

# 木質建築における格子架構の形態学的分析—接合方法に着目して—

宇野研究室

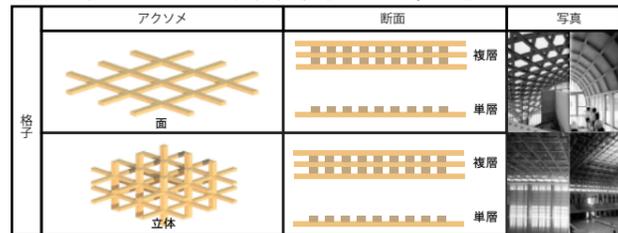
4107022 小野 圭介

## 1. 研究背景・目的

現在、木質建築は 2000 年の建築基準法改正<sup>註1)</sup>における延べ床面積、高さ制限の撤廃により、コンクリートや鉄骨等と同様に高層化、大スパン化など多様な空間を作り出すことが可能になった。特に、木質建築の特性として、接合部と構造計画の連関性が意匠性と明確に関係をもっていると考えられる。俟たれるのは美しく効率のよい接合部なのではないかと思われる。本論では、近年の木質建築の架構の形態とそれに対する接合方法における工夫に着目し、分析を行うことで新たな木質建築の可能性を見出す。特に、接合部が多く現れる格子表現に着目し、その構造および意匠的観点から体系化と考察を行う。

### 1-2. 格子架構の定義

本論では、木質架構の格子表現として線材を反復して組み合わせることで面、立体を構成するものと定義する。さらに、それぞれに単層、複層がある。(図 1)



▲図 1 格子の定義

## 2. 研究方法

### 2-1. 研究対象

木質建築の幾何学的パターンの傾向を見出すため『新建築』2000 年 1 月号～2010 年 9 月号の約 11 年分を調査した。また、2010 年に行われた timberize tokyo project から 7 プロジェクトを対象とした。空間を形成する基本構造<sup>註2)</sup>の組積型・立体トラス型・アーチ型・格子型・シェル型・ハイブリッド型・単純支持梁型・ドーム型・その他の中に多く見られる格子架構の事例を取り上げ、架構の全体と接合方法の部分に着目する。結果、228 事例中 73 件見られた。

### 2-2. 分析方法

格子架構の形態操作を構造的観点、接合操作を構法的観点、視線の見通しによる量感操作を意匠的観点により分析し、相互効果を分析する。

### 3. 格子架構の形態的体系と意味

格子架構には多様な表現がある。それらを形態的観点により分析することで格子表現の分類を行う。また、形態から見られる構造的メリット、デメリットの解決策としての接合方法と金物の有無に着目し、それらの対応関係を分析し代表例の抽出を行う。

#### 3-1. 分析方法

- 事例の格子表現を簡易的な線として抽出し模式図とする
- 抽出した模式図を形態的に分類する
- 構造的意味、自由度、メリット、デメリットを考察

- 形態操作を活かす接合方法を簡易的模式図に抽出する
- 抽出された模式図を同形状に分類する
- 分類された模式図の接合方法を体系的に整理する

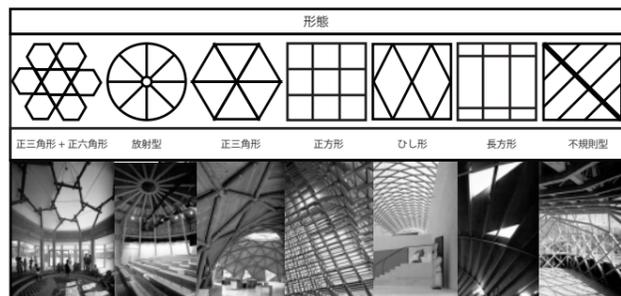
#### 3-2. 形態分析および考察

格子の幾何学的パターンとして、放射型と分散型がある。さらに、分散型には 3 つのパターンに分けることが出来る。(図 2)

▼表 1 格子の形態的体系とその長短所

格子	形態		自由度	メリット	デメリット	構造的意味
	放射型		×	放射状に分散	集中部の独立	一点集中回避
分散型	三角形型	正三角形	○	形態がシンプル	接合部の複雑化	一点集中
		正三角形 + 正六角形	○	次数下げによる分散	部材数の増加	一点集中回避
	四角形型	正方形	×	力の分散が均一	単調	XY 方向分散
		ひし形	×	部材の集中回避	長手方向に強調	XY 方向分散
	不規則型	長方形	×	ピッチを大きくする	一方向に強調	XY 方向分散
			○	方向性をなくす	部材数の増加	一部材集中

操作として、三角形型格子では形態の自由度が高いが、正三角形にすると部材が一点に集中してしまい接合部の複雑化が見られる。その解決として正三角形 + 正六角形にすることで、部材の一点集中回避が出来るため接合部の簡易化が実現される。一方で、四角型格子では三角形型に比べ方向性が強い。そのため、形態的自由度は少ないが部材の一点集中が起こりにくい。その形態的デメリットに対しては、歪んだ四角型格子とすることで自由な形態を実現している例が見られた。(表 1)



▲図 2 代表的な格子の形態

また、それぞれの格子の形態に見られるメリット、デメリットを接合部が活かす、または解決する方法の対応関係が見られた。



▲図 3 接合方法の体系

#### 3-3. 接合分析および考察

3-2 で考察した形態的デメリットの解決を構法的観点から分析する。接合方法は大きく 3 つの分類として「重ね型」、「面付け型」、「加工型」が挙げられた。また、操作として「金物使用」、「不使用」、「隠す」が挙げられた。(図 3)

- 「重ね型」では金物使用で露出したものが多く見られた。また、部材厚さを強調したものが多かった。
- 「面付け型」では金物使用の露出、及び金物を隠す操作が多く見られた。部材の面を合わせることで、金物で生じる凸凹を減らしていた。
- 「加工型」では伝統的な貫、相欠きなどの金物のないものが多く見られた。全体として一体化されている。さらに、四角形型格子に対して、接合部が空間の方向性に影響を与えている場合がある。接合方法の種別的に見た効果を(表 2)に示す。

▼表 2 接合操作

格子	形態		重ね型	面付け型	加工型
	放射型		接合部の隠蔽化	空間的方向性の軽減	接合部の隠蔽化
分散型	三角形型	正三角形	×	金物使用により接合部の隠蔽化	×
		正三角形 + 正六角形	部材数の削減	接合部の隠蔽化	一体化
	四角形型	正方形	空間的方向性の強化	空間的方向性の軽減	空間的方向性の強化
		ひし形	接合部の隠蔽化	空間的方向性の強化	×
	不規則型	長方形	空間的方向性の強化	空間的方向性の軽減	真により構造的強度を上げる
			部材厚の変化に対応	一体化	×

以上より、三角形型ではシェル型、四角形型の単層ではアーチ型、複層では立体トラス型、放射型ではドーム型に特徴が見られた。

#### 4. 格子架構における量感表現

格子架構の重要な意匠的表現の 1 つとして、「量感」<sup>註3)</sup>が挙げられる。これは、格子のピッチ、部材の見込、見付厚、層の重なり具合など構造的要素と密接に関連している。本章では、格子の作り出す「量感」を断面形状、格子のすき間面積<sup>註4)</sup>及び、その仰角の関連性から分析する。

##### 4-1. 分析方法 (図 4)

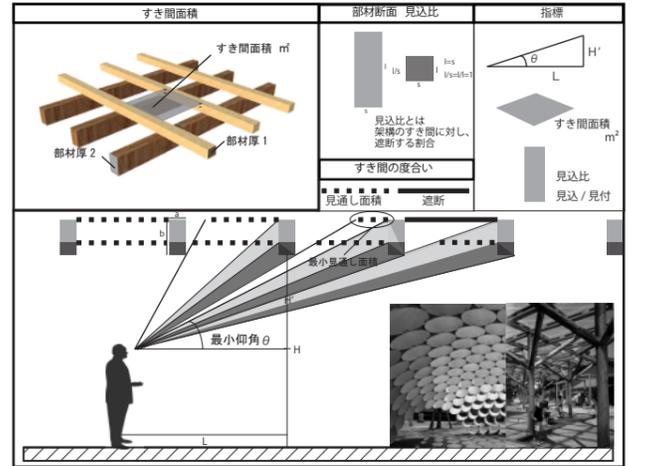
- 前章で考察された、シェル型、アーチ型、ドーム型、立体トラス型、面格子型より代表的事例を抽出する
- 事例の断面図より距離、高さを算出
- 事例の格子が作るすき間面積を算出
- 格子を作る部材断面の見込 / 見付による比を算出
- これを断面形状による見込比とする
- すき間面積が完全遮断前の最小見通し面積<sup>註5)</sup>を算出
- この時の仰角を最小仰角  $\theta$ <sup>註6)</sup>とする
- 最小見通し面積 / すき間面積による比を算出 (以下、見通し面積比) これにより、格子のすき間に対する部材の遮蔽度合いを評価する。(表 3)

▼表 3 量感度分析

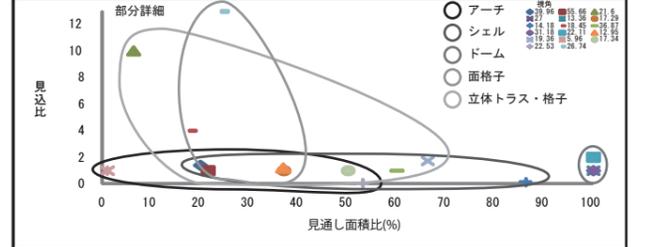
写真	写真									
最小仰角	22.11°	13.36°	22.53°	17.34°	5.96°	55.66°	17.29°	21.60°		
面積比	100%	100%	53%	50%	1%	21.5%	37%	6.4%		
見込比	2	1	0.05	1	1	1	1	1	(1)	10
写真	写真									
最小仰角	19.36°	18.45°	36.87°	26.74°	12.95°	14.18°	27.00°	39.96°	31.18°	
面積比	66.2%	17.8%	60%	24.3%	36.8%	86.2%	0.78%	20%	100%	
見込比	1.75 or 1	4	1	13	(0.4)	0.133	250	(0.32)	1	

脚注: 1) 参考文献 2) 参考文献 2 による 3) 視覚によって感じる感覚を指す。4) 均一なものは格子の一部を取り出し値とし、不均一なものは最大、最小の平均値とする。5) 視覚的な部材の重なりにより遮られない部分を指す。6) 仰角によるすき間を確認できる最小角を指す。写真: 参考文献 3

参考文献: 1) TIMBERIZE EXHIBITION, 2) 『木による空間構造へのアプローチ』株式会社建築技術 (1990) 著: 今川 憲夫 岡田 章, 3) 『新建築』株式会社新建築社 (2000-2010), 4) 『構造デザイン講義』王国社 (2008) 著: 内藤 廣



▲図 4 量感度分析



▲図 5 量感度分析—見込比と見通し面積比の散布図

##### 4-2. 量感度分析および考察 (図 5)

- アーチ、シェル、ドーム構造については部材の断面形状はほぼ同じである。しかし、格子の順に見通し面積比が大きくなり開放的な空間になる。
- 見込比が低い場合、面では見通し面積比が大きく仰角も低い段階からすき間が確認でき、仮想的に開放的な空間になる。立体では仰角が高くならなければ、すき間が確認されない。
- 見込比が高い場合、仰角を上げていかなければすき間が確認されず、仮想的に遮断され閉鎖的な空間になる。これより、架構による量感度分析は断面形状、接合方法と形態の相互関係があると思われる。

## 5. 結論

- 木質架構の形態には大きく分けて放射型格子、分散型格子に分類でき、さらに分散型格子は三角形型と四角形型に分けられ、それぞれ特徴的なものがみられた。
- 三角形型では方向性がないため自由度が高いが、接合部が複雑になりやすい。そのため、接合部をずらすなど幾何学的な工夫がみられた。
- 四角形格子には部材集中がおきにくい形態の自由度が低い、そのため接合方法を工夫することにより形態の自由度を高める。
- 意匠面では格子の見込み方向に工夫を加えることで量感を表現している。特に、その効果に架構によるすき間面積と部材の断面形状の関連性が大きいことがわかった。

以上より、形態、接合方法、部材断面形状により架構のすき間面積が大きく変わることが分かる。これより接合方法の工夫が部材、架構の形態に効果を与え、木質建築の量感に繋がっていることがわかる。