかの判定は、該混合物の体積変化率を指標として行う判定であり、該体積変化率が所定のしきい値以下になったとき、該混合物が安定したと判定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 8 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

**【請求項 10】**

前記地盤中における応力状態を模擬し混合物に負荷する圧力及び荷重は 3 ~ 20MPa であり、前記地盤中における温度状態を模擬する混合物の温度は 1 ~ 10 であり、前記氷点以下

50

の所定の温度は、氷点下10 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法。

【請求項 1 1】

地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物の作成装置であって、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合した混合物を充填するモールドと、該モールドを所定の温度に冷却するための冷却手段と、該モールドに充填された該混合物に該地盤中における応力状態を模擬する圧力及び / 又は荷重を負荷しそれを保持するための加圧手段と、該モールド及び該モールドに充填された該混合物の温度を該地盤中における温度状態を模擬する温度まで昇温させそれを保持するための昇温手段と、を有することを特徴とするガスハイドレート堆積物の作成装置。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至請求項 1 0 記載のガスハイドレート堆積物の作成方法で作成されたガスハイドレート堆積物であることを特徴とするガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体。

【請求項 1 3】

前記ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体は、概ね均一な力学的特性を有し、ガスハイドレート体積分率が73%以上であることを特徴とする請求項 1 2 記載のガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、メタンを多く含むガスハイドレートを掘削する技術を確立すべく、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現して必要な情報を取得するための技術に係り、特に、ガスハイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置、並びにその力学試験用供試体に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスハイドレートは、包接化合物（クラスレート化合物）の一種であって、複数の水分子により形成された立体籠型の包接格子（クラスレート）の中に、気体分子が入り込み包接された氷状の固体物質である。ガスハイドレートは、最初、1810年に塩素のガスハイドレートとして発見され、1930年代、シベリアなどの寒冷地に敷設された天然ガスパイプライン中でガスハイドレートが生成しパイプラインを閉塞・破損させる事故が起こり、この事故をきっかけとして、ガスハイドレートの存在が広く知られ、ガスハイドレートの研究が数多く行われるようになった。1960年代になると、地球表層付近の低温・高圧な環境下でガスハイドレートが存在している可能性が指摘され、その後、深海底の音波探査や試験掘等によって、メタンを多く含むガスハイドレート、即ちメタンハイドレート（「天然ガスハイドレート」と称されることもある。）が、永久凍土やその下の地盤中、及び大陸縁辺海域の深海底地盤中に存在することが明らかになっている。その埋蔵量は非常に膨大で、従来の化石燃料に替わる次世代のエネルギー資源として大きな期待が寄せられている。

30

40

【0003】

かかる状況下、ガスハイドレートに係る研究は、天然ガスパイプライン中でのガスハイドレートの生成を抑止し、パイプラインの閉塞・破損事故を防止するための研究に始まり、天然ガスを輸送、貯蔵するための手段として積極的にガスハイドレートを利用するための研究、更には、深海底地盤中や永久凍土の地中に存在するガスハイドレートを掘削し、そのガスをエネルギー資源として利用しようとする研究が行われている。

【0004】

ガスハイドレートの生成を抑止する技術としては、例えば、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 などが挙げられ、天然ガスを輸送、貯蔵するための手段としてガスハイドレ

50

トを利用する技術に係っては、例えば、特許文献4、特許文献5、特許文献6、特許文献7などが挙げられる。これらの技術に関しては、引用した文献に限らず、数多くの研究・開発が行われ、既に実用段階にあるとも言える。

【0005】

なお、メタンハイドレートは、上記の引用文献（例えば、特許文献7）にも示されているように、圧力と温度との所定組合せ条件下、例えば、温度を1~10℃、圧力を3~20MPaに保持した圧力容器内で、水とメタンを接触させることにより作成することができる。生成したメタンハイドレートは、圧力条件と温度条件の組合せによって解離せず安定に存在し得る領域が規定され、大気圧下で安定的な温度まで冷却し、大気圧に減圧することによって、大気圧下で安定的な粒状或いは粉状のメタンハイドレートを得ることができる。

10

【0006】

例えば、純粋なメタンハイドレートは、大気圧下では約-78℃以下で安定的であるが、メタンハイドレートの周囲に氷殻を形成することにより、氷が一種の圧力容器の役割を果たしその解離を抑制できること（自己保存効果）が知られており、-15℃~-10℃であっても貯蔵可能といわれている（例えば、特許文献6）。メタンハイドレート周囲の氷殻は、メタンハイドレート生成後の冷却工程において余剰水（「自由水」と称されることもある。）が氷結することにより形成され、安定に存在し得る温度条件は、その際の余剰水の割合などによって異なるが、通常、大気圧においては概ね-30℃であれば安定的といわれている。

【0007】

一方、深海底地盤中や永久凍土の地中に存在するガスハイドレート、特に深海底地盤中に存在するガスハイドレートを掘削し、そのガスをエネルギー資源として利用しようとする技術に関しては、未だガスハイドレートが地中にどのような状態で埋蔵されているかも明らかではなく、深海底地盤に眠るガスハイドレートを掘削する技術の確立は進んでいないのが現状である。

20

【0008】

即ち、深海底地盤中のガスハイドレートは、水深が概ね500m以深の海底地盤中という特殊な環境下に存在するため、原位置での観測や試験は非常に困難であり、又、室内試験を行うためのガスハイドレート堆積物供試体を採取するのも難しく、今後の開発に必要な情報が十分には取得できていない状況にある。特に、海底地盤に眠るメタンハイドレートの実用化に際しては、生産手法開発及び環境影響評価のいずれにおいてもその力学的特性の解明は不可欠であるが、人工的に作成したガスハイドレートを供試体とした基礎的な研究に止まっており、深海底地盤中のガスハイドレート堆積物に関しては有効な知見に乏しいのが現状である。

30

【0009】

かかる状況を受け、特許文献8には、耐圧容器の内部に地盤を模擬する土砂とガスハイドレートの原料となる水とを収容し、この容器に対し遠心力を作用させながら容器の内部を冷却し、土砂中にハイドレート化し得るガスを圧入することにより、擬似的に再現した深海底地盤中に自然に近い状態でガスハイドレートを生成しようとする技術が開示されている。この引用文献には又、マグマの熱を模擬し下方からの加熱を行いながらガスハイドレートを生成する実験や、ガス透過性の低い層を模擬した中間層を設けて行う生成実験が開示され、又、作成したガスハイドレート堆積物に対して行う音波走査による探査試験、棒体貫入による貫入抵抗試験、ドリル貫入による掘削試験などにより今後の開発に必要な情報を取得する技術が示されている。更に又、液体窒素を流し込み、再現されたガスハイドレート堆積物を凍結させ、大気圧下で安定的な温度にした後、カッタ等で切断することにより、内部に生成されたメタンハイドレートや土砂等の状態を目視により観察できることが示されている。

40

【0010】

然しながら、この従来技術は、圧力勾配を生じさせるための遠心載荷装置が必要であり、装置・システムが複雑、高価にならざるを得ないという問題がある。又、土砂中で、直

50

接、ガスと水とを反応させてガスハイドレートを生成しようとするこの従来技術では、通常、高いガスハイドレート濃度を有しその濃度が概ね均一である、深海底地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することは難しいという問題がある。

【0011】

即ち、冷却された容器に収容した土砂中で、直接、ガスと水とを反応させてガスハイドレートを生成しようとした場合、通常、容器内周面や土砂層表面など供試体の端部から反応が始まり、生成したガスハイドレートが供試体端部の土砂間隙を埋めるため、供試体中央部ではガスハイドレートが生成され難い状況になり、供試体中央部でガスハイドレートが生成されたとしてもその濃度は低いものとならざるを得ない。その結果、不均一で低いガスハイドレート濃度を有するガスハイドレート堆積物が得られることになり、深海底地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することは困難である。

10

【0012】

なお、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の生成過程、即ち、高いガスハイドレート濃度を有しその濃度が概ね均一であるガスハイドレート堆積物の生成過程は、氷河期繰返し説などの仮説はあるが、未だ明らかにされていない。従って、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の生成を厳密に再現するのは不可能であり、本発明でいう深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の再現とは、擬似的な再現を意味することはいうまでもない。

20

【0013】

特許文献8は、更に又、遠心力を作用させて生じさせた圧力勾配下でガスハイドレートを生成する技術であるが、この従来技術では、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の圧力勾配を再現するのは困難である。即ち、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の圧力勾配は、概ね堆積物密度と重力加速度との積になり、遠心力を作用させて発生させた圧力勾配は、概ね堆積物密度と遠心加速度との積になるが、この従来技術では、遠心力方向を主たる圧力勾配方向とするために遠心加速度を重力加速度より大幅に大きくする必要があり、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の圧力勾配を再現するのは困難である。従って、この従来技術では、深海底地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することは難しいという問題がある。

30

【0014】

又、特許文献8の従来技術で作成されたガスハイドレート堆積物は、その目的とするところからして当然の結果ではあるが、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体として好適に用いることはできないという問題がある。即ち、深海底地盤中に存在するガスハイドレート堆積物の力学的挙動を数値解析するモデルを構築するためには、均一な力学的特性を有する供試体を用いて力学試験を行う必要があるが、遠心力を作用させて生じさせた大きな圧力勾配下でガスハイドレートの生成を行うこの従来技術で作成されたガスハイドレート堆積物は、その大きな圧力勾配の影響を受け不均一に作成された堆積物であり、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体として好適に用いることはできない。

40

【特許文献1】特開2002-060428号公報

【特許文献2】特開2001-164276号公報

【特許文献3】特開2000-356088号公報

【特許文献4】特開2003-105362号公報

【特許文献5】特開2003-055677号公報

【特許文献6】特開2002-363579号公報

【特許文献7】特開2002-220353号公報

【特許文献8】特開2003-082372号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0015】

本発明は、地盤中に存在するガスハイドレートを掘削し利用する技術に係る上述した状況に鑑みなされたもので、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を、簡素、且つ安価な装置により作成でき、又、力学試験用供試体として好適なガスハイドレート堆積物を作成できる、ガスハイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置を提供することを第一の目的とし、力学試験用供試体に好適な、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体を提供することを第二の目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0016】

上記の目的を達成するための手段として、次のような構成のガスハイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置、並びにその力学試験用供試体を採用する。即ち、請求項1の発明は、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物の作成方法であって、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合し、該混合物を、該地盤中を模擬する応力状態及び温度状態にして、該混合物が安定するまで、該応力状態及び温度状態を保持することを特徴とするガスハイドレート堆積物の作成方法である。

10

## 【0017】

請求項2の発明は、請求項1のガスハイドレート堆積物の作成方法において、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合する工程と、該混合物を、所定の温度に冷却されたモールドに充填する工程と、該充填した混合物に該地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しながら、該混合物の温度を該地盤中における温度状態を模擬する温度に昇温させる工程と、該混合物が安定するまで、該応力状態及び温度状態を保持しガスハイドレート堆積物を生成する工程と、を有することを特徴とする。

20

## 【0018】

請求項3の発明は、請求項2のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記生成工程の後に、前記ガスハイドレート堆積物を氷点以下の所定の温度に冷却する工程と、該冷却されたガスハイドレート堆積物を大気圧下に減圧する工程と、を更に有することを特徴とする。

30

## 【0019】

請求項4の発明は、請求項2又は請求項3のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記生成工程中、前記ガスハイドレートから溶解した余剰水を物理的に分離脱水する処理が行われることを特徴とする。

## 【0020】

請求項5の発明は、請求項2乃至請求項4のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記地盤中における応力状態を模擬し負荷する圧力は、前記ガスハイドレートを生成し得るガスによるガス圧であって、前記生成工程中、該ガスと前記ガスハイドレートから溶解した余剰水とが反応し新たなガスハイドレートの生成が行われることを特徴とする。

40

## 【0021】

請求項6の発明は、請求項1乃至請求項5のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記氷点以下の所定の温度は、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体が大気圧下において概ね安定的に存在し得る温度であり、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体と土砂等の粒状体或いは粉体との混合は、大気圧下で行う混合であることを特徴とする。

## 【0022】

請求項7の発明は、請求項1乃至請求項6のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体は、予め、前記ガスハイドレートの粒状体或いは粉体を冷却する氷点以下の所定の温度と概ね同じ温度に冷却されていることを特徴とする。

50

## 【0023】

請求項8の発明は、請求項1乃至請求項7のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記地盤中を模擬する混在状態になるようにして行う混合は、概ね均一になるようにして行う混合であることを特徴とする。

## 【0024】

請求項9の発明は、請求項1乃至請求項8のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記混合物が安定したかどうかの判定は、該混合物の体積変化率を指標として行う判定であり、該体積変化率が所定のしきい値以下になったとき、該混合物が安定したと判定することを特徴とする。

## 【0025】

請求項10の発明は、請求項1乃至請求項9のガスハイドレート堆積物の作成方法において、前記地盤中における応力状態を模擬し混合物に負荷する圧力及び荷重は3~20MPaであり、前記地盤中における温度状態を模擬する混合物の温度は1~10であり、前記氷点以下の所定の温度は、氷点下10以下であることを特徴とする。

## 【0026】

請求項11の発明は、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物の作成装置であって、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、該地盤中を模擬する混在状態になるように混合した混合物を充填するモールドと、該モールドを所定の温度に冷却するための冷却手段と、該モールドに充填された該混合物に該地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しそれを保持するための加圧手段と、該モールド及び該モールドに充填された該混合物の温度を該地盤中における温度状態を模擬する温度まで昇温させそれを保持するための昇温手段と、を有することを特徴とする。

## 【0027】

請求項12の発明は、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体であって、請求項1乃至請求項10のガスハイドレート堆積物の作成方法で作成されたガスハイドレート堆積物であることを特徴とする。

## 【0028】

請求項13の発明は、請求項12のガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体において、前記ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体は、概ね均一な力学的特性を有し、ガスハイドレート体積分率が73%以上であることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0029】

本発明によれば、以下、詳細に説明するように、先ず、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体或いは粉体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合することによって、地盤中に存在するガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した混合物を作成し、しかる後、その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持して、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持することにより、混在状態と応力状態と温度状態とを模擬したガスハイドレート堆積物を作成するため、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することができる。

## 【0030】

又、本発明は、遠心載荷装置を要さず地盤中の応力状態を模擬することができるため、簡素、且つ安価な装置により、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成できる効果がある。

## 【0031】

更に又、本発明は、上述の、ガスハイドレートの粒状体或いは粉体と土砂等の粒状体或いは粉体との混合を、概ね均一になるようにして行い、その混合物を概ね均一な応力状態及び温度状態の下で一体に結合させることにより、概ね均一な力学的特性を有するガスハ

10

20

30

40

50

イドレート堆積物を作成することができるため、力学試験用供試体として好適なガスハイドレート堆積物を提供できる効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の好ましい実施の形態について説明する。なお、以下では、説明を簡明にするため、主としてメタンハイドレートについて説明するが、メタンを多く含み、炭酸ガスやプロパン、ブタンを含む実際に地盤中に存在するガスハイドレートに近い成分であっても構わない。又、深海底地盤中のガスハイドレート堆積物の作成を例として説明するが、本発明は、永久凍土やその下の地盤中のガスハイドレート堆積物の作成にも適用できることはいうまでもない。

10

【0033】

先ず、本発明の基本的な特徴について説明する。上述の特許文献8の従来技術は、擬似的に再現した深海底地盤中でガスハイドレートを生成させることにより、直接的に、地盤とガスハイドレートとが一体に結合したガスハイドレート堆積物を作成しようとするものであるが、本発明は、先ず、(1) 予め作成したガスハイドレートと土砂等を混合することによって、地盤中に存在するガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した混合物を作成するステップと、しかる後、(2) その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持して、地盤とガスハイドレートとが一体に結合したガスハイドレート堆積物を作成するステップと、大きくは二段階のステップを踏んで、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現したガスハイドレート堆積物を作成することに基本的な特徴がある。

20

【0034】

即ち、本発明の作成方法は、先ず、(1) 予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体或いは粉体(以下、代表的に「粒状体」と称する。)と、地盤を模擬する土砂等の粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合することによって、地盤中に存在するガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した、ガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合物を作成し、しかる後、(2) その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持して、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持することにより、地盤とガスハイドレートとが一体に結合したガスハイドレート堆積物を作成する、という大きくは二段階のステップを踏んでガスハイドレート堆積物を作成するのが基本的な実施の形態である。

30

【0035】

かかる実施の形態によれば、先ず、ガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した混合物を作成し、しかる後、その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態において、一体に結合させて、少なくとも土砂等との混在状態と応力状態と温度状態とを模擬したガスハイドレート堆積物を形成するため、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することができる。特に、ガスハイドレート濃度が高く且つ概ね均一であるガスハイドレート堆積物を作成することができる。

【0036】

本発明は、更に具体的には、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレート粒状体と、地盤を模擬する土砂等粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合する混合工程と、その混合物を、所定の温度に冷却されたモールドに充填する充填工程と、充填した混合物に地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しながら、混合物の温度を地盤中における温度状態を模擬する温度に上昇させる昇温工程と、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持しガスハイドレート堆積物を生成する生成工程と、を有する形態として実施することができる。又、作成したガスハイドレート堆積物を凍結させ大気圧下でハンドリング可能とするため、その生成工程の後に、ガスハイドレート堆積物を氷点以下の所定の温度に冷却する冷却工程と、冷却されたガスハイドレート堆積物を大気圧下に減圧する減圧工程と、を更に有する形態として

40

50



実施することもできる。

【0037】

以下、この工程に従って、本発明の好ましい実施の形態について更に詳しく説明する。先ず、混合工程に係り、本発明の実施に際しては、予めガスハイドレートを作成する必要があるが、その作成方法は、本発明を限定するものではなく、上述の従来技術に示された作成方法など如何なる方法を用いてもよく、例えば、メタンハイドレートは、温度を1~10程度、好ましくは1~4、圧力を3~20MPa程度、好ましくは3~10MPaに保持した圧力容器内で、水とメタンを接触させることにより作成することができ、これを大気圧下で安定的な温度まで冷却し、大気圧に減圧することによって、大気圧下で安定的な、粒状或いは粉状のメタンハイドレートを得ることができる。

10

【0038】

その予め作成されたガスハイドレート粒状体を冷却する所定の温度とは、余剰水が氷結する氷点以下の温度であって、且つ、ガスハイドレート粒状体の保管や移送、土砂等との混合、モールドへの充填などを行う圧力、即ち、ガスハイドレート粒状体が曝される圧力の中で最も低い圧力条件においてもガスハイドレートが概ね安定的である温度を意味し、例えば、大気圧下でこれらの操作を行う場合には、上述のように、自己保存効果の大きさにもよるが、-10が可能であり、特に、概ね-30程度が好ましい。

【0039】

なお、このガスハイドレート粒状体を冷却する温度の設定に際しては、保管や移送、土砂等との混合、モールドへの充填などの操作を行う際に受ける、熱伝導や熱輻射による熱負荷の影響を考慮しなければならない。即ち、これらの操作の間に受ける熱負荷により温度上昇が生じても、概ねガスハイドレートが解離せず安定的な温度にとどまるようにして、ガスハイドレート粒状体を冷却する温度を設定するのが好ましい。この冷却温度が十分でない、保管や移送、土砂等との混合、モールドへの充填などの操作の際に、安定域から外れた温度上昇が生じ、ガスハイドレートが解離し始め、ガスハイドレートと土砂等との混在状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成できなくなることがある。

20

【0040】

地盤を模擬する土砂等の粒状体は、本発明を限定するものではないが、予め、上述のガスハイドレート粒状体を冷却する温度と概ね同じ温度に冷却しておくのが好ましい。かかる冷却を行っておくことにより、ガスハイドレート粒状体との混合に際し、温度上昇によるガスハイドレートの解離を防止、或いは解離を最小限に抑えることができる。この土砂等の冷却が十分でない、ガスハイドレート粒状体との混合に際し、安定域から外れたガスハイドレートの温度上昇が生じ、ガスハイドレートの著しい解離により、ガスハイドレートと土砂等との混在状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成できなくなることがある。

30

【0041】

ガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合は、再現しようとする地盤中の混在状態になるようにして行う混合であって、例えば、概ね均一になるようにして行う混合、概ね層状の不均一性を有するようにして行う混合、その他の不均一性を有するようにして行う混合など、目的とする地盤中の混在状態を再現するようにしてその混合を実施する。特に本発明を限定するものではないが、大型のガスハイドレート堆積物を作成しようとする場合は、不均一な混合が必要になることが多く、小さなガスハイドレート堆積物を作成しようとする場合には、通常、概ね均一な混在状態とみなせるため、概ね均一になるようにしてその混合を行えば良いことが多い。なお、特に、力学的挙動を数値解析するモデルを構築するためのデータ取得を目的とした力学試験用供試体を作成しようとする場合など、均一な力学的特性を有するガスハイドレート堆積物の作成が望ましい場合には、できるだけ均一になるようにしてその混合を実施するのが好ましいことは言うまでもない。

40

【0042】

このガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合は、小さなガスハイドレート堆積物を作成しようとする場合には、スプーン等を用いて人間が行うこともでき、大型のガス

50

ハイドレート堆積物を作成しようとする場合には、粉体混合器や粉砕器、例えば、ローター混合器、ボールミルなどを用いて行うこともでき、その具体的な混合手段は、何ら本発明を限定するものではない。

【0043】

なお、得られた混合物は、必要に応じ、例えば、ガスハイドレートが安定的に存在し得る温度以下までの冷却が可能な冷凍庫の中に入れて、冷却して保管し、必要に応じてそれを取り出し、試験、調査、或いは観察することができる。

【0044】

次に、充填工程の実施の形態について説明する。この充填工程では、上述のようにして得られたガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合物を、所定の温度に冷却されたモールドに充填する。このモールドの冷却は、上述の土砂等の冷却と同様に、混合物の充填に際し、ガスハイドレートの解離を防止、或いは解離を最小限に抑えるために予め行う冷却であって、その冷却する温度は、特に、上述のガスハイドレート粒状体の冷却温度と概ね同じとするのが好ましい。このモールドの冷却が十分でないと、混合物の充填に際し、ガスハイドレートの温度上昇が生じ、ガスハイドレートの著しい解離により、ガスハイドレートと土砂等との混在状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成できなくなることがある。

【0045】

なお、本発明は、上述のガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合を、充填工程の後に行う形態として実施することもできる。即ち、例えば、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体とを、その割合が模擬する地盤中の割合になるようにして、所定の温度に冷却されたモールドに充填し、しかる後、モールド内で、そのガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合する形態として実施することもできる。

【0046】

又、予め行うガスハイドレート粒状体の作成を、モールド内で行う形態として実施することもでき、例えば、モールド内で、メタンハイドレートが生成する温度と圧力との組合せ条件下、水とメタンを接触させることによりメタンハイドレートを生成させ、これを大気圧下で安定的な温度まで冷却し大気圧に減圧することによって、ガスハイドレートの粒状体を作成し、しかる後、そのモールドに、地盤を模擬する土砂等の粒状体を、その割合が模擬する地盤中の割合になるようにして充填し、モールド内で、そのガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合する形態として実施することもできる。

【0047】

次に、昇温工程の実施の形態について説明する。この昇温工程では、上述のようにしてモールドに充填した混合物に、地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しながら、混合物の温度を地盤中における温度状態を模擬する温度に上昇させる。即ち、昇温工程では、モールドに充填した混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態とする処理を行う。

【0048】

地盤中における応力状態の模擬は、実際の深海底地盤中の水圧（例えば、3～20MPa程度）に同等の圧力と、実際の深海底地盤中の土圧（例えば、3～20MPa程度）に同等の荷重と、を共にそれぞれ負荷して行う形態の他、近似的に、実際の深海底地盤中の水圧に同等の圧力を負荷して行う形態、或いは、実際の深海底地盤中の土圧に同等の荷重を負荷して行う形態として実施することもできる。圧力負荷に際しては、水圧負荷の他、ガス圧による負荷なども可能であり、例えば、後述する如く、ガスハイドレートを生成し得るガスを加圧媒体として用いることにより、新たなガスハイドレートを生成させより高濃度のガスハイドレート堆積物を生成することもできる。

【0049】

地盤中における温度状態の模擬は、混合物を実際の深海底地盤中と同等の温度、例えば

10

20

30

40

50

、1～10 にすることによって行う。通常、この温度は0 より高く、混合工程で得られた混合物の温度は0 より低いいため、地盤中における温度状態の模擬は、混合物の温度をその所定温度まで上昇させることによって行うが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、永久凍土やその下の地盤中のガスハイドレート堆積物を作成する場合など、模擬する地盤中の温度が混合工程で得られた混合物の温度より低い場合には、当然ながら、地盤中における温度状態の模擬を、混合物を所定温度まで冷却する形態として実施するのが好ましい。

#### 【0050】

昇温工程における過渡的な応力負荷の方法は、最初から地盤中と同等の応力状態になるようにしても良く、その方が手順も簡単であり好ましいが、例えば、最初は地盤中と同等の圧力よりも大きくし、昇温完了後に地盤中と同等の圧力にする2段階負荷、或いは、温度との関係においてガスハイドレートが安定的であることを条件に、上昇する混合物の温度に対応し、多段、若しくは連続的に負荷圧力を変え、昇温完了後に地盤中と同等の圧力にする多段負荷、若しくは連続負荷など、詳細には種々の形態が可能である。なお、応力負荷する具体的な手段は、例えば、圧力負荷は、水圧、ガス圧など、荷重負荷は、重錘、油圧、遠心力など、種々の形態が可能であり、本発明を何ら限定するものではない。

10

#### 【0051】

昇温工程における過渡的な昇温の方法は、自然吸熱による昇温、強制加温による昇温のいずれでも良いが、不均一な温度上昇により、局部的なガスハイドレートの解離が生じるのを避けるため、混合物が概ね均一に温度上昇するように配慮する必要がある。例えば、力学試験用供試体など、小さなガスハイドレート堆積物を作成しようとする場合には、通常、自然吸熱による昇温が可能であり、その方が手順・装置も簡単になり好ましいが、大型のガスハイドレート堆積物を作成しようとする場合には、自然吸熱では、混合物内の温度差が大きくなり、局部的にガスハイドレート解離が生じる可能性が大きく、このようなガスハイドレートの解離が予測される際には、均一な温度上昇になるように配慮した強制加温による昇温が好ましい。なお、地盤中を模擬する温度状態は、混合物を概ね同じ温度とする均一な温度状態に限らず、例えば、マグマの熱を模擬するなど、不均一な温度状態として実施することもできる。

20

#### 【0052】

上述の過渡的な応力負荷の方法、及び昇温の方法に関り、本発明者らが今まで実施した、本発明の力学試験用供試体を用いた三軸圧縮試験結果によれば、広範囲、系統的に確認試験を行ったわけではないが、昇温工程における過渡的な応力負荷の方法や昇温の方法が、作成した供試体の力学的特性に影響を与えないという結果は得られていない。従って、通常の場合、この過渡的な応力負荷の方法や昇温の方法は、作成した供試体の力学的特性に影響を与えないものと考えられる。

30

#### 【0053】

次に、生成工程の実施の形態について説明する。この生成工程では、上述のようにして混合物に負荷した地盤中を模擬する応力状態及び温度状態を保持し、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持することにより、地盤とガスハイドレートとが一体に結合したガスハイドレート堆積物を生成させる。

40

#### 【0054】

この生成工程では、併せて、余剰水を物理的に分離脱水する処理を行う形態として実施するのが好ましい。即ち、予め作成され冷却されたガスハイドレート粒状体は、上述のように、ガスハイドレートの周囲に余剰水が形成した氷殻を有するが、通常、その余剰水の割合は深海底地盤中に存在するガスハイドレートより大きいいため、本発明の目的とするところの、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成するためには、その余剰水の分離脱水を行うのが好ましく、特に、生成工程でこの余剰水の分離脱水を行うのが好ましい。かかる余剰水の分離脱水により、高いガスハイドレート濃度を有するガスハイドレート堆積物を作成することができる。

#### 【0055】

50

例えば、ガスハイドレート堆積物の余剰水を物理的に分離脱水する処理を行う形態により、ガスハイドレート体積分率が73%以上であるガスハイドレート堆積物を作成することができる。なお、本発明でいうガスハイドレート体積分率とは、ガスハイドレート堆積物中のガスハイドレート濃度の指標であって、理論上、所定量の水が包接できる最大のガス量を基準（例えば、100%）とし、実際にその所定量の水に包接されていたガス量を相対的に表した比率である。

【0056】

余剰水の分離脱水は、例えば、特に本発明を限定するものではないが、モールドの下方に排出口を設け、余剰水をその排出口から自然流出させる形態で実施することができ、これは手順・装置が極めて簡単になる好ましい実施の形態である。又、余剰水の分離脱水は、遠心分離など強制排出させて実施することもでき、これによればより短時間で分離脱水することができる。

10

【0057】

本発明は又、地盤中を模擬する圧力負荷を、そのガスハイドレートを生成し得るガスのガス圧によって行い、生成工程中、このガスと予め作成され用いられたガスハイドレートから溶解した余剰水とを反応させ、新たなガスハイドレートを生成する形態として実施することもでき、かかる実施の形態によれば、より高い体積分率を有するガスハイドレート堆積物を作成することができる。

【0058】

生成工程では、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態を保持している間、温度状態に対応し、例えば、ガスハイドレートの周囲に形成されていた氷殻が解けて余剰水となり、その余剰水が排出され、或いは、その余剰水がガスと反応し新たなガスハイドレートを生成し、応力状態に応じ、ガスハイドレートと土砂等が凝集・結合する、などの過程が進行し、これに伴い、ガスハイドレートと土砂等の混合物の物理的・化学的な特性が変化する。この特性変化は、通常、時間と共にその変化率が減少し、最終的には全ての特性が変化しない安定した状態になるが、一般的に、その安定状態までには長時間を要するため、周知の如く、実用上、安定した状態になったと判定できる条件を設定し、その設定した判定条件に従って処理するのが好ましい。

20

【0059】

かかる混合物が安定したかどうかの判定条件としては、本発明を限定するものではないが、例えば、混合物の体積変化率を指標とし、その変化率が所定のしきい値以下になったとき、混合物が安定したと判定する形態として実施することができる。この体積変化率を指標とする形態により、特に、力学的特性に影響を受けることなく、ガスハイドレート堆積物の力学試験用供試体として好適なガスハイドレート堆積物を得ることができる。

30

【0060】

次に、以上のようにして作成したガスハイドレート堆積物を、凍結させ、大気圧下でハンドリング可能とするために実施する、冷却工程と減圧工程の実施の形態について説明する。この冷却工程・減圧工程は、特に、作成したガスハイドレート堆積物を、別な装置で試験、調査、或いは観察する際などに、大気圧下でハンドリング可能とするために実施する工程であって、引き続き、例えば、ガスハイドレート堆積物を作成したモールド内で、ガスハイドレート堆積物の試験、調査、或いは観察を行い、その保管等を要さない場合には、この冷却工程・減圧工程を要さず本発明を実施することができる。

40

【0061】

この冷却工程、減圧工程では、先ず、作成したガスハイドレート堆積物を、大気圧下で安定的に存在し得る氷点以下の所定の温度、例えば、 $-10$ 、特に、概ね $-30$ 程度に冷却し（冷却工程）、しかる後、この冷却されたガスハイドレート堆積物を大気圧下に減圧する（減圧工程）ことによって、凍結され大気圧下で安定的な、地盤とガスハイドレートとが一体に結合したガスハイドレート堆積物を得ることができる。

【0062】

なお、この冷却工程における過渡的な冷却方法や、減圧工程における過渡的な減圧方法

50

は、上述の昇温工程における過渡的な応力負荷の方法や昇温の方法と同様に、本発明者らが今まで実施した、本発明の力学試験用供試体を用いた三軸圧縮試験結果によれば、広範囲、系統的に確認試験を行ったわけではないが、作成した供試体の力学的特性に影響を与えるという結果は得られていない。従って、通常の場合、この過渡的な冷却の方法や減圧の方法は、作成した供試体の力学的特性に影響を与えないものと考えられる。

【0063】

次に、上述した本発明のガスハイドレート堆積物の作成方法を実施するための本発明の作成装置について、その実施の形態を説明する。即ち、本発明の作成装置は、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物の作成装置であって、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合した混合物を充填するモールドと、モールドを所定の温度に冷却するための冷却手段と、モールドに充填された混合物に地盤中における応力状態を模擬する圧力及び/又は荷重を負荷しそれを保持するための加圧手段と、モールド及びモールドに充填された混合物の温度を地盤中における温度状態を模擬する温度まで昇温させそれを保持するための昇温手段と、を有するのがその実施の形態である。

10

【0064】

モールドは、ガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合物を収容し、この混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持し、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を擬似的に再現するガスハイドレート堆積物を作成するための容器であり、その形状や寸法は、作成しようとするガスハイドレート堆積物に合わせ決定されるべきものであって、本発明を何ら限定するものではないが、圧力負荷の耐圧性や荷重負荷の強度を考慮すると特に円筒形状が好ましい。

20

【0065】

このモールドは、例えば、その外周に、冷媒を導通させる空間である冷媒層を設け、その冷媒層の外周に断熱層を設けられるように構成することができ、又、モールドの外周に冷媒が導通する冷媒管を装着し、その冷媒管を装着したモールドの外に断熱層を設けられるようにした構成や、モールドの円筒部材中に冷媒を導通させる冷媒通路を形成し、モールドの外周に断熱層を設けられるようにした構成などの形態として実施することができる。なお、この断熱層は、積層真空断熱、真空断熱、パーライト断熱、発泡剤断熱など、種々の周知の断熱技術が適用可能である。

30

【0066】

この冷媒層や冷媒管と、冷媒を供給する冷媒供給装置と、その間の導管とによって、ガスハイドレート堆積物作成装置の冷却手段を構成することができる。この冷媒供給装置としては、窒素冷凍機など寒冷発生装置を含み構成することができ、又、寒冷発生装置を有さず、例えば、購入等した液体窒素等を寒冷源として構成することもできる。なお、この冷却手段は、モールドを所定の温度、例えば、概ね氷点下30℃に冷却できるものであればよく、その具体的な構成は何ら本発明を限定するものではない。

【0067】

加圧手段は、モールドに充填された混合物に、地盤中における応力状態を模擬する応力を負荷しそれを保持するための手段であって、重錘や油圧、遠心力などによる荷重負荷（例えば、3～20MPa程度）、水圧やガス圧等による圧力負荷（例えば、3～20MPa程度）など、種々の周知の応力負荷技術が適用可能であり、その具体的な構成は本発明を限定するものではないが、例えば、油圧による荷重負荷では、油圧シリンダ、押圧体、油圧制御部などにより加圧手段を構成することができる。ガス圧による圧力負荷では、例えば、高圧ガスボンベや高圧ガス圧縮機を高圧ガス源（例えば、25MPa）として、加圧手段を構成することができる。

40

【0068】

又、遠心力による応力負荷も可能であり、例えば、水平面内で回転自在に支持された回転アームと、回転アームに回転力を付与する駆動モータと、回転アームの両端にそれぞれ

50

揺動自在に取り付けられたバケットと、を含む遠心載荷装置により加圧手段を構成し、そのバケットにガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合物を収容したモールドを装着して、それに遠心載荷する形態として実施することもできるが、装置・システムが複雑、高価になるという問題はある。

**【0069】**

モールド及びモールドに充填された混合物の温度を地盤中における温度状態を模擬する温度、例えば、+0 ~ 4 まで昇温させそれを保持するための昇温は、自然吸熱による昇温、強制加温による昇温、或いは、自然吸熱と強制加温を組み合わせた昇温などいずれの形態でも良く、自然吸熱により昇温させる形態としては、例えば、空調された部屋にガスハイドレート堆積物作成装置を設置し、その空調された室内大気からの吸熱により昇温させるように構成することができる。即ち、設置室の空調装置を昇温手段として、ガスハイドレート堆積物の作成装置を構成することもできる。

10

**【0070】**

強制加温により昇温させる形態としては、特に本発明を限定するものではないが、例えば、上述の冷却手段を、目標冷却温度である設定温度を変更可能に構成し、地盤中における温度状態を模擬する温度までその設定温度を変更可能にして、昇温機能を併せ持つ構成として実施することができる。即ち、冷却手段と昇温手段とを、所定の冷却機能と昇温機能とを併せ持つ冷却・昇温手段として、ガスハイドレート堆積物の作成装置を構成することもできる。

**【0071】**

なお、本発明のガスハイドレート堆積物の作成装置は、ガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合物やそれからの生成物であるガスハイドレート堆積物の、応力状態や温度状態などを計測し表示する計測表示手段を含み構成することができ、更に又、上述の冷却手段、加圧手段、昇温手段などを本発明の作成方法に従ってシーケンシャルに制御する制御手段などを含み構成することもできる。

20

**【0072】**

以上のような本発明の実施の形態によれば、先ず、予め作成され氷点以下の所定の温度に冷却されたガスハイドレートの粒状体と、地盤を模擬する土砂等の粒状体とを、地盤中を模擬する混在状態になるように混合することによって、地盤中に存在するガスハイドレートと土砂等との混在状態を擬似的に再現した混合物を作成し、しかる後、その混合物を、地盤中を模擬する応力状態及び温度状態に保持して、混合物が安定するまで、その応力状態及び温度状態を保持することにより、混在状態と応力状態と温度状態とを模擬したガスハイドレート堆積物を作成するため、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することができる。特に、ガスハイドレート濃度が高く且つ概ね均一であるガスハイドレート堆積物を作成することができる。

30

**【0073】**

又、ガスハイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合を、概ね均一になるようにして行い、その混合物を概ね均一な応力状態及び温度状態の下で一体に結合させることにより、概ね均質な力学的特性を有するガスハイドレート堆積物を作成することができる。

**【0074】**

更に又、生成されるガスハイドレート堆積物の余剰水を物理的に分離脱水する処理を行う形態とし、更には、その余剰水がガスと反応し新たなガスハイドレートを生成する形態とすることにより、生成されるガスハイドレート堆積物の余剰水の割合を地盤中に存在するガスハイドレートに合わせることができ、これにより、地盤中に存在するガスハイドレートの状態を好適に再現したガスハイドレート堆積物を作成することができる。例えば、高いガスハイドレート濃度を有しその濃度が概ね均一であるガスハイドレート堆積物を作成することができる。

40

**【0075】**

又、以上のような本発明の実施の形態によれば、遠心載荷装置を要さず地盤中の応力状態を模擬することができるため、簡素、且つ安価な装置により、地盤中に存在するガスハ

50

イドレートの状態を好適に再現したガスイドレート堆積物を作成することができる。

【0076】

なお、本発明においても、特許文献8と同様にして、地盤中に存在するガスイドレートの状態を擬似的に再現して作成したガスイドレート堆積物に対して行う音波走査等による探査試験、棒体貫入による貫入抵抗試験、ドリル貫入による掘削試験などにより、試験掘や掘削の際の深海底地盤やガスイドレートの挙動や変化を試験し、調査し、観察することができる。今後の開発に必要な情報を取得することができる。

【0077】

次に、本発明のガスイドレート堆積物の力学試験用供試体について、その実施の形態を説明する。即ち、本発明の力学試験用供試体は、上述のガスイドレート堆積物の作成方法で作成されたガスイドレート堆積物であって、特に、ガスイドレート粒状体と土砂等粒状体との混合を、概ね均一になるようにして行い、その混合物を概ね均一な応力状態及び温度状態の下で一体に結合させたガスイドレート堆積物であり、概ね均一な力学的特性を有するガスイドレート堆積物の力学試験用供試体を提供することができる。

10

【0078】

又、生成されるガスイドレート堆積物の余剰水を物理的に分離脱水する処理を行う形態とし、更には、上述のように、その余剰水がガスと反応し新たなガスイドレートを生成する形態とすることにより、高いガスイドレート濃度、特に、ガスイドレート体積分率73%以上を有し、その濃度が概ね均一であるガスイドレート堆積物の力学試験用供試体を提供することができる。

20

【0079】

以上、詳細に説明した実施の形態により、本発明は、地盤中に存在するガスイドレートの状態を好適に再現したガスイドレート堆積物を、簡素、且つ安価な装置により作成でき、又、力学試験用供試体として好適なガスイドレート堆積物を作成できる、ガスイドレート堆積物の作成方法、及びその作成装置を提供することができる。又、力学試験用供試体に好適な、ガスイドレート堆積物の力学試験用供試体を提供することができる。

。

フロントページの続き

(72)発明者 松尾 知佳

山口県宇部市常盤台2丁目1番1号 山口大学工学部

Fターム(参考) 4H006 AA02 AD40 BC10 BC11 BE60