

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4108101号
(P4108101)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int.Cl. F I
E O 4 B 1/18 (2006.01)
 E O 4 B 1/18 A
 E O 4 B 1/18 E

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2006-118399 (P2006-118399)	(73) 特許権者	000002174
(22) 出願日	平成18年4月21日(2006.4.21)		積水化学工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-291647 (P2007-291647A)		大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(43) 公開日	平成19年11月8日(2007.11.8)	(74) 代理人	100095267
審査請求日	平成19年2月6日(2007.2.6)		弁理士 小島 高城郎
早期審査対象出願		(74) 代理人	100124176
			弁理士 河合 典子
		(74) 代理人	100111604
			弁理士 佐藤 卓也
		(72) 発明者	竹嶋 一郎
			東京都港区虎ノ門2-3-17 積水化学工業株式会社内
		(72) 発明者	鴨下 勉
			東京都渋谷区桜ヶ丘町7-1 O桜山ビル株式会社インターデザインアソシエイツ内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体チューブ建築構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

六角形構造ユニットの各辺を、隣接する六角形構造ユニットと共有させてハニカム状に剛接合させた単層構造体を、複数層互いに間隔を空けて立設したメインフレームを有し、前記メインフレームを用いて立体的なチューブ架構を形成した建築構造体であって、

前記六角形構造ユニットの各辺である構造部材が、鉛直方向に対して互いに逆向きに傾斜して連結された左側2辺および右側2辺のそれぞれの2本の斜柱と、水平方向に沿った上辺および下辺のそれぞれの梁とからなり、前記左側2辺および前記右側2辺がそれぞれ、前記上辺および前記下辺を含む面に対して角度を以て設けられ、

前記メインフレームにおける隣り合う2層の前記単層構造体において、一方における前記六角形構造ユニットの各々と、他方における前記六角形構造ユニットの各々が互に対向して配置されるとともにこれら2層間が複数の層間連結梁により連結され、かつ、

前記メインフレームの平面視において、隣り合う2層の前記単層構造体のいずれかにおける前記上辺または前記下辺である梁と、前記左側2辺または右側2辺である斜柱と、前記2層間における前記層間連結梁とにより第2の六角形構造ユニットが形成されるとともに、前記第2の六角形構造ユニットが隣接する第2の六角形構造ユニットとハニカム状に剛接合されている、立体チューブ建築構造体。

【請求項2】

前記メインフレームの平面視において、前記層間連結梁が、互いに対向する2つの前記六角形構造ユニットにおける前記上辺同士を対辺とする四角形の対角線上、並びに、前記

10

20

下辺同士を対辺とする四角形の対角線上に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の立体チューブ建築構造体。

【請求項 3】

前記複数の単層構造体が、2 層の単層構造体からなることを特徴とする、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

【請求項 4】

前記複数の単層構造体のうち最も内側に立設される単層構造体の内部にスラブが設けられる場合に、前記最も内側に立設される単層構造体において前記六角形構造ユニットの前記上辺または前記下辺の梁に替えて、前記スラブの端部を構造部材とすることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

10

【請求項 5】

前記立体チューブ状建築構造体が平面視において略四角形である場合の隅部において、前記複数の単層構造体のうち少なくとも最外層の単層構造体とこれに隣接する内側の層の単層構造体とが、平面視において二等辺三角形の等しい 2 辺を形成する層間連結梁にて連結されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

【請求項 6】

前記メインフレームが、前記単層構造体の層数が異なる部分を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

【請求項 7】

前記立体チューブ状建築構造体が、一層の前記単層構造体から形成される箇所を部分的に含むことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

20

【請求項 8】

前記六角形構造ユニットの高さと同間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設けることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

【請求項 9】

前記六角形構造ユニットの高さの 2 分の 1 と同間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設けることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の立体チューブ建築構造体。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、建築構造体に関し、特に立体的すなわち 3 次元的な構造をもつチューブ架構を形成した立体チューブ建築構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、高層または超高層の建築構造体としては柱と梁を 3 次元格子状に組み合わせた純ラーメン架構が一般的であったが、全ての柱間に梁があるため内部設計に制約が多いという欠点があった。これに対し、建築物の外周に連続的に配置した柱とそれをつなぐ梁で構成されるチューブ架構は、内部に柱や梁のない空間を確保できるため、設計上の自由度が大きいという利点がある。また、建築物全体がチューブ状に変形することにより耐震性、耐風圧性にも優れるとされている。

40

【0003】

特許文献 1 では、中央部に共用ゾーンが、外周に住戸ゾーンが形成され、住戸ゾーンの外周に配置された外周柱とその間の外周梁とからなる四角形格子の一般ラーメン構造をもつ外周チューブ架構を形成し、共用ゾーンには内周柱とその間の内周梁とからなる一般ラーメン構造をもつ内周チューブ架構を有する、いわゆるダブルチューブ構造が開示されている。

【0004】

特許文献 2 もまた、一般ラーメン架構である外周架構と内部架構とを有するダブルチュ

50

ープ構造を開示している。

【0005】

特許文献3では、垂直な柱と水平な梁からなる一般ラーメン構造の格子内に交差するブレースを設けた外周チューブ架構を有する建築物を開示するが、この外周チューブ架構は、従来の純ラーメン架構と同様の耐力、剛性を確保するために内部にスラブ状のダイヤフラムを設けている。

【0006】

なお、従来、六角形格子を連結したハニカム構造は強固な構造として知られており、建築物の種々の箇所または建築部材として利用されている（特許文献4、5等）が、チューブ架構への適用としては、例えば特許文献6に示すように水平面内で六角形格子を連結してハニカム構造を形成し、鉛直方向に直柱を介して積層した構造が知られている。

【0007】

また、非特許文献1には、曲面表層にハニカム状のスティール部材を設け、内部を柱で支持した建築物が提示されている。もっともこの建築物の表層におけるハニカム状のスティール部材は、同形の六角形格子を均等バランスで連結したのではなく、格子の各辺も一般的な線状部材（柱、梁等）ではない。

【0008】

特許文献7には、六角形格子の構面体ユニットを蜂の巣状に接合して形成した単層ドーム架構体が記載されている。この六角形格子は中心に束材が直立配置され、束材の上下端と格子の各角部とがテンション材で連結され、テンション材の長さによりテンションを調整可能である。

【特許文献1】特開2002-317565号公報

【特許文献2】特開2004-251056号公報

【特許文献3】特開平7-197535号公報

【特許文献4】特開平9-4130号公報

【特許文献5】特開平10-18431号公報

【特許文献6】特開平9-60301号公報

【特許文献7】特開平7-3890号公報

【非特許文献1】「グラウンド・ゼロ再生への始動ニューヨークWTC跡地建築コンペティション選集」スザンヌ・スティーブンス著、下山裕子訳、2004年12月1日発行、発行所株式会社エクスマレッジ、p.137

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従来のチューブ架構の基本構造は、垂直な柱（直柱）と水平な梁とからなる四角形格子を結合させた一般ラーメン構造である。そして、特に高層や超高層の建築物において一定の構造的安定性と耐震性を確保するためには、単に外周チューブ架構のみでは不十分であることが多く、そのために外周チューブ架構及び/または内部チューブ架構の柱を一定以上の密度で配置したり、内部チューブ架構を設けたり、外周チューブ架構と内部チューブ架構とをフラットスラブや特定の梁で結合したり、外周チューブ架構内にさらにサブフレームを組み込んだり、複数の外周チューブ架構同士を連結したり等の種々の構造的な制約が必須となる場合がほとんどであった。例えば、特許文献1及び2では、少なくともダブルチューブ架構とすることが必須であり、特許文献3では、水平なスラブ状のダイヤフラムを内部に設けることが必須である。

【0010】

しかしながら、チューブ架構を、ダブルあるいはさらに多重の構造として構築したとしても、基本構造が直柱と水平梁とからなる一般ラーメン構造である限り、柱および梁の軸方向は特定の方向に限られる。従って、外力負荷の方向によっては、大きな曲げ応力が生じることとなる。この結果、特に高層または超高層となるほど、構造上の強度を確保するために柱や梁の寸法を大きくする必要があり、そのため計画の自由度が制限されていた。

【 0 0 1 1 】

また、ハニカム構造のチューブ架構への適用のほとんどは特許文献6のように水平面内にハニカム構造を設け鉛直方向には直柱を介して積層するものであり、少なくとも鉛直荷重については一般ラーメン架構と同様に直柱で支持している。特許文献7に記載の蜂の巣状構造は、単層ドーム架構体を構築するためのものであり、高層または超高層に適用できるチューブ架構を対象としていない。

また、非特許文献1では表層にハニカム状のスティール部材を設けているが、内部に支持柱を必要としており、表層のみで全体を支持するものではない。

【 0 0 1 2 】

以上の現状に鑑み本発明は、従来のチューブ架構の基本構造とは全く異なる新規の基本構造からなるチューブ架構を有する建築構造体を提供することを目的とする。本発明は、建築構造体において、特に高層及び超高層に適用される建築構造体において、チューブ架構のみにより従来よりも優れた構造的安定性と耐震性を確保できると同時に、従来のチューブ架構による建築構造体よりもさらに大きな設計上の自由度を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

上記の目的を達成する本発明の構成は以下の通りである。

(1) 請求項1に係る立体チューブ建築構造体は、六角形構造ユニットの各辺を、隣接する六角形構造ユニットと共有させてハニカム状に剛接合させた単層構造体を、複数層互いに間隔を空けて立設したメインフレームを有し、前記メインフレームを用いて立体的なチューブ架構を形成した建築構造体であって、

前記六角形構造ユニットの各辺である構造部材が、鉛直方向に対して互いに逆向きに傾斜して連結された左側2辺および右側2辺のそれぞれの2本の斜柱と、水平方向に沿った上辺および下辺のそれぞれの梁とからなり、前記左側2辺および前記右側2辺がそれぞれ、前記上辺および前記下辺を含む面に対して角度を以て設けられ、

前記メインフレームにおける隣り合う2層の前記単層構造体において、一方における前記六角形構造ユニットの各々と、他方における前記六角形構造ユニットの各々が互に対向して配置されるとともにこれら2層間が複数の層間連結梁により連結され、かつ、

前記メインフレームの平面視において、隣り合う2層の前記単層構造体のいずれかにおける前記上辺または前記下辺である梁と、前記左側2辺または右側2辺である斜柱と、前記2層間における前記層間連結梁とにより第2の六角形構造ユニットが形成されるとともに、前記第2の六角形構造ユニットが隣接する第2の六角形構造ユニットとハニカム状に剛接合されている。

(2) 請求項2に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1において、前記メインフレームの平面視において、前記層間連結梁が、互に対向する2つの前記六角形構造ユニットにおける前記上辺同士を対辺とする四角形の対角線上、並びに、前記下辺同士を対辺とする四角形の対角線上に配置されていることを特徴とする。

(3) 請求項3に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1または2において、前記複数の単層構造体が、2層の単層構造体からなることを特徴とする。

(4) 請求項4に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～3のいずれかにおいて、前記複数の単層構造体のうち最も内側に立設される単層構造体の内部にスラブが設けられる場合に、前記最も内側に立設される単層構造体において前記六角形構造ユニットの前記上辺または前記下辺の梁に替えて、前記スラブの端部を構造部材とすることを特徴とする。

(5) 請求項5に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～4のいずれかにおいて、前記立体チューブ状建築構造体が平面視において略四角形である場合の隅部において、前記複数の単層構造体のうち少なくとも最外層の単層構造体とこれに隣接する内側の層の単層構造体とが、平面視において二等辺三角形の等しい2辺を形成する層間連結梁にて連結されていることを特徴とする。

(6) 請求項6に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～5のいずれかにおいて、前

10

20

30

40

50

記メインフレームが、前記単層構造体の層数の異なる部分を含むことを特徴とする。

(7) 請求項7に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～6のいずれかにおいて、前記立体チューブ状建築構造体が、一層の前記単層構造体から形成される箇所を部分的に含むことを特徴とする。

(8) 請求項8に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～7のいずれかにおいて、前記六角形構造ユニットの高さと同間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設けることを特徴とする。

(9) 請求項9に係る立体チューブ建築構造体は、請求項1～7のいずれかにおいて、前記六角形構造ユニットの高さの2分の1と同間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設けることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0014】

(A) 本発明に係る立体チューブ建築構造体では、六角形構造ユニットをハニカム状すなわち蜂の巣状に剛接合させ形成された単層構造体を複数層互いに間隔を空けて立設したメインフレームを有し、このメインフレームを用いてチューブ架構を形成している。従って、本発明におけるチューブ架構は厚みがあり、立体的すなわち3次元的なものではあるが、重層された複数の単層構造体全体を1枚のチューブの殻と考えるべきである。この点で、例えば特許文献2のように外部架構と内部架構との間に住戸ゾーン等を設けるための空間を確保した従来のダブルチューブ架構とは本質的に相違する。また、本発明では、チューブ架構の周面をハニカム構造としている点で、例えば引用文献6のように水平面内にハニカム構造を設け鉛直方向には直柱を介して積層した六角形チューブ架構とも全く異なる構成である。

20

【0015】

斯かる本発明の構成によれば、六角形構造ユニットをハニカム状に剛接合した単層構造体自体が強固な構造であることに加え、それらを複数重層させ互いに層間連結梁で連結したことにより、極めて強固なチューブ架構を実現することができる。以下、本発明の効果の詳細に説明する。

【0016】

六角形構造ユニットをハニカム状に剛接合させた単層構造体を複数重層させてなる本発明におけるチューブ架構は、梁および層間連結梁が水平面で直線状に連続しておらず、また、柱についても全てジグザグに連続する斜柱で構成されている点で、従来の一般ラーメン構造のチューブ架構とは全く異なる構成である。

30

【0017】

さらに特徴的な構成は、次の点である。単層構造体における六角形構造ユニットの左側2辺の斜柱および右側2辺の斜柱が上辺および下辺の梁を含む面に対して角度を以て設けられており、さらに隣り合う2層の単層構造体同士が層間連結梁で連結されている。そして、この構成において、メインフレームを平面視した場合に、隣り合う2層のいずれかにおける六角形構造ユニットの上辺または下辺の梁と、右側2辺または左側2辺の斜柱と、2層間における層間連結梁とにより第2の六角形構造ユニットが形成されている。さらに、この第2の六角形構造ユニットは、平面視において、隣接する第2の六角形構造ユニットとハニカム状に剛接合されている。このような第2の六角形構造ユニットにより形成される第2のハニカム構造は、例えば引用文献6のように水平面内に延在するハニカム構造とは異なり、斜柱を含むために鉛直方向に高低のある立体構造であり、平面視することにより六角形として視認されるものである。

40

【0018】

このように本発明の立体チューブ建築構造体では、1つの単層構造体自体においてチューブ周面に沿って広がる第1の剛接合によるハニカム構造に加え、隣り合う単層構造体間の層間連結梁を介し略水平方向に広がる立体的な第2の剛接合によるハニカム構造が形成されている。

【0019】

50

さらに、第1の八ニカム構造は、単層構造体が複数重層されることによりチューブ径方向に多重に配置されており、一方、第2の八ニカム構造はチューブ高さ方向に多重に配置されている。この結果、立体チューブ建築構造体のチューブ架構全体において三次元的に張り巡らされた立体的八ニカム構造が実現される。

【0020】

因みに、このような三次元的に広がる八ニカム状の結合構造は、技術分野は全く異なるが、ダイヤモンド結晶構造に類似する。ダイヤモンド結晶構造は充填率が低いにも拘わらず天然産鉱物の中で最も硬く、安定で壊れにくい。これは、ダイヤモンド結晶が六角形格子を基本単位とする立体結合構造となっているためである。本発明におけるチューブ架構の立体的八ニカム構造は、いわばこのダイヤモンド結晶構造における原子間結合部分を、柱と梁に置き換えた形態に相当しており、本質的に強固な構造であることが類推される。

10

【0021】

上記の通り、本発明の立体チューブ建築構造体では、全体として立体的な八ニカム構造をもつチューブ架構を実現したことにより、いずれの方向からの外力負荷に対しても大きな支持力を発揮することができる。

【0022】

八ニカム構造の鉛直方向においては、全ての柱がジグザグに連結された斜柱であるため、長期鉛直荷重を支持するだけでなく、水平方向またはそれ以外の方向の短期外力負荷も効果的に支持することができる。本発明における斜柱は、いわば柱とブレースの両方の役割を同時に果たしている。また、外力負荷により柱と梁との結節点において生じる応力が、一般ラーメン構造のチューブ架構における応力より低減される。これは、曲げ応力の一部が構造部材(斜柱や梁等)の軸力に変換されて伝わるためである。そして、一般的なRC等の部材は圧縮力に対して強いため、軸力を支持することに関して有利である。

20

【0023】

立体的八ニカム構造をもつチューブ架構は、いかなる角度からの外力負荷に対しても斜柱や梁の軸力にベクトル変換されやすい幾何学形状をもっている。加えて、立体的八ニカム構造をもつチューブ架構は、外力負荷を架構全体に連続的に伝達しやすい幾何学形状でもあるので、その過程で次々に軸力に変換していくため、負荷を散逸的に分散することができる。従って、曲げモーメントによる応力を軽減できる。これは、本発明による単層構造体を複数重層させた立体的八ニカム構造においては、一層の単層構造体のみでの二次元的な八ニカム構造の場合に比べて、さらに多様な軸方向を有するさらに多数の斜柱および梁が全体的にバランスよく配置されていることによる。

30

【0024】

以上の通り、本発明の立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構は、一般ラーメン構造のチューブ架構または一層の単層構造体のみからなるチューブ架構に比べて構造安定性と耐震性に優れているため、これらのチューブ架構よりも各部材の寸法を小さくすることができ、計画の自由度が大きくなる。すなわち、同じ変形を生じさせる水平負荷に対し、一般ラーメン構造のチューブ架構または一層の単層構造体のみからなるチューブ架構に比べて細い柱及び梁を使用できる。

【0025】

また、本発明の立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構は、単層構造体を複数重層させて連結し立設しているため、一層の単層構造体のみを立設した場合より自立性に優れている。この結果、スラブの強度への依存度が低減されるため、スラブ形状および配置の自由度が大きくなる。

40

【0026】

本発明による立体チューブ建築構造体は、そのチューブ架構のみによって高層及び超高層のメインフレームとして建築物全体の構造的安定性、耐震性および耐風性を確保することができる。

【0027】

少なくとも各単層構造体においては基本的に同一形状の多数の六角形構造ユニットから

50

なる構造であるので、すべての柱と梁の大きさ及び形状を1種類または数種類に統一することができるため、施工性の向上と短工期化、コスト削減をはかることができる。

六角形構造ユニットを予めユニット化してプレキャストコンクリートとしたプレストレストコンクリート構造とし、施工性の向上と短工期化、コスト削減をはかることができる。

【0028】

六角形構造ユニットからなるハニカム構造をチューブ架構として用いることは、建築物の美的外観にも寄与する。

【0029】

(B)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、メインフレームの平面視において、上記の層間連結梁が、互いに対向する2つの六角形構造ユニットにおける上辺同士を対辺とする四角形の対角線上、並びに、下辺同士を対辺とする四角形の対角線上に配置されている。この構成によれば、水平面内で梁同士が剛接合されることになり強固な構造が得られる。また層間連結梁が対向する2つの六角形構造ユニットの面に対して傾斜して設けられることにより、層間連結梁が平面視における上記第2のハニカム構造を形成する1つの辺として好適な角度で配置されることとなる。

10

【0030】

(C)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、複数の単層構造体を、2層の単層構造体とすることにより、上記の効果を奏することができる最もシンプルな形態が実現される。この場合、構造体総量並びに施工コストを低減できる。

20

【0031】

(D)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、複数の単層構造体を重層させ、最も内側に立設される単層構造体の内部にメインフレームとしてのスラブを設けた場合に、最も内側に立設される単層構造体における六角形構造ユニットの上辺または下辺の梁の代わりにスラブの端部を構造部材として用いることができる。これにより梁の数を低減できる。

【0032】

(E)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、チューブ状建築構造体が平面視において略四角形である場合の隅部において、複数の単層構造体のうち少なくとも最外層の単層構造体とこれに隣接する内側の層の単層構造体とが、平面視において二等辺三角形の等しい2辺を形成する層間連結梁にて連結されている。この構成によれば、隅部において層間連結梁がより密に配置されるとともに、外力負荷が軸力に変換されやすい三角形で配置されることとなるため、応力の集中しやすい隅部の強度向上を図ることができる。

30

【0033】

(F)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、メインフレームが、単層構造体の層数が異なる部分を含む。この構成によれば、比較的応力集中の少ない箇所では、単層構造体の層数を少なくしてメインフレームを薄くし、応力集中の予想される箇所(例えば隅部に近い箇所)では単層構造体の層数を多くしてメインフレームを厚くすることで、立体チューブ建築構造体全体の最適設計が可能となる。また、単層構造体の層数を必要最小限とすることにより構造体総量並びに施工コストの低減にも寄与する。

40

【0034】

(G)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、部分的に一層の単層構造体から形成される箇所を含む。この構成によれば、比較的応力集中の少ない箇所では、単層構造体を一層として薄くし、応力集中の予想される箇所(例えば隅部に近い箇所)では単層構造体を複数重層させることで、立体チューブ建築構造体全体の最適設計が可能となる。また、単層構造体を一層とすることにより構造体総量並びに施工コストの低減にも寄与する。

【0035】

(H)本発明の立体チューブ建築構造体の好適形態では、六角形構造ユニットの高さと間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設ける。また別の好適形態では、六角

50

形構造ユニットの高さの2分の1と同間隔にて、メインフレームとしての複数のスラブを設ける。これらの構成によれば、メインフレームとしてのスラブを設けることにより、立体チューブ建築構造体全体の強度向上を実現できる。この結果、チューブ架構の負担を軽減することができ、チューブ架構の柱や梁の大きさを適宜細くすることも可能となる。このように、チューブ架構に加えてさらに他のメインフレーム要素を追加した場合は、それぞれの負担割合を設計により調整でき、また使用する部材の大きさ等を調整できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態を説明する。

図1および図2A～図2Dは、本発明による立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構の基本形態を示すための図である。

10

本発明による立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構は、基本的には、八ニカム構造をもつ単層構造体を複数層重ねて立設し、これら複数の単層構造体を互いに連結したメインフレームを用いてチューブ形状すなわち筒形状に形成される。六角形構造ユニットを八ニカム状に剛接合した単層構造体自体が強固な構造であることに加え、それらを複数重層させ互いに連結したことにより、極めて強固なチューブ架構を実現することができる。

【0037】

図1は、本発明の立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構の一実施例の外観斜視図である。図1のチューブ架構1は、2層の単層構造体からなるメインフレームを有する実施例である。チューブの軸は鉛直方向に沿って延びている。また、図示の例では、チューブの断面形状が略四角形であるが、断面形状が他の多角形、円形、楕円形等でもよい。2層の単層構造体は、外側に立設された単層構造体Aと、これに対して所定の間隔を空けて内側に立設された単層構造体Bである。これら2層によるメインフレームは構造躯体の主要部を構成しており、構造耐力上主要な部分である。

20

【0038】

図2Aは、図1のチューブ架構1の部分拡大図である。図2A(a)はチューブ架構1の下端近傍を含む部分を示し、図2A(b)は単層構造体A、Bをそれぞれ構成する六角形構造ユニットのうち、互いに対向する一組の六角形構造ユニット10A、10Bを示している。

30

【0039】

図2A(a)および(b)に示すように、単層構造体Aは、六角形構造ユニット10Aの各辺を、隣接する六角形構造ユニットと共有させて八ニカム状に剛接合させてなる八ニカム構造を有する。同様に、単層構造体Bも、六角形構造ユニット10Bの各辺を、隣接する六角形構造ユニットと共有させて八ニカム状に剛接合させてなる八ニカム構造を有する。そして、単層構造体Aを構成する各六角形構造ユニット10Aと、単層構造体Bを構成する各六角形構造ユニット10Bとが、互いに対向するように配置されている。

【0040】

単層構造体Aにおける1つの六角形構造ユニット10Aを構成する6つの辺の構造部材は、水平方向に沿った下辺11Aおよび上辺12Aにそれぞれ配置された梁と、左側の2辺13Aおよび14Aにそれぞれ配置された斜柱と、右側の2辺15Aおよび16Aにそれぞれ配置された斜柱とからなる。

40

同様に、単層構造体Bにおける1つの六角形構造ユニット10Bを構成する6つの辺の構造部材は、水平方向に沿った下辺11Bおよび上辺12Bにそれぞれ配置された梁と、左側の2辺13Bおよび14Bにそれぞれ配置された斜柱と、右側の2辺15Bおよび16Bにそれぞれ配置された斜柱とからなる。

【0041】

さらに、単層構造体Aと単層構造体Bとは、複数の層間連結梁Lにより連結されている。層間連結梁Lは、互いに対向する2つの六角形構造ユニット10A、10Bにおける上辺12Aと12B同士および下辺11Aと11B同士を剛接合により連結している。図示

50

の通り、層間連結梁 L は、各上辺または各下辺に対して垂直方向ではなく傾斜方向に延びている。つまり、互いに平行な 2 つの上辺 1 2 A と 1 2 B の反対側の端部同士を連結し、互いに平行な 2 つの下辺 1 1 A と 1 1 B の反対側の端部同士を連結している。

【 0 0 4 2 】

なお、本発明のチューブ架構の基本形態として、2 層に限らずそれ以上の複数層の単層構造体を重層させてもよいが、その場合、最も内側に立設される単層構造体の内部にメインフレームとしてのスラブを設けることができる。このようなスラブを設けた場合には、最も内側に立設される単層構造体における六角形構造ユニットの上辺または下辺の梁の代わりにスラブの端部を構造部材として用いることができる。これにより梁の数を低減できる。

10

【 0 0 4 3 】

図 2 B は、図 1 に示したチューブ架構 1 の外側の層である単層構造体 A の構成を示す図である。なお、単層構造体 B についても同様の構成である。図 2 B (a) は単層構造体 A の部分拡大正面図であり、図 2 B (b) は図 2 B (a) の部分に対応する単層構造体 A の平面図である。

【 0 0 4 4 】

なお、本明細書に添付の図面における平面図は、本発明によるチューブ架構の基本形態を上方から見た平面図である（この視点から見ることを、以下、「平面視」と称する）。補足すると、例えば、チューブ架構 1 を実際の建築物に適用する場合、通常、上端においては端部処理のための特別な梁等の部材を配置することになるが、このような上端特有の構造を含まない場合のチューブ架構における平面図の意味である。以下に示す他の平面図についても同様である。

20

【 0 0 4 5 】

単層構造体 A は、図 2 A に示した通り、六角形構造ユニットを八ニカム状に剛接合させて形成されている。図 2 B (a) に部分的に示すように、この八ニカム構造では、鉛直方向 G に沿って結合された複数の六角形構造ユニットの列 1 0 A 1 (第 1 列) と、第 1 列の右隣に位置して同じく鉛直方向 G に沿って結合された複数の六角形構造ユニットの列 1 0 A 2 (第 2 列) と、さらに第 2 列の右隣に位置して同じく鉛直方向 G に沿って結合された複数の六角形構造ユニットの列 1 0 A 3 (第 3 列) とが並んでいる。第 1 列 1 0 A 1 と第 2 列 1 0 A 2 とは、六角形構造ユニットの高さ h の 2 分の 1 の長さだけ互い違いにずれた位置にあり、第 2 列 1 0 A 2 と第 3 列 1 0 A 3 も同様である。第 1 列 1 0 A 1 と第 3 列 1 0 A 3 とは同じ高さに位置する。従って、八ニカム構造では、チューブの周方向に沿って第 1 列 1 0 A 1 と第 2 列 1 0 A 2 とが交互に配置された形態となっている。

30

【 0 0 4 6 】

図 2 B (a) の正面図に示すように、各六角形構造ユニットは平面的には左右対称形状であるが正六角形である必要はない。右側 2 辺については、それぞれ鉛直方向 G に対して互いに逆向きに傾斜した 2 本の斜柱である右下辺 1 5 A と右上辺 1 6 A を連結配置している。右下辺 1 5 A は鉛直方向 G に対して角度 θ_1 だけ傾斜しており、右上辺 1 6 A は鉛直方向 G に対して逆向きに角度 θ_2 だけ傾斜している。そして 2 本の斜柱の連結部は六角形構造ユニットの外方に突出している。

40

左側 2 辺を構成する左下辺 1 3 A と左上辺 1 4 A についても、右側 2 辺と対称的に傾斜した連結された 2 本の斜柱である。

【 0 0 4 7 】

実際には、図 2 B (b) の平面図に示すように、本発明における単層構造体 A の各六角形構造ユニットは、平坦な形状ではない。平面視において、例えば六角形構造ユニット 1 0 A 2 については、左上辺 1 4 A (左下辺 1 3 A と重畳) の斜柱は、上辺 1 2 A および下辺 1 1 A の梁を含む面に対して角度 θ_1 を以て設けられている。一方、右上辺 1 6 A (右下辺 1 5 A と重畳) の斜柱は、上辺 1 2 A および下辺 1 1 A の梁を含む面に対して角度 θ_2 を以て設けられている。この場合、左側斜柱と右側斜柱とは、上下の梁を含む面に対して互いに反対側に位置する。従って、平面視において、六角形構造ユニットの列 1 0 A 2

50

は、図の紙面方向の左上から右下へ下がるように屈曲している。同様に、左隣の六角形構造ユニットの列10A1もまた、左上から右下へ下がるように屈曲している。それに対し、右隣の六角形構造ユニットの列10A3については、図の紙面方向の左下から右上へ上がるように屈曲している。

【0048】

1つの六角形構造ユニットにおいて、平面視における左側斜柱と右側斜柱の各々が、上下の梁を含む面に対して互いに反対側に位置するように屈曲していてもよく、あるいは同じ側に位置するように屈曲していてもよい。また、左側斜柱と右側斜柱の各々が上下の梁を含む面に対してなす角度1と角度2の大きさが、互いに異なっていてもよい。

【0049】

ただし、図2B(b)に示すように、平面視においては、鉛直方向に連結され同じ列に含まれる全ての六角形構造ユニットは、互いにずれることなく共通の平面形状を有している。なお、異なる列(例えば、第2列と第3列)の六角形構造ユニットについては、異なる平面形状であってもよい。

【0050】

このように左側斜柱と右側斜柱の各々が上下の梁を含む面に対して所定の角度を以て設けられた六角形構造ユニットを、所定の配置で連結することにより、特定の断面形状をもつチューブ架構1を形成することができる。従って、個々の六角形構造ユニットの屈曲形状および配置の設計は、所望するチューブ架構1の断面形状によっても決定されることになる。

【0051】

図2C(a)は、図1に示したチューブ架構1の部分拡大平面図である。2層の単層構造体AおよびBと、これらを連結する層間連結梁Lとから形成されるメインフレームの一部が示されている。単層構造体Aでは六角形構造ユニットの列10A1~10A4の部分が、単層構造体Bでは六角形構造ユニットの列10B1~10B4の部分が示されている。単層構造体同士の層間距離dは、基本的にチューブ架構1全体においてほぼ一定に保持されている。

【0052】

図2C(a)に示すように、本発明におけるチューブ架構のメインフレームの特徴の1つは、平面視において、第2の六角形構造ユニット21、22、23...が形成されていることである。さらに、これら第2の六角形構造ユニット21、22、23...もまた、隣接する第2の六角形構造ユニットと辺を共有してハニカム状に剛接合されている。これにより、チューブ架構1は、略水平方向に延在する第2のハニカム構造を有することになる。

【0053】

図2C(b)は、図2C(a)に示した第2の六角形構造ユニット21および22の部分のみを模式的に示した説明図である。

例えば、第2の六角形構造ユニット21を構成する6辺の構造部材は、単層構造体Aの第1列10A1および第2列10A2並びに単層構造体Bの第1列10B1および第2列10B2のいずれかにおける梁と、斜柱と、層間連結梁Lとにより形成されている。具体的には次の通りである。

<第2の六角形構造ユニット21の各辺の構造部材>

- ・左上辺：層間連結梁L
- ・左下辺：単層構造体Aの第1列10A1の梁11A1、12A1
- ・上辺：単層構造体Bの第1列10B1の斜柱15B1、16B1および第2列10B2の斜柱13B2、14B2
- ・下辺：単層構造体Aの第1列10A1の斜柱15A1、16A1および第2列10A2の斜柱13A2、14A2
- ・右上辺：単層構造体Bの第2列の梁11B2、12B2
- ・右下片：層間連結梁L

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

また例えば、その右隣の第2の六角形構造ユニット22を構成する6辺の構造部材は、単層構造体Aの第2列10A2および第3列10A3並びに単層構造体Bの第2列10B2および第3列10B3のいずれかにおける梁と、斜柱と、層間連結梁Lとにより形成されている。具体的には次の通りである。

< 第2の六角形構造ユニット22の各辺の構造部材 >

- ・左上辺：層間連結梁L
- ・左下辺：単層構造体Aの第2列10A2の梁11A2、12A2
- ・上辺：単層構造体Bの第2列10B2の斜柱15B2、16B2および第3列10B3の斜柱13B3、14B3
- ・下辺：単層構造体Aの第2列10A2の斜柱15A2、16A2および第3列10A3の斜柱13A3、14A3
- ・右上辺：層間連結梁L
- ・右下片：単層構造体Bの第3列の梁11B3、12B3

10

【 0 0 5 5 】

図2C(b)に示すように、平面視における第2の六角形構造ユニットにおいて、少なくとも、斜柱により構成される対向する2辺については、互いに平行でありかつ同じ長さである。

【 0 0 5 6 】

図2C(c)は、図2C(b)の説明図から、特に、対向する一对の梁と層間連結梁Lで構成される部分を抽出した図である。このように層間連結梁Lは、互に対向する2つの六角形構造ユニットにおける上辺の梁同士を対辺とする四角形の対角線上、並びに、下辺の梁同士を対辺とする四角形の対角線上に配置されている。交差する一对の対角線に長さの違いがある場合は、短い方の対角線上に配置されることが好適である。言い換えるならば、この部分は、特徴的なイタリック体N字形状となっている。なお、チューブ架構1の曲線部分においては、このイタリック体N字形状が反転した形状となる箇所もある。例えば、図2C(a)では、左側の2つのイタリック体N字形状部分と、右側の2つのイタリック体N字形状部分とが互いに反転した形状となっている。

20

【 0 0 5 7 】

図2C(b)および図2C(c)に示すように、チューブ架構の平面視における第2の八ニカム構造は、斜柱により構成される対向する平行な2辺と、梁および層間連結梁Lにより構成されるイタリック体N字形状部分とを交互に連結した形状ともいうこともできる。

30

【 0 0 5 8 】

なお、本発明のチューブ架構の基本形態では、2層に限らずそれ以上の複数層の単層構造体を重層させてもよいが、その場合も同様に、平面視において隣り合う2層の単層構造体のいずれかにおける上辺または下辺である梁と、左側2辺または右側2辺である斜柱と、2層間における層間連結梁とにより第2の六角形構造ユニットが形成されるとともに、互いに隣接する第2の六角形構造ユニット同士が辺を共有して剛接合されることにより第2の八ニカム構造を形成する。

40

【 0 0 5 9 】

平面視における第2の六角形構造ユニットは、後述する図3A～図3Dに示すように必ずしも左右対称形状ではなく、また、対向する梁同士が同じ長さでない場合もある。さらに、一部の頂点が凹となる場合もあり得る。これは、個々の第2の六角形構造ユニットの形状が、チューブ架構1の断面形状の設計に依存するためである。しかしながら、少なくとも、斜柱により構成される対向する2辺同士は平行かつ同じ長さで配置される。

【 0 0 6 0 】

第2の六角形構造ユニットもまた、側面から見れば平坦な形状ではない。斜柱を辺の要素として含むために鉛直方向において高低がある。

【 0 0 6 1 】

50

図 2 D は、図 1 に示したチューブ架構 1 の全体平面図である。図示のチューブ架構 1 は断面形状が略四角形である。従って、平面視における第 2 の六角形構造ユニット 2 1、2 2 . . . による第 2 の八ニカム構造が、略四角形の各辺上にそれぞれ形成されている。なお、4 箇所の隅部 X については特別な構造が設けられている。これについては後に図 6 で説明する。

【 0 0 6 2 】

なお、平面視における第 2 の八ニカム構造は、側面から見れば、チューブ架構 1 の全体に複数の第 2 の八ニカム構造の層が存在する多重構成となっている。一方、単層構造体の周面を形成する上述の第 1 の八ニカム構造もまた複数の単層構造体が重層されることで多重構成となっている。従って、チューブ架構 1 は、第 1 の八ニカム構造と、平面視にお

10

【 0 0 6 3 】

図 3 A ~ 図 3 C は、単層構造体における六角形構造ユニットの種々の連結形態の実施例、並びに 2 層の単層構造体を重層させたメインフレームにおける種々の連結形態の実施例をそれぞれ示す、部分平面図である。

【 0 0 6 4 】

図 3 A (a) は、単層構造体 A の一実施例を部分的に示しており、第 1 列 1 0 A 1 ~ 第 4 列 1 0 A 4 までの六角形構造ユニットの列が含まれている。各々の六角形構造ユニットの列は、梁を含む面に対して両側の各斜柱が反対側に位置するように配置されている。さらに、六角形構造ユニットの列同士は、屈曲の向きが同じになるように連結され、その結果、全体的に図の紙面の左上から右下へ直線的に移行している。図 3 A (b) は、図 3 A (a) の単層構造体 A と同じ配置構成をもつ単層構造体 B とを重層させて形成したメインフレームの一部を示す。この場合、梁と層間連結梁 L とで構成されるイタリック体 N 字形状部分は全て同じ向きとなっている。この構成は、チューブ架構の断面形状における直線部分に適用可能である。

20

【 0 0 6 5 】

図 3 B (a) は、単層構造体 A の別の実施例を部分的に示しており、第 1 列 1 0 A 1 ~ 第 4 列 1 0 A 4 までの六角形構造ユニットの列が含まれている。各々の六角形構造ユニットの列は、梁を含む面に対して両側の各斜柱が反対側に位置するように配置されている。上記の図 3 A の例と異なる点は、六角形構造ユニットの列同士が、屈曲の向きを交互に反転するように連結されている点である。従って、全体的に図の紙面の上下方向に蛇行する形状となっている。図 3 B (b) は、図 3 B (a) の単層構造体 A と同じ配置構成をもつ単層構造体 B とを重層させて形成したメインフレームの一部を示す。この場合、梁と層間連結梁 L とで構成されるイタリック体 N 字形状部分は、交互に反転した向きとなっている。この構成は、チューブ架構の断面形状における蛇行形状を含む直線部分に適用可能である。

30

【 0 0 6 6 】

図 3 C (a) は、単層構造体 A のさらに別の実施例を部分的に示しており、第 1 列 1 0 A 1 ~ 第 3 列 1 0 A 3 までの六角形構造ユニットの列が含まれている。上記の図 3 A および図 3 B の例と異なり、各々の六角形構造ユニットの列は、梁を含む面に対して両側の各斜柱が同じ側に位置するように配置されている。従って、全体的に曲線を描く形状となる。図 3 C (b) は、図 3 C (a) の単層構造体 A とほぼ同じ配置構成をもつ単層構造体 B とを重層させて形成したメインフレームの一部を示す。この場合、全体として曲線を描くため、内側の単層構造体 B の梁は、外側の単層構造体 A の梁より短く設けられている。この構成は、チューブ架構の断面形状における曲線部分に適用可能である。

40

【 0 0 6 7 】

図 3 D は、略円形の断面形状をもつチューブ架構 1 の一実施例の平面図である。略円形の全周にわたって一様に、平面視における第 2 の六角形構造ユニット 2 1、2 2 . . . による第 2 の八ニカム構造が形成されている。

【 0 0 6 8 】

50

以上のように、本発明のチューブ架構1は、各単層構造体を構成する第1の八ニカム構造と、平面視における第2の八ニカム構造とにより形成される立体的八ニカム構造を有する。このような幾何学形状は、いかなる角度からの外力負荷に対しても斜柱や梁の軸力にベクトル変換されやすい形状である。加えて、立体的八ニカム構造をもつチューブ架構1は、外力負荷を架構全体に連続的に伝達しやすい幾何学形状でもあるので、その過程で徐々に軸力に変換して外力負荷を散逸的に分散することができる。従って、曲げモーメントによる応力を軽減できる。これは、本発明による単層構造体を複数重層させた立体的八ニカム構造においては、一層の単層構造体のみを二次元的な八ニカム構造の場合に比べて、さらに多様な軸方向を有するさらに多数の斜柱および梁が全体的にバランスよく配置されていることによる。

10

【0069】

図4は、本発明による立体チューブ建築構造体の一実施例を示す外観斜視図である。チューブ架構1は、図1に示したものと同一構成である。図4の建築構造体では、チューブ架構1の内部に複数のスラブ31a、31bを設けている。この実施例では、スラブ31a、31bの各々が、内側の単層構造体Bの内部全体に水平に延在している。複数のスラブ31aは、第1列10B1に含まれる六角形構造ユニットの下辺と上辺の梁11B1と12B1に対してそれぞれ接合されている。複数のスラブ31bは、隣接する第2列10B2に含まれる六角形構造ユニットの下辺と上辺の梁11B2と12B2に対してそれぞれ接合されている。従って、隣り合うスラブ31aとスラブ31bの間隔は、六角形構造ユニットの高さhの2分の1である。このスラブ31aとスラブ31bの間隔が建築物の2階層分であるとすると、サブフレームを用いて2階層に区画することにより、1つの六角形構造ユニットの高さhのなかに4階層を設けることができる。

20

【0070】

なお、メインフレームであるスラブ31aおよび/またはスラブ31bの端部は、単層構造体Bの六角形構造ユニットの梁11B1、12B1等の役割を果たすことができ、その場合、これらの梁を省略できる。

【0071】

また、スラブ31aおよび/または31bの端部は、単層構造体Bの梁のない箇所(すなわち1つの六角形構造ユニットを水平方向に2分割する中央線上)においては、単層構造体Bを超えて単層構造体Aとの層間空間にせり出してもよく、さらに単層構造体Aを超えて外部にせり出してもよい。

30

【0072】

図5は、本発明による立体チューブ建築構造体の別の実施例を示す外観斜視図である。図5の実施例は、図4のものとはほぼ共通しており、隣り合うスラブ31aと31bが六角形構造ユニットの高さhの2分の1の間隔で設けられているが、スラブ31a、31bの各々が、内側の単層構造体Bの内部において部分的に設けられている点が相違する。この場合、各スラブ31a、31bの面積は構造力学上許容できるように設定する。

【0073】

なお、図示しないが、図4および図5のようにメインフレームとしてのスラブを設ける場合、六角形構造ユニットの高さh毎に設けてもよい。また、1つの六角形構造ユニットの高さhは、多様に設定することができ、建築物の4階層分としてもよく、あるいは2階層分としてもよい。従って、本発明の立体的八ニカム構造をもつチューブ架構は、スラブの平面内での配置やスラブ間隔、階層の設定等において、自由度が高い。

40

【0074】

1つの六角形構造ユニットの高さhを4階層分とした場合、2階層毎に梁が交互に存在するため、メインフレームが2階層または4階層の空間を形成することになる。従って、1階層毎のサブフレームは、建築物全体の耐震性と耐風圧性を負担する必要がなく、接合や分離の適宜の設定が可能であり、平面および立体的な空間の自由度が大きい。

【0075】

また、本発明のチューブ架構の全ての構造部材は、線状部材であるため、開口を設けや

50

すい。

【0076】

本発明のチューブ架構は、複数の単層構造体を重層させた極めて強固な構造であるので、内部にメインフレームとしてのスラブがなくとも十分に建築構造体全体を支持することができる。従って、内部のエレベータ、階段、パイプスペース、吹き抜け等の設置にも大きな自由度がある。

【0077】

ハニカム構造は、基本的に同サイズの六角形構造ユニットの繰り返しであるため、全ての柱と梁の大きさおよび形状を数種類程度に統一することが可能である。従って、施工性の向上と短工期化、コスト低減を図ることができる。

10

【0078】

また、六角形構造ユニットを形成するための所定形状の構造単位をユニット化してプレキャストコンクリートとしてプレストレストコンクリート構造や鉄骨造とすることによっても、施工性の向上と短工期化、コスト低減を図ることができる。

【0079】

以下、本発明のチューブ架構の隅部の形態およびその他の変形形態について説明する。

【0080】

図6(a)は、図2Dの平面図に示した略四角形の断面形状をもつチューブ架構1における隅部Xの構造を示す部分斜視部である。図6(b)は、同じく部分平面図である。最外層の単層構造体Aの隅部には、両隣の各面(略平面と想定する)に対して等角度(図示の例では45度)をなすように六角形構造ユニット40Aが配置される。六角形構造ユニット40aは、鉛直方向に複数連結されることにより隅部における一列を構成している。六角形構造ユニット40aの6つの辺は、下辺41および上辺42の梁と、左下辺43と左上辺44の左側斜柱と、右下辺45と右上辺46の右側斜柱とから形成される。

20

【0081】

一方、内側の単層構造体Bの隅部は、両隣の各面(略平面と想定する)における最端部にそれぞれ位置する2つの六角形構造ユニット同士が、2本の斜柱の連結部51、52において接合されている。従って、単層構造体Bの隅部には、4本の斜柱13B、14B、15Bおよび16Bによる菱形が形成される。

【0082】

さらに、単層構造体Aにおける梁41の両端部と、単層構造体Bの隅部の連結部51とが層間連結梁47a、48aでそれぞれ連結されている。同様に、単層構造体Aにおける梁42の両端部と、単層構造体Bの隅部の連結部52とが層間連結梁47b、48bでそれぞれ連結されている。図6(b)の平面図に示すように、平面視において、最外層の単層構造体Aの隅部の梁41(または42)の両端から延びる層間連結梁47aと48a(または47bと48b)は、内側の単層構造体Bの連結部51(または52)を頂点とする二等辺三角形の等しい2辺を形成している。

30

【0083】

図6に示した隅部の構造は、隅部において層間連結梁がより密に配置されるとともに、外力負荷が軸力に変換されやすい三角形で配置されることによるため、応力の集中する隅部の強度向上を図ることができる。

40

【0084】

図7は、本発明のチューブ架構において単層構造体の層数の異なる部分を設ける形態についての説明図である。本発明のチューブ架構は、基本的には複数の単層構造体を重層させて形成されるが、例えば2層構造のみ、あるいは3層構造のみで形成する必要はなく、例えば2層構造の部分と3層構造の部分とが混在していてもよい。さらに本発明の効果を奏する限りにおいて単層構造体を一層のみ配置した部分を設けてもよい。

【0085】

図7(a)は、単層構造体を一層のみ配置した部分(S層部分)と、2層配置した部分(A層およびB層からなる部分)との間の層数移行部の構造を示す部分斜視図である。図

50

面左側が2層部分であり、右側がS層部分である。一例として、S層とA層とが見かけ上連続しており、A層の内側(図の紙面奥行き方向)に層間距離を空けてB層を設ける場合を示している。この場合、S層の最端部に位置する六角形構造ユニット(層数移行部)の梁12AのS層側の端部に対し、さらに別の梁Mを内側に向かって所定の角度で接合する。この所定の角度は、梁Mの先端と梁12Aの先端の間の距離dが、A層とB層との層間距離となるように設定する。そして、梁Mの先端からB層の六角形構造ユニットが連結される。

【0086】

図7(b)は、単層構造体を一層のみ配置した部分(S層部分)と、3層配置した部分(A層、B層およびC層からなる部分)との間の層数移行部の構造を示す部分斜視図である。図面左側が3層部分であり、右側がS層部分である。一例として、S層とA層とが見かけ上連続しており、A層の内側に層間距離を空けてB層を、さらにB層の内側に層間距離を空けてC層を設ける場合を示している。この場合、S層の最端部に位置する六角形構造ユニット(層数移行部)の梁12AのS層側の端部に対し、さらに別の梁M1を内側に向かって所定の角度で接合する。この所定の角度は、梁M1の先端と梁12Aの先端の間の距離d1が、A層とB層との層間距離となるように設定する。そして、梁M1の先端からB層の六角形構造ユニットが連結される。さらに、B層の最端部に位置する梁12BのS層側の端部に対し、さらに別の梁M2を内側に向かって所定の角度で接合する。この所定の角度は、梁M2と梁12Bの先端の間の距離d2が、B層とC層との層間距離となるように設定する。そして、梁M2の先端からC層の六角形構造ユニットが連結される。

【0087】

図7に示した層数移行部の構造は一例であり、多様な変形形態が可能である。一般的には、応力集中する箇所では層数を多くし、負荷の軽い箇所では層数を少なくすればよい。これは、主としてチューブ架構の全体形状に依存する。

【0088】

なお、本発明による立体チューブ建築構造体は、チューブ架構の全体が上記の第1のハニカム構造および第2のハニカム構造から形成される形態が基本であるが、本発明の主旨に沿う限りにおいて、また構造力学上許容される限りにおいて、チューブ架構の一部にこれらのハニカム構造以外の構造を組み込んだ場合も本発明の範疇に含まれるものとする。

【0089】

本発明による立体チューブ建築構造体は、多様な建築材料により構築可能であり、木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート(RC)造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造、コンクリート充填鋼管(CFT)造、プレストレストコンクリート(PC)造などとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】本発明の立体チューブ建築構造体におけるチューブ架構の一実施例の外観斜視図である。

【図2A】図1のチューブ架構1の部分拡大図である。(a)はチューブ架構の下端近傍を含む部分を示し、(b)は単層構造体A、Bをそれぞれ構成する六角形構造ユニットのうち、互いに対向する一組の六角形構造ユニットを示している。

【図2B】図1に示したチューブ架構の外側の層である単層構造体Aの構成を示す図である。(a)は単層構造体Aの部分拡大正面図であり、(b)は(a)の部分に対応する単層構造体Aの平面図である。

【図2C】(a)は図1に示したチューブ架構の部分拡大平面図である。(b)は、(a)に示した第2の六角形構造ユニットの部分のみを模式的に示した説明図である。(c)は、(b)の説明図から、特に梁と層間連結梁Lで構成される部分を抽出した図である。

【図2D】図1に示したチューブ架構の全体平面図である。図示のチューブ架構1は断面形状が略四角形である。

【図3A】(a)は、単層構造体Aの一実施例を部分的に示し、(b)は(a)の単層構造体Aと同じ配置構成をもつ単層構造体Bとを重層させて形成したメインフレームの一部

10

20

30

40

50

を示す図である。

【図3B】(a)は、単層構造体Aの一実施例を部分的に示し、(b)は(a)の単層構造体Aと同じ配置構成をもつ単層構造体Bとを重層させて形成したメインフレームの一部を示す図である。

【図3C】(a)は、単層構造体Aの一実施例を部分的に示し、(b)は(a)の単層構造体Aと同じ配置構成をもつ単層構造体Bとを重層させて形成したメインフレームの一部を示す図である。

【図3D】略円形の断面形状をもつチューブ架構の一実施例の平面図である。

【図4】本発明による立体チューブ建築構造体の一実施例を示す外観斜視図である。

【図5】本発明による立体チューブ建築構造体の別の実施例を示す外観斜視図である。

【図6】(a)は、図2Dの平面図に示した略四角形の断面形状をもつチューブ架構1における隅部Xの構造を示す部分斜視部である。(b)は、同じく部分平面図である。

【図7】(a)は、5層部分と2層部分との間の層数移行部の構造を示す部分斜視図である。(b)は、5層部分と3層部分との間の層数移行部の構造を示す部分斜視図である。

【符号の説明】

【0091】

1 チューブ架構

A、B 単層構造体

L 層間連結梁

10A、10B 六角形構造ユニット

10A1、10A2、10A3、10A4 六角形構造ユニット列

10B1、10B2、10B3、10B4 六角形構造ユニット列

11A、11B 下辺

12A、12B 上辺

13A、13B 左下辺

14A、14B 左上辺

15A、15B 右下辺

16A、16B 右上辺

21、22、23 第2の六角形構造ユニット

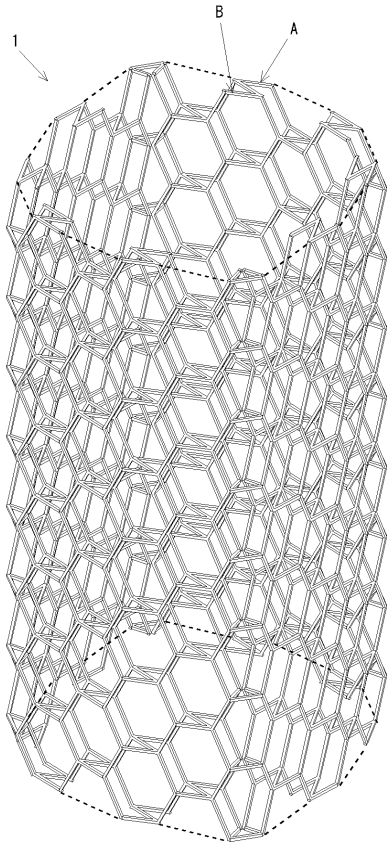
31a、31b スラブ

10

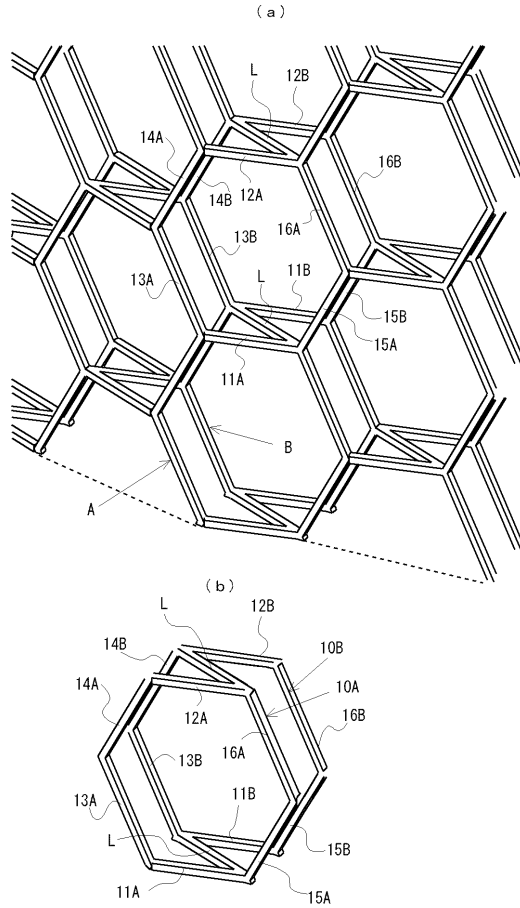
20

30

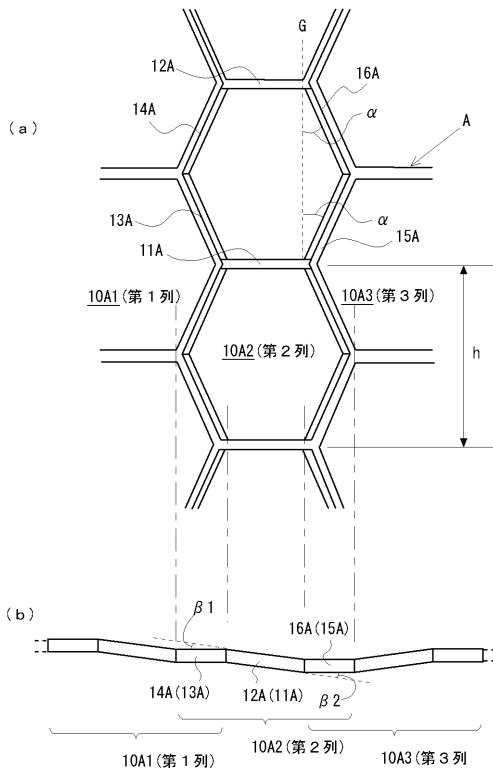
【 図 1 】



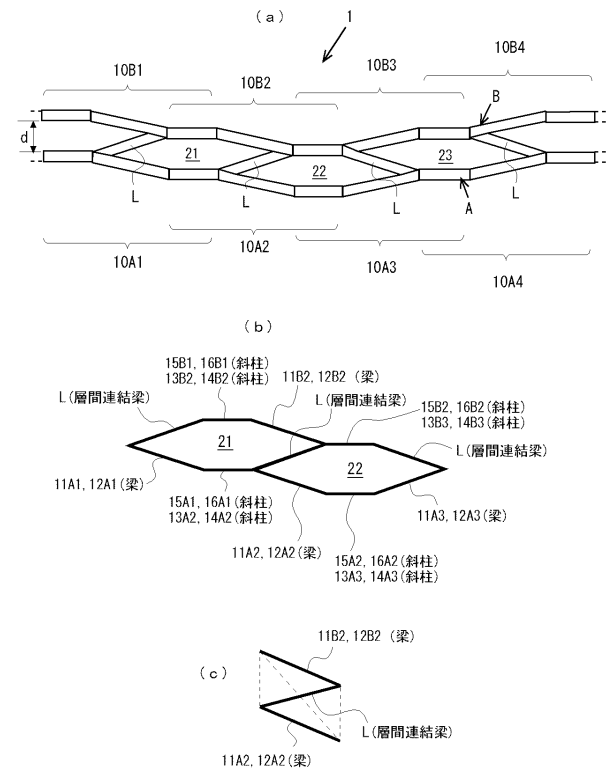
【 図 2 A 】



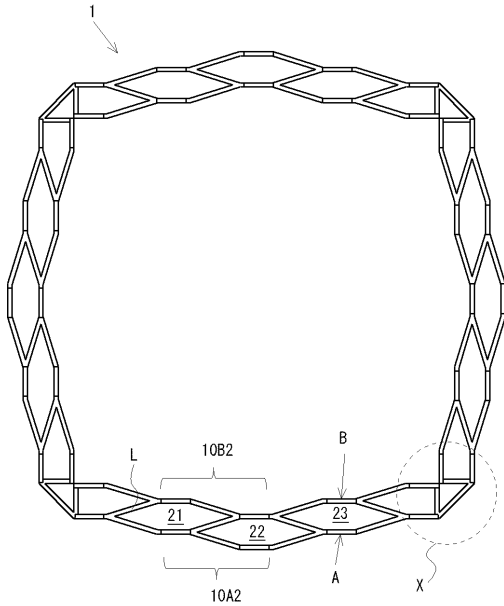
【 図 2 B 】



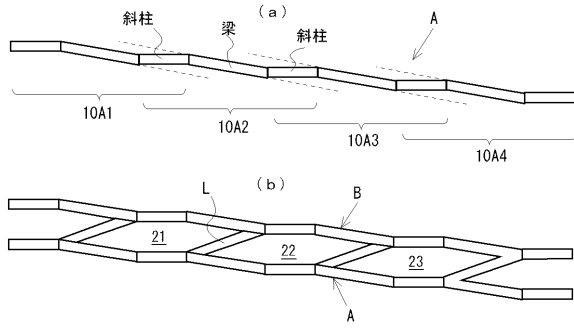
【 図 2 C 】



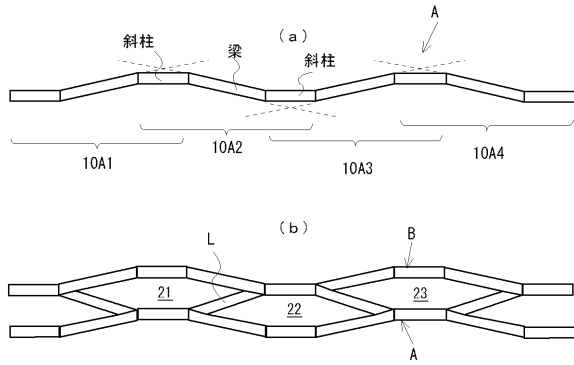
【図 2 D】



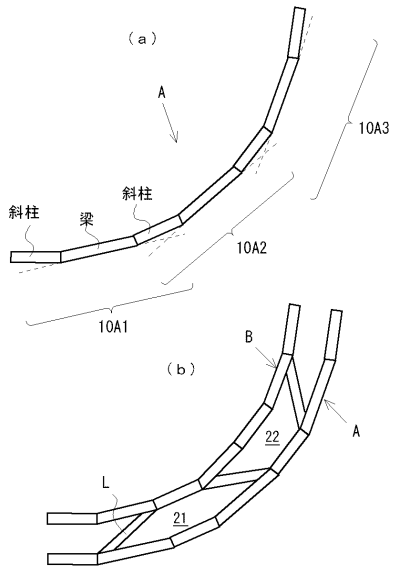
【図 3 A】



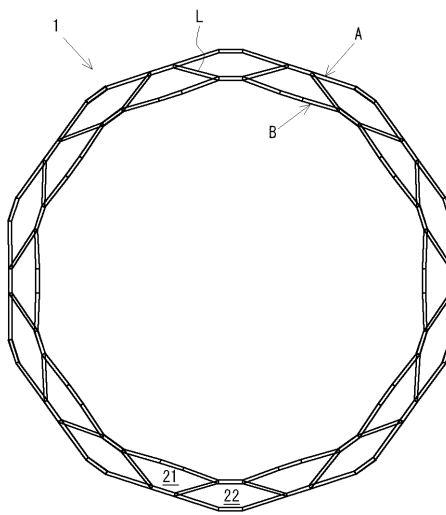
【図 3 B】



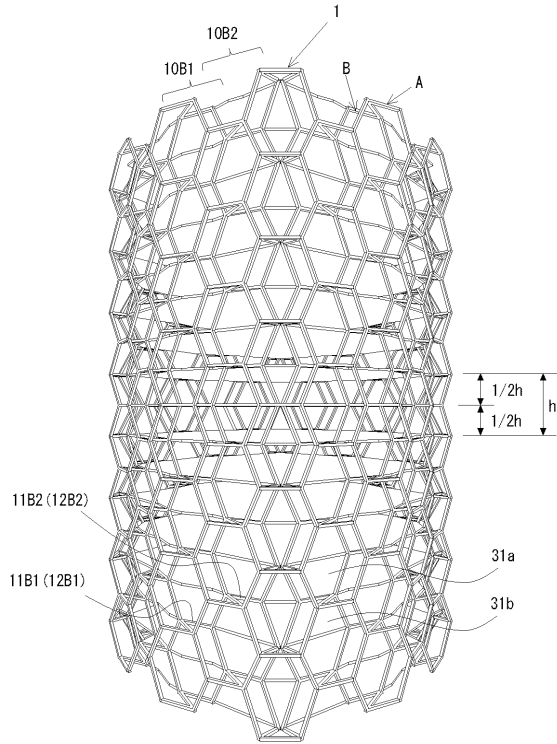
【図 3 C】



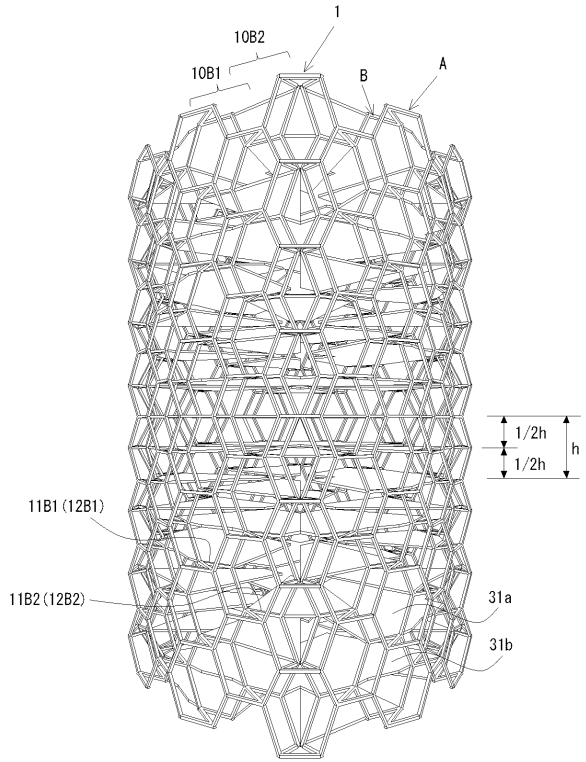
【図 3 D】



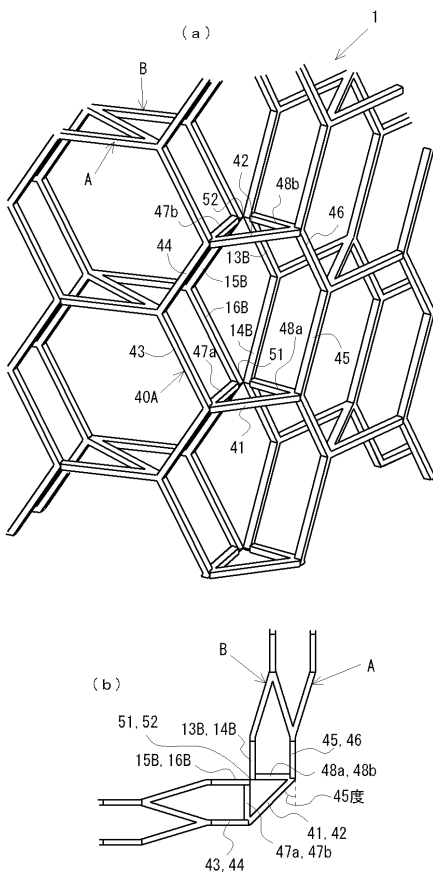
【 図 4 】



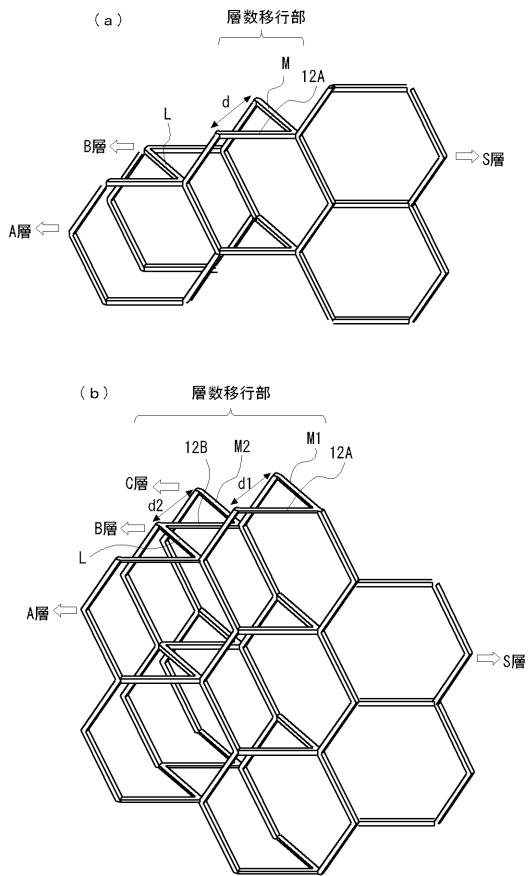
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

審査官 新井 夕起子

- (56)参考文献 特許第3811708(JP, B1)
特開平07-003890(JP, A)
特開平07-197535(JP, A)
特開平09-060301(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|---------|
| E 0 4 B | 1 / 1 8 |
| E 0 4 B | 1 / 1 9 |
| E 0 4 B | 1 / 3 2 |
| E 0 4 B | 1 / 3 4 |