

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第4210323号
(P4210323)

(45) 発行日 平成21年1月14日(2009.1.14)

(24) 登録日 平成20年10月31日(2008.10.31)

(51) Int. Cl. F I
E O 4 B 1/34 (2006.01) E O 4 B 1/34 F
E O 4 B 1/18 (2006.01) E O 4 B 1/18 A

請求項の数 16 (全 25 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-506665 (P2008-506665)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成19年5月10日 (2007.5.10)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2007/059629</p> <p>審査請求日 平成20年2月29日 (2008.2.29)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000002174 積水化学工業株式会社 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号</p> <p>(74) 代理人 100095267 弁理士 小島 高城郎</p> <p>(74) 代理人 100124176 弁理士 河合 典子</p> <p>(74) 代理人 100108051 弁理士 小林 生央</p> <p>(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</p> <p>(72) 発明者 鴨下 勉 東京都渋谷区桜丘町7-10 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</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 建築構造体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第k-1次、第k次、...及び第n次六角形フレーム(2 ≤ k ≤ n、nは2以上のいずれかの整数)からなり前記第k-1次六角形フレームと前記第k次六角形フレームとの相似比が1より大きい整数値である六角形フレーム群を用いて形成された建築構造体であって、

(a) 複数の前記第1次六角形フレームを、二次元的拡がりをもつ八ニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としての八ニカムフレームを備え、

(b) 前記八ニカムフレーム内に補強構造としての前記第2次～第n次六角形フレームがそれぞれ1又は複数配置され、

(c) 各前記第k次六角形フレームがいずれかの前記第k-1次六角形フレームの開口内に配置され、かつ該第k次六角形フレームのうち少なくとも1つは、頂点の剛域拡大のために該第k-1次六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該第k-1次六角形フレームと剛接合されていることを特徴とする建築構造体。

【請求項2】

前記第k-1次六角形フレームのいずれかの頂点を形成する2辺とその開口内に配置された2つの前記第k次六角形フレームの各1辺とにより菱形空間が形成される場合に、該菱形空間に挿入され剛接合された補強構造としての挿入部材をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の建築構造体。

【請求項3】

前記挿入部材が、菱形フレーム、菱形パネル、2つの同形状の三角形フレーム及びサブ六角形フレームを含む群から選択されたいずれかであることを特徴とする請求項2に記載の建築構造体。

【請求項4】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第k-1次、第k次、...及び第n次六角形フレーム(2 ≤ k ≤ n、nは2以上のいずれかの整数)からなり前記第k-1次六角形フレームと前記第k次六角形フレームとの相似比が1より大きい整数値である六角形フレーム群を用いて形成された建築構造体であって、

(a) 複数の前記第1次六角形フレームを、二次元的拡がりをもつ八ニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としての八ニカムフレームを備え、

(b) 前記八ニカムフレーム内に補強構造としての前記第2次～第n次六角形フレームがそれぞれ1又は複数配置され、

(c) 2又はそれ以上の前記第k次六角形フレームがいずれかの前記第k-1次六角形フレームの開口内に配置され、かつ該第k-1次六角形フレームのいずれかの頂点を形成する2辺と少なくとも2つの該第k次六角形フレームの各一辺とにより菱形空間が形成され、

(d) 頂点の剛域拡大のために前記菱形空間に挿入されて前記第k-1次六角形フレームと剛接合された補強構造としての挿入部材をさらに備えたことを特徴とする建築構造体

。

【請求項5】

前記挿入部材が、菱形フレーム、菱形パネル、2つの同形状の三角形フレーム及びサブ六角形フレームを含む群から選択されたいずれかであることを特徴とする請求項4に記載の建築構造体。

【請求項6】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第k-1次、第k次、...及び第n次六角形フレーム(2 ≤ k ≤ n、nは2以上のいずれかの整数)からなり前記第k-1次六角形フレームと前記第k次六角形フレームとの相似比が整数値以外の1より大きい実数値である六角形フレーム群を用いて形成されたメインフレームを、鉛直方向に立設した建築構造体であって、

(a) 複数の前記第1次六角形フレームを、二次元的拡がりをもつ八ニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としての八ニカムフレームを備え、

(b) 前記八ニカムフレーム内に補強構造としての前記第2次～第n次六角形フレームがそれぞれ1又は複数配置され、

(c) 各前記第k次六角形フレームがいずれかの前記第k-1次六角形フレームの開口内に配置され、かつ該第k次六角形フレームのうち少なくとも1つは、頂点の剛域拡大のために該第k-1次六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該第k-1次六角形フレームと剛接合されていることを特徴とする建築構造体。

【請求項7】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第k-1次、第k次、...及び第n次六角形フレーム(2 ≤ k ≤ n、nは2以上のいずれかの整数)からなり前記第k-1次六角形フレームと前記第k次六角形フレームとの相似比が整数値以外の1より大きい実数値である六角形フレーム群を用いて形成された建築構造体であって、

(a) 複数の前記第1次六角形フレームを、二次元的拡がりをもつ八ニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としての八ニカムフレームを備え、

(b) 前記八ニカムフレーム内に補強構造としての前記第2次～前記n次六角形フレームが1又は複数配置され、

(c) 各前記第k次六角形フレームがいずれかの前記第k-1次六角形フレームの開口内に配置され、かつ、頂点の剛域拡大のために該第k次六角形フレームの外周全体が該第k-1次六角形フレームの内周全体に当接し互いに剛接合されていることを特徴とする建

10

20

30

40

50

築構造体。

【請求項 8】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して形成された六角形フレームと、線状構造部材を三角形の各辺に配置して形成されかつ該六角形フレームの各辺を 1 辺として該六角形フレームを 6 分割した基本三角形に対する相似比が 1 より大きい整数値である三角形フレームとを用いて形成された建築構造体であって、

(a) 複数の前記六角形フレームを、二次元的拡がりをもつハニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としてのハニカムフレームを備え、

(b) 2 又はそれ以上の前記三角形フレームがいずれかの前記六角形フレームの開口内に補強構造としての配置され、かつ少なくとも 2 つの該三角形フレームが、頂点の剛域拡大のために該六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該六角形フレームと剛接合されていることを特徴とする建築構造体。

10

【請求項 9】

線状構造部材を六角形の各辺に配置して形成された六角形フレームと、線状構造部材を三角形の各辺に配置して各々形成された第 1 次、第 2 次、. . .、第 k - 1 次、第 k 次、. . . 及び第 n 次三角形フレーム ($2 \leq k \leq n$ 、n は 2 以上のいずれかの整数) からなる三角形フレーム群とを用いて形成された建築構造体であって、

(a) 前記第 1 次三角形フレームは前記六角形フレームの各辺を 1 辺として該六角形フレームを 6 分割した基本三角形に対する相似比が 1 より大きい整数値であり、かつ前記第 k - 1 次三角形フレームと前記第 k 次三角形フレームとの相似比が 1 より大きい整数値であり、

20

(b) 複数の前記六角形フレームを、二次元的拡がりをもつハニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した基本構造としてのハニカムフレームを備え、

(c) 前記ハニカムフレーム内に前記第 1 次三角形フレームが 2 又はそれ以上配置され、かつ前記第 2 次 ~ 第 n 次三角形フレームがそれぞれ 1 又は複数配置され、

(d) 2 又はそれ以上の前記第 1 次三角形フレームがいずれかの前記六角形フレームの開口内に補強構造として配置され、かつ少なくとも 2 つの該第 1 次三角形フレームが該六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該六角形フレームと剛接合されており、

(e) 1 又は複数の前記第 k 次三角形フレームがいずれかの前記第 k - 1 次三角形フレームの開口内に補強構造として配置され、かつ少なくとも 1 つの該第 k 次三角形フレームが、頂点の剛域拡大のために該第 k - 1 次三角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該第 k - 1 次三角形フレームと剛接合されていることを特徴とする建築構造体。

30

【請求項 10】

前記ハニカムフレーム内に前記第 2 次 ~ 第 n 次六角形フレームが配置される場合に、相対的に下方に位置する前記第 1 次六角形フレームの開口内に配置された高次の前記六角形フレームの数が、相対的に上方に位置する前記第 1 次六角形フレームの開口内に配置されたそれらよりも多いことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の建築構造体。

【請求項 11】

前記ハニカムフレームを形成する複数の前記第 1 次六角形フレームの少なくとも一部が、その開口内に高次の前記六角形フレームを配置しないことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の建築構造体。

40

【請求項 12】

前記ハニカムフレーム内に前記第 1 次 ~ 第 n 次三角形フレームが配置される場合に、相対的に下方に位置する前記六角形フレームの開口内に配置された三角形フレームの数が、相対的に上方に位置する前記六角形フレームの開口内に配置されたそれらよりも多いことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の建築構造体。

【請求項 13】

前記ハニカムフレームを形成する複数の前記六角形フレームの少なくとも一部が、その開口内に三角形フレームを配置しないことを特徴とする請求項 8 又は 9 のいずれかに記載の建築構造体。

50

【請求項 1 4】

前記ハニカムフレームを形成する複数の前記六角形フレームの各々が、隣り合う六角形フレームと一辺を共有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の建築構造体。

【請求項 1 5】

前記ハニカムフレームを形成する複数の前記六角形フレームの各々が、隣り合う六角形フレームと互いの一辺と一辺とを剛接合させることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の建築構造体。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 9 のいずれかの建築構造体における前記ハニカムフレーム及びその内部構造を、2 種又はそれ以上、部分的に混在させて形成したことを特徴とする建築構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、六角形の構造フレームをハニカム形状に接合したハニカムフレームと、その内部に挿入された種々の構造フレームとを備えた建築構造体に関し、特にハニカムフレームの内部構造がフラクタル的な幾何学特性を有する建築構造体に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、高層または超高層の建築構造体としては直柱と水平梁とを 3 次元格子状に組み合わせた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。

【0 0 0 3】

チューブ架構においても、直柱と水平梁とからなる四角形を単位格子とする一般ラーメン架構（特許文献 1、2）があるが、その他に三角形または六角形を利用して二次元すなわち面状の構造を形成したものも知られている。

【0 0 0 4】

六角形の単位格子を連結したハニカム形状の構造は、古くから強固であることが知られている。六角形格子のチューブ架構への適用例としては、特許文献 3 に示すように水平方向に六角形格子を連結してハニカム構造を形成し、鉛直方向は直柱で連結したものがあ。この構造は、鉛直面内においてはハニカム形状を有していない。

【0 0 0 5】

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。

【0 0 0 6】

最近、チューブ架構に関して、本出願人に係る特許文献 4 及び非特許文献 2 のハニカム建築構造体が提示された。この建築構造体では、六角形格子をハニカム形状に剛接合することにより外周面であるチューブ架構が形成されている。このようなチューブ架構においては、梁は水平方向に連続しておらず、柱も全てジグザグに連続する斜柱となる。このような構造は、様々な方向から建築物に加わる力を、梁又は柱の軸力に変換しやすいという利点がある。また、ハニカム構造の剛性により、チューブ架構のみによって建築物全体の構造的安定性と耐震性を確保することができる。構造解析の結果からも、ハニカムのチューブ架構は、一般ラーメンのチューブ架構に比べて同じ水平負荷に対する変形及び曲げモーメントの応力が小さいことが確認された。つまり、同じ量の変形及び曲げモーメントの応力に対する耐性を確保する場合に、ハニカム構造では、一般ラーメン構造に比べて梁及

10

20

30

40

50

び柱を細くできる。加えて、内部の補強構造がなくとも十分な強度を実現可能であるため、自由な内部空間を十分確保できる。

【0007】

一方、三角形の単位格子を連結した構造は、チューブ架構よりもむしろ特許文献5のようにドーム形状に多く用いられている。ドーム形状以外の例として、特許文献6は、三角形を基本とするフラクタル幾何学図形を適用した骨組構造を開示する。特許文献6は、シルピンスキーの三角形として周知のフラクタル幾何学図形を建築物の骨組構造としている。これは、図形上の三角形の一辺をそのまま建築物における線状部材に置き換え、互いに接合することにより形成したトラス構造である。フラクタルな図形とは、概説すれば、分割（又は拡大）を繰り返しても元の図形と似た形が現れる自己相似性をもった図形をいう。自然科学の分野ではフラクタルに関する研究が進められているが、建築分野における応用例はほとんどない。

10

【特許文献1】特開平7-197535号公報

【特許文献2】特開2004-251056号公報

【特許文献3】特開平9-60301号公報

【特許文献4】特許第3811708号公報

【特許文献5】特開2000-144909号公報

【特許文献6】特開平7-269009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

20

【非特許文献2】「HONEYCOMBTUBE ARCHITECTURE - ハニカムチューブの建築」HTA研究会編集、2006年12月10日発行、発行所：株式会社新建築社

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のように、特許文献4で提示されたハニカム形状のチューブ架構は、従来の一般ラーメン構造に比べてその単位格子の頂点における変形及び曲げモーメントの応力が小さいという利点がある。

しかしながら、ハニカム形状の架構自体についてみれば、六角形格子の頂点における曲げモーメントは、他の部分（例えば辺の中央部分）に比べて大きい。例えば、同じ太さの線状部材を接合してハニカム形状の架構を構築した場合、六角形格子の頂点部分は他の部分に比べて弱いといえる。

30

【0009】

本発明は、ハニカム形状をもつ建築構造体の優れた特性をさらに高めることにより、耐震性及び耐風圧性に関して強固な建築構造体を提供することを目的とする。特に、高層、超高層に好適な建築構造体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

(1) 本発明による建築構造体の一形態（請求項1～3）は、線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第 $k-1$ 次、第 k 次、...及び第 n 次六角形フレームからなる n 種類の互いに大きさの異なる六角形フレーム群を用いて形成される。六角形フレーム群に含まれる n 種類の六角形フレームの各々は、互いに相似形である。第1次六角形フレームが最大の大きさを持ち、第2次、第3次...と高次になるにつれて小さくなる。この形態では、第 $k-1$ 次六角形フレームと第 k 次六角形フレームの相似比は、1より大きい整数である（但し、 $2 \leq k \leq n$ ）。例えば、第1次六角形フレームの一辺の長さを「10（任意の単位）」とした場合、第2次六角形フレームの一辺の長さを「5」とすると相似比は「2」である。第2次六角形フレームの一辺の長さを「10/3」とすると相似比は「3」である。

40

また、建築構造体を形成するために、少なくとも2種類の大きさの異なる六角形フレー

50

ムを用いる（すなわち、 n は2以上の整数）。つまり、少なくとも第1次と第2次の六角形フレームを用いる。

さらに、最大である第1次六角形フレームは、複数個用いられる。複数個の第1次六角形フレームは、二次元的拡がりをもつ八ニカム形状に剛接合し鉛直方向に立設した八ニカム形状に剛接合され鉛直方向に立設された基本構造としての八ニカムフレームを形成する。

第2次～第 n 次六角形フレームは、それぞれ1又は複数個用いられる。第2次～第 n 次六角形フレームの各々は、補強構造として八ニカムフレームの内部に配置される。つまり、第2次～第 n 次六角形フレームの各々は、いずれかの第1次六角形フレームの開口内に配置されることにより、八ニカムフレームの面内に収容されている。

さらに、1つの第 k 次六角形フレームに着目すると、第 k 次六角形フレームはいずれかの第 $k-1$ 次六角形フレームの開口内に配置されている。第 $k-1$ 次六角形フレームは、第 k 次六角形フレームより1段階だけ大きいフレームである。基本的には、いずれの六角形フレームも必ず、自身よりも1段階大きい六角形フレーム内に直接配置され、2段階以上大きい六角形フレーム内に直接配置されることはない（以下の形態においても同様）。

そして、第 $k-1$ 次六角形フレーム内に1又は複数の第 k 次六角形フレームが配置された場合、少なくとも1つの第 k 次六角形フレームは、頂点の剛域を拡大のために第 $k-1$ 次六角形フレームの6個の頂点のうちいずれかの頂点位置に配置されて第 $k-1$ 次六角形フレームと剛接合されている。第 k 次六角形フレームと第 $k-1$ 次六角形フレームは相似であるから、頂点位置において前者の外周と後者の内周とは隙間なく当接する。

【0011】

この形態においては、第 $k-1$ 次六角形フレームの6つの頂点のうち、上記のように第 k 次六角形フレームが配置されていない頂点の近傍は、次のような構造とすることが好適である。第 $k-1$ 次六角形フレームの頂点を形成する2辺と、その開口内に配置された2つの第 k 次六角形フレームの各1辺とにより菱形空間を形成し、その菱形空間に挿入部材を挿入し接合する。挿入部材は、菱形フレーム、菱形パネル、2つの同形状の三角形フレーム及びサブ六角形フレームを含む群から選択されたいずれかである。

【0012】

(2)本発明による建築構造体のさらに別の形態（請求項4、5）は、上述の形態と類似している。上述の形態と相違する点は、第 $k-1$ 次六角形フレーム内に配置される2又はそれ以上の第 k 次六角形フレームが、いずれの頂点位置にも配置されないことである。その代わりに、この形態では、第 $k-1$ 次六角形フレームのいずれかの頂点を形成する2辺と、2つの第 k 次六角形フレームの各一辺とが菱形空間を形成する。そして、この菱形空間に挿入部材を挿入し接合する。挿入部材は、菱形フレーム、菱形パネル、2つの同形状の三角形フレーム及びサブ六角形フレームを含む群から選択されたいずれかである。

【0013】

(3)本発明による建築構造体のさらに別の形態（請求項6）は、線状構造部材を六角形の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、...、第 $k-1$ 次、第 k 次、...及び第 n 次六角形フレームからなる n 種類の互いに大きさの異なる六角形フレーム群を用いて形成される。六角形フレーム群に含まれる n 種類の六角形フレームの各々は、互いに相似形である。第1次六角形フレームが最大の大きさをもち、第2次、第3次...と高次になるにつれて小さくなる。上述した最初の形態と異なりこの形態では、第 $k-1$ 次六角形フレームと第 k 次六角形フレームの相似比は、整数値以外の1より大きい実数値である。例えば、第1次六角形フレームの一辺の長さを「10」とした場合、第2次六角形フレームの一辺の長さを「8」とすると相似比は「1.25」であり、第2次六角形フレームの一辺の長さを「4」とすると相似比は「2.5」である。この点を除く他の構成は、複数の第1次六角形フレームが、二次元的拡がりをもつ基本構造としての八ニカムフレームを形成することを含め、上述の最初の形態と同様である。

【0014】

(4)本発明による建築構造体のさらに別の形態（請求項7）は、線状構造部材を六角形

の各辺に配置して各々形成された第1次、第2次、．．．、第k-1次、第k次、．．．及び第n次六角形フレームからなるn種類の互いに大きさの異なる六角形フレーム群を用いて形成される。六角形フレーム群に含まれるn種類の六角形フレームの各々は、互いに相似形である。第1次六角形フレームが最大の大きさを持ち、第2次、第3次．．．と高次になるにつれて小さくなる。上述の最初の形態と異なりこの形態では、第k-1次六角形フレームと第k次六角形フレームの相似比は、整数値以外の1より大きい実数値である。複数の第1次六角形フレームが、二次元的拡がりをもつ剛接合された基本構造としてのハニカムフレームを形成する。さらに、この形態では、第k次六角形フレームが第k-1次六角形フレームの開口内に配置される場合に、頂点の剛域拡大のために、第k次六角形フレームの外周全体が第k-1次六角形フレームの内周全体に当接し互いに剛接合される。つまり、1つの第k-1次六角形フレームの開口内に第k次六角形フレームが1つだけ配置される。

10

【0015】

(5)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項8)は、線状構造部材を六角形の各辺に配置して形成された六角形フレームと、線状構造部材を三角形の各辺に配置して形成された1種類の三角形フレームとを用いて形成される。三角形フレームは、六角形フレームの各辺を1辺としてこの六角形フレームを6分割した基本三角形と相似形であり、その相似比は1より大きい整数値である。例えば、六角形フレームの一边の長さを「10」とすると基本三角形の一边の長さも「10」であり、三角形フレームの一边の長さを「5」とすると相似比は「2」である。

20

六角形フレームは複数個用いられ、これらの複数の六角形フレームは、二次元的拡がりをもつハニカム形状に剛接合され鉛直方向に立設された基本構造としてのハニカムフレームを形成する。

三角形フレームは2又はそれ以上用いられる。それらのうち少なくとも2つの三角形フレームは、補強構造としていずれかの六角形フレームの開口内において、頂点の剛域拡大のためにその六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置される。そしてこれら2つの三角形フレームと六角形フレームとが剛接合される。これら2つの三角形フレームは菱形を形成するので、六角形フレームの頂点を形成する2辺と隙間なく当接する。

【0016】

(6)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項9)は、線状構造部材を六角形の各辺に配置して形成された六角形フレームと、線状構造部材を三角形の各辺に配置して線状構造部材で形成された第1次、第2次、．．．、第k-1次、第k次、．．．及び第n次三角形フレームからなる三角形フレーム群とを用いて形成される。三角形フレーム群は、互いに相似で大きさの異なるn種類の三角形フレームからなり、高次のものほど小さくなる。この形態では、少なくとも2種類(すなわち第1次と第2次)の三角形フレームを用いる。第1次三角形フレームは、六角形フレームの各辺を1辺としてこの六角形フレームを6分割した基本三角形と相似であり、その相似比は1より大きい整数値である。例えば、六角形フレームの一边の長さを「10」とすると基本三角形の一边の長さも「10」であり、第1次三角形フレームの一边の長さを「5」とすると相似比は「2」である。第k-1次三角形フレームと第k次三角形フレームの相似比も1より大きい整数値である(但し、 $2 \leq k \leq n$)。例えば、第1次三角形フレームの一边の長さを「10」、第2次三角形フレームの一边の長さを「10/3」とすると相似比は「3」である。

30

40

六角形フレームは複数個用いられ、これらの複数の六角形フレームは、二次元的拡がりをもつハニカム形状に剛接合され鉛直方向に立設された基本構造としてのハニカムフレームを形成する。

第1次三角形フレームは2又はそれ以上、第2次～第n次三角形フレームはそれぞれ1又は複数用いられる。これらの第1次～第n次三角形フレームの各々は、補強構造としてハニカムフレームの内部に配置される。つまり、第1次～第n次三角形フレームの各々は、いずれかの六角形フレームの開口内に配置されることにより、ハニカムフレームの面内に収容されている。

50

さらに、2又はそれ以上の第1次三角形フレームがいずれかの六角形フレームの開口内に配置される。それらのうちの少なくとも2つが、頂点の剛域拡大のために六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置され剛接合されている。これら2つの第1次三角形フレームは菱形を形成するので、六角形フレームの頂点を形成する2辺と隙間なく当接する。

またさらに、1又は複数の第k次三角形フレームが、いずれかの第k-1次三角形フレームの開口内に配置される。それらのうちの少なくとも1つの第k次三角形フレームが第k-1次三角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて該第k-1次三角形フレームと接合されている。第k-1次三角形フレームは、第k次三角形フレームより1段階だけ大きいフレームである。第k次三角形フレームと第k-1次三角形フレームとは相似であるので、頂点位置において前者の外周が後者の内周に隙間なく当接する。基本的には、第2次より高次の三角形フレームは、必ず、自身よりも1段階だけ大きい三角形フレーム内に直接配置され、2段階以上大きい三角形フレーム内に直接配置されることはない。

10

【0017】

(7)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項10、請求項11)は、上記において八ニカムフレーム内に第2次～第n次六角形フレームが配置される場合に、相対的に下方に位置する第1次六角形フレームの開口内に配置された高次の六角形フレームの数が、相対的に上方に位置する第1次六角形フレームの開口内に配置されたそれらよりも多いことを特徴とする。

また、八ニカムフレームにおける一部の第1次六角形フレームについては、開口内に高次の六角形フレームを配置しないものがあるもよい。

20

【0018】

(8)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項12、請求項13)は、上記において八ニカムフレーム内に第1次～第n次三角形フレームが配置される場合に、相対的に下方に位置する六角形フレームの開口内に配置された三角形フレームの数が、相対的に上方に位置する六角形フレームの開口内に配置されたそれらよりも多いことを特徴とする。

また、八ニカムフレームにおける一部の六角形フレームについては、開口内に三角形フレームを配置しないものがあるもよい。

【0019】

(9)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項14)は、上記において八ニカムフレームを形成する複数の六角形フレームの各々が、隣り合う六角形フレームと一辺を共有することを特徴とする。

30

【0020】

(10)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項15)は、上記において八ニカムフレームを形成する複数の六角形フレームの各々が、隣り合う六角形フレームと互いの一辺と一辺とを接合させることを特徴とする。

【0021】

(11)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項16)は、上記のいずれかの建築構造体における八ニカムフレーム及びその内部構造を、2種又はそれ以上部分的に混在させたことを特徴とする。

40

(12)本発明による建築構造体のさらに別の形態(請求項17)は、上記いずれかの建築構造体における八ニカムフレームを形成する複数の六角形フレームの各々が、各頂点において剛接合されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

(A)本発明による建築構造体は、六角形フレームを単位格子とし、複数の六角形フレームを八ニカム形状に接合して形成した八ニカムフレームを備えている。八ニカムフレームを形成する六角形フレームの各頂点部分は剛接合されており、各頂点部分に剛域を形成している。背景技術で述べた通り、八ニカム構造は、それ自体が、四角形を単位格子とする従来のラーメン構造に比べて強固である。八ニカムフレームを外周チューブ架構に適用し

50

た場合、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と耐震性を確保できる。さらに、部材量を低減でき、工期も短縮でき、かつ自由な内部空間を確保できる利点も有する。

本発明の特徴は、基本構造である八ニカムフレームに対し、さらに内部構造を付加した点である。この結果、本発明による建築構造体は、八ニカムフレームのみで形成した場合よりもさらに構造的強度を向上させることができる。

【 0 0 2 3 】

八ニカムフレームに付加する内部構造は、フラクタル的な形状特性を有することが特徴である。本発明で称する「フラクタル的」とは、数学において厳密に定義されるフラクタルより広い意味で解釈されるべきであり、少なくとも部分的に自己相似形状が繰り返す（少なくとも1回）現れる特性を有していることをいう。フラクタル又はフラクタル的な形状をデザイン的に捉えた場合、極めて多くのバリエーションが存在可能であることが予想される。しかしながら、本発明は、単なるデザイン上のバリエーションを提示したのではなく、建築構造体における構造耐力上の有利性という技術的意義に裏付けられたものである。

【 0 0 2 4 】

(B) 本発明の建築構造体の一形態では、八ニカムフレーム及びその内部構造が、互いに相似で大きさが段階的に小さくなる第1次、第2次、...、第n次六角形フレームからなる六角形フレーム群から形成される。八ニカムフレームは、最大の大きさをもつ第1次六角形フレームを複数用いて形成され、鉛直方向に立設される。従って、八ニカムフレーム及びその内部構造は、建築構造体において鉛直方向に面状（平面及び曲面を含む）に延在する構造要素として適用可能である。好適例は、外周チューブ架構の全体又は一部であるが、これに限定されない。

【 0 0 2 5 】

第2次～第n次六角形フレームは、それぞれ1又は複数用いられ、その各々がいずれかの第1次六角形フレームの開口内に配置される。

ここで、大きさが1段階だけ異なる第k-1次六角形フレームと第k次六角形フレームとの関係を分かり易く説明するために、前者を「親フレーム」と、後者を「子フレーム」と称することとする。子フレームは、必ず、親フレームの開口内に配置される。さらに、1つの親フレームの開口内に1又は複数の子フレームが配置された場合、それらの子フレームのうち少なくとも1つは親フレームのいずれかの頂点位置に配置され、互いに接合される。

【 0 0 2 6 】

前述の通り、八ニカムフレームにおいては、六角形格子の頂点近傍における変形及び曲げモーメントの応力は他の部分に比べて大きい。本発明では、1つの第1次六角形フレームの頂点の内側に、相似で小さい第2次六角形フレームを重ねて接合することにより、その頂点を形成する2辺の部材を事実上太く（断面積を大きく）することができる。この結果、その頂点近傍の剛性が高くなり補強される。言い換えるならば、その頂点近傍の剛性が拡大されることになる。さらに、第2次六角形フレームの内側に、第3次六角形フレームを重ねて接合できる。配置可能である限り、さらに高次の六角形フレームを重ねて接合し、より大きな強度を実現できる。第1次～第n次六角形フレームは、相似形であるから頂点位置において各辺同士を隙間なく当接させることができる。

このように、本発明によれば、八ニカムフレームにおいて相対的に弱い頂点近傍の剛性を、所望する程度に応じて高めることができるため、建築構造体全体の強度を向上させることができる。この結果、高層及び超高層建築物に好適な耐震性及び耐風圧性に優れた建築構造体を実現できる。

【 0 0 2 7 】

また、六角形フレーム群に含まれる六角形フレームの種類の数及びそれらの間の相似比は、どのようにも設定することができる。これにより、1つ1つの第1次六角形フレームの6つの頂点のうち、必要な箇所を必要な程度に強化できるため、建築構造体の細かい部

10

20

30

40

50

位毎の構造設計が可能となる。従来のラーメン構造では、1つの建築構造体の下層階をSRC構造とし、上層階をRC構造とするなど、複数の階層毎に所定の強度を確保するように構造設計が行われ、細部の補強は補助的構造部材であるブレースなどで行うことが一般的であった。これに対し、本発明においては、ハニカムフレームと一体的に接合される高次の六角形フレームは、全て構造部材の一部である。つまり、本発明によれば、構造部材自体の所望する箇所を所望する程度に強化することが可能となる。

【0028】

さらに、複数の子フレームが親フレームの開口内に配置される場合、それら複数の子フレーム同士は同一形状であるのでハニカム形状に接合することができる(以下、子フレームからなるハニカム形状を「サブハニカムフレーム」と称する)。このようなサブハニカムフレームは、親フレームの複数の辺と接合されることにより、強固な支持構造として機能することができる。特に、親フレームと子フレームの相似比が1より大きい整数値の場合は、親フレームの一边は、子フレームの一边の整数倍となるから、サブハニカムフレームの大きさを親フレームの開口の大きさに整合させることができる。整合させた場合は、サブハニカムフレームは、特に強固な構造となる。サブハニカムフレームを形成する子フレームの数が多ければ、より強固な構造となる。親フレーム内に子フレームを最大限に充填して形成したサブハニカムフレームは、最も強固な構造となる。

【0029】

なお、子フレームと親フレームは相似形であるから、親フレーム内に少なくとも2つの子フレームが配置される場合、親フレームの1つの頂点を形成する2辺と、2つの子フレームの各一边とにより菱形空間を形成する場合がある。このような頂点位置に形成される菱形空間に、挿入部材を挿入し親フレーム及び2つの子フレームと接合することにより、その頂点近傍の剛性を高めることができる。挿入部材として菱形フレーム又は菱形パネルを用いると菱形空間を完全に充填できる。また、菱形空間の2分の1の大きさの同形状の2つの三角形フレームを挿入し接合しても菱形空間を完全に充填でき、その頂点近傍の剛性を高めることができる。またさらに、親フレーム及び子フレームと相似形のサブ六角形フレームを嵌め込む場合は、菱形空間に隙間が残るが、親フレーム及び2つの子フレームと当接して接合できるため、同様に頂点近傍の剛性を高めることができる。

【0030】

なお、親フレームの頂点が子フレームによって補強される場合と、挿入部材によって補強される場合とでは、通常、その強度が異なる。また、挿入部材の種類によっても強度が異なる。よって、それらの強度の違いを利用して、補強手段を必要に応じて使い分けることもできる。

【0031】

(C)本発明のさらに別の形態では、ハニカムフレーム及びその内部構造が、複数の六角形フレームと、互いに相似で大きさが段階的に小さくなる第1次、第2次、...、第n次三角形フレームからなる三角形フレーム群とを用いて形成される。ハニカムフレームは、複数の六角形フレームを接合して形成され、鉛直方向に立設される。六角形フレームの各辺を1辺としてこの六角形フレームを6分割した基本三角形を想定したとき、大きさが最大の第1次三角形フレームは、この基本三角形に対し相似でその相似比が1より大きい整数値である。

【0032】

一例として、建築構造体が、ハニカムフレームと1種類の三角形フレームとを用いて形成される場合、1つの六角形フレームの開口内に2又はそれ以上の三角形フレームが配置される。そして、六角形フレームの少なくとも1つの頂点位置に2つの三角形フレームが接合される。これら2つの三角形フレームは互いに接合されると四角形を形成するから、六角形フレームの頂点を形成する2辺と隙間なく当接する。これにより、六角形フレームの頂点近傍の剛性を高めることができる。

【0033】

また別の例として、建築構造体が、ハニカムフレームと、2種類以上の三角形フレーム

10

20

30

40

50

からなる三角形フレーム群とを用いて形成される場合、1つの六角形フレームの開口内に2又はそれ以上の第1次三角形フレームが配置される。そして、六角形フレームの少なくとも1つの頂点位置に2つの第1次三角形フレームが接合される。これにより、六角形フレームの頂点近傍の剛性が高められる。すなわち頂点近傍の剛域が拡大される。また、第2次～第n次三角形フレームは、それぞれ1又は複数用いられ、各々が、いずれかの六角形フレームの開口内に配置される。

【0034】

ここで、大きさが1段階だけ異なる第k-1次三角形フレームと第k次三角形フレームとの関係を分かり易く説明するために、前者を「親フレーム」と称し、後者を「子フレーム」と称することとする。特別な場合として、第1次三角形フレームの親フレームは六角形フレームとなる。子フレームは、必ず、親フレームの開口内に配置される。さらに、1つの親フレームの開口内に1又は複数の子フレームが配置された場合、それらの子フレームのうち少なくとも1つは親フレームのいずれかの頂点位置に配置され、互いに接合される。これにより、その頂点位置の剛性が高められる。すなわち頂点近傍の剛域が拡大される。

10

【0035】

さらに、複数の子フレームが親フレームの開口内に配置される場合は、それら複数の子フレームをトラス形状に接合することができる(以下、子フレームからなるトラス形状を「サブトラスフレーム」と称する)。このようなサブトラスフレームは、親フレームの複数の辺と接合されることにより強固な支持構造として機能することができる。特に、親フレームと子フレームの相似比が1より大きい整数値の場合は、親フレームの一边は、子フレームの一边の整数倍となるから、サブトラスフレームの大きさを親フレームの開口の大きさに整合させることができる。整合させた場合、サブトラスフレームは、特に強固な構造となる。サブトラスフレームを形成する子フレームの数が多ければ、より強固な構造となる。親フレームの開口内に子フレームを最大限に充填したサブトラスフレームは、最も強固な構造となる。

20

【0036】

(D)上記の各形態において、八ニカムフレーム内に第2次～第n次六角形フレームが配置される場合、又は、第1次～第n次三角形フレームが配置される場合、八ニカムフレームにおける相対的に下方部分に対し、上方部分よりも多くの子フレームを配置することが好適である。一般的に高層又は超高層の建築物では、上層から下層へいくほど荷重負荷が大きくなり、応力が累積していく。従って、下層へいくほどフレーム構造を密にすることにより、剛性と強度をより大きくすることができ、建築物全体を安定に支持することができる。一方、上層においては、フレーム構造を疎とすることにより、軽量とすることができ、材料も低減できかつ開口を大きくとることができる。許容される場合は、上層において、六角形フレームの開口全体を空間のままとしてもよい。

30

【0037】

(E)本発明による建築構造体は、各フレーム毎に層状にスラブを設けることもでき、任意の高さにスラブを設けることができる。

【0038】

(F)本発明による建築構造体に基づく建築物は、非常に剛性の高い建築物となるので、振動に強く揺れが少ない。よって居住性が高い。

40

【0039】

(G)本発明で用いる1つの構造フレーム(例えば六角形フレーム又は三角形フレーム)を、1ユニットとして製造することにより、ユニット同士を連結することで容易に建築構造体を構築できる。全てのユニットが基本的に相似形であるので、ユニット内にユニットを挿入することも容易である。2又はそれ以上のユニットの辺同士が重なる部分においては、それらの辺を一括して連結することも容易である。このように、本発明の建築構造体は、施工性がよい。また、乾式工法が可能であるので、現場打ち鉄筋コンクリート造の湿式工法と異なり、工期を短縮できる。また、構造フレームは、規格ユニットとして工場生

50

産できる。つまり、同断面線材の構造材をユニット化して組合せ、構造フレーム全体の強度や剛性を適宜コントロールすることができる。よって、構造履歴の保存等の品質管理も容易であり、構造部材及び建築物に対する信頼性も高くなる。

【0040】

(H)以上の通り、本発明による建築構造体は、構造的特徴による材料量の低減、良好な施工性、効率的な生産等によりコスト低減を図れる。

【0041】

(I)本発明による建築構造体は、従来的一般ラーメン構造に比べて全く異なる外観的な特徴を備えていることから、意匠性も高いという利点がある。本発明がベースとするフラクタル図形は、自然界の様々な形状(例えば雪の結晶など)を想起させるなど好印象の独自性のある意匠を実現できる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1~図4を参照して、本発明による建築構造体の一形態を説明する。

図1(a)は、本発明の建築構造体において面状に拡がる構造の一部のみを模式的に示した立面図である。図中の矢印で鉛直方向及び水平方向を示している。

【0043】

図1に示す形態においては、第1次六角形フレームA1、第2次六角形フレームA2、第3次六角形フレームA3、...、第k-1次六角形フレームAk-1、第k次六角形フレームAk、...及び第n次六角形フレームAnからなるn種類の六角形フレームを用いて建築構造体が形成される。第1次六角形フレームA1は、必須要素であり、基本構造となる八ニカムフレームHを形成する。八ニカムフレームHを形成する第1次六角形フレームA1の各頂点部分は剛接合されている。よって、第1次六角形フレームA1の各頂点部分には、基本的に剛域が形成されている(以下の他の形態においても同様)。第2次~第n次六角形フレームについては、少なくとも第2次六角形フレームが存在する。従って、nは2以上のいずれかの整数である。原理的には、nは任意であるが、構造強度の必要性並びに配置の可能性を考慮して設定される。

20

【0044】

以下、説明の便宜上、「第k次六角形フレームAk」を「フレームAk」と称する場合がある。

30

【0045】

第1次~第n次のn種類の六角形フレームA1~Anは、全て相似形である。フレームA1が最大であり、第2次、第3次...と高次のものほど段階的に小さくなる。

図1(b)は、大きさが1段階だけ異なるフレームAk-1と、フレームAkとの相似比 I_{k-1} が、1より大きいいずれかの整数値であることを示す説明図である。但し、kは、2

$k \leq n$ の範囲の整数値である。図1の例では、フレームAk-1とフレームAkの相似比 I_{k-1} は、全て「2」と設定している。つまり、フレームAk-1の一辺の長さは、フレームAkのその2倍である。しかしながら、各相似比 I_{k-1} は、同じでなくともよい。例えば、 I_1 を「2」とし、 I_2 を「4」としてもよい。 I_2 が「4」の場合、フレームA2の一辺の長さは、フレームA3のその4倍である。

40

【0046】

ここで、図1(c)を参照して、相似比 I_{k-1} について補足説明する。各六角形フレームは、線状構造部材から形成されたフレームであるから所定の長さ及び太さ(断面積)をもっている。フレームAkはフレームAk-1の開口内に配置される。この場合の相似比 I_{k-1} を、フレームAk-1の内周の一辺の長さ $L_{k-1}(in)$ と、フレームAkの外周の一辺の長さ $L_k(out)$ の比の値として定義する。

【0047】

本発明による建築構造体は、八ニカムフレームHとその内部構造とを備えている。八ニカムフレームHは、最大のフレームA1を複数用いて、これらを八ニカム形状に接合した

50

ものである。図示の例では、各フレーム A1 が隣り合うフレーム A1 と 1 つの辺を当接させて接合されている。図示しないが、別の例として、ハニカムフレームを形成する各フレーム A1 が隣り合うフレーム A1 と 1 つの辺を共有して接合されていてもよい。ハニカムフレームは、鉛直方向に立設されている。

【 0 0 4 8 】

図 1 (a) では、3 つのフレーム A1 だけを部分的に示しているが、実際のハニカムフレームは二次元的な拡がりをもっている。例えば、外周チューブ架構として適用可能である。また、平面又は曲面のいずれにも適用可能である。例えば、円筒形の外周チューブ架構における曲面を形成する場合は、フレーム A1 の所定の部位を曲げた変形フレームを部分的に用いればよい。また、角筒形の外周チューブ架構の場合は、例えば、隅部に変形フレームを用いて接合すればよい。

10

【 0 0 4 9 】

ハニカムフレーム H の内部には、フレーム A2 ~ An がそれぞれ 1 又は複数配置される。つまり、ハニカムフレーム H 全体の中に、1 又は複数のフレーム A2 と、1 又は複数のフレーム A3 と、. . . .、1 又は複数のフレーム An とが存在する。これらのフレーム A2、A3、. . . . An の各々は、いずれかのフレーム A1 の開口内に配置されている。

【 0 0 5 0 】

基本形態においては、フレーム A1 内に全てのフレーム A2 ~ An が直接的に配置されているわけではない。「直接的に」とは、例えば、第 1 のフレームが第 2 の 1 つのフレームで囲まれ、その間に第 3 のフレームが介在していない場合をいう（以下の他の形態において同じ）。

20

【 0 0 5 1 】

本発明のハニカムフレームとその内部構造の基本形態においては、1 つのフレーム Ak は、1 段階だけ寸法の大きいいずれかのフレーム Ak-1 の開口内に直接的に配置される。例えば、図 1 (a) に示すように、1 つのフレーム A1 の開口内に 1 又は複数のフレーム A2 が直接的に配置され、1 つのフレーム A2 の開口内に 1 又は複数のフレーム A3 が直接的に配置され、. . . .そして 1 つのフレーム An-1 の開口内に 1 又は複数のフレーム An が直接的に配置される。

【 0 0 5 2 】

このように、同じ配置関係を無限に繰り返し可能である点で、フラクタル的といえることができる。当然ながら、建築構造体の規模及び構造部材の寸法などから、繰り返し回数は限定されることになる。また、構造強度の必要性に応じて繰り返し回数が設定されることはいうまでもない（以下の他の形態において同じ）。

30

【 0 0 5 3 】

図 1 (a) の例では、相似比 I_{k-1} が全て「2」であるので、1 つのフレーム Ak-1 の開口内には最大 3 つのフレーム Ak を配置可能である。図 1 (a) に示すように、1 つのフレーム Ak-1 の開口内に 3 つのフレーム Ak を配置した場合は、各フレーム Ak がフレーム Ak-1 の 1 つおきの頂点位置に配置される。「頂点位置」とは、例えば、フレーム A1 では点線円 V1 で囲んだ領域近傍であり、フレーム A2 では点線円 V2 で囲んだ領域近傍である。六角形フレームの 1 つの頂点は、2 つの辺から形成されている。フレーム Ak とフレーム Ak-1 は相似形であるから、頂点同士が隙間なく当接する。この状態で各フレーム Ak とフレーム Ak-1 が適宜の手段で接合される。また、3 つのフレーム Ak 同士も適宜の手段でハニカム形状に接合され、サブハニカムフレームを形成する。フレーム同士の接合手段は、例えば、複数のフレームの互いに重なっている辺部材に対して垂直方向にボルト等を貫通させ、その両端を固定する方法がある（以下の他の形態において同じ）。

40

【 0 0 5 4 】

なお、全てのフレーム Ak-1 の各々の開口内に最大数のフレーム Ak を配置する必要はない。図 1 において、フレーム Ak-1 内に 3 つのフレーム Ak を配置する替わりに、1 つ又は 2 つのフレーム Ak を配置してもよい。しかしながら、少なくとも 1 つのフレーム Ak は、必ず、フレーム Ak-1 のいずれかの頂点位置に配置され接合される。

50

【 0 0 5 5 】

フレーム Ak をフレーム Ak-1 の頂点位置に配置し接合することにより、フレーム Ak-1 とフレーム Ak の辺同士が重なり、事実上構造部材が太く（断面積が大きく）なる。この結果、フレーム Ak-1 の頂点近傍の剛性を高めることができる。つまり、その頂点近傍の剛域が拡大される。

【 0 0 5 6 】

各六角形フレーム A1 ~ An は、それぞれ線状構造部材からなる 6 つの辺部材を接合して 1 つのユニットとすることが好適である。通常、小さいフレームほど細い部材で形成する。六角形は、図示の例では正六角形であるが、正六角形に限られず、左右対称（縦長又は横長の六角形など）であればよい。このようなフレーム部材としては、鉄骨造が好適である。その他に、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、CFT 造、RC 造、PC 造、木造などでもよい。さらに、高耐力鋼を用いてもよい。高耐力鋼を用いた構造体は、耐久性に優れており、SI (スケルトン・インフィル) 分離工法のスケルトンとして好適である（以下の他の形態において同じ）。

10

【 0 0 5 7 】

ハニカムフレームを構成するフレーム A1 の水平な辺の位置にスラブを設け、フレーム A1 とスラブの端部とを剛接合することが好適である。ハニカムフレーム内では、1 つのフレーム A1 とその横隣りのフレーム A1 とは、フレーム高さの 2 分の 1 だけずれている。よって、全てのフレーム A1 の水平な辺の位置にスラブを設けた場合、1 つのフレーム A1 に 2 階層が形成される。さらに、フレーム A2 ~ An の水平な辺の位置にスラブを設けてもよい。また、フレームとは関係なく、任意の位置にスラブを設けてもよい。

20

【 0 0 5 8 】

図 2 (a) ~ (f) はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の例を模式的に示した図である。各例では 1 つのフレーム A1 のみを示しているが、実際には複数のフレーム A1 がハニカムフレームを形成している。

【 0 0 5 9 】

図 2 (a) は、3 種類のフレーム A1、A2 及び A3 からなる六角形フレーム群を用いている。複数のフレーム A2 は、フレーム A1 の開口内でサブハニカムフレームを形成し、複数のフレーム A3 は、1 つのフレーム A2 の開口内でサブハニカムフレームを形成している。

30

【 0 0 6 0 】

図 2 (b) ~ (f) は、2 種類のフレーム A1 及び A2 からなる六角形フレーム群を用いている。複数のフレーム A2 は、フレーム A1 の開口内でサブハニカムフレームを形成している。

【 0 0 6 1 】

図 2 (a) ~ (f) の各図には、大きさの 1 段階だけ異なる 2 つのフレーム同士の相似比を示している。これらの例では、相似比は、全て 1 より大きい整数値である。相似比が大きいほど細かい内部構造となる。

【 0 0 6 2 】

図 2 (a) ~ (f) の各例では、フレーム A1 の 6 つの頂点のうち、少なくとも 1 つの頂点にフレーム A2 が配置され接合されている。フレーム A2 が接合された頂点を、点線円で示している。また、フレーム A1 とフレーム A2 の相似比が整数値である場合は、フレーム A2 からなるサブハニカムフレームをフレーム A1 の開口内に整合させることができる。言い換えるならば、フレーム A2 からなるサブハニカムフレームを、フレーム A1 の開口内に移動の余地がない状態で嵌め込むことができる。相似比が整数値でない場合は、サブハニカムフレームを開口の大きさに整合させることはできない。

40

【 0 0 6 3 】

なお、図 2 (a) ~ (f) の各例において、サブハニカムフレームを形成する複数のフレーム A2 (又はフレーム A3) の一部を省いたものも、本発明の範囲に含まれる。但し、その場合であっても、少なくとも 1 つのフレーム A2 (又はフレーム A3) は、フレーム A1 (又はフレーム A2) の少なくとも 1 つの頂点位置に配置され、接合される。

50

【 0 0 6 4 】

図 2 (c) の例では、フレーム A1 の 6 つの頂点位置のうち、フレーム A2 と接合されていない頂点位置に挿入部材 Bp、Bf、C を挿入することにより、その頂点近傍の剛性を高めている。これらの頂点位置においては、フレーム A1 の 1 つの頂点を形成する 2 辺と、2 つのフレーム A2 の各一辺とが菱形空間を形成している。挿入部材としては、菱形空間と同形状の菱形パネル Bp 又は菱形フレーム Bf がある。また、菱形空間を 2 分割した三角形と同形状の 2 つの三角形フレーム C を互いに接合して菱形とし、挿入してもよい。

【 0 0 6 5 】

図 3 (a) ~ (e) はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の別の例を模式的に示した図である。各例では 1 つのフレーム A1 のみを示しているが、実際には複数のフレーム A1 がハニカムフレームを形成している。

10

【 0 0 6 6 】

図 3 (a) は、3 種類のフレーム A1、A2 及び A3 からなる六角形フレーム群を用いている。複数のフレーム A2 は、フレーム A1 の開口内でサブハニカムフレームを形成し、複数のフレーム A3 は、1 つのフレーム A2 の開口内でサブハニカムフレームを形成している。

【 0 0 6 7 】

図 3 (b) ~ (e) は、2 種類のフレーム A1 及び A2 からなる六角形フレーム群を用いている。複数のフレーム A2 は、フレーム A1 の開口内でサブハニカムフレームを形成している。

図 3 (a) ~ (e) の各図には、大きさの 1 段階だけ異なる 2 つのフレーム同士の相似比を示している。これらの例では、相似比は、全て 1 より大きい整数値である。相似比が大きいほど細かい内部構造となる。

20

【 0 0 6 8 】

図 3 (a) ~ (e) の各例では、フレーム A1 の 6 つの頂点位置のいずれにもフレーム A2 が配置されていない。その代わりに、フレーム A1 の 1 つの頂点を形成する 2 辺と、2 つのフレーム A2 の各一辺とが菱形空間を形成している。図 3 (a) 及び (c) ではフレーム A1 の全ての頂点位置に菱形空間が形成され、図 3 (b) (d) (e) ではフレーム A1 の 1 つおきの頂点位置に菱形空間が形成されている。これらの菱形空間には、挿入部材が配置され接合されている。これにより、頂点近傍の剛性を高めている。挿入部材としては、菱形空間と同形状の菱形パネル Bp 又は菱形フレーム Bf がある。また、菱形空間を 2 分割した三角形と同形状の 2 つの三角形フレーム C を互いに接合して菱形とし、挿入してもよい。

30

【 0 0 6 9 】

図 3 (a) ~ (e) の各例においても、フレーム A1 とフレーム A2 の相似比が整数値であるので、フレーム A2 からなるサブハニカムフレームをフレーム A1 の開口内に整合させることができる。図 3 (a) ~ (e) の各例において、サブハニカムフレームを形成する複数のフレーム A2 (又はフレーム A3) の一部を省いたものも、本発明の範囲に含まれる。

【 0 0 7 0 】

図 4 (a) ~ (c) はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の別の例を模式的に示した図である。各例では 1 つのフレーム A1 のみを示しているが、実際には複数のフレーム A1 がハニカムフレームを形成している。

40

【 0 0 7 1 】

図 4 (a) は、3 種類のフレーム A1、A2 及び A3 からなる第 1 の六角形フレーム群と、3 種類のフレーム A1、A2 及び A4 からなる第 2 の六角形フレーム群の 2 つの群を混在させて用いた例である。

第 1 の六角形フレーム群については、フレーム A1 内にフレーム A2 が配置され、フレーム A2 内にフレーム A3 が配置されている。一方、第 2 の六角形フレーム群については、フレーム A1 内にフレーム A2 が配置され、フレーム A2 内にフレーム A4 が配置されている。このように、異なる六角形フレーム群を混在させて用いてもよい。但し、異なる 2 つの群に含まれる全ての六角形フレームも、互いに相似形である。

【 0 0 7 2 】

50

図4(a)では、フレームA1の頂点位置に形成された菱形空間に、サブ六角形フレームAs1を挿入し接合している。また、フレームA2の頂点位置に形成された菱形空間にも、サブ六角形フレームAs2を挿入し接合している。これらのサブ六角形フレームAs1、As2によっても頂点近傍の剛性が高められる。

【0073】

図4(b)は、4種類のフレームA1、A2、A3及びA4からなる第1の六角形フレーム群と、3種類のフレームA1、A2及びA3からなる第2の六角形フレーム群と、3種類のフレームA1、A3及びA4からなる第3の六角形フレーム群の3つの群を混在させて用いた例である。

第1の六角形フレーム群については、フレームA1内にフレームA2が配置され、フレームA2内にフレームA3が配置され、フレームA3内にフレームA4が配置されている。第2の六角形フレーム群については、フレームA1内にフレームA2が配置され、フレームA2内にフレームA3が配置されている。そして、第3の六角形フレーム群については、フレームA1内にフレームA2が配置され、フレームA2内にフレームA4が配置されている。

【0074】

図4(b)の例では、各フレーム群において、大きさの1段階だけ異なる2つのフレームの相似比が、整数値以外の1より大きい実数値となっている。従って、例えば、フレームA1の開口内に可能な限りフレームA2を充填しサブハニカムフレームを形成しても、開口に整合させることができない。しかしながら、2つのフレームの相似比が整数値以外の場合であっても、頂点位置で接合されることにより、その頂点近傍の剛性を高めることができる。

【0075】

図4(c)は、3種類のフレームフレームA1、A2及びA3からなる六角形フレーム群を用いた例である。フレームA1内にフレームA2が配置され、フレームA2内にフレームA3が配置されている。この例では、フレームA2の外周全体がフレームA1の内周全体に当接し互いに接合される。フレームA3とフレームA2も同様である。この例では、事実上、フレームA1の6つの辺を均等に太くしたことになり、フレームA1全体の剛性が高まる。

【0076】

次に、図5及び図6を参照して、本発明による建築構造体の別の形態を説明する。

図5(a)は、本発明の建築構造体において面状に拡がる構造の一部のみを模式的に示した立面図である。図中の矢印で鉛直方向及び水平方向を示している。

【0077】

図5に示す形態においては、六角形フレームAと、第1次三角形フレームT1、第2次三角形フレームT2、...、第k-1次三角形フレームTk-1、第k次三角形フレームTk、...及び第n次三角形フレームTnからなるn種類の三角形フレームとを用いて建築構造体が形成される。六角形フレームAは、必須要素であり、基本構造となるハニカムフレームHを形成する。

第1次～第n次三角形フレームについては、少なくとも第1次三角形フレームT1が存在する。従って、nは1以上のいずれかの整数である。原理的には、nは任意であるが、構造強度の必要性並びに配置の可能性を考慮して設定される。

【0078】

以下、説明の便宜上、「第k次三角形フレームTk」を「フレームTk」と称する場合がある。

【0079】

第1次～第n次のn種類の三角形フレームT1～Tnは、全て相似形である。フレームT1が最大であり、第2次、第3次...と高次のものほど段階的に小さくなる。さらに、第1次三角形フレームT1は、基本三角形T0に対して相似でその相似比が1より大きい整数値である。基本三角形T0は、六角形フレームAの各辺(但し、内周における長さ)を1辺として六角形フレームAを6分割した三角形である。

【0080】

10

20

30

40

50

図5(b)は、基本三角形T0とフレームT1の相似比I0が、1より大きいいずれかの整数値であることを示す説明図である。併せて、大きさが1段階だけ異なるフレームTk-1と、フレームTkとの相似比Ik-1が、1より大きいいずれかの整数値であることを示す。但し、kは、2 ≤ k ≤ nの範囲の整数値である。図5(a)の例では、相似比I0を「2」と、相似比I1を「3」とし、それ以外の相似比Ik-1を全て「2」と設定している。

I1が「3」(k=2)の場合、フレームT1の一辺の長さはフレームT2のその3倍である。また、Ik-1(k=3)が「2」の場合、フレームTk-1の一辺の長さはフレームTkのその2倍である。

しかしながら、相似比I0及び各相似比Ik-1は、同じでなくともよい。例えば、I1を「2」とし、I2を「4」としてもよい。I2が「4」(k=3)の場合、フレームT2の一辺の長さはフレームT3のその4倍である。

【0081】

ここで、図5(c)を参照して、相似比Ik-1について補足説明する。各三角形フレームは、線状構造部材から形成されたフレームであるから所定の長さ及び太さ(断面積)をもっている。フレームTkはフレームTk-1の開口内に配置される。この場合の相似比Ik-1は、フレームTk-1の内周の一辺の長さLk-1(in)と、フレームTkの外周の一辺の長さLk(out)の比の値として定義する。また、図示しないが、相似比I0は、基本三角形T0の一辺の長さと、フレームT1の外周の一辺の長さの比の値として定義する。

【0082】

本発明による建築構造体は、八ニカムフレームHとその内部構造とを備えている。八ニカムフレームHは、六角形フレームAを複数用いて、これらを八ニカム形状に接合したものである。図示しないが別の例として、八ニカムフレームを形成する各六角形フレームAが隣り合う六角形フレームAと1つの辺を共有して接合されていてもよい。八ニカムフレームは、鉛直方向に立設されている。八ニカムフレームHに関しては、前述の図1の形態に関して説明した通りである。

【0083】

八ニカムフレームHの内部には、フレームT1~Tnが、それぞれ1又は複数配置される。つまり、八ニカムフレーム全体の中に、1又は複数のフレームT1と、1又は複数のフレームT2と、...、1又は複数のフレームTnとが存在する。これらのフレームT1、T2、...、Tnの各々は、いずれかの六角形フレームAの開口内に配置されている。基本形態においては、六角形フレームA内に全てのフレームT1~Tnが直接的に配置されているわけではない。

【0084】

本発明の八ニカムフレームとその内部構造の基本形態においては、1つのフレームTkは、1段階だけ寸法の大きいいずれかのフレームTk-1の開口内に直接的に配置される。例えば、図5(a)に示すように、1つのフレームT1の開口内に1又は複数のフレームT2が直接的に配置され、1つのフレームT2の開口内に1又は複数のフレームT3が直接的に配置され、...そして1つのフレームTn-1の開口内に1又は複数のフレームTnが直接的に配置される。なお、1つの六角形フレームAの開口内には、1又は複数のフレームT1が直接的に配置される。

【0085】

相似比I0が「2」であるので、1つの六角形フレームAの開口内に最大24個のフレームT1を配置可能である。また、相似比I1は「3」であるので、1つのフレームT1の開口内には最大9個のフレームT2を配置可能である。さらに、他の相似比Ik-1は「2」であるので、1つのフレームTk-1の開口内には最大4個のフレームTkを配置可能である。

【0086】

2つのフレームT1を接合すると菱形フレームとなる。六角形フレームAの少なくとも1つの頂点位置には、2つのフレームT1から形成された菱形フレームが配置され接合される。また、少なくとも1つのフレームTkがフレームTk-1のいずれかの頂点に配置され

10

20

30

40

50

接合される。これらの三角形フレーム同士は相似形であるから、頂点同士が隙間なく当接する。また、複数の3つのフレームTk同士もトラス形状に接合され、サブトラスフレームを形成する。

【0087】

なお、全ての六角形フレームA及び全ての三角形フレームの各々の開口内に、それぞれ最大数のフレームを配置する必要はない。図5ではいずれの開口内にも最大数のフレームが配置されているが、部分的に省いてもよい。しかしながら、少なくとも2つのフレームT1が、必ず、六角形フレームAのいずれかの頂点位置に配置され、また、少なくとも1つのフレームTkが、必ず、フレームTk-1のいずれかの頂点位置に配置され接合される。この結果、その頂点近傍の剛性を高めることができる。つまり、その頂点近傍の剛域が拡大されることになる。

10

【0088】

ハニカムフレームを構成するフレームAの水平な辺の位置にスラブを設け、フレームAとスラブの端部とを剛接合することが好適である。さらに、フレームT1~Tnの水平な辺の位置にスラブを設けてもよい。また、フレームとは関係なく、任意の位置にスラブを設けてもよい。

【0089】

図6(a)~(c)はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の例を模式的に示した図である。各例では1つの六角形フレームAのみを示しているが、実際には複数の六角形フレームAがハニカムフレームを形成している。

20

【0090】

図6(a)~(c)の各例は、六角形フレームAと、1種類の三角形フレームT1を用いている。複数のフレームT1は、フレームAの開口内でサブトラスフレームを形成している。

【0091】

図6(a)の例では、六角形フレームAを6分割した基本三角形T0と、三角形フレームT1との相似比が「3」であり、図6(b)の例では相似比が「4」である。これらの例では、相似比は、1より大きい整数値である。相似比が大きいほど細かい内部構造となる。

【0092】

図6(c)の例では、六角形フレームAの一部の頂点位置に菱形空間を形成し、菱形パネルBp又は菱形フレームBfを挿入し接合している。このように2つの三角形フレームを挿入部材と置換することができる。これにより、頂点近傍の剛性を調整することができる。

30

【0093】

図7(a)(b)は、本発明におけるハニカムフレームの有利性を説明する図である。

図7(a)に示した六角形、四角形及び三角形は、面積Sが等しい。六角形は、ハニカムフレームの単位格子を、四角形は一般ラーメン構造の単位格子を、三角形は一般トラス構造の単位格子をイメージしたものである。符号dは辺部材の幅を示している。

【0094】

六角形の一辺、四角形の一辺及び三角形の一辺をそれぞれLh、Ls、Ltとしたとき、次式の関係がある。

40

$$S = 6 \times (3^{1/2} / 4) \times Lh^2 = Ls^2 = (3^{1/2} / 4) \times Lt^2$$

$$\text{よって、} Ls = (3^{1/4}) \times (3/2)^{1/2} \times Lh \quad 1.61 Lh、$$

$$Lt = 6^{1/2} \times Lh \quad 2.45 Lh$$

上式から、同面積の場合の六角形、四角形及び三角形の一辺の比は、

$$Lh : Ls : Lt \quad 1 : 1.61 : 2.45$$

となる。つまり、六角形の一辺が最も短い。

【0095】

また、六角形、四角形及び三角形の全周長は、それぞれ6Lh、4Ls及び3Ltであるから、全周長の比は、

$$6Lh : 4Ls : 3Lt \quad 6 : 6.45 : 7.35$$

50

となる。全周長も六角形が最も短い。

【0096】

さらに、辺部材の断面積($d \times d$)が同じ場合のアスペクト比 $L_h/d : L_s/d : L_t/d$ もまた、六角形が最も小さくなる。

【0097】

これら3つの形状は、いずれも平面を隙間なく充填できる形状である。従って、同じ断面積の線状部材で各形状のフレームを作製し、同じ面積を覆うように隙間なく配置した場合、六角形フレームが最も材料量が少ない。同時に、アスペクト比が最も小さいことは、最も強度を備えていることを意味する。

【0098】

図7(b)は、ハニカムフレームに水平荷重を付加した場合の曲げモーメントの分布を示した図である。水平荷重は、例えば、地震力や風圧に相当する。単位格子の六角形の頂点において曲げモーメントが大きく、辺の中間点で最も小さくなっていることが分かる。本発明によれば、相対的に曲げモーメントの大きい頂点位置に構造部材を追加し接合することにより頂点近傍の剛性を高めることができる。また、曲げモーメントの大きさは、各頂点毎にも異なっている。本発明によれば、ハニカムフレームの内部構造を細かく設定することができるので、ハニカムフレームの各頂点毎に最適な剛性を付加することも可能である。

【実施例1】

【0099】

図8は、本発明の一実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。図の下方に、本実施例に用いた構造フレームを示している。本実施例では、六角形フレームA1、A2及びA3からなる六角形フレーム群と、挿入部材であるサブ六角形フレームAsを用いている。各フレームはいずれも正六角形であり、A1とA2の相似比、A2とA3の相似比はいずれも「2」である。

【0100】

フレームA1はハニカムフレームを構成している。フレームA1の六角形の上下の各辺が水平方向であり、他の4辺が鉛直方向に対して斜めに配置されている。上端から1列目及び2列目のフレームA1内には、フレームA2が配置されていない。(フレームA1の各列は、フレームA1の高さの1/2だけずれている。)上端から3列目のフレームA1内には、2つのフレームA2が配置されている。上端から4列目以下の全てのフレームA1内には、3つのフレームA2が配置されている。

上端から9列目のフレームA1においては、一部のフレームA2内に2つ又は3つのフレームA3が配置されている。上端から10列目以下のフレームA1においては、全てのフレームA2内に3つのフレームA3が配置されている。

さらに、上端から6列目のフレームA1には2つのサブ六角形フレームAsが菱形空間に挿入されている。上端から7列目以下の全てのフレームA1には3つのサブ六角形フレームAsが菱形空間に挿入されている。

【0101】

このように、ハニカムフレームにおいて相対的に下方に位置するフレームA1内に高次のフレームを密に配置し、上方に位置するフレームA1内には疎に配置することが好適である。上方部分においては、内部構造を全く設けず完全に開口としてもよい。高層建築物では、上部から下部に行くにしたがって一般的に応力が累積し大きくなる。そこで下方に行くほど内部構造を密とすることにより、下部の剛性と強度を高めることができる。内部構造における疎から密への調整は、段階的ではなく連続的に行うことができる。この調整は、鉛直方向のみでなく、必要に応じて水平方向においても行うことができる。以下の、実施例2及び3についても同様である。

【実施例2】

【0102】

図9は、本発明の別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示

10

20

30

40

50

した立面図である。図の下方に、本実施例に用いた構造フレームを示している。本実施例では、六角形フレームA1及びA2からなる六角形フレーム群と、挿入部材である菱形パネルBpと、三角形フレームCと、さらに線状部材Dとを用いている。六角形フレームはいずれも正六角形であり、A1とA2の相似比は「2」である。

【0103】

フレームA1はハニカムフレームを構成している。高さpt5以下の部分においては、全てのフレームA1内に最大数のフレームA2が配置されている。高さpt5の境界部分では変則的な配置が行われている。高さpt5より上部ではフレームA1に内部構造を設けていない。高さpt4とpt3の間では、頂点位置の菱形空間に線状部材Dが配置されて頂点を補強している。高さpt3とpt2の間では、頂点位置の菱形空間に2つの三角形フレームCが配置されている。高さpt2と高さpt1の間では、頂点位置の菱形空間に菱形パネルBpが配置されている。

10

【実施例3】

【0104】

図10は、本発明のさらに別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。図の下方に、本実施例に用いた構造フレームを示している。本実施例では、六角形フレームAと、三角形フレームTとを用いている。六角形フレームAは正六角形であり、これを6分割した基本三角形に対する三角形フレームTの相似比は「2」である。

【0105】

20

最下部の2列のフレームA内には、最大数のフレームTが配置され、サブトラスフレームを形成している。一方、最上部の2列のフレームA内には、フレームTは全く配置されていない。中間部分においては、フレームA内に配置するフレームTの数を漸次変化させ、上方から下方に行くに従って密となるように配置している。フレームTは、最少でも2つ配置され、2つを接合して菱形を形成し、フレームAの1つの頂点位置に配置接合される。

【実施例4】

【0106】

図11は、本発明のさらに別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。本実施例では、六角形フレームA1の向きが上述の各実施例と異なっている。本実施例では、六角形フレームA1の左右の各辺が鉛直方向であり、他の4辺が水平方向に対して斜めに配置されている。従って、六角形フレームA2、A3も同じ向きとなる。

30

【実施例5】

【0107】

図示しないが、本発明のさらに別の実施例では、上述した本発明の建築構造体におけるハニカムフレームの種々の内部構造(具体的には1つの(第1次)六角形フレーム内の種々の内部構造)を、2又はそれ以上組合せて、1つのハニカムフレーム内に混在させてもよい。

【実施例6】

40

【0108】

上述の実施例は、全て一層のハニカムフレームに関する構造であったが、本発明のさらに別の実施例では、上述したいずれかの内部構造を含むハニカムフレームを、複数層設けてもよい(図示せず)。それら複数層のハニカムフレームは、互いに所定の間隔を空けて立設される。例えば、外周チューブ架構と内周チューブ架構の2層を有する建築構造体の場合、それぞれの層を上述のいずれかのハニカムフレームとする。この場合も、各ハニカムフレームの内部構造は、2又はそれ以上の種類のことを組合わせて混在させてもよい。また、複数のハニカムフレームの各層間を梁又はスラブにより連結してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0109】

50

【図1】(a)は、本発明の建築構造体において面状に広がる構造の一部のみを模式的に示した図である。(b)は、相似比 I_0 及び相似比 I_{k-1} が、1より大きいいずれかの整数値であることを示す説明図である。(c)は相似比 I_{k-1} の説明図である。

【図2】(a)~(f)はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の例を模式的に示した図である。

【図3】(a)~(e)はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の別の例を模式的に示した図である。

【図4】(a)~(c)はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の別の例を模式的に示した図である。

【図5】(a)は、本発明の建築構造体において面状に広がる構造の一部のみを模式的に示した図である。(b)は、相似比 I_0 及び相似比 I_{k-1} が、1より大きいいずれかの整数値であることを示す説明図である。(c)は相似比 I_{k-1} の説明図である。

10

【図6】(a)~(c)はそれぞれ、ハニカムフレームとその内部構造の例を模式的に示した図である。

【図7】(a)(b)は、本発明におけるハニカムフレームの有利性を説明する図である。

【図8】本発明の一実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。

【図9】本発明の別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。

【図10】本発明のさらに別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。

20

【図11】本発明のさらに別の実施例であり、建築構造体のメインフレームの一部を模式的に示した立面図である。

【符号の説明】

【0110】

A 六角形フレーム

A1~An 第1次~第n次六角形フレーム

As、As1、As2 サブ六角形フレーム

Bp 菱形パネル

Bf 菱形フレーム

30

C 三角形フレーム

D 線状部材

I_0 、 I_k 相似比

T0 基本三角形

T1~Tn 第1次~第n次三角形フレーム

【要約】

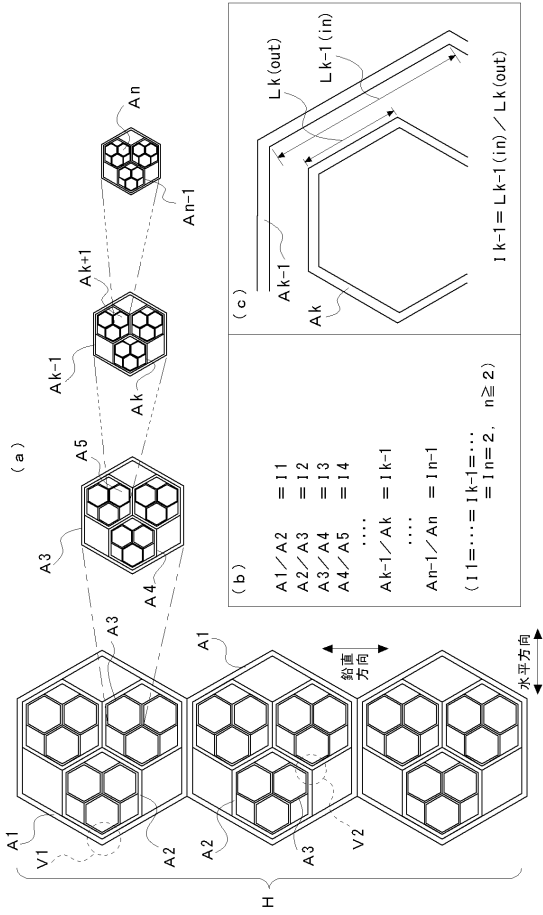
ハニカム建築構造体の優れた特性をさらに高めることにより、耐震性及び耐風性に関してさらに強固とする。

第1次、...、第 $k-1$ 次、第 k 次、...及び第 n 次六角形フレーム($2 < k < n$ 、 n は2以上のいずれかの整数)からなり第 $k-1$ 次六角形フレームと第 k 次六角形フレームとの相似比が1より大きい整数値である六角形フレーム群を用いて形成された建築構造体であって、複数の第1次六角形フレームをハニカム形状に接合し鉛直方向に立設したハニカムフレームを備え、ハニカムフレーム内に第2次~第 n 次六角形フレームがそれぞれ1又は複数配置され、各第 k 次六角形フレームがいずれかの第 $k-1$ 次六角形フレームの開口内に配置され、第 k 次六角形フレームのうち少なくとも1つは第 $k-1$ 次六角形フレームのいずれかの頂点位置に配置されて第 $k-1$ 次六角形フレームと接合される。

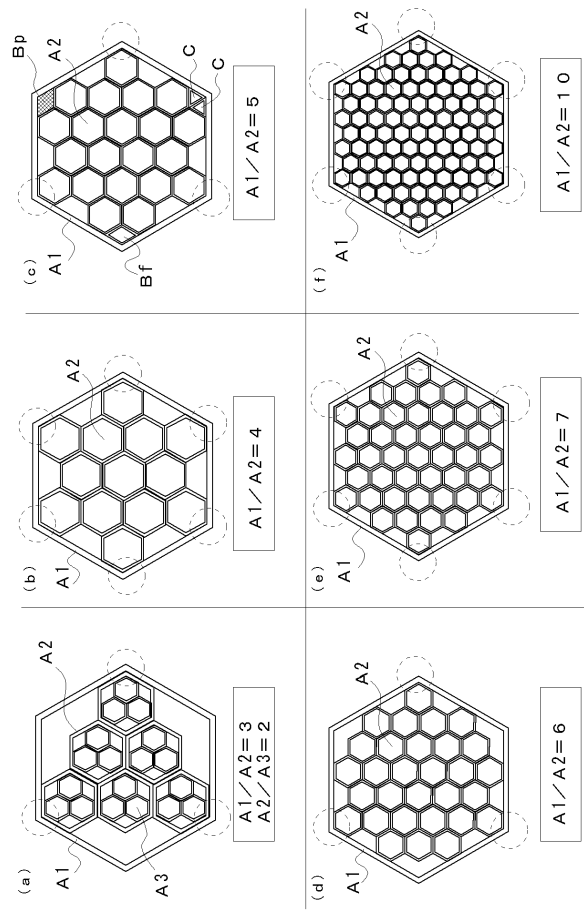
40

【選択図】図8

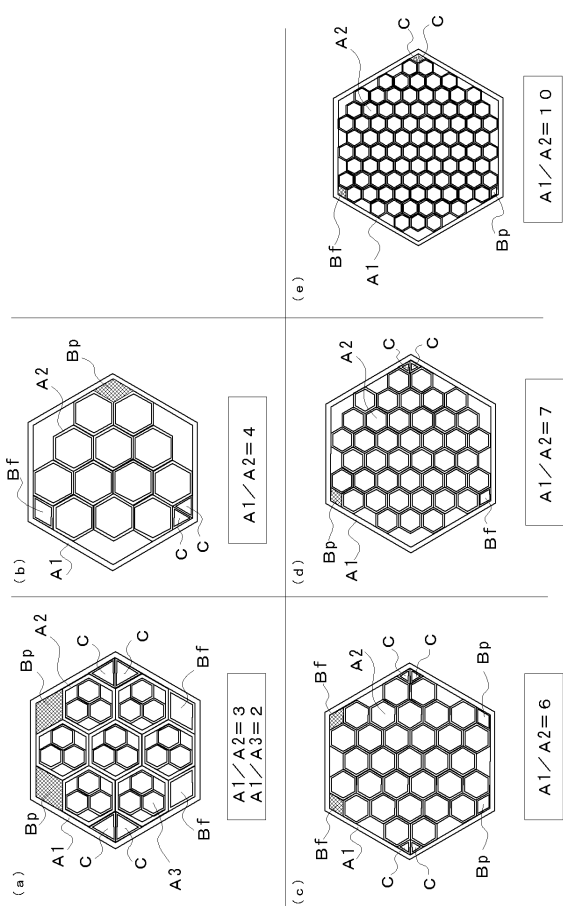
【 図 1 】



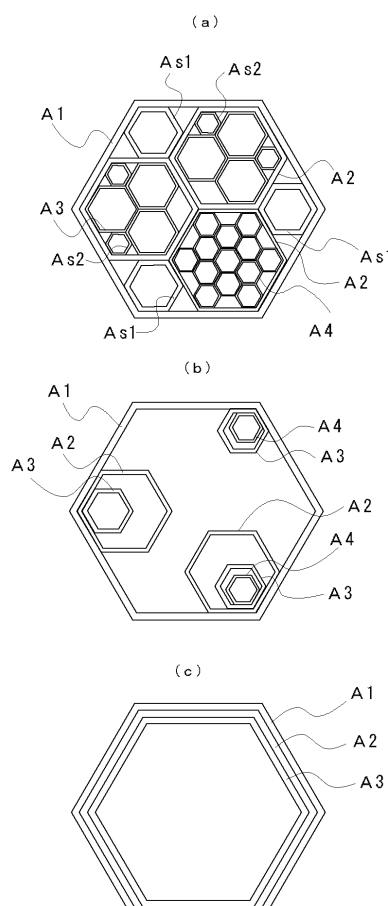
【 図 2 】



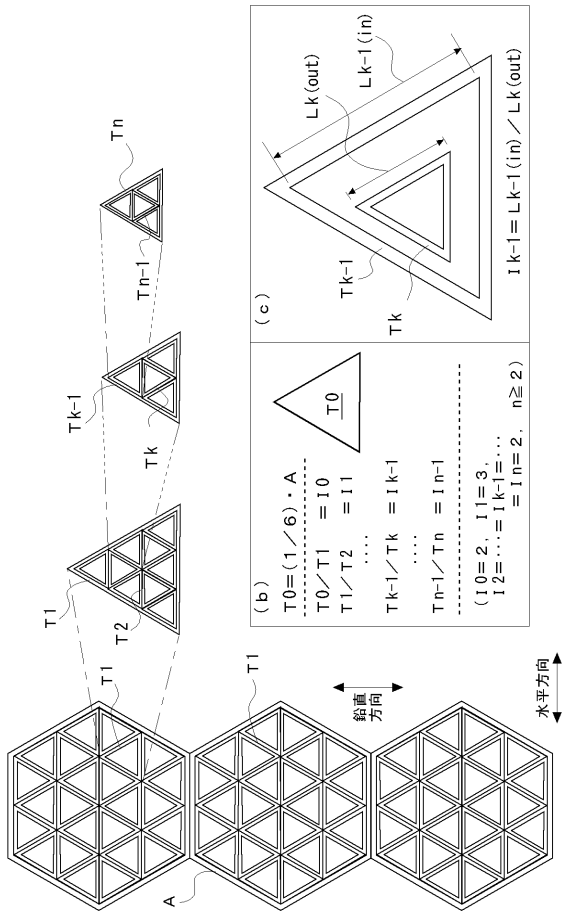
【 図 3 】



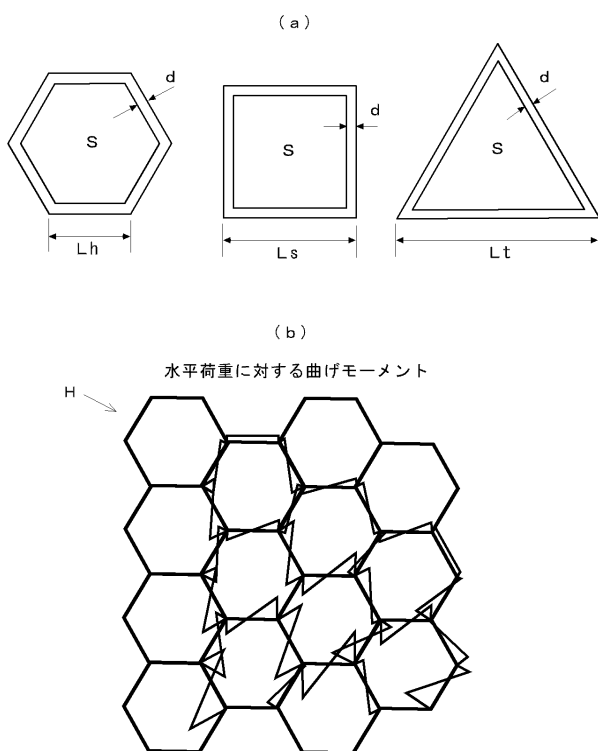
【 図 4 】



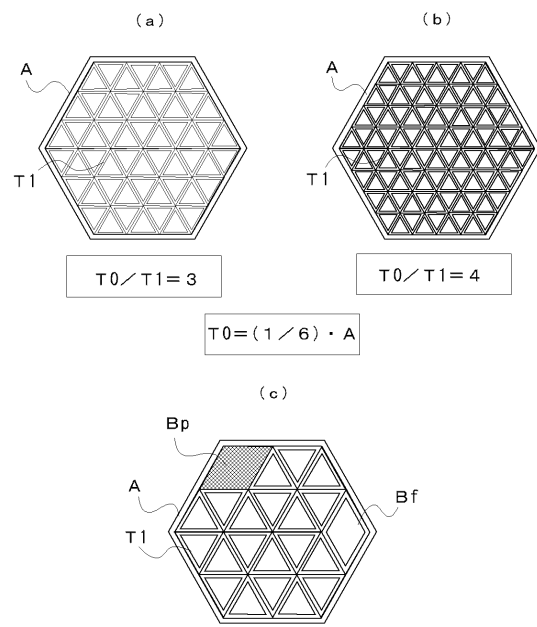
【図5】



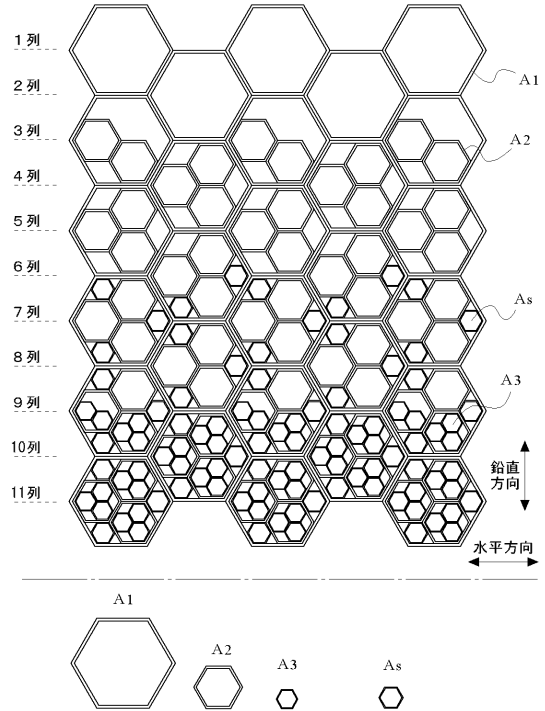
【図7】



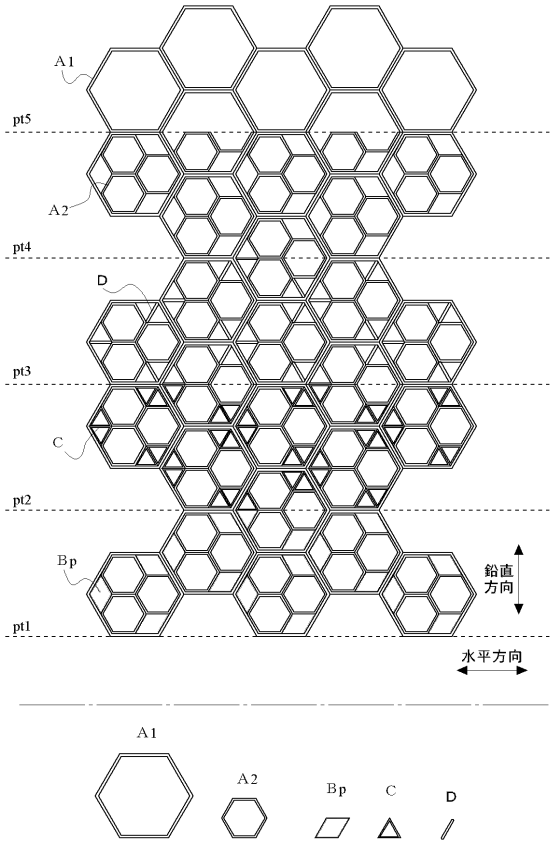
【図6】



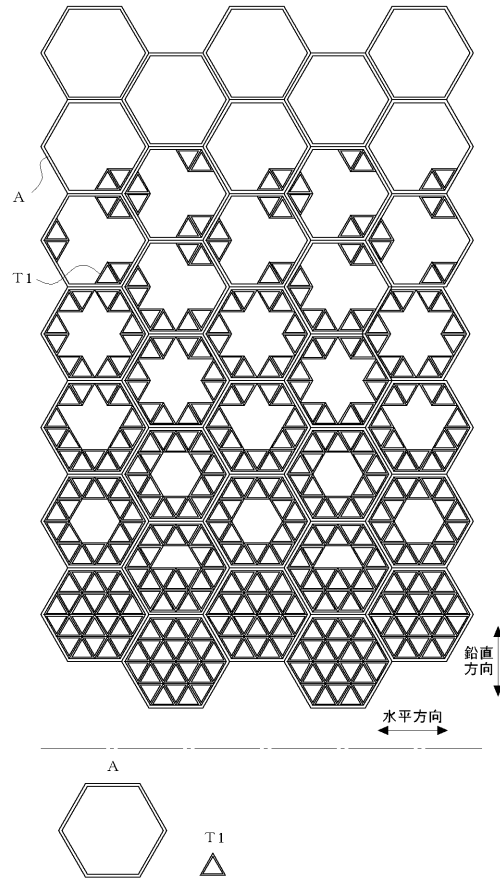
【図8】



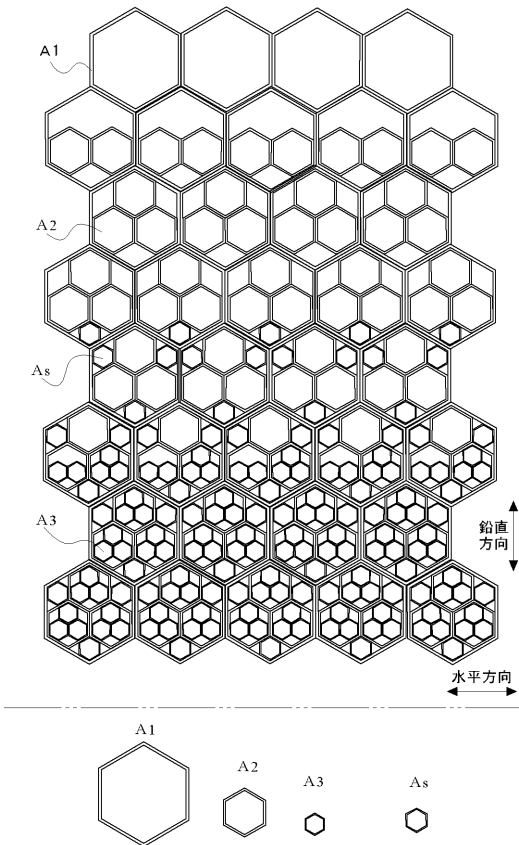
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

審査官 渡邊 聡

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 1 0 1 5 5 (J P , A)
特開昭 6 2 - 2 7 3 3 3 6 (J P , A)
特開昭 5 5 - 0 5 5 7 4 2 (J P , A)
特公平 0 3 - 0 0 9 8 1 0 (J P , B 2)
特許第 3 8 1 1 7 0 8 (J P , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

E04B 1/34

E04B 1/18