

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4060790号
(P4060790)

(45) 発行日 平成20年3月12日 (2008. 3. 12)

(24) 登録日 平成19年12月28日 (2007. 12. 28)

(51) Int. Cl.

F I

E O 2 D 27/01 (2006. 01)

E O 2 D 27/01 1 O 1

E O 4 B 1/19 (2006. 01)

E O 4 B 1/19 A

請求項の数 28 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-508785 (P2003-508785)
 (86) (22) 出願日 平成14年6月27日 (2002. 6. 27)
 (65) 公表番号 特表2004-530822 (P2004-530822A)
 (43) 公表日 平成16年10月7日 (2004. 10. 7)
 (86) 国際出願番号 PCT/IL2002/000523
 (87) 国際公開番号 W02003/002827
 (87) 国際公開日 平成15年1月9日 (2003. 1. 9)
 審査請求日 平成17年6月27日 (2005. 6. 27)
 (31) 優先権主張番号 60/301, 133
 (32) 優先日 平成13年6月28日 (2001. 6. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505431592
 オーシャン ブリック システム (オー
 . ビー. エス.) リミテッド
 イスラエル国、ヘルゼリイア 4 6 6 6 0
 、バーゼル ストリート 1
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100072822
 弁理士 森 徹
 (74) 代理人 100087217
 弁理士 吉田 裕

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール方式の海上構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海洋の荷重負担モジュール構造体に組み立てるための3次元構造モジュール(3Dモジュール)であって、4角形の面を有する、完全なまたは一部が切り欠かれた平行6面体を構成する本体として設計され、この3Dモジュールが、前記平行6面体の頂点(Rかど)を連結する対角線(R対角線)に沿って配置した少なくとも1本の強化対角線ビーム(RDB)を備え、前記本体が前記4角形の面の一部を構成する平坦面を有し、前記RDBは、複数の3Dモジュールがそれらの平坦面に沿って相互に接合可能でかつそれらのRDBが前記モジュール構造体中に3D剛性多重4面体格子を形成し、それによって前記モジュール構造が負荷の下で多重4面体構造として振る舞うように前記平坦面において相互に組立可能であるように、別の3DモジュールのRDBに強固に組み立てる手段を含み、前記平行6面体の、Rかど以外の少なくとも1つのかどが切欠き表面に沿って切り欠かれており、該3Dモジュールの切欠き表面および/または平行6面体の面のうちの少なくとも2つが、トンネルによって相互連結され、前記平行6面体の、Rかど以外の4つのかどが4つのそれぞれの切欠き表面に沿って切り欠かれ、かつ該平行6面体の中心付近で交わってテトラポット形状を成す4つのトンネルによって相互連結される、3Dモジュール。

【請求項 2】

請求項1に記載の3Dモジュールにおいて、前記少なくとも1本のRDBが強化要素を含む、3Dモジュール。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記少なくとも 1 本の R D B と前記 R 対角線が、前記平行 6 面体の面上に配置される、3 D モジュール。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記平行 6 面体が立方体である、3 D モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記切欠き表面および前記トンネルは、前記 R D B を収容する前記 3 D モジュール部分が前記 R 対角線に沿って延在する均一な断面のビームとして本質的に形成されるように造形される、3 D モジュール。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記切欠き表面および前記トンネルが、平行 6 面体の辺に平行に延びる支柱のための自由通路を設けるように造形される、3 D モジュール。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記切欠き表面の少なくとも 1 つが平面的な表面である、3 D モジュール。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記少なくとも 1 つの切欠き表面が、それぞれの切欠きかどを中心とする楕円面または球面的な表面である、3 D モジュール。

【請求項 9】

請求項 3 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記組み立てるための手段が、前記本体の平坦面のうちの少なくとも 1 つの中に、前記平行 6 面体の面 R 対角線において、少なくとも 1 つの凹部を備え、この少なくとも 1 つの凹部は、3 D モジュールを相互に隣接して配置するとき、別の 3 D モジュールの対応する凹部とともに空洞を画定するように配置される、3 D モジュール。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記少なくとも 1 つの凹部が、前記面 R 対角線に沿って延在する、前記平坦面上の溝である、3 D モジュール。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記少なくとも 1 つの凹部が前記平行 6 面体の R かどのうちの 1 つの中にある、3 D モジュール。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記少なくとも 1 本の R D B が強化要素を備え、これら強化要素の一部が前記少なくとも 1 つの凹部中に露出する、3 D モジュール。

【請求項 13】

請求項 9 に記載の 3 D モジュールにおいて、前記凹部が、前記空洞を封止するために、封止要素を収容する周囲溝と共に形成される、3 D モジュール。

【請求項 14】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、この 3 D モジュールが、密閉された流体密の中空容積と、この中空容積への流体の充填および抜取りを可能にする手段とを備える、3 D モジュール。

【請求項 15】

請求項 1 に記載の 3 D モジュールにおいて、この 3 D モジュールが 4 つのシェル要素から組み立てられ、各シェル要素が前記トンネルのうちの 1 つのトンネルの壁を含み、2 つのシェル要素がそれぞれ、前記平行 6 面体の面 R 対角線に沿ってそれらの縁部によって、かつ 2 つのそれぞれのトンネルの接合壁に沿って封止接合される、3 D モジュール。

【請求項 16】

請求項 3 に記載の 3 D モジュールであって、この 3 D モジュールが、前記平行 6 面体の 4 つの非隣接かど (R 1 かど) を連結する 6 本の面对角線 (R 1 対角線) に沿って延在す

10

20

30

40

50

る第1組の6本のRDBを備え、このRDBは、前記R1かどのいずれかに加えられた負荷の下で、3Dモジュールが4つの頂点で連結された6本のロッドから構築される4面体として本質的に振る舞うように、4面体を形成する、3Dモジュール。

【請求項17】

請求項16に記載の3Dモジュールであって、この3Dモジュールが、4つの非隣接かど(R2かど)を連結する、前記平行6面体の、前記R1対角線とは異なる6本の面对角線(R2対角線)に沿って延在する第2組の6本のRDBをさらに備え、前記R2かどのいずれかに加えられた負荷の下で、前記3Dモジュールが4つの頂点で連結された6本のロッドから構築される4面体として本質的に振る舞うように、第2の4面体を形成する、3Dモジュール。

10

【請求項18】

請求項17に記載の3Dモジュールにおいて、前記平行6面体の、平行6面体の辺のうちの少なくとも1つに隣接する一部分が切欠き表面に沿って切り欠かれる、3Dモジュール。

【請求項19】

請求項17に記載の3Dモジュールにおいて、前記平行6面体に2個から12個までのトンネルがくり抜かれ、各トンネルが平行6面体の辺のうちの1つから始まり、すべてのトンネルが平行6面体の中心付近で交わる、3Dモジュール。

【請求項20】

請求項19に記載の3Dモジュールにおいて、前記トンネルは、前記RDBを収容する3Dモジュールの一部が前記R1対角線と前記R2対角線に沿って延在する均一な断面のビームとして本質的に形成されるように造形される、3Dモジュール。

20

【請求項21】

請求項17に記載の3Dモジュールであって、この3Dモジュールが、モジュール要素から組み立てられ、これらモジュール要素のうちの少なくとも1つがR1対角線に沿った1本のRDBとR2に沿った1本のRDBとを備え、前記平行6面体の面に沿って配置した6つのモジュール要素から3Dモジュールを組み立てることができる、3Dモジュール。

【請求項22】

請求項17に記載の3Dモジュールであって、この3Dモジュールが、前記R1対角線と前記R2対角線の交点に連結した第3組の12本の対角線(R3対角線)をさらに備え、この第3組の対角線は、3Dモジュールが、負荷の下で、1つの8面体の回りに配置した8個の4面体から構築した多重4面体構造として本質的に振る舞うように8面体を形成する、3Dモジュール。

30

【請求項23】

請求項22に記載の3Dモジュールであって、この3Dモジュールが、モジュール要素から組み立てられ、これらモジュール要素のうちの少なくとも1つが、R3対角線に沿った1本のRDBと、2本のR1対角線に沿った2本のRDBの一部と、2本のR2対角線に沿った2本のRDBの一部とを備える、3Dモジュール。

【請求項24】

請求項22に記載の3Dモジュールであって、この3Dモジュールが、モジュール要素から組み立てられ、これらモジュール要素のうちの少なくとも1つが、R3対角線に沿った1本のRDBの一部と、2本の対角線に沿った2本のRDBの一部とを備える、3Dモジュール。

40

【請求項25】

請求項1に記載の3Dモジュールを組み立てるための構造シェル要素であって、該3Dモジュールは4面体形状を成す6本のRDBが連結した4つの前記Rかどと、前記Rかど以外の前記平行6面体の4つのかどであって、4つの前記それぞれの切欠き表面に沿って切り欠かれ、かつ平行6面体の中心付近で交わってテトラポット形状を成す4つのトンネルによって相互連結された4つのかどとを備え、この構造シェル要素は縁部が前記RDB

50

の一部を含む概ね３角形の形状であり、前記トンネルの１つのトンネルの壁と、３Ｄモジュールの平坦面を形成する３つの概ね平坦な壁とを有し、２個のこのようなシェル要素が前記平行６面体の面Ｒ対角線に沿ってそれらの縁部によってかつそれらのトンネルの壁の接合部に沿って接合でき、４個のこのようなシェル要素が組み立てられて３Ｄモジュールを形成可能である、構造シェル要素。

【請求項２６】

請求項２５の３角形の構造シェル要素から請求項１に記載の３次元構造モジュールを製造する方法であって、

（ａ）４個の前記シェル要素を４つのそれぞれのシェル成型用型枠で成型する工程と、

（ｂ）前記ＲＤＢを含む前記シェル要素の縁部を互いに隣接させて前記成型用型枠のうちの３つを第４の成型用型枠の回りに配置し、そして、ヒンジによって前記３つの成型用型枠の対応する縁部を前記第４の成型用型枠の隣接縁部に結合する工程と、

（ｃ）前記３つの成型用型枠を持ち上げて、これらを前記ヒンジ回りに旋回させることによって３Ｄ４面体構造を組み立てる工程と、

（ｄ）３次元構造モジュールが、それを前記型枠から解放するときを得られるように、前記面Ｒ対角線に沿った、前記シェル要素の縁部間の接合部を接着し、前記トンネルの壁の間の接合部を接着する工程とを含む方法。

【請求項２７】

請求項２６に記載の、３次元構造モジュールを製造する方法において、前記工程（ａ）が、各シェル要素のための３つの平面壁を予め成型し、これら平面壁を前記４つの成型用型枠中に載置することによって実施される、方法。

【請求項２８】

請求項２６に記載の、３次元構造モジュールを製造する方法において、この３次元構造モジュールが、シェル要素間に形成した密閉の流体密の中空容積と、この中空容積への流体の充填および抜取りを可能にする手段とを備え、前記（ａ）と（ｂ）の工程が、成型用の浮型枠にバラストを入れ、均衡させ、これらから３Ｄモジュールを解放する追加の工程まで、この３Ｄモジュールと一体に保持される成型用の浮型枠を使用することによって実施される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、組立式モジュールから陸上および海上で大規模な構造体および基盤構造体を構築する方法および手段に関する。

【背景技術】

【０００２】

海上および海岸に建設する際の１つの好ましい方法は、プレキャスト式（組立式）鉄骨鉄筋コンクリート要素を組み立てることである。これらの要素を浮遊させることも好ましい。浮コンクリート構造体の利点は、使用材料の経済性（コンクリートは海上環境に非常によく適する）、工事段階での曳航に加えて、恒久的に浮かべておくためにコンクリート構造体を浮遊させることが容易でありながら、それらは恒久的な設備として十分に重厚である点、そしてそれらは貯蔵空間ともなり得る点にある。コンクリート構造体は、便利で安全な場所で建造し、次いで設置現場まで浮遊させることができる。このような方法は、建設現場のために高価な陸上を占有するのを回避する利点によって用いられる。たとえば設置現場が天候に大きく左右されても、好条件の短い時間帯に迅速に設置することが可能である。

【０００３】

浮揚性および非浮揚性コンクリート構造体の応用例の範囲は極めて広範で、

原油の探査、掘削、および生産足場、ＬＰＧ基地；

舢舨、船舶およびヨット用浮ドック；

浮いているかまたは大洋底上に基礎をおく、人工島、空港、発電所、工業プラント、

ホテル、ショッピング・センタ、橋、半潜水式トンネル、灯台、防波堤などがある。

【 0 0 0 4 】

大規模構造体は、現場打ちジョイントまたはマッチ・キャスト（突き合せ打ち）ジョイントによって一体化されるプレキャスト式構成要素から組立て可能である。プレキャスト要素と現場打ち要素の組合せを応用することも可能である。プレキャスト方式によって高強度のコンクリートの薄いセクション（部分）が得られる。

【 0 0 0 5 】

追加的な利点は、プリキャスト構成要素をモジュール方式にすることによって、すなわち、構造体を複数の大型で、基本的に同一のモジュールから組み立てるときに得られる。したがって、日本国特許第 0 1 1 2 7 7 1 0 号明細書は、直径約 1 0 メートルおよび深さ約 5 メートルの、丸い底を有する中空のモジュールから、足場または人工島などの海上構造体を構築する方法を開示する。これらのモジュールは、長方形または六角形の箱、もしくは円筒などの形状を取り得る。これらを浮揚させることによって位置決めし、次いで曳航し、かつ 1 つの大規模な海上構造体に連結できる大規模な浮遊集合として水平面内の 1 つまたは 2 つの方向に組立て可能である。

【 0 0 0 6 】

日本国特許第 0 2 1 2 0 4 1 8 号明細書は、大型の中空 T 字形ブロックから海上構造体の土台を構築する方法を開示する。これらのブロックは、連結側のあり形垂直溝と杭用の垂直井筒を有する。これらのブロックを工事現場まで曳航して定位置に沈める。隣接する要素が、あり形垂直溝中に挿入してある鉄骨または鉄筋コンクリートの形材によって連結され、支持杭が、垂直井筒に通して海底中に打ち込まれる。接合部は、モルタルまたはグラウトの注入によってあり形溝中に形成される。

【 0 0 0 7 】

米国特許第 3 , 7 9 9 , 0 9 3 号明細書は、埠頭組立用のプリストレス・コンクリートの浮モジュールを開示する。このモジュールは、長方形の箱のような形状であり、浮揚材料からなるコア、この箱の縁部に沿ってプリテンション式の鋼材ストランド、および隣接モジュールを 1 列に接合するためのブラケットを有する。

【 0 0 0 8 】

米国特許第 5 , 1 0 7 , 7 8 5 号明細書は、浮ドック、浮防波堤、そして同様のものに使用する同じくコンクリート製の浮モジュールを説明する。この箱形状のモジュールは、1 組の平行な辺に沿って埋め込んだ一体型の管状裏打ち材を有する。テンション鋼鉄ケーブルがこれらの管状裏打ち材を貫通し、直列の関係で、1 列の数個のモジュールを加圧状態に維持する。数列のモジュールと相互連結するために、同様の管状裏打ち材を横断方向に設けることができる。さらに別の同様なコンクリート・モジュールが、米国特許第 6 , 1 9 9 , 5 0 2 号明細書に開示されており、その特許ではモジュールが同じく箱のような形状を有するが、隣接モジュールとのより安定した相互位置決めを確実に行うように、わずかに凹面の当接側面を有する。それぞれのモジュールには、相互にずらした 2 つの平面内に、2 組の交差する連結ケーブルのための通路が設けてある。

【 発明の開示 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、立方体または箱状モジュールを容易に組み立てて、数多くの構造モジュールを多重 4 面体構造に組み立てる方法を提供する。具体的には、完全なまたは一部を切り欠いた 4 角形の面を有する平行 6 面体を構成する 3 次元構造モジュール（3 D モジュール）から組み立てられた荷重負担モジュール構造体が提供される。3 D モジュールは、前記面に沿って相互に接合する。3 D モジュールは、平行 6 面体の頂点（R かど）を連結する対角線（R 対角線）に沿って配置された強化対角線ビーム（R D B）を備える。R D B は、モジュール構造体の 3 D 多重 4 面体格子を形成し、それによってモジュール構造体が負荷の下で多重 4 面体構造として振る舞う。

【 0 0 1 0 】

本発明の第2の態様によれば、強化要素を含む少なくとも1本のRDBを備える、上記モジュール構造体に組み立てるための3Dモジュールが提供される。3Dモジュール中のRDBは、面R対角線に沿っておよび/または本体R対角線に沿って、および/または元の平行6面体の面の中心を連結する対角線に沿って配置され得る。単一の3DモジュールのRDBは、必ずしも完全な4面体または8面体を形成しないが、それらのRDBは完成したモジュール構造において構成される。

【0011】

3Dモジュール(基本モジュール)の1つの好ましい実施例は、平行6面体の4つの非隣接かど(R1かど)を連結する6本の面对角線(R1対角線)に沿って延在する1組の6本のRDBを備える。これらのRDBは、基本3Dモジュールが、R1かどのいずれかに加えられた負荷の下で、4つの頂点で連結された6本のロッドから構築される4面体として実質的に振る舞うように4面体を形成する。

10

【0012】

好ましくは、平行6面体のその他の4つのかど(角部)が4つのそれぞれの切欠き表面に沿って切り欠かれ、また切欠き表面は、平行6面体の中心で交わりテトラポット形状を成す4つのそれぞれのトンネルによって相互連結される。

【0013】

好ましくは、切欠き表面は、それぞれの切欠きかどを中心とする楕円面または球面形状であるが、任意の湾曲したまたは平面的な形状もあり得る。特に、切欠き表面およびトンネルは、RDBを収容する3Dモジュールの一部が均一な断面のビームとして本質的に形成されるように造形可能である。あるいは、切欠き表面およびトンネルが、平行6面体の辺に平行な垂直支柱のための自由通路を設けるように造形可能である。

20

【0014】

本発明の3Dモジュールの別の実施例では、切欠きかどを有さず、モジュールが、4つの非隣接かど(R2かど)を連結する、箱体の、R1対角線以外の6本の対角線(R2対角線)に沿って延在する第2組の6本のRDBをさらに備え、それによってR2かどのいずれかに加えられた負荷の下で、この3Dモジュールが4つの頂点で連結された6本のロッドから構築される4面体として本質的に振る舞うように、第2の4面体を形成する。このような二重3Dモジュールは、平行6面体の一部をその辺に隣接して切り欠くことが可能であるし、または平行6面体にトンネルをくり抜くことも可能であり、それぞれのトンネルは辺の1つから始まって、すべてのトンネルが平行6面体の中心付近で交わる。二重モジュールは、RDBを収容するモジュールの一部が、R1対角線とR2対角線に沿って延在する均一断面のビームを形成するように切り欠くことが可能である。二重3Dモジュールは、6個のモジュール要素から組立て可能であり、それぞれのモジュール要素は、R1対角線に沿ってRDBとR2対角線に沿ってRDBとを備える。

30

【0015】

本発明のさらに別の実施例、すなわち、「多重」3Dモジュールが、二重3Dモジュール中に組み込まれた2組のRDBを備えるが、R1対角線とR2対角線の交点を連結する12本の対角線(R3対角線)に沿って延在する第3の組の12本のRDBをさらに備える。R3対角線は、負荷の下で、「多重」3Dモジュールが、1個の8面体回りに配置された8個の4面体から構築された多重4面体構造として本質的に振る舞うように、8面体を形成する。「多重」3Dモジュールは、12個のモジュール要素から組立て可能であり、それぞれのモジュール要素は、R3対角線に沿った1本のRDBと、2本のR1対角線に沿った2本のRDBの一部と、2本のR2対角線に沿った2本のRDBの一部とを備える。

40

【0016】

したがって、本発明は、4面体または8面体の格子(図3および下の図4参照)のような形態でロッドおよび頂点コネクタから組み立てられた構造体は非常に安定かつ強固であるという知られた構造力学の原理に基づいている。これらの構造体の原理的利点は、頂点に加わる外部負荷はいずれもロッドの軸方向荷重として分布されることにある。したが

50

って、ロッドは圧縮力または張力のみ作用し、曲げ、ねじりモーメント、または剪断ひずみに作用しない。このような複数の、たとえば、4面体のいくつかのレイヤ（図4）を備える多重4面体構造に組織された形態によって、1つの頂点からの局部荷重が非常に迅速かつ均等に近傍の頂点およびより遠隔の頂点にも分布される。こうした理由で、このような多重4面体構造を土台（たとえば、海底）に面するすべての頂点で支持する必要がないばかりか、橋のように、いくつかの無補強頂点を許容することができる。多重4面体構造は、数多くの重複連結部を有する、すなわち、さほどの剛性を失うことなくロッドのうちの幾本かを取り外すこともできる。したがって、このような構造体は、いくつかの部材が、たとえば、事故、衝突、または他の局部破壊の際にいくつかの部材が構造的な損害を受けることがあっても極めて信頼性がある。しかも、多重4面体構造は開放型でかつ同形であり、単にロッドと頂点コネクタを追加するだけで無制限にすべての方向に拡張可能である。実際に、レイヤの数が増加すると、この構造体は、剛性壁を備える発泡体材料（非常に大きな空洞を有する）のように振る舞う。このような材料は、優れた重量対負荷比を有する。

【0017】

RDBは、鋼鉄ロッドのような要素によって強化可能である。RDBはプレテンション式またはポストテンション式でもよい。本発明の3Dモジュールは、平行6面体の面上に、そのR対角線において、凹部を有し、これらの凹部は、2個のモジュールを相互に隣接して配置するとき、他方の3Dモジュール上の同様の凹部と、空洞を画定するように配置される。空洞は、2個のモジュールを相互に固着する連結要素を収容する役割を果たす。このような凹部は、R対角線に沿って延在する溝の形態を取り得るか、または平行6面体のRかどの中もしくはR対角線に沿った他の箇所の中に形成可能である。好ましくは、連結をより適切にするために、RDBの強化要素、すなわち、鋼鉄ロッドの一部を凹部中に露出させる。これらの凹部は、空洞を封止するために、膨張式ガスケットなどの封止要素を収容する周囲溝と共に形成される。

【0018】

本発明のさらに別の実施例では、3Dモジュールが密閉された流体密の中空容積を備え、この中空容積の充填および抜取りを可能にする弁を有する。中空容積は、この中空容積の少なくとも一部に空気が充填されると、3Dモジュールが水中に浮揚できるような大きさであることが好ましい。

【0019】

基本3Dモジュールは、中空容積を封入する構造シェルを構成することが好ましい。このシェルは、概ね3角形の形状を有する4個のシェル要素から組立て可能であり、それぞれのシェル要素は、トンネルの1つとRDBの一部を備え、シェル要素のそれぞれの対は、平行6面体のR1対角線の1本に沿ったそれらの縁部によって、かつ2つのそれぞれのトンネルの接合部に沿って封止接合される。

【0020】

本発明の第3の態様は、

- a) 4個のシェル要素を4個のそれぞれのシェル成型用型枠中で成型する工程と、
- b) 成型用型枠の3個を水平面内で第4の成型用型枠の回りに配置し、かつヒンジ手段によって第4の成型用型枠の縁部に3個の成型用型枠の縁部を結合する工程と、
- c) 3個の成型用型枠を持ち上げ、かつこれらをヒンジ回りに旋回させることによって3D4面体構造を組み立てる工程と、
- d) 中空の流体密の3D構造モジュールを得るために、R1対角線に沿ったシェル要素の縁部間の接合部を接着する工程およびトンネル間の接合部を接着する工程とを含む3D構造モジュールの製造方法を提供する。

【0021】

好ましくは、最初にそれぞれのシェル要素のための3つの平面壁を成型し、次いで平面壁をシェル要素のための成型用型枠中に配置することによって工程(a)を実施する。海上構造体では、成型用の浮型枠にバラストを入れ、均衡させ、かつこれらから3Dモジュ

10

20

30

40

50

ールを解放するまで、３Ｄモジュールと一体に保持される成型用の浮型枠を使用することによって、（ａ）から（ｄ）までの工程を実施することが好ましい。

【００２２】

本発明の第４の態様は、

ａ）少なくとも２個の３Ｄモジュールを、運搬する工程、そしてこれらのそれぞれの平行６面体が共通のＲ対角線を有しかつそれらの間に空洞を画定するように相互に隣接しかつ位置合わせして固定する工程と、

ｂ）３Ｄモジュールを一体に結合するために、空洞の中に接合要素を形成し、それによって負荷の下で、本質的に多重４面体構造として振る舞う力学的な構造体を得る工程とを含む、３Ｄ構造モジュールから陸上または海上構造体を組み立てる方法を提供する。

10

【００２３】

いくつかの３Ｄモジュールを一体に組み立て、次いで運搬し、かつ別のこのような組立体に固定することができる。

【００２４】

構造体が海中構造体であり、かつ中空容積を有する浮揚性３Ｄモジュールを使用するとき、３Ｄモジュールを所定の場所の上方まで浮遊状態で移動させ、かつ他の任意適切な手段で容易に制御して水を中空容積に充填することによって所定の場所に沈めることができる。

【００２５】

構造体を地面または海底の上に組み立てるとき、垂直の支柱を挿入するために３Ｄモジュール中に形成した空間に垂直の支柱を挿通することによって、構造体を局部的に強化することができる。

20

【００２６】

本発明の第５の態様は、水中に沈めた構造体の２つの隣接するモジュールの間の密閉空間中に成型接合部を形成する方法を提供する。これらのモジュールは、密閉空間を取り囲む狭い間隙によって分割され、この狭い間隙によって周囲の水が密閉空間中に流入可能である。本方法は、

ａ）密閉空間と、（１）圧搾空気の供給源と、（２）流動性の凝固材料と、（３）周囲の水との間を流体連通するための導管を設ける工程と、

ｂ）狭い間隙中に、密閉空間を取り囲みかつ加圧流体の供給源に接続される１つまたは複数の膨張式のチューブ形ガスケットを設ける工程と、

30

ｃ）密閉空間を取り囲む狭い間隙を封止するために加圧流体でガスケットを膨張させる工程と、

ｄ）導管（１）を介して加圧空気を供給することによって、導管（３）を介して水を密閉空間から追い出す工程と、

ｅ）導管（２）を介して密閉空間に凝固材料を充填する工程と含む。

【００２７】

モジュールは密閉空間の一部を構成する凹部を有することができ、また工程（ａ）における導管は、隣接モジュールの製造時に組込み可能であるか、または隣接モジュール中の狭い間隙もしくは表面溝によって形成可能である。モジュール中に形成された溝中にガスケットを収容し、密閉空間を取り囲むことが可能であり、狭い間隙中に相互に対向して２組のガスケットを隣接モジュールに固着し、２組の対向するガスケットの一方がたとえ膨張しなくても空隙を封止可能にすることができる。本方法は、任意の建造物間の接合部を成型するのに適している。

40

【００２８】

本発明は、組立式モジュールから海上および陸上の構造体ならびに基盤構造体を構築する効果的な方法を提供し、特に、

構造体は、箱状モジュールを、それらの水平または垂直の面を有利に使用して積み重ねることによって組み立てられること、

組立構造体は、適切な配置で埋設された、強化対角線ビームから構築された空間的な

50

構造的骨組みであり、モジュール間の構造的連結部によって、構造体中に連続的な強化ビームが備わり、かつ局部荷重が構造体の大きな区域および土台に分布されること、

構造体は、基礎を成す地面（たとえば、海底）中の窪みまたは不均一な土台を橋架できること、

構造体は、非常に信頼性があり、かつ多くの構造的部材の損害に耐え得ること、

構造体は、相対的に軽量であり、かつ地震地帯、軟弱地、または流砂地での建設に適していること、

構造体は、容易な水路運搬と、浮揚および充填による組立てのために浮力を与える大きな中空容積を有し、この容積は貯蔵容器としても利用できること、

モジュールは大きなトンネルを含み、水流がこの組立構造体を通過できること、

モジュールはシェル構造として構築され、構造材料を効率的に使用すること、

モジュールは、浮型枠中で成型する同一のシェル要素から製造され、同じ型枠をモジュールの組立てと水路運搬のために有利に使用可能であること、

本方法は、人工島を建設し、既存の島を拡張し、また海に新たな土地を干拓するのに適切であり、本方法は、大規模な土木工事（廃棄された石切場の再開発など）で広範囲に土壌を投入する代わりに代用物（全部または一部）として応用可能であり、さらに本方法は、橋、ダム、埠頭、防波堤などの建設に使用可能であることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

本発明を理解しかつ実施において本発明が如何に実施可能であるかを見るために、ここで添付の図面を参照して、非限定的な例としてのみ 1 つの好ましい実施例を説明する。

【実施例】

【 0 0 3 0 】

図 1 を参照すると、本発明の基本 3 次元構造モジュール（以下、3 D モジュール）は、下部基面の頂点 A B C D および上部基面の頂点 E F G H を有する 6 つの平面的な面によって画定される直方体 1 2 を構成する形状を有するモジュール構造ユニットである。図示の例では、なんら限定することなく、この平行 6 面体が、長さ約 1 0 メートルの辺を有する幾何学的な立方体であると想定されている。基本 3 D モジュールの形状を次のように説明することができる。すなわち、

この立方体の 4 つの非隣接かど（この場合では B、D、E、および G）は、切欠き表面 S_B 、 S_D （見えていない）、 S_E 、および S_G によって切り欠いてある。図 1 に示す切欠き表面は、この立方体のそれぞれの切欠きかどを中心とする球面であるが、それらは、楕円面のようにこの立方体の中心に向かって膨出する任意の形状、または平坦な形状、またはより複雑な形状であり得る。

4 つのトンネル T_B 、 T_D 、 T_E 、および T_G が形成され、かつこの立方体の中心で交わり、切欠き表面を相互連結するテトラポット状の通路を形成する。これらのトンネルを円筒管として示すが、他の形を有してもよい。

元の立方体の面、たとえば、表面 1 4（面 E F G H）から残された 6 つの平面的な表面は、この 3 D モジュールが他の同様のモジュールと接触する基面である。これらの表面は、下で示すように、組立工程時に実質的に水平な土台上にモジュールを確実に安定して位置決めするのに十分な大きさでなければならない。

【 0 0 3 1 】

図 2 は、2 段に配置されている（上部前側のモジュールを取り除いている）、図 1 に示した種類の 8 個の 3 D モジュールから組み立てられた構造体 2 0 の一部を示す。元の立方体（図 1）の配置にしたがって 3 D モジュールを積み重ねかつ組み立てることによって、トンネル（2 6、2 8）によって相互連結される大きな球面（2 2、2 4）が造り出される。したがって、基本 3 D モジュールから建造した半潜水式の海上構造体は、それを通して海水が自由に流れ得るようになる。

【 0 0 3 2 】

このような 3 D モジュールは、元の立方体の面から残された平面表面上の 6 本の対角線（A F、F C、C A、A H、H C、および H F）に沿って延在する強化対角線ビーム（R

10

20

30

40

50

D B)で形成されている。これらのR D Bは、強化要素、たとえば鋼鉄ロッドと、これらの強化要素を埋設する材料、たとえばコンクリートを含むことができる。R D Bは、3 Dモジュールの4つの強化かど(R 1かど)A、C、F、およびHのうちの3つによって連結されて4面体形状を形成する。3 Dモジュールが構造体20の一部として積み付けられるとき、3 Dモジュール全体に分布する力は主にR D B沿いに集中する。基本3 Dモジュールの構造的挙動は、図3に模式的に示すように、6本のロッド34と4個の頂点コネクタ36から作製した4面体の構造的挙動と同様である。図2の組立構造体は、複数の4面体と8面体を間を含む、図4に示す空間構造40と同様の荷重を支える。ロッド34と頂点コネクタ36から組み立てられた多重4面体40は機械工学で知られており、その主要な利点は、頂点に加わる外的負荷がロッドの軸方向荷重として分布され、上で説明したように、構造体の大きな区域に分布される点にある。

10

【0033】

したがって、本発明の3 Dモジュールは、有利な構造的挙動と、これらの水平表面(図1の表面14のような)上に積み重ねることによって、このような複数のモジュールを大規模構造体に組み立てる容易で効率的な方法を提供する。3 Dモジュールの望ましい構造的挙動は、切欠きかどまたはトンネルによってはそれほど備わず、4面体を形成するR D Bによって備わるので、元の立方体の4つのかどを切り欠くことができる。

【0034】

図1と、図5の拡大図を参照すると、凹部42が、3 Dモジュールのかどで立方体の表面上に形成されている。強化ロッド32の端部44がこれらの凹部の中に露出している。2個から8個の3 Dモジュール10が、共通のRかど、たとえば、図2のかど46に隣接して配置されるとき、これらの凹部は、かど接合部48を造り出すために、コンクリートの流込み用またはグラウトの注入用の型枠としての役割を果たす空洞を形成する。図1および以下で図7に示すように、同様の凹部52をR対角線に沿って形成することも可能であり、これらの内部にR D Bの一部が同様に露出している。図5に示すように、これらの空洞を封止するように膨張式チューブなどの適切なガスケットを保持するために、インプリント50(imprints:刻みつけ)を凹部42および52の周囲に形成する。

20

【0035】

基本3 Dモジュール(図1)は、これらの本体中に中空の水密容積を有し得る。このような容積によって、パラスト用途の海水、または必要に応じて任意の他の材料(すなわち、飲料水、燃料、下水、砂、および他の材料)を充填できる貯蔵槽が構成可能である。モジュール中の中空容積は、元の立方体の容積の約4分の1に相当し、これらの内容物の完全な制御を容易にする開口部および遮断弁を介して連結可能である。これらの要素はモジュール壁の任意適切な箇所に挿入可能であり、したがって図示されていない。

30

【0036】

制御可能な容積は、3 Dモジュールに浮力特性を付与するのに十分な大きさである。空気を導入することによって、3 Dモジュールの浮力に加えて、組立構造体全体としての浮力も制御することができる。

【0037】

図6に示すように、基本3 Dモジュール10は4個のシェル要素54から構築されており、これらは、組み立てられたモジュールでは、立方体の対角線上の継目に沿って緊密に連結されている。シェル要素54は、図7でも分かるように、平面壁(アーチ部)56、トンネル壁58、および球面壁60を備える。シェル要素54の縁部上の凹部52を使用して隣接3 Dモジュール間のコネクタを成型することができる。

40

【0038】

図6、7、および8を参照すると、基本3 Dモジュールは、以下の工程によってシェル要素54から製造される。

【0039】

段階「A」:最初に3個のアーチ部56を成型することによってシェル要素54を製造する。成型は平坦な型枠内で水平に実行可能である。R D Bを作製するために鋼鉄強化口

50

ッド 3 2 を使用し、ロッドの自由端 4 4 を爾後の連結用に凹部 4 2 中に露出しておく。凹部 5 2 を形成しかつ横軸強化ロッド（図示せず）も配設し、コンクリートを流し込む次段階で他のシェル部分に連結するために、鋼鉄の自由端をシェル要素の縁部沿いに配置する。

【 0 0 4 0 】

段階「B」：それぞれのシェル要素 5 4 のために、3 個のアーチ部 5 6 を成型用の型枠中に配置する。RDB 用の追加的な強化ロッドと、同じく成型の間に埋設しなければならないフランジ、弁、浮力制御用のコック、貯蔵コンテナの開／閉用ハッチ、吊上げ用アイ・ボルトなどのすべての取付け要素を型枠中に挿入することができる。鋼鉄の自由端は、たとえば、溶接によって連結可能である。シェル要素の型枠は、両面または片面、もしくは両方の組合せが可能である。たとえば、トンネル 5 8 を両面型枠で成型することができる。海上構造体に関して、シェル要素の型枠は、成型されたコンクリート要素と一緒に浮遊している（浮揚性がある）ことが好ましい。

10

【 0 0 4 1 】

段階「C」：コンクリートを型枠に流し込むことによってシェル要素の製造を終了する。球面壁 6 0 とトンネル壁 5 8 を成型し、平面アーチ部 5 6 間の間隙を充填する。したがって、すべての部分が連結され、シェル要素 5 4 が完成する。コンクリートの養生は型枠の内側で実行可能であり、必要であれば、水面に浮遊している間に行うことができる。養生が完了すると、シェル要素 5 4 は、3 D モジュールを形成するために他の 3 個のシェル要素との組立準備が完了している。

20

【 0 0 4 2 】

段階「D」：内部にシェル要素 5 4 を有する 4 個の成型用の型枠をヒンジ手段によって相互に結合して、大型の折り畳み可能な三角形（図 8 A）を形成する 4 個の正三角形の配置にする。

【 0 0 4 3 】

段階「E」：成型用の型枠をシェル要素 5 4 と一緒にヒンジ回りに「折り畳み」（互いに引き寄せて）、「擬似 4 面体」構造（図 8 B および 8 C）を形成する。ここで、4 個のシェル要素は、3 次元空間のそれらの正確な位置に固定する。この段階の最後に、大型の単一外部型枠が出来上がる。

【 0 0 4 4 】

段階「F」：型枠を閉じるとき、4 個のトンネル壁 5 8 も相互に向かって閉ざされ、管状テトラポット 6 1（図 9）を形成する。これらの壁 5 8 間の間隙を 3 D モジュールの内部側から閉ざすために、特殊な円弧状の帯 6 2 を壁 5 8 間の間隙に挿入し、かつ連結要素 6 3 手段によって壁の外側（テトラポットを貫通する通路に対して）で引っ張る。ここで、コンクリートの流込みまたは粘着性モルタルの塗付けまたはショットクリーミング（shotcreting）によって、トンネル壁 5 8 の縁部間の接合部を封止することができる。

30

【 0 0 4 5 】

段階「G」：シェル要素 5 2 の縁部間の「継目」を接着する。横軸強化ロッドの端部を連結し、グラウトまたはコンクリートをシェル要素の縁部間に注入する。継目を閉ざすことによって、3 D モジュールはその最高の強度とその計画通りの構造的挙動を実現し得る。

40

【 0 0 4 6 】

密閉した 3 D モジュールとその型枠が浮遊能力を有する場合は、密閉した型枠とその内部の養生した 3 D モジュールを水中に降ろし、浮揚状態にする。3 D モジュールとその型枠が、浮力に関する限り均衡したら、型枠を開き、3 D モジュールを解放して水面に浮遊させる。その浮力は、バラスト水、ブイ、および／または重りならびに巻上機によって制御可能である。

【 0 0 4 7 】

本発明によれば、3 D モジュールの他の実施例も提案されている。連続的な平坦構造表

50

面を実現する目的のために、特殊表面モジュール 66 を設計することができる (図 10)。
このモジュールは、4つの非隣接の切欠きかどのうちの2つのみを有し、かど E および G は完全である。組立構造体の露出かどのための 3D モジュール 68 は、3つの完全なかどを有することができる (かど B のみが切り欠いてある)。

【0048】

単純化した平坦面 3D モジュール 70 を図 11 に示す。この場合には、切欠き表面 72 が平面である。このような平坦面モジュールから構築した構造体 74 を図 12 に示す。この種類の 3D モジュール間の空間は、図 2 に示した球面体ではなく 8 面体の形状を実現する。

【0049】

代替の「スケルトン」3D モジュール 80 を図 13 に示す。このスケルトン・モジュールは、基本 3D モジュールと同じ外部形状 (テトラポット中に 4 つの切欠きかどおよび連結した 4 つのトンネル) を有し、RDB から作製された同じ強化構造も有する。しかし、このスケルトン・モジュール 80 は、中空容積がなく、したがって浮力がない。スケルトン・モジュールは、4 面体構造中に配置された概ね均一の断面を有する 6 本のビーム 82 を備える。これらのビームの断面は長方形になり得るが、2 個の隣接するスケルトン・モジュールが、これらの間に元の立方体の R 対角線に沿って延在する中空の空間を画定するように、開いた溝 84 を備えることもできる。隣接するスケルトン・モジュールによって組み立てた構造体が図 14 に示してあり、溝 84 を有する 2 本の隣接ビーム 82 の断面を図 15 A で見る可以看到。溝 84 中の中空の空間は、凹部 42 または 52 によって形成した空洞と同じ連結機能を有する。強化要素の一部は、その空間内に、たとえば、横軸鋼材ロッドの端部またはループを露出させることができる。この空間にグラウトまたは他の固定材料を充填して隣接モジュールの RDB を相互に固着して組立構造体の構造的挙動を向上させる。

【0050】

構造的挙動を向上させる別の方法は、「T」字形または「U」字形、もしくはビーム 82 の平坦面に対して垂直方向に慣性モーメントが増大する他の任意の形状を使用することである (図 15 B 参照)。

【0051】

スケルトン・モジュールの特性は、基本 3D モジュールの特性と同様である。これらを立方体のように積み上げ、かつ基本 3D モジュールと同じ方式で相互連結して、図 3 および 4 に関連して説明したように構造的に振る舞う大規模構造体 86 (図 14 参照) を形成することができる。

【0052】

中空コンクリート・ボックスは、それぞれにまたはその 6 つの面中に開口を備えても、または備えていなくても、1 つの代替的な「立方体」3D モジュールとしての役割を果たすことができる。このような代替実施例は、ボックスが密閉されかつ空気が充填されていれば浮力を有し得るし、またはそれに開口があれば浮力を有し得ない。それは、基本 3D モジュールと同じ強化材、たとえば、「立方体」モジュールに 4 面体の構造的特性を付与する RDB によって、常法で知られている他のコンクリート構造ボックスのいずれとも異なる。連結方式は、基本 3D モジュールと同じである。

【0053】

本発明の 3D モジュールの別の実施例は、「二重」3D モジュールである。図 16 に示す二重モジュール 90 は、基本モジュールの RDB を有するが、立方体の他の 6 本の対角線 (R2 対角線) に沿って延在し、かつ第 2 の 4 面体形状を成す第 2 組の 6 本の RDB 91 も備える。図 3 では、第 2 の 4 面体は、破線で示したロッド 92 および頂点コネクタ 94 によって模式化してある。負荷の下での第 2 の 4 面体の構造的挙動は、第 1 の 4 面体のそれと同じである。実際に、これら 2 個の 4 面体間の相互に及ぼす影響は、それらの RDB がそれぞれ同じモジュール中に埋設されているにも拘わらず非常に少ない。

【0054】

10

20

30

40

50

二重3Dモジュール90は、その8つの頂点がすべて接合部として使用されるので、異なる方式で切欠きを設ける。12個の球面 S_{AD} 、 S_{AB} などを立方体のそれぞれの辺の周りに切り欠き、12個のトンネル T_{AB} 、 T_{BF} などを切欠き面から立方体の中心まで穴ぐりする。立方体の中心は、中央の球面を切り欠くことによってさらに中ぐり可能である。切欠き表面も異なる形を有し得るが、R1対角線とR2対角線を遮断してはならない。二重3Dモジュールは、基本モジュール10と同様にその本体中に中空の水密容積を有することができる。それを6個のモジュール要素から組立て可能であり、それぞれが2つの異なる4面体、たとえば、要素ABFE（少し影を付けて示す）に属する2本のRDBを備える。二重3Dモジュールはシェル要素からも組み立てることができる。別法として、このモジュールをスケルトン3Dモジュール96（図17参照）として構築可能であり、このような8個のモジュールから組み立てた構造体98を図18に示す。

10

【0055】

本発明の範囲内で、さらに多くのRDBを追加して様々な3Dモジュールを製造することができる。たとえば、図19に示すように、立方体の面の中心を連結する12本のRDBを二重モジュールに追加して内部8面体構造を形成するとき、「多重」3Dモジュール100が得られる。この多重モジュールは、内部8面体構造に付着した8個の4面体（たとえば、LMNE）によって構成されていると見なし得る。多重モジュールの構造的 방식は、8個の基本3Dモジュール（図4参照）から組み立てられた構造体の方式と実際に同一である。多重モジュールは、対応する頂点Eの下のトライポッド形状中に集中するトンネル、たとえば、 T_{EA} 、 T_{EF} 、 T_{EH} を有することができる。接合部を形成する凹部は、立方体の頂点（凹部42）、立方体の対角線（凹部52）、そして立方体の面の中央（凹部104）に設けられる。多重3Dモジュールは、12個の、EMFLなどのシェル要素から組立て可能である。3個のこのようなシェル要素を最初に1つの成型用の型枠中に組み立てて中間セットAFHEを形成し、次いで、4組のこのようなセットを型枠と一緒に組み立て、図8A、8B、および8Cに示しかつこれらに関連して説明した3Dモジュールに組み立てることができる。これに代えて、EMFLなどのシェル要素を、最初にLMEおよびLMFなどの部分要素から組み立てることもできる。中空容積は、内部8面体構造と周囲4面体の両方の中に形成可能である。

20

【0056】

構成要素RDBが完全な4面体を形成しない「欠損」3Dモジュールは、本発明の3Dモジュールである。たとえば、図21は、二重交差の構成にある、囲んでいる立方体の4本の本体対角線に沿って4本のRDBを有する「欠損」3Dモジュール114を示す。これに代えて、図22は、囲んでいる立方体の面对角線のうちの5本の対角線に沿って5本のRDBを有し、1本の対角線FHを使用する空間4角形AFCHを形成する「欠損」3Dモジュール118を示す。最後のモジュールの構造は、辺ACが欠損する4面体AFCHであると説明することもできる。しかし、「欠損」3Dモジュールは、モジュール式構造体中で他の3Dモジュールと組み立てられるとき、完全な4面体格子の一部となる。図23では、このような構造120が、「欠損」3Dモジュール118から構築された2つのレイヤ122および124の一方を他方の上に設置する格子として示してある。上部レイヤ122中の欠損RDB126は、組み立てられた構造体では下部レイヤ124中のRDBに匹敵する。

30

40

【0057】

以上に説明した代替3Dモジュール、つまり、基本3Dモジュール、表面モジュール、平坦面モジュール、スケルトン・モジュール、立方体モジュール、二重モジュール、多重モジュール、および「欠損」モジュールは、すべてがモジュール方式であり、特定の平面要件にしたがって、相互に置換可能であるか、または組合せて（可換性がある）用いることが可能である。これらの可換性は、元の平行6面体の同じサイズ、R対角線に沿った平坦表面、および対応するR対角線に沿った接合部の同一または互換性のある配置によって備わる。しかも、多重モジュールは半分のサイズのモジュールによって組立て可能であり、それによって陸上および海上構造体のより融通性のある構成を提供する。

50

【 0 0 5 8 】

海上構造体は、以下の方式で上に説明の 3 - D モジュールから組み立てられる。

【 0 0 5 9 】

海上構造体を建設するための海底および土台は、水中土木用の機械設備を使用する従来通りの方法によって整備する。必要であれば、砂礫投入または他の方法を使用して基盤を安定させることができる。

【 0 0 6 0 】

海上建設物の土台は、静的かつ動的活荷重に加えて、自己荷重および海中に存在する動的負荷（海流、浮力、潮流、嵐、波、地震、海底地震など）に耐えるように設計される。さらには、これらの土台は構造体中の 3 D モジュールを水平にする役割を果たす。

10

【 0 0 6 1 】

3 D モジュールは、浮遊状態で、その所期の設置場所の上方に水中を運搬（曳航）される。モジュールは、構造体中のその最終位置に嵌め込むために、クレーン・ケーブルに連結され、回転され、かつその計画位置まで持ち上げられる。

【 0 0 6 2 】

モジュールは、その中空容積中に制御量の水を流入させることによって、ブイを使用することによって、または吊上げクレーンなどを使用することによって水中に沈められる。3 D モジュールを定位置に適正に位置決めする最終微調整は、成型時または他の適切な方法によってモジュール中に取り付けられるコニカル・リード（conical leads）（オスおよびメス）によって実行可能である。

20

【 0 0 6 3 】

隣接モジュールの凹部 4 2 が、かど接合部 4 8（図 5 および図 2）を成型するための型枠の役目をする密閉空間を形成するように、すべてのモジュールを共通の R かど回りに（1 つの R かど当たり最大 8 個のモジュール）位置決めした後に、隣接する 3 D モジュール間の連結を以下の方式で完成する。

接合部の型枠は、モジュール間の狭い間隙中で相互に向き合うインプリント 5 0（図 5）中に、空圧式または油圧式の膨張チューブなどのガスケットを挿入することによって成型のための準備をする。このようなガスケットは、モジュールを組み立てる前に、たとえば、接着によってインプリント中に取り付けてもよい。2 組の複数のガスケットを使用し、ガスケットの 1 つが膨張しなければ、対向する 1 つが間隙を封止するように、各組がそれぞれのモジュールに付着して他方の組と向き合っていることが好ましい。適切な強化材（強化用の鋼鉄ロッド、強化ネット、強化繊維、強化ピン、または他の任意の強化手段）をモジュール中に挿入可能であり、強化ロッド 3 2 の露出端 4 4 を連結する。8 個よりも少ないモジュールが接合部（すなわち構造体の境界）で接する場合は、型枠を適切なカバーによって密閉することができる。

30

グラウト注入管は、モジュール間の球形容積の方向から、型枠の上端中に設けてあり、3 D モジュールの製造時に予め取り付けておくのが好ましい。海水排出管は、型枠の下端中に設けてあり、同様にモジュール中に予め取り付けておくことが好ましく、さらに圧搾空気用の導管も設けられている。空圧 / 油圧式の膨張チューブを膨張させ、接合部型枠の密閉空間を取り囲む隣接モジュール間の間隙を封止する。

40

圧搾空気を型枠空間中に送出すると、海水が型枠から追い出されて排出管を下る。グラウトまたは他の凝固材料を注入管に通して注入し接合部型枠の空間内を充填する。グラウトを養生するとき、膨張式シーリング中の圧力を解放することができる。

【 0 0 6 4 】

たとえば、連結要素用の凹部 5 2（図 1 および 7 参照）または溝 8 4（図 1 5 A）を使用して、追加的な接合部を 3 D モジュール間に同様の方式で造り出すことができる。これらの連結要素は、2 個のモジュールまたは 4 個のシェル要素に属する 1 本の R 対角線回りの R D B を一体型ロッドとして機能させることになり、それによって重荷重の下で R D B が圧壊するのを防止する。

【 0 0 6 5 】

50

最初に、3Dモジュールを2個以上のモジュールを含む浮マクロ・モジュール（集合）に組み立て、次いでこれらを建設現場に曳航し、位置決めし、かつ海上構造体の他の部分に連結することができる。この場合、マクロ・モジュールの組立ては、海上構造体の他の部分との連結に関与しない接合部のみによって、すなわち、凹部52、溝84、または完全に内部のRかどなどのみを使用することによって実行するのが好ましい。

【0066】

海上構造体の上部レイヤは、海水面（潮汐およびうねりを考慮して）よりも上に出るように設計されており、「表面」モジュール66および68（図10）から建造することができる。

【0067】

海上構造体または任意の3Dモジュールは、グラウトまたは他の凝固材を3Dモジュール中の中空容積に充填することによって強化可能であり、したがって、これらは、より大きな局部荷重に耐えるのに適切な局部的に強化された土台となる。

【0068】

3Dモジュールの設計強度とは関係なく、構造体を組み立てた後の別の随意選択的な局部強化は、追加的な支柱の組付けによるものである。3Dモジュール中の切欠き表面とトンネルは、構造体に沿って筒抜けの空間を残しておくような形状にすることができる。これらの空間を利用して支柱110を下方に海底まで挿入可能である（図20参照）。このような随意選択仕様を用いることによって、海上構造体の強度を事前に確定する必要がなくなる。このような支柱は、随時かつ必要に応じて追加可能である。

【0069】

上述の開放空間は、1個の3Dモジュールに4本まで支柱を挿通することができる。図20に示した支柱110の直径は、10×10×10メートルの寸法および6メートルのトンネル径を有するモジュールでは、1.50メートルである。この随意選択仕様は、すべての実用目的に関してかなりの活荷重を支持することができる。

【0070】

特定の実施例を説明してきたが、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更がなされ得ることが企図されている。たとえば、3Dモジュールまたは構成シェル要素の製造に使用する構造材は鉄筋コンクリートに限定するものではない。ポリマー・コンクリート、アッシュ（フライアッシュ）・コンクリートに加えて、強化性の炭素繊維、ガラス繊維、プラスチック繊維、または鋼繊維も使用することができる。シェル要素は、成型用型枠として使用する繊維強化プラスチック（FRP）製の外部シェル中で成型可能であり、他方RDBはFRP製の内部副部材として形成可能である。

【0071】

以上に述べたように、それぞれの単一3Dモジュール中のRDBが閉じた4面体を形成する必要はない。RDBの幾本かが欠損している多様な「欠損」3Dモジュールは、本発明の範囲内で設計可能であり、1本または2本のためのRDBまたは相互に連結されていないRDBを備えるモジュールさえ設計可能である。このようなRDBは、組み立てられた海上または陸上構造体中に「欠損」3Dモジュールが含まれているときのみ、有利な多重4面体/8面体構造体の部材になることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明にしたがう基本3Dモジュールを示す斜視図である。

【図2】図1に示した8個の3Dモジュールから組み立てられた構造体を示す斜視図である。

【図3】単一構造4面体を示す模式図である。

【図4】多重4面体構造を示す模式図である。

【図5】3Dモジュールの強化かどを示す近接図である。

【図6】シェル要素から構築された3Dモジュールを示す分解組立図である。

【図7】シェル要素を示す分解図である。

10

20

30

40

50

【図 8 A】シェル要素を擬似 4 面体構造にする、4 個のヒンジ付き型枠を折り重ねる工程を示す図である。

【図 8 B】シェル要素を擬似 4 面体構造にする、4 個のヒンジ付き型枠を折り重ねる工程を示す図である。

【図 8 C】シェル要素を擬似 4 面体構造にする、4 個のヒンジ付き型枠を折り重ねる工程を示す図である。

【図 9】テトラポット状のトンネルの継目を成型するための伸縮性型枠を示す斜視図である。

【図 10】1 つおよび 2 つの切欠きかどを有する 3 D モジュールから組み立てられた表面構造体を示す図である。

10

【図 11】平坦面 3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 12】図 11 の平坦面モジュールから組み立てた構造体を示す斜視図である。

【図 13】「スケルトン」3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 14】「スケルトン」3 D モジュールから組み立てられた構造体を示す斜視図である。

。

【図 15 A】スケルトン 3 D モジュール中のビームの断面を示す図である。

【図 15 B】スケルトン 3 D モジュール中のビームの別の断面を示す図である。

【図 16】本発明の「二重」3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 17】二重スケルトン 3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 18】二重スケルトン 3 D モジュールから組み立てられた構造体を示す斜視図である

20

。

【図 19】本発明の「多重」3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 20】基本 3 D モジュールから組み立てられ、かつ垂直支柱によって強化されている構造体を示す斜視図である。

【図 21】本体対角線上に 4 本の R D B を有する「欠損」3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 22】面对角線上に 5 本の R D B を有する「欠損」3 D モジュールを示す斜視図である。

【図 23】「欠損」3 D モジュールから形成された完全な 4 面体格子を示す模式図である

。

30

【図 1】

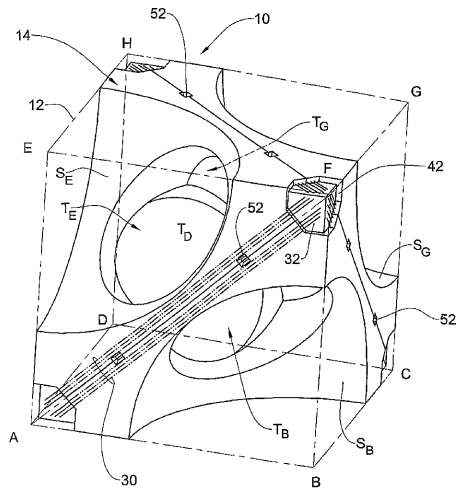


FIG. 1

【図 2】

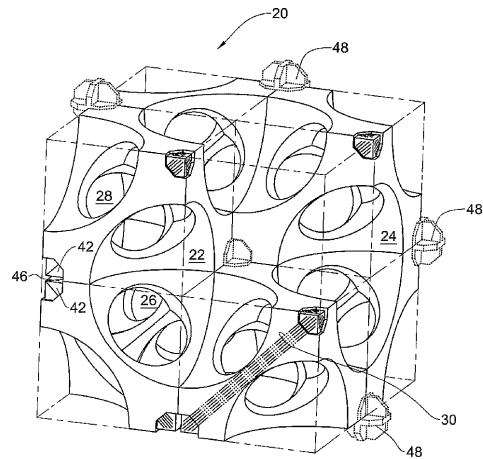


FIG. 2

【図 3】

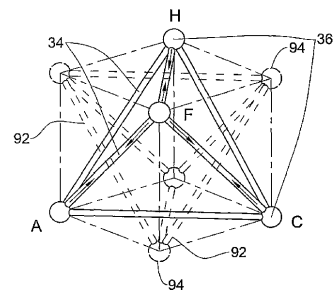


FIG. 3

【図 4】

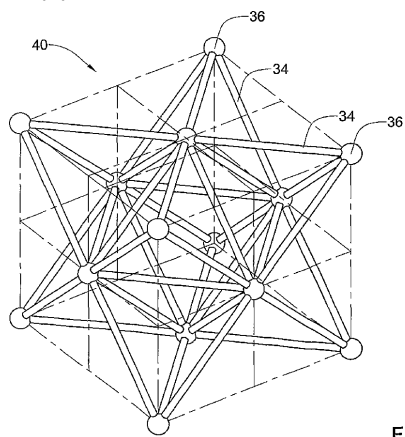


FIG. 4

【図 5】

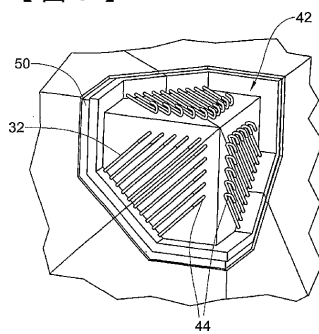


FIG. 5

【図 6】

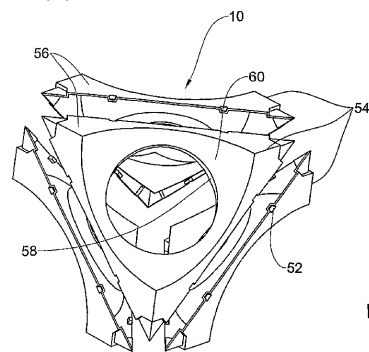


FIG. 6

【図 7】

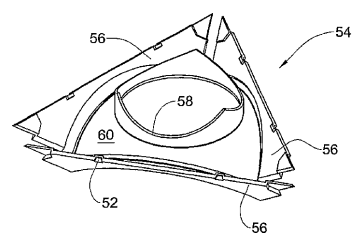


FIG. 7

【図 8 A】

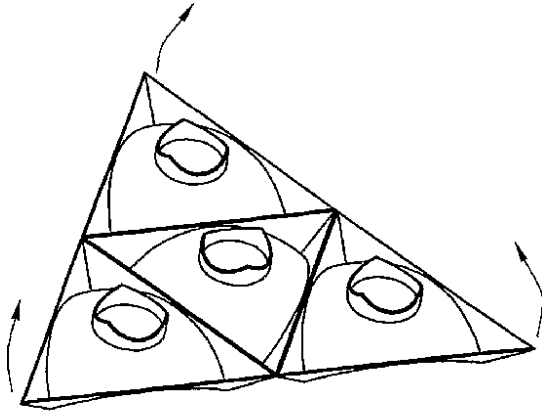


FIG. 8A

【図 8 B】

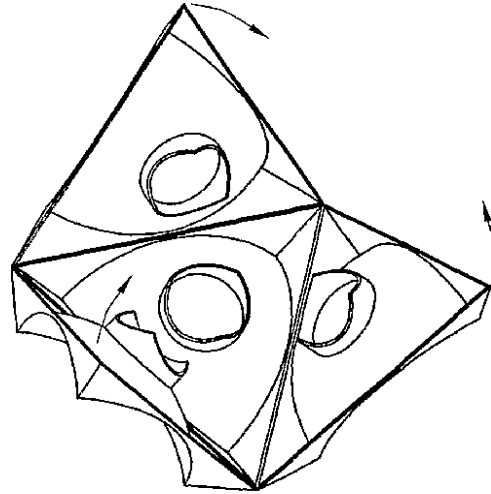


FIG. 8B

【図 8 C】

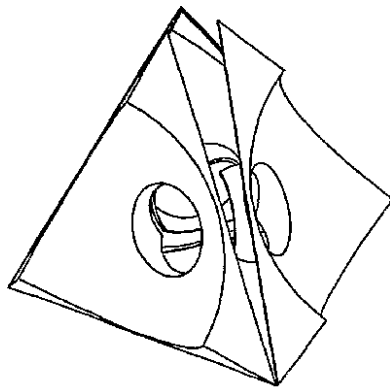


FIG. 8C

【図 9】

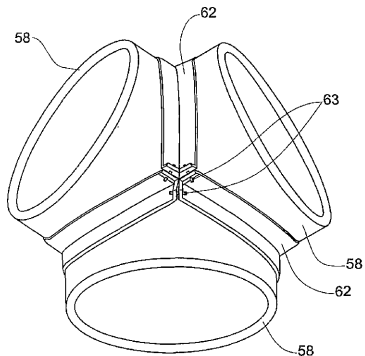


FIG. 9

【図 10】

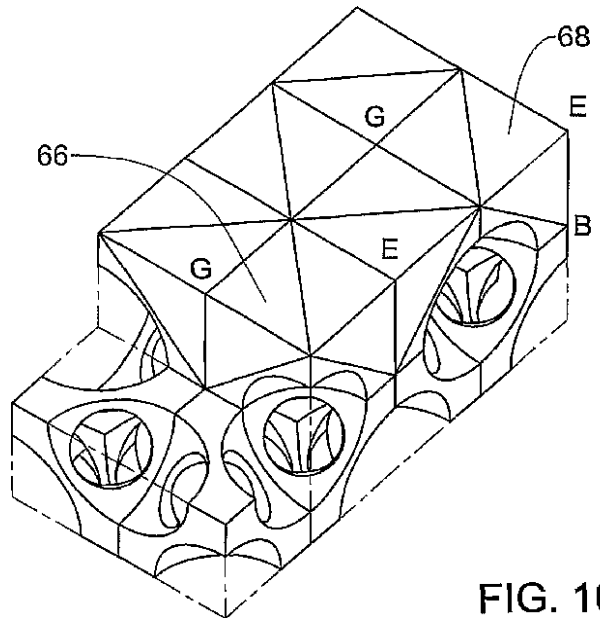


FIG. 10

【図 1 1】

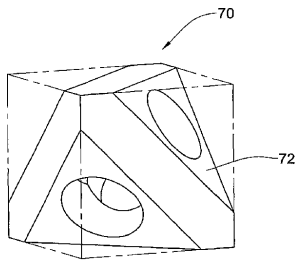


FIG. 11

【図 1 2】

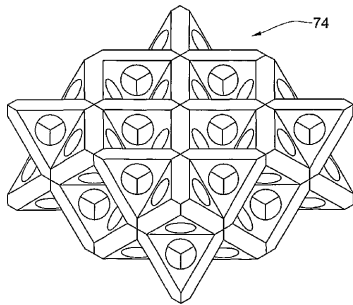


FIG. 12

【図 1 3】

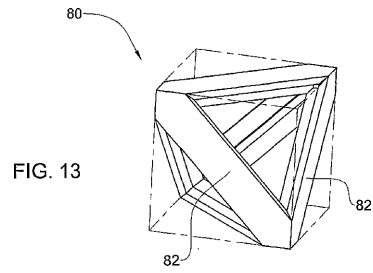


FIG. 13

【図 1 4】

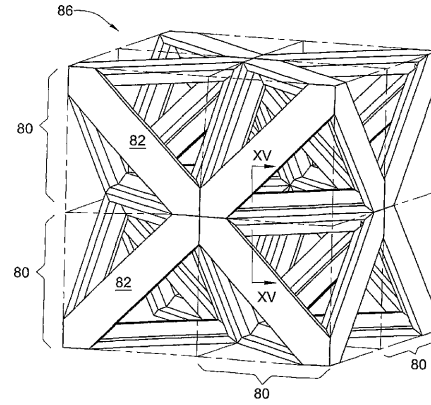


FIG. 14

【図 1 5 A】



FIG. 15A

【図 1 5 B】



FIG. 15B

【図 1 6】

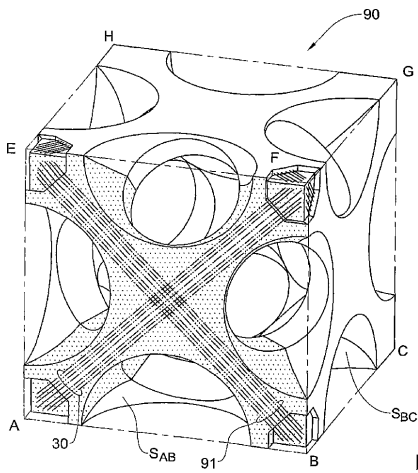


FIG. 16

【図 1 7】

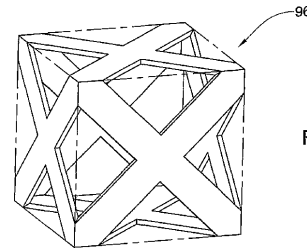


FIG. 17

【図 1 8】

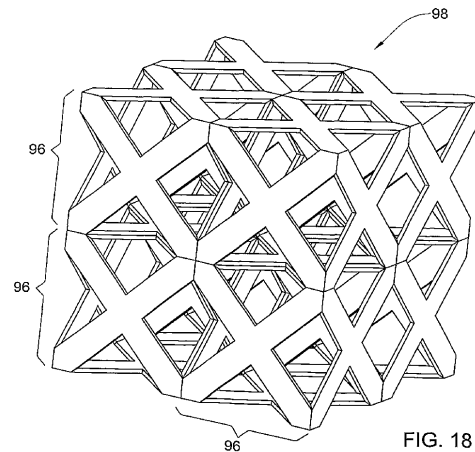


FIG. 18

【図 19】

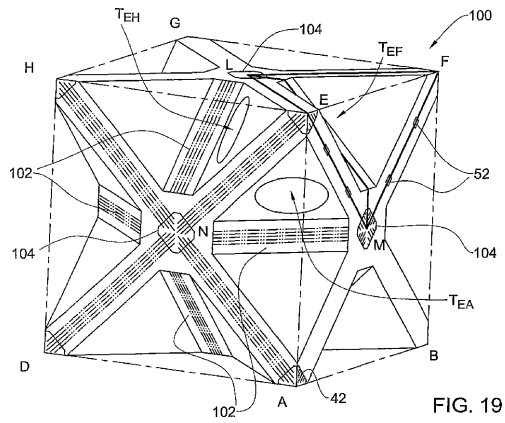


FIG. 19

【図 20】

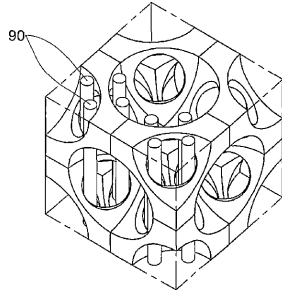


FIG. 20

【図 22】

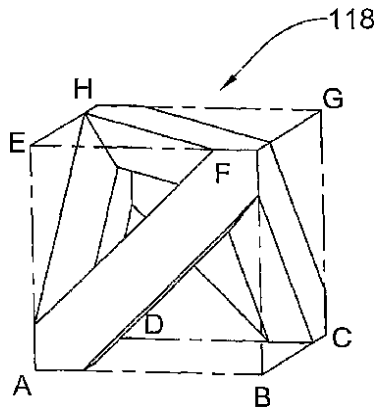


FIG. 22

【図 21】

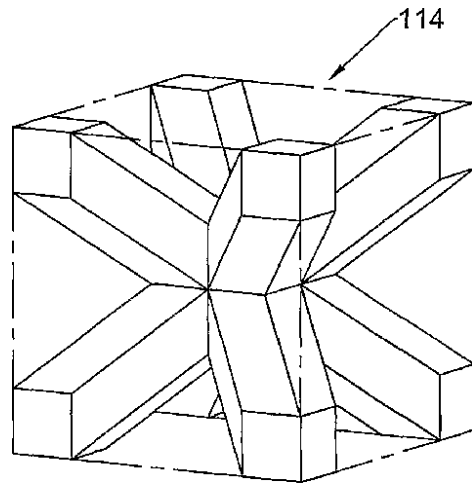


FIG. 21

【図 23】

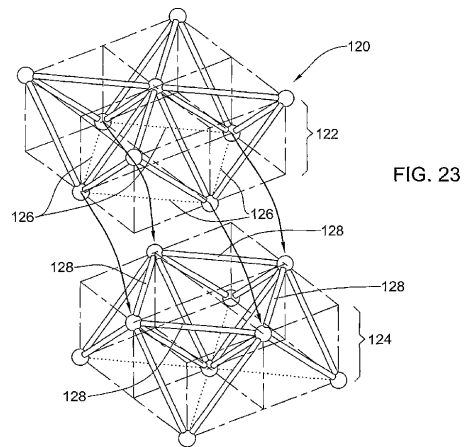


FIG. 23

フロントページの続き

- (72)発明者 ケント、エリヤフ
イスラエル国、ヘルゼリイア、パーゼル ストリート 1
(72)発明者 アルコン、ヨーラム
イスラエル国、イエルサレム、ピー．オー．ボックス 3 6 0 5

審査官 本郷 徹

- (56)参考文献 米国特許第0 5 1 0 5 5 8 9 (U S , A)
米国特許第0 6 2 0 5 7 3 9 (U S , B 1)
米国特許第0 1 8 7 5 6 6 8 (U S , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
E02D 27/01
E04B 1/19