

曲面システムトラスと仕上げ材の接合情報に関する研究

JOINT INFORMATION FOR CURVED-SURFACE SYSTEM TRUSS AND FINISH MATERIAL

藤田正則*, 岩田 衛**, 岡部 富雄***, 和田 章****

Masanori FUJITA, Mamoru IWATA, Tomio OKABE and Akira WADA

A system truss is a structural system which allows a building to have a free-form. Due to the progress in information processing and mechanical working technologies, the system truss which consists of standardized components can now be applied to curved-surface form. The system truss and finish material as roofs are often joined by purlins. The joints have numerous manufacturing patterns and are of a very complex construction. This paper discusses joint information for the curved-surface system truss and finish material.

Keywords; system truss, joint information, finish material, curved surface

システムトラス, 接合情報, 仕上げ材, 曲面

1. はじめに

球形の節点に鋼管部材を接合するシステムトラスは、情報処理技術と機械加工技術の発達によって部材長と接合角度を変えることが容易になり、任意の曲面形状を構築できる^{1) 2) 3)}。システムトラスの曲面形状を構成する手法の一つとして曲面を数理的に捉える方法がある。これは曲面を高次関数で表わし、曲面の形状を規定する諸条件を与えることにより、未定係数を決定する方法である^{4) 5)}。この方法は曲面上に乗るべきいくつかの点の3次元空間上の位置を指定し、その他の点の位置を補間して求める手法であり、ラグランジェの補間法やニュートンの差分補間法等によって数式化される。この分野では、複雑な構造物の解析データを容易に作成するための代数学による前処理手法や構造的に安定した形態を決めるための解析手法等の研究もなされている^{6) 7) 8) 9) 10)}。しかしながら、これらはシステムトラスのみの形状を主とした研究であり、実際の建築物で重要となるシステム

トラスと仕上げ材との接合法に関する合理性を追及した曲面形状の構成手法に関する研究は行われていない。システムトラスと屋根材等の仕上げ材は母屋材または下地材をプレート加工による取付金物を介して接合するものが多く、曲面形状に適した接合法が確立されているとは言えない。この接合法を確立するためには構造設計の段階で加工・施工に適した接合ディテールを検討しなければならないが、仕上げ材の種類は多く、接合ディテールは複雑であり、それらを標準化するのは容易でない。また、鉄骨と仕上げ材は工事の業種が異なり、加工や施工の各プロセスに共通の問題が認識されず、曲面建築物の形状特性が十分に把握できないまま工事が進められてしまうことが多い。こういった状況が、曲面の建築物においての接合法が多種存在するといった結果を招き、部品製作及び施工の難易度を高めてしまっている。

本論文では、曲面システムトラスと仕上げ材の接合法を効果的に集約化することができるグリッド分割手法を

* 新日本製鐵株式会社 工修
** 新日本製鐵株式会社 工博
*** 株式会社構造計画研究所 工修
**** 東京工業大学 教授・工博

Nippon Steel Corporation, M. Eng.
Nippon Steel Corporation, Dr. Eng.
Kozo Keikaku Engineering Inc., M. Eng.
Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

提案する。さらに、その手法を利用して作成される曲面システムトラスと仕上げ材の接合情報に関して考察を行う。

2. システムトラスと仕上げ材の接合情報

2.1 接合情報

システムトラスは部品(図1)の標準化及びその施工法が確立しており、建物の要求条件に対して明確な構法が提示できるようになっている¹¹⁾。曲面形状は各々の部材長さや接合角度(平面角及び立面角)を変えることによって対応でき、その形状情報は点情報と線情報で構成されるワイヤーフレームと法線ベクトルから構成される。その形状情報によって決定されるシステムトラスの接合情報は、接合部品の種類、部材長、接合角度である¹²⁾。

システムトラスと仕上げ材は、母屋材取付金具、母屋材、下地材取付金具、下地材等(以下、これらをまとめて二次部材という)を介してボルト接合する方法が多用されている(図2)。母屋材を取付けるためにシステムトラス上弦接合部本体の上に母屋材取付金具を配置し、下地材を取付けるために母屋材の上に下地材取付金具を配置する。この接合法では、システムトラス上にある一つの仕上げ材との接合部に注目したとき、それに隣接するシステムトラス接合部との間で、法線ベクトルが異なった向きをもっていると、その間をつなぐ母屋材及び下地材で構成される構面を同一平面内にとることが難しくなるため、母屋材または下地材にねじれを持たせて接合しなければならない。従って、これらの接合は母屋材取付金具や下地材取付金具を作る際にプレートを組み合わせて接合部品形状及び接合角度を決定する必要があり、加工・施工が極めて複雑になる。

二次部材の形状情報は、システムトラスと同様に点情報、線情報、法線ベクトルであり、二次部材の接合情報はシステムトラスと母屋材、あるいは、母屋材と下地材の接合部品の種類、部材長、接合角度からなる。

以上のシステムトラスと仕上げ材の接合情報に対し、意匠性・加工性・施工性に関わる要求性能として以下のことが挙げられる。

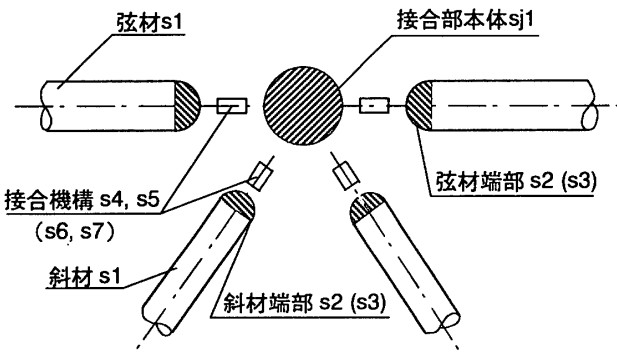


図1 システムトラス接合部の基本構成

1) 建築面積、延床面積、有効高さ、最高高さ、軒高等の曲面の形状を規定する制約条件を満たさなければならない。

2) 加工性・施工性を良くするために標準化された部品による接合法や共通部品・共通部材を有する接合法が必要である。

2.2 定量的把握のルール

システムトラス、二次部材における形状情報及び接合情報を定量的に把握するためのルールを下記のように仮定する。

1) 点、ベクトル、記号、数値は、各々1個の情報として計上する。この場合、点とベクトルの3方向成分をまとめて1個の情報と見なす。

2) 2点を結ぶことによって定義される線分は2個の情報として計上する。

3) システムトラスに関して、接合部品は弦材、斜材の各部材に対して各々7個(弦材または斜材の1個、及びその両端部の2個、部材両端の接合機構においてボルト及びワッシャの4個、これらを合わせて計7個:s1~s7)、部材長は1個、接合角度は各部材両端の平面角及び立面角の計4個として計上する。また、節点の接合部品はシステムトラス接合部本体の1個(sj1)とする。これらをまとめてシステムトラスの接合情報とする(図1)。

4) 母屋材に関して、接合部品は各部材に対して各々7個(母屋材の1個、母屋材両端の母屋材取付金具2個、母屋材両端の接合機構4個、これらを合わせて計7個:p1~p7)とし、部材長は各部材に対して1個、接合角度は母屋材両端の平面角及び立面角の計4個として計上する。また、節点の接合部品はシステムトラスと接合するプレート2個、ボルトの1個の計3個(pj1~pj3)として計上する。これらをまとめて母屋材の接合情報とする(図2)。

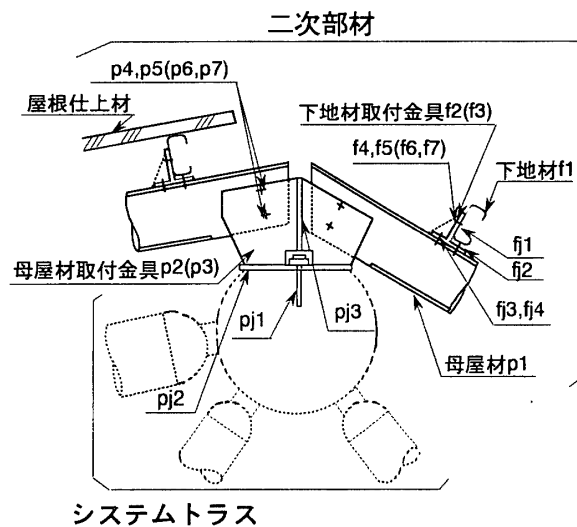


図2 システムトラスと仕上げ材の接合法

5) 下地材に関して、接合部品は各部材に対して各々7個(下地材の1個、下地材両端の下地材取付金具2個、両端の接合機構4個、これらを合わせて計7個:f1~f7)とし、部材長は各部材に対して1個、接合角度は下地材両端の計4個として計上する。また、節点の接合部品は母屋材と接合するプレート2個、ボルト2個の計4個(fj 1~ fj 4)とする。これらをまとめて下地材の接合情報とする(図2)。

6) システムトラス、母屋材、下地材における仕様、重量、コスト、材質の情報は形状情報または接合情報に含まれないものとする。また、システムトラス、母屋材、下地材に使用する部材は同一サイズとする。

3. 回転軌跡によるグリッド分割

3.1 形状の作成

2個の点を結ぶことによって定義される線分は直線と曲線に分類される。この線分を平行、鏡映、回転等の形及び大きさを変えない移動を繰り返すことにより、様々な立体形状ができる。例えば、直線(以下、母線という)を同一面内にある軸に沿って平行移動させると平板等ができ、直線の端部を通る任意の軸を中心に回転移動させると円錐等の曲面形状ができる(図3)。

一方、曲線は曲率の変化により、円弧、放物線、双曲線、正弦弧、楕円等に分類される。直線の場合と同様に、半円弧(母線)を同一面内と直交方向にある軸に沿って平行移動させると円筒シェル等ができ、同一面内にある軸を中心に回転移動させると球体シェル等の曲面形状ができる(図4)。これらの曲線は分割数を増やすことで直線により近似できる。システムトラスは線分を四角錐や三角錐等に組み、これらを連続して配置することで曲面に近い形状を作成するものである。

3.2 グリッド分割手法

3次元空間において定義された曲面は形状を規定する

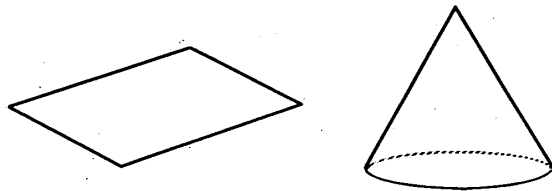


図3 平板及び円錐形状

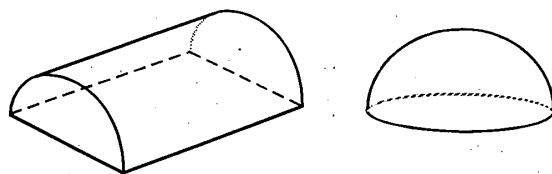


図4 円筒シェル及び球体シェル

座標を用いて、数理的に表現できることが報告されている¹⁹⁾。ここでは、システムトラスと仕上げ材の接合部を集約するため、以下のような手順で数理的曲面を作成することを考える。

まず、同一平面内にある曲線を、幾つかの円弧によって近似することを試みる。図5に示すように局所座標系の x_k, y_k 平面上にある曲線は n 個の円弧を組み合わせることによって近似的に表わすことができる。この円弧上の節点座標は、節点間距離が同じになるように分割されているものとする。 i 番目の円弧における j 点の座標 (x_{ij}, y_{ij}) は、円弧の中心を (x_{i0}, y_{i0}) 、半径を r_i 、円弧上で j 番目の点の角度を ϕ_{ij} とすれば、(1) 式のように表わされる。

$$\begin{aligned} x_{ij} &= x_{i0} + r_i \cos \phi_{ij} \\ y_{ij} &= y_{i0} + r_i \sin \phi_{ij} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $i=1, 2, \dots, n$ 、 $j=1, 2, \dots, m$

n : x_k, y_k 平面上にある円弧の数

m : x_k, y_k 平面上にある i 番目の円弧のうち、均等分割される線分の数

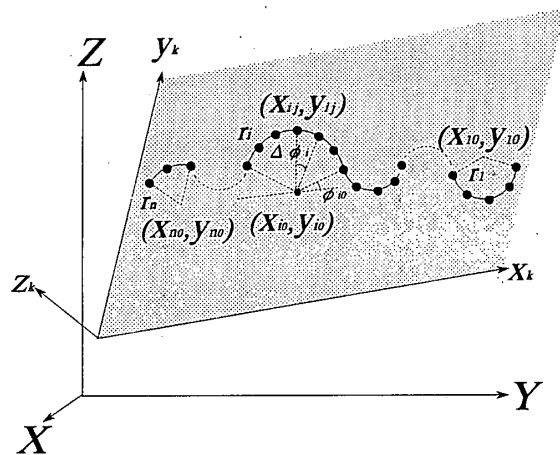


図5 曲線の組み合わせによる線分

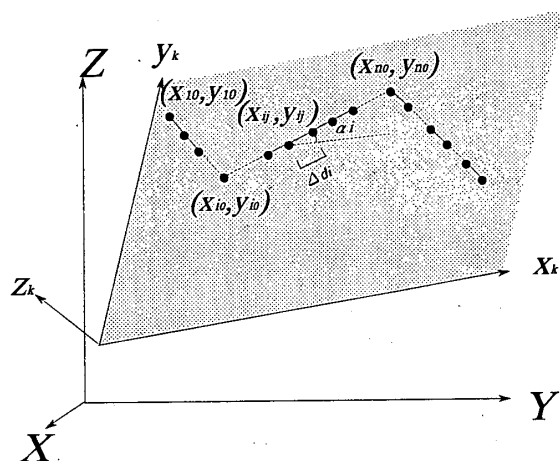


図6 直線の組み合わせによる線分

$$\Phi_{ij} = (j-1) \Delta \Phi_i + \Phi_{i0}$$

$\Delta \Phi_i$: i 番目の円弧において均等分割される角度

Φ_{i0} : i 番目の円弧において均等分割される 1 番目の点の x_k 軸となす角度

曲線と同様に、均等分割された直線の座標 (x_{ij}, y_{ij}) は i 番目の直線の始点 (x_{i0}, y_{i0}) 、その直線上の増分長さを Δd_i とすれば、(2) 式のように表わされる (図6)。

$$\begin{aligned} x_{ij} &= x_{i0} + (j-1) \Delta d_i \cdot \cos \alpha_i \\ y_{ij} &= y_{i0} + (j-1) \Delta d_i \cdot \sin \alpha_i \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $i=1, 2, \dots, n$ 、 $j=1, 2, \dots, m$

n : $x_k y_k$ 平面上にある直線の数

m : $x_k y_k$ 平面上にある i 番目の直線のうち、均等分割される線分の数

Δd_i : i 番目の直線において均等分割される線分の増分長さ

α_i : i 番目の直線において均等分割される線分の x_k 軸となす角度

次に、これらの曲線あるいは直線を x_k 軸を中心に回転移動させた軌跡上に節点を配置する (図7)。いくつかの回転移動を続けて行い、曲面形状を組み合わせることで最終的な形状を作成する。

x_k 軸回りに回転移動してできた新しい座標 $(\theta x_{ij}, \theta y_{ij}, \theta z_{ij})$ は、(3) 式のように表わされる。

$$\begin{pmatrix} \theta x_{ij} \\ \theta y_{ij} \\ \theta z_{ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \cos \theta \\ 0 & \sin \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{ij} \\ y_{ij} \end{pmatrix} \quad (3)$$

さらに、これらの局所座標 $(\theta x_{ij}, \theta y_{ij}, \theta z_{ij})$ を全体座標系で表わすと (4) 式のように表わされる。

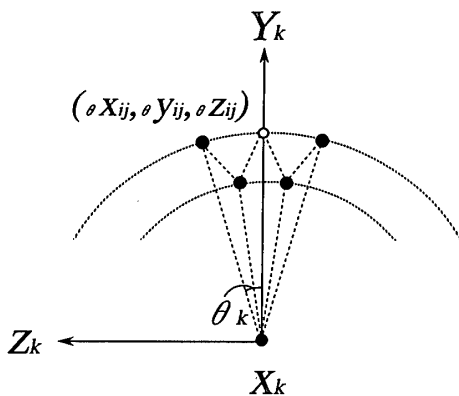


図7 回転軌跡によるグリッド分割

$$\begin{pmatrix} \theta X_{ijk} \\ \theta Y_{ijk} \\ \theta Z_{ijk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_x & \lambda_y & \lambda_z & \theta X_{ij} \\ \mu_x & \mu_y & \mu_z & \theta Y_{ij} \\ \nu_x & \nu_y & \nu_z & \theta Z_{ij} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

ここで、

$(\lambda_x, \mu_x, \nu_x)$ は、全体座標系における x_k 軸の方向余弦

$(\lambda_y, \mu_y, \nu_y)$ は、全体座標系における y_k 軸の方向余弦

$(\lambda_z, \mu_z, \nu_z)$ は、全体座標系における z_k 軸の方向余弦

(X_0, Y_0, Z_0) は、局所座標系の原点を全体座標系で表わした座標

4. 曲線を回転移動したモデル

曲線を回転移動したモデルに関し、3. 2 節で提案したグリッド分割手法を利用することで接合情報の集約化を確認するため、簡単な楕円モデルで検証してみる。楕円モデルは各節点の曲率が異なるため、各種の曲面形状の特性を有していると考えられる。

4. 1 対象モデルの選定

通常の建築物の屋根形状は建物特有の形状を規定する制約条件を満たすためにライズとスパンの比が0.1以下で使用される場合が多いことから、スパン42m、ライズ2.9mの楕円を対象モデルとして選定する (図8)。この形状を楕円で表わした場合と $i=1\sim 5$ 個の円弧の組み合わせ

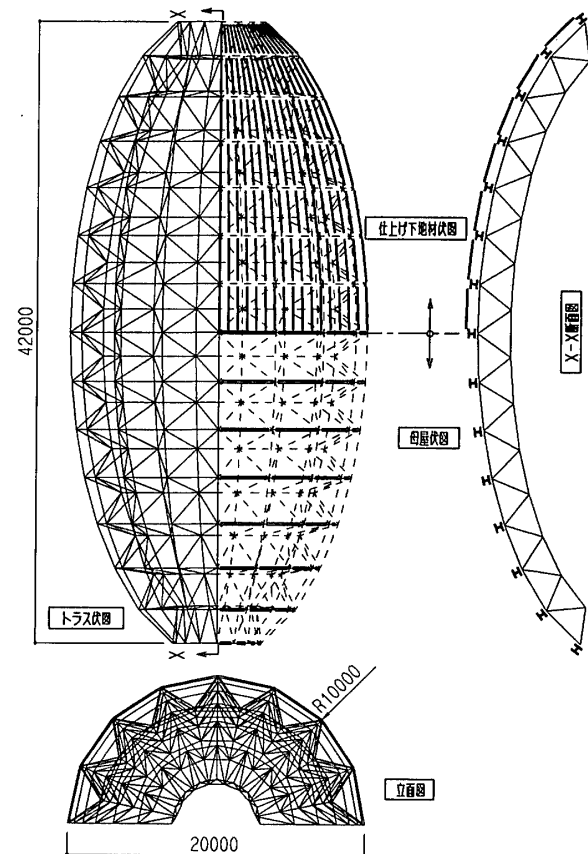


図8 楕円モデル

により近似させて作った疑似楕円の場合を比較する（表1）。母屋材はシステムトラスの上弦球面体、下地材は母屋材の上部に曲率半径方向に各々配置する。

- ・建物屋根形状 : 楕円曲面
- ・楕円長軸、短軸 : 22 m、 10 m
- ・スパン x 桁長 : 20 m x 42 m
- ・システムトラス屋根面積 : 1120 m²
- ・グリッド長 : 3 m x 3 m
- ・デプス : 2.1 m
- ・グリッド数 : 98 個
- ・母屋材数 : 105 個
- ・下地材数 : 504 個
- ・下地材間隔 : 約0.6 m

4. 2 形状情報

楕円及び疑似楕円（円弧の組み合わせ数 $i = 1 \sim 5$ ）に関して、断面形状の比較を表1に示す。疑似楕円の場合、円弧の組み合わせの境界部は不連続点となるが、円の組み合わせの数が増えるにつれて次第に楕円形状に近づいている。楕円と疑似楕円の各節点間距離の差の平均値（平均誤差）及びその標準偏差を図9に示す。平均誤差及び標準偏差は4円近似まで徐々に小さくなり、5円近似になると4円近似とほとんど差がなくなる。このように円弧を利用したグリッド分割による疑似楕円は円弧の組み合わせ数が増えるに連れて次第に楕円形状に近づ

表1 楕円と疑似楕円の座標

節点番号	楕円		1円近似		2円近似		3円近似		4円近似		5円近似	
	X座標	Y座標	X座標	Y座標	X座標	Y座標	X座標	Y座標	X座標	Y座標	X座標	Y座標
1	-21.00	2.98	-21.00	2.98	-21.00	2.98	-21.00	2.98	-21.00	2.98	-21.00	2.98
2	-18.69	5.28	-18.34	4.80	-18.42	4.94	-18.51	5.07	-18.62	5.20	-18.62	5.20
3	-15.88	6.92	-15.53	6.36	-15.64	6.61	-15.76	6.80	-15.86	6.93	-15.86	6.93
4	-12.85	8.12	-12.59	7.65	-12.70	7.97	-12.80	8.14	-12.83	8.12	-12.83	8.12
5	-9.70	8.97	-9.53	8.67	-9.63	9.00	-9.69	9.06	-9.69	8.96	-9.69	8.96
6	-6.50	9.55	-6.40	9.41	-6.46	9.68	-6.48	9.56	-6.49	9.56	-6.49	9.56
7	-3.26	9.89	-3.21	9.85	-3.24	10.02	-3.25	9.89	-3.25	9.90	-3.25	9.89
8	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	10.00	0.00	10.00
9	3.26	9.89	3.21	9.85	3.24	10.02	3.25	9.89	3.25	9.90	3.25	9.89
10	6.50	9.55	6.40	9.41	6.46	9.68	6.48	9.56	6.49	9.56	6.49	9.56
11	9.70	8.97	9.53	8.67	9.63	9.00	9.69	9.06	9.69	8.96	9.69	8.96
12	12.85	8.12	12.59	7.65	12.70	7.97	12.80	8.14	12.83	8.12	12.83	8.12
13	15.88	6.92	15.53	6.36	15.64	6.61	15.76	6.80	15.86	6.93	15.86	6.93
14	18.69	5.28	18.34	4.80	18.42	4.94	18.51	5.07	18.62	5.20	18.62	5.20
15	21.00	2.98	21.00	2.98	21.00	2.98	21.00	2.98	21.00	2.98	21.00	2.98

表2 楕円の形状情報

	システムトラス	母屋材	下地材
座標	218	120	540
線分	3,136	210	1,008
法線ベクトル	218	120	540
計	3,572	450	2,088

表3 楕円の接合情報

	システムトラス		母屋材		下地材	
	本手法	数理的的手法	本手法	数理的的手法	本手法	数理的的手法
接合部品	11,194	11,194	26	1,095	630	5,688
部材長	1,568	1,568	2	105	42	504
接合角度	6,272	6,272	8	420	168	2,016
計	19,034	19,034	36	1,620	840	8,208

き、その精度は増していく。

一方、形状情報は複層トラスのためシステムトラスで最も多く、下地材、母屋材の順となっている（表2）。

4. 3 接合情報

楕円で表わした場合と3円近似を用いて表わした場合について、その接合情報量の比較を図10、表3に示す。3円近似を用いて表わした場合の接合情報量は楕円で表わした場合と比較してシステムトラスで等しく、母屋材、下地材で各々約2%、約10%となる。また、母屋材と下地材を合わせると約9%である。これは、疑似楕円において各々の円弧上で均等分割された各領域の母屋材及び下地材の部材長、接合部品の種類、接合角度が等しくなり、楕円で表わした場合に各々の母屋材及び下地材の形状が異なってしまうことに比べ、少ない種類に集約されたためである。その情報量は組み合わせる円弧の数が増えると最終的には楕円の情報量に近づく。このように円弧を利用したグリッド分割の場合、システムトラスと仕上げ材の接合情報は集約化され、設計・加工・施工の各プロセスが簡素化されることになる。

5. 直線を回転移動したモデル

直線を回転移動したモデルに関し、3.2節で提案したグリッド分割法の有効性を確認するため、実施例（二

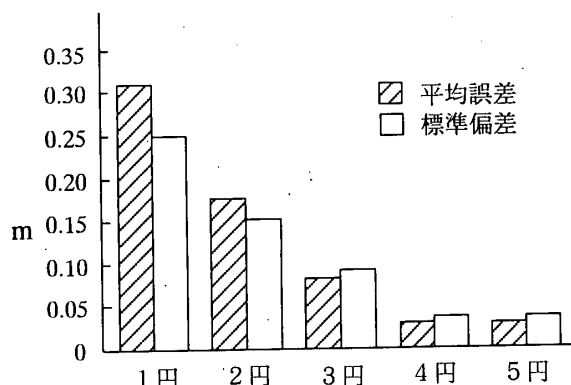


図9 楕円と疑似楕円の形状比較

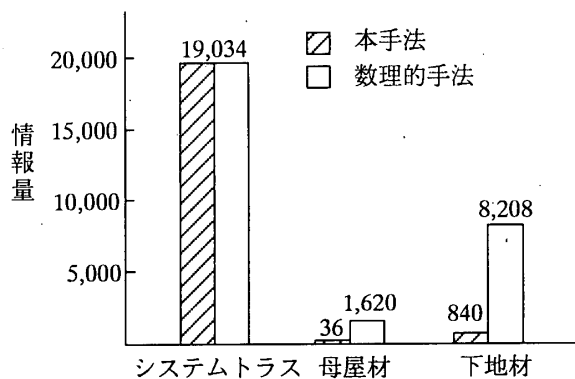


図10 楕円の接合情報

セコ東山プリンスホテル新館アトリウム)を用いて検証する。

5. 1 対象モデルの選定

システムトラスは曲率の異なる複数の円弧を連ねたシェルの形状を成している。仕上げ材は金属屋根で、母屋材及び下地材を介してシステムトラスと接合されている。このシステムトラスの形状は、下記の点に着目して作成している(図11)。

- 1) 四角錐グリッドの複層トラス構造を基本モジュールとする。
- 2) 水平投影で楕円の形状を4円 ($i=4$) で近似し、aa', bb', cd, dd' の4個の各軸 ($k=4$) を中心に回転移動させた軌跡上に立体角度を等間隔でシステムトラスの接合部を配置した形状を組み合わせて全体形状を作成する(図12)。
- 3) 展開角度は急勾配(51通りから46通り方向)で約 60° 、緩勾配(17通りから41通り方向)で約 30° その中間では、 $30\sim 60^\circ$ に変化している。

なお、接合情報の比較は本手法に対して数理的手法による曲面を対象にしている。

・建物屋根形状	: シェル形状	
・システムトラス屋根面積	: 1850	m ²
・グリッド長	: 約3m x 約3	m
・デプス	: 約2.5	m
・グリッド数	: 216	個

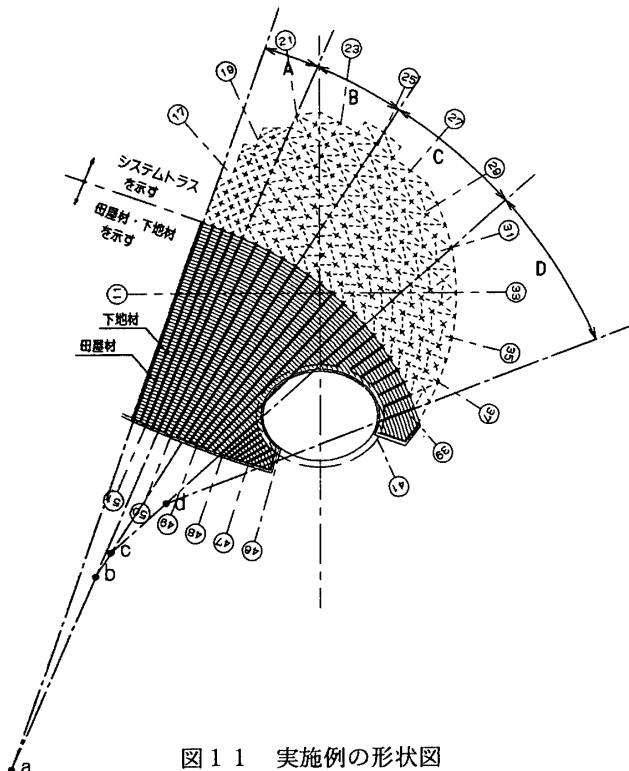


図11 実施例の形状図

・母屋材数	: 218	個
・下地材数	: 1533	個
・下地材間隔	: 約 0.5	m

5. 2 形状情報

回転軌跡を利用したグリッド分割によるシステムトラスの形状は曲面形状を規定する下記の条件を満たすように決定することができる(図13)。

- 1) グリッドは均等なモジュールとする。
- 2) 屋根形状は急勾配の展開角度で約 60° 、緩勾配の展開角度で約 30° その中間では $30\sim 60^\circ$ に変化し、自然ならせん形状の曲面を保持する。また、内観も同様な形状を保持する。

本形状は4個の回転軸による円軌跡の組み合わせにより作成しているために、各軌跡の境界部は不連続な点になっている。しかし、屋根勾配を維持しつつ、構面のね

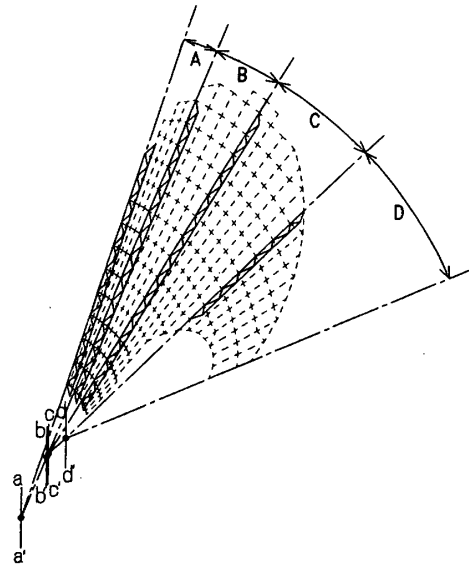


図12 実施例における形状作成



図13 実施例におけるシステムトラス

じれ角が最小となるように繰り返し演算を行い、自然ならせん形状の曲面を形成するようにしている。

一方、形状情報は楕円モデルと同様にシステムトラスで最も多く、下地材、母屋材の順となっている(表4)。

5. 3 接合情報

実施例における接合情報を図14、表5に示す。本手法による接合情報量は数理的手法と比較してシステムトラス及び母屋材では等しく、下地材では約29%となっている。また、母屋材と下地材を合わせると約37%である。母屋材の接合情報は回転移動前の母線の形状が直線であるため等しく、下地材の接合情報は回転軌跡によりゾーニングされた領域において接合部品の種類、接合角度が等しくなるため、部品の形状が集約化されている。本手法により疑似楕円と実施例の情報量の減少の割合の差異が見られるのは、実施例における近似円の個数の相違や形状の非対称性によるものである。このように曲面システムトラスに回転軌跡によるグリッド分割手法を適用すればゾーニングされた領域において接合情報が等しくなる。すなわち、システムトラスの設計・加工・施工の各プロセスが簡素化されることになる。

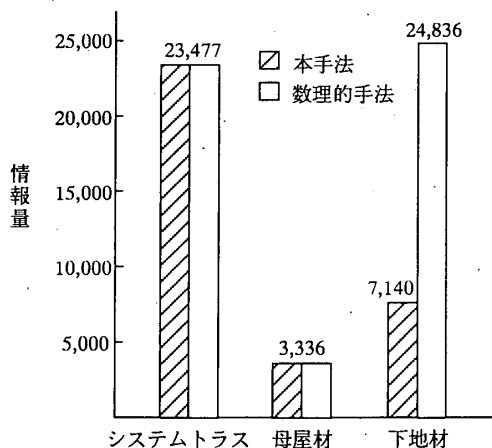


図14 実施例の接合情報

表4 実施例の形状情報

	システムトラス	母屋材	下地材
座標	509	240	1,610
線分	7,656	436	3,066
法線ベクトル	509	240	1,610
計	8,674	916	6,286

表5 実施例の接合情報

	システムトラス		母屋材		下地材	
	本手法	数理的手法	本手法	数理的手法	本手法	数理的手法
接合部品	13,907	13,907	2,246	2,246	5,355	17,171
部材長	1,914	1,914	218	218	357	1,533
接合角度	7,656	7,656	872	872	1,428	6,132
計	23,477	23,477	3,336	3,336	7,140	24,836

一方、母屋材及び下地材で囲まれた四角形の各構面の形状はねじれ角が最小となるグリッド分割であるため、母屋材及び下地材は全て単純梁を使用すれば、曲げ加工なしでも接合できるようになっている(図15、図16)。

5. 4 屋根材の平面保持

曲面屋根の場合、4個の上弦の接合部で構成される面は同一平面上にない場合が多い。屋根材のねじれは4節点で形成される四角形に平板の屋根材を3節点で接合させたとき、残りの1節点と屋根材の高さ方向距離を4節点の歪の尺度と仮定できる(図17)。実際、実施例において施工精度を測定した結果、屋根材の歪の最大値は3mmであった。この最大値は、図11に示すA、B、C、Dの

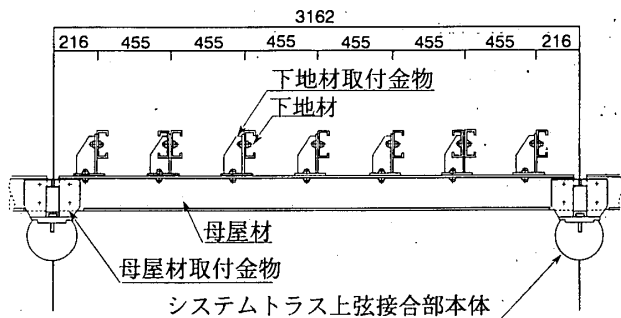


図15 二次部材の接合ディテール

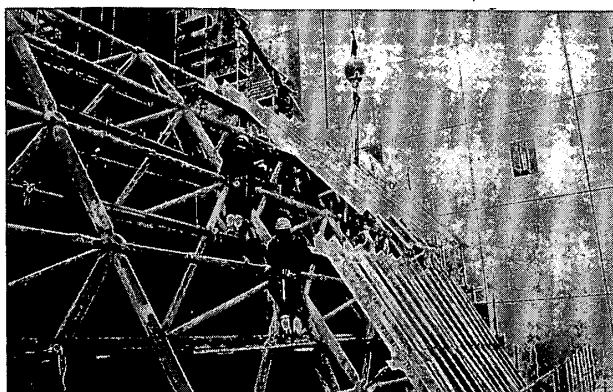


図16 母屋材及び下地材の施工

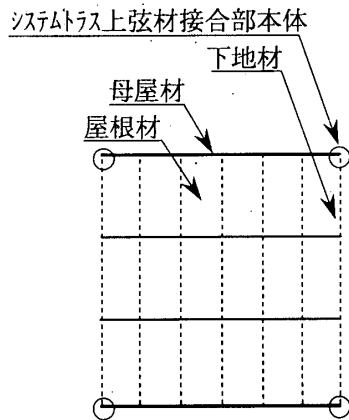


図17 屋根材の割り付け

各領域の急勾配から緩勾配方向に順次施工したにもかかわらず、施工順序に関係なく発生した。よって、母屋材及び下地材はシステムトラスと同様にブロックごとに組み立て調整を行えば、累積誤差が施工精度に及ぼす影響は少ないものと考えられる¹⁴⁾。

6. 結論

本論では、曲面システムトラスと仕上げ材の接合法を効果的に集約化するために、直線または曲線を回転移動した軌跡上にシステムトラスの接合部を配置するグリッド分割手法を提案し、下記の有効性を示した。

- 1) 曲面の形状は、直線または円弧の組み合わせによって近似した線分を同一平面内の軸をもとに回転移動した軌跡を組み合わせることで近似できる。
- 2) このグリッド分割手法によれば、システムトラスと仕上げ材の接合情報量は、楕円モデル及び実施例において数理的曲面による手法と比較した結果、各々約9%、約37%と少なくなる。
- 3) システムトラスと仕上げ材の接合情報を減らすことで、設計・加工・施工の各プロセスを簡素化できる。よって、合理的で経済的な曲面システムトラスにおける空間建築物が可能となる。

以上、回転軌跡を利用したグリッド分割を利用することで、曲面形状を近似することが可能になり、システムトラスと仕上げ材の接合情報を集約化できることを明らかにした。近年の建設業において、熟練労働力の不足・工期短縮等は深刻な問題になってきているが、意匠設計者の建築物に対する曲面形状への要求は増える一方である。本研究で述べた方法を応用することで、建築の生産性を向上させ、設計における形態の自由度をますます高めることができると考える。

謝辞

本研究には、西武ゴルフ(株) [建築主]、(株)デザインシステム [設計]、大成建設(株) [施工] の御好意により、ニセコ東山プリンスホテルアトリウムシステムトラスの事例を引用させていただきました。関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 岩田衛、藤田正則、米田雅子：システム構造体に於ける建築生産情報の統合化、第15回 情報・システム・利用・技術シンポジウム、1992年12月
- 2) 岩田衛：システム構造体による建設生産システムの変革、第21回 建設業情報システム研究会、1993年2月
- 3) 寺井達夫：施工の自動化における生産情報の統合化、第5回 建築施工ロボットシンポジウム、1991年 2月
- 4) 和田章、岩田衛、中野大治、藤本盛久：Computer application in design and construction of space frame, IABSE, 1980年 9月
- 5) 斎藤公男：スペース・ストラクチャーのデザイン、カラム、1982年1月 No. 83
- 6) H. Nooshin and P. Disney : Elements of formian, Preprocessing and Case Studies in Computer Aided Design of Space Structure, 4 July 1990
- 7) H. Nooshin : Computational geometry for spatial structural configurations, Computing in Civil and building engineering Tokyo Japan, July 1991
- 8) 半谷裕彦：空間構造の形態解析、東京大学生産研究、1993年 9月
- 9) 半谷裕彦：形態解析、培風館、1991年
- 10) 大木洋司、大森博司、中増裕介：吊り下げ曲面の形状解析日本建築学会学術講演梗概集、1994年
- 11) 川合廣樹、岩田衛、白井貴志：システムトラス構法計画成立に関する論証、日本建築学会計画系論文報告集、1988年 8月
- 12) 岩田衛、藤田正則、米田雅子、和田章：システムトラスにおける設計・加工・施工情報に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、1994年 6月
- 13) 岩田衛、和田章：立体トラスに関する力学的及び幾何学的な考察、カラム、1979年1月 No. 71
- 14) 岩田衛、和田章、大場高秋、白井貴志：部品構成された鋼管立体トラスの接合部の回転性能に関する研究、日本建築学会構造系論文報告集、1988年 9月

(1995年1月10日原稿受理、1995年5月1日採用決定)