

## 「CAD軒反り式」からみた文化財社寺軒反り曲線の特性

## CHARACTERISTIC STUDY ON EAVES CAMBER IN JAPANESE MONUMENTAL SHRINES AND TEMPLES BY "FORMULA OF EAVES CAMBER FOR CAD"

麓 和善\*, 鈴木光雄\*\*, 河田克博\*, 小川英明\*\*\*, 内藤 昌\*\*\*\*  
Kazuyoshi FUMOTO, Mitsuo SUZUKI, Katsuhiko KAWATA,  
Hideaki OGAWA and Akira NAITO

In this paper, we analysed statistically the curvature and height of eaves camber in Japanese monumental shrines and temples by the "Formula of eaves camber for CAD" we originally developed.

The results shows as follows;

- 1) The design of eaves camber doesn't differ among any scale of architectures without "Zushi & Kuden".
- 2) "Wayo style" architecture has a gentler curvature and a lower height in eaves camber than "Karayō style" architecture.
- 3) The curvature of eaves camber changed remarkably after the late Heian era in the "Wayō style", and became gradually higher after the late Muromachi era in the "Karayō style".
- 4) The design of eaves camber differs among single-, two-, and three-story architecture.

**Keywords:** "Formula of Eaves Camber for CAD", Japanese Monumental Shrines and Temples, Characteristics by Scale, Stylistic Characteristics, Historical Transition, Characteristics by Storey  
「CAD軒反り式」, 文化財社寺, 規模別特性, 様式別特性, 時代的変遷, 層別特性

## 1 序

わが国の伝統建築技術の中でも、「規矩術」はとりわけ重要な技術のひとつで、これに関する古典建築書「規矩雛形」は、江戸時代中期以降80本以上におよんで著された。なかでも、幕府作事方大棟梁平内家第10代廷臣によって著された『匠家矩術要解』〔天保4年(1833)、国会図書館所蔵他〕は、数学的に最も完成された規矩雛形として知られるが、この後、名門大工棟梁木子棟齋や建築学者伊東忠太他によって、さらに軒反り曲線までも数学的手法によって設計することが試みられた。

前稿<sup>1)</sup>では、既往の軒反り曲線設計法9案を、関数式に置換することによって普遍化し、これに放物線および懸垂線を加えた11式を取り上げ、CADを用いて文化財建造物の軒反り曲線に近似させ、誤差を比較した。その結果、角南隆が「社寺建築」(『高等建築学8』常磐書房、昭和9年刊所収)において紹介した幾何学的作図法を関数式普遍化した「CAD軒反り式」、すなわち下記数式が最も誤差が少なく、最良であることを示した。

$$y = kh - \sqrt{k^2 - \frac{h(2k-1)(1-k)^2x^2}{(2k-1)(x-L)\tan\theta + L(1-k)^2}}$$

L: 反り元から反り先端までの水平距離      k = 10  
h: 反り元から反り先端までの垂直距離      0 ≤ x ≤ L

本式において、 $\theta$ は軒反り曲線の撓みの大小を決定するパラメーターである。一方、軒反り曲線の性質を左右するもう一つの重要な要素として、反り高さがある。木割書では、これを茅負成や柱太さとの比例によって表現している<sup>2)</sup>。しかし、本研究では、規模や反り元の位置の異なる多数の建築を対象に、純粋に軒反り曲線のみで比較するために、反り元から反り先端までの垂直距離hと水平距離Lとの比、すなわち〈h/L〉を便宜的に「反り高さ」として用いる。この反り高さ〈h/L〉と撓みのパラメーター〈 $\theta$ 〉の組合わせによって、従来感覚的に論じられることの多かった軒反り曲線の性質をフィジカルに表現することができる。

そこで、本稿では、対象遺構それぞれの反り高さ〈h/L〉と、「CAD軒反り式」による遺構への近似結果としての〈 $\theta$ 〉を求め、これらを統計的に比較・分析することによって、遺構における軒反り曲線の規模別特性・様式別特性・時代的変遷・層別特性について考察する。

なお、遺構軒反り曲線のデータとしては、重要文化財建造物の解体修理時に作成された規矩図(文化庁保管)が最も正確であると考えられるので、本研究では規矩図の茅負下外角の曲線を、軒反り曲線として用いている。そして、前稿ではあらゆる軒反り曲線に適用可能な最良の式を選定するために、収集できた社寺建築のすべての規

\* 名古屋工業大学社会開発工学科 助教授・工博

\*\* ㈱東海設計(元名古屋工業大学大学院) 工修

\*\*\* 愛知産業大学建築学科 教授・Ph. D.

\*\*\*\* 愛知産業大学建築学科 教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Architecture & Civil Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.

Tokai Architects Co., Ltd., M. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Aichi Sangyo Univ., Ph. D.

Prof., Dept. of Architecture, Aichi Sangyo Univ., Dr. Eng.

〔表1〕 軒反り曲線対象文化財社寺一覧

建築名	所在地	年代	層数	規模	h/L	θ
東照宮本殿	青森	寛永5年(1628)	1	3	0.112	0
中尊寺金色堂	岩手	天治元年(1124)	1	3	0.098	9.31
羽黒山正善院黄金堂	山形	文祿5年(1596)	1	5	0.082	38.31
成法寺観音堂	福島	永正(1504)頃	1	3	0.103	60.94
円満寺観音堂	福島	室町後期	1	3	0.107	0
二荒山神社本殿	栃木	元和5年(1619)	1	5	0.065	6.01
東照宮本殿	栃木	寛永13年(1636)	1	5	0.082	0
東照宮拜殿	栃木		1	9	0.082	0
輪王寺本堂 下層	栃木	正保4年(1647)	2	9	0.082	36.31
輪王寺本堂 上層	栃木				0.084	62.88
輪王寺大猷院本殿 下層	栃木	承応2年(1653)	2	5	0.043	81.63
輪王寺大猷院本殿 上層	栃木				0.095	75.59
輪王寺大猷院拜殿	栃木		1	7	0.071	0
石堂寺薬師堂	千葉	天正3年(1575)	1	3	0.061	47.01
金剛寺不動堂	東京	康永元年(1342)	1	5	0.047	66.83
護徳寺観音堂	新潟	永正16年(1519)	1	3	0.064	41.11
明通寺三重塔 一層	福井	文永7年(1270)	3	3	0.061	33.61
明通寺三重塔 二層	福井				0.058	50.41
明通寺三重塔 三層	福井				0.06	38.01
羽賀寺本堂	福井	文安4年(1447)	1	5	0.075	37.51
最恩寺仏殿 上層	山梨	室町中期	2	3	0.083	0
中禅寺薬師堂	長野	鎌倉前期	1	3	0.047	67.31
葛山落合神社本殿	長野	寛正6年(1465)	1	1	0.008	26.11
福德寺本堂	長野	室町中期	1	3	0.02	0
小菅神社奥社本殿宮殿	長野	永正5年(1508)	1	2	0.17	63.77
新海三社神社三重塔 一層	長野				0.075	60.03
新海三社神社三重塔 二層	長野	永正12年(1515)	3	3	0.07	65.02
新海三社神社三重塔 三層	長野				0.084	59.48
松尾寺本堂	長野	大永8年(1528)	1	3	0.039	20.11
小菅神社奥社本殿	長野	天文(1532)頃	1	4	0.056	63.33
遠照寺釈迦堂	長野	天文18年(1549)	1	3	0.084	79.24
盛蓮寺観音堂	長野	室町後期	1	3	0.057	26.31
新長谷寺本堂	岐阜	長祿4年(1460)	1	5	0.085	42.41
照蓮寺本堂	岐阜	永正元年(1504)	1	7	0.041	72.19
密蔵院多宝塔 下層	愛知	室町中期	2	3	0.063	46.37
密蔵院多宝塔 上層	愛知				0.064	49.61
久麻久神社本殿	愛知	大永7年(1527)	1	3	0.051	76.01
大恩寺念仏堂	愛知	天文2年(1533)	1	5	0.066	65.11
性海寺本堂	愛知	慶安(1648)頃	1	3	0.046	1.31
金剛証寺本堂	三重		1	7	0.135	35.41
金剛証寺本堂 厨子 妻側	三重	慶長15年(1610)	1	3	0.132	51.41
金剛証寺本堂 厨子 平側	三重				0.145	40.68
浄蔵院本堂	滋賀	室町後期	1	7	0.106	47.88
延暦寺常行堂	滋賀	文祿4年(1595)	1	5	0.061	41.51
長命寺三重塔 一・二層	滋賀	慶長2年(1597)	3	3	0.094	0
長命寺三重塔 三層	滋賀				0.072	33.11
白鬚神社本殿	滋賀	慶長8年(1603)	1	3	0.07	0
飯道神社本殿	滋賀	慶安2年(1651)	1	3	0.042	20.81
平等院鳳凰堂 下層	京都	天喜元年(1053)	2	5	0.052	26.11
平等院鳳凰堂 上層	京都				0.102	23.11
大報恩寺本堂	京都	安貞元年(1227)	1	5	0.027	78.31
東福寺三門 下層	京都	応永12年(1405)	2	5	0.042	80.77
東福寺三門 上層	京都				0.043	82.37
教王護国寺講堂	京都	延徳3年(1491)	1	9	0.056	54.73
大徳寺経蔵	京都	永正10年(1513)	1	3	0.056	40.81
高台寺開山堂	京都	慶長10年(1605)	1	3	0.077	45.11
醍醐寺如意輪堂	京都	慶長11年(1606)	1	3	0.07	67.73
知恩院三門 下層	京都	元和7年(1621)	2	5	0.058	45.1
知恩院三門 上層	京都				0.081	38.27
南禅寺三門 下層	京都	寛永5年(1628)	2	5	0.055	44.92
南禅寺三門 上層	京都				0.065	40.31
教王護国寺灌頂院	京都	寛永6年(1629)	1	7	0.084	18.81
清水寺三重塔 三層	京都	寛永9年(1632)	3	3	0.06	59.41
万福寺天王殿	京都	寛文8年(1668)	1	5	0.148	9.31
妙心寺仏殿 下層	京都	文政10年(1827)	2	5	0.049	70.34
妙心寺仏殿 上層	京都				0.098	51.7
金剛寺多宝塔 下層	大阪	平安後期	2	3	0.072	41.81
金剛寺多宝塔 上層	大阪				0.065	16.91
円教寺大講堂 下層	兵庫	永享12年(1440)	2	7	0.065	50.25
円教寺大講堂 上層	兵庫	寛正3年(1462)			0.064	49.78
大國寺本堂	兵庫	室町中期	1	5	0.058	22.11
石峯寺三重塔 一層	兵庫				0.093	60.71
石峯寺三重塔 二層	兵庫	室町中期	3	3	0.082	45.01
石峯寺三重塔 三層	兵庫				0.083	40.23
東光寺本堂	兵庫	永正14年(1509)以前	1	5	0.045	67.71
東光寺本堂厨子	兵庫				0.066	54.51
円教寺金剛堂	兵庫	天文13年(1544)	1	3	0.051	67.81
酒見寺多宝塔 下層	兵庫	寛文2年(1662)	2	3	0.078	0
酒見寺多宝塔 上層	兵庫				0.071	0
法隆寺金堂 下層	奈良	飛鳥時代	2	5	0.063	30.01
法隆寺金堂 上層	奈良				0.058	21.31
当麻寺本堂(曼陀羅堂)	奈良	永暦2年(1161)	1	7	0.032	70.92
東大寺念仏堂	奈良	嘉祿3年(1237)	1	3	0.057	10.11
元興寺極楽坊本堂	奈良	寛元2年(1244)	1	6	0.077	5.31
東大寺開山堂	奈良	建長2年(1250)	1	3	0.055	26.31
富貴寺本堂	奈良	至徳5年(1388)	1	5	0.052	71.27
宝珠院本堂	奈良	永正9年(1512)	1	3	0.059	41.01
伝香寺本堂	奈良	天正13年(1585)	1	3	0.072	42.61
東大寺三昧堂 下層	奈良	延宝9年(1681)	2	3	0.08	36.01
東大寺三昧堂 上層	奈良				0.082	43.71
薬王寺観音堂	和歌山	貞和3年(1347)	1	5	0.071	64.51
利生護国寺本堂	和歌山	室町前期	1	5	0.077	18.71
金剛峯寺院経蔵	和歌山	慶長4年(1599)	1	3	0.059	65.33
三船神社摂社丹生明神社本殿	和歌山	慶長4年(1599)	1	1	0.009	51.11
高野明神社本殿	和歌山					
遍照院三重塔 一層	岡山				0.106	0
遍照院三重塔 二層	岡山	応永23年(1416)	3	3	0.093	46.01
遍照院三重塔 三層	岡山				0.094	35.51
真光寺本堂	岡山	永正13年(1516)	1	5	0.055	78.62
備中国分寺五重塔 一層	岡山				0.039	0
備中国分寺五重塔 二層	岡山				0.058	0
備中国分寺五重塔 三層	岡山	文政(1820)頃	5	3	0.072	0
備中国分寺五重塔 四層	岡山				0.074	8.71
備中国分寺五重塔 五層	岡山				0.084	0.01
浄土寺本堂	広島	嘉暦2年(1327)	1	5	0.063	48.21
浄土寺阿彌陀堂	広島	貞和元年(1345)	1	5	0.058	59.89
西国寺金堂	広島	至徳3年(1386)	1	5	0.043	71.71
本山寺本堂	香川	正安2年(1300)	1	5	0.066	63.01
定光寺観音堂	愛媛	寛政4年(1793)	1	3	0.059	47.11
崇福寺三門 下層	長崎	嘉永2年(1849)	2	3	0.154	20.71
崇福寺三門 上層	長崎				0.127	36.01
青井阿蘇神社幣殿	熊本	慶長16年(1611)	1	5	0.118	41.31

矩図、多層建築を含めて総数130棟、延べ174図を対象としたが、本稿では、時代の変遷を考察するので、成立時期が不確実な軒反りはまず除外し、修理工事報告書において当初の軒反り曲線を伝えていると考えられているもの、多層建築を含め81棟、延べ111図を対象とした<sup>3)</sup>〔表1〕。しかしながら、一部の分析においては、これだけではデータが不足している場合があるので、年代を問題としない場合にかぎり、除外した年代不確実な軒反りのデータも、参考値として補加することとしたい。

## 2 規模別特性

前述のとおり、規模や反り元の位置の異なる多数の建築を対象に、純粋に軒反り曲線のみを比較するために、反り元から反り先端までの垂直距離 $h$ と水平距離 $l$ との比、すなわち $\langle h/L \rangle$ を本稿では便宜的に「反り高さ」としてたわけてあるが、念のため、建物の規模によって軒反り曲線に特徴的の差異があるか否かを、最初に確認しておきたい。そこで、小建築である厨子・宮殿、一般建築の正面柱間数3間以下、同5間、同7間以上に分類し、反り高さ $\langle h/L \rangle$ をX軸、撓みのパラメーター $\langle \theta \rangle$ をY軸とする座標上に、各遺構の値をプロットした〔図1～4〕。この図ではY軸からの遠近が反り高さの大小を示し、またX軸からの遠近が撓みの大小を示す。以下、この図をもとに、規模別の特性を考察する。

### 2-1 厨子・宮殿

データは少ないが、 $0.066 \leq h/L \leq 0.17$ 、 $40.68^\circ \leq \theta \leq 63.77^\circ$ の領域に分布している。反り高さ・撓みとも比較的大きく、特に小管神社奥社本殿宮殿〔永正5年(1508)〕( $h/L=0.17$ 、 $\theta=63.77^\circ$ )・金剛証寺本堂厨子妻側〔慶長15年(1610)〕( $h/L=0.132$ 、 $\theta=51.41^\circ$ )・同平側( $h/L=0.145$ 、 $\theta=40.68^\circ$ )は、全対象遺構の中でも、例外的ともいえるほどに大きい。

### 2-2 3間以下

反り高さが特に小さい葛山落合神社本殿〔寛正6年(1465)〕( $h/L=0.008$ 、 $\theta=26.11^\circ$ )と、三船神社撰社丹生明神社本殿・高野明神社本殿〔慶長4年(1599)〕( $h/L=0.009$ 、 $\theta=51.11^\circ$ )、および反り高さが特に大きい崇福寺三門下層〔嘉永2年(1849)〕( $h/L=0.154$ 、 $\theta=20.71^\circ$ )・同上層( $h/L=0.127$ 、 $\theta=36.01^\circ$ )を除くと、 $0.02 \leq h/L \leq 0.112$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 79.24^\circ$ の領域に分布している。葛山落合神社本殿と三船神社撰社丹生明神社本殿・高野明神社本殿は、いずれも1間社であるが、他に1間社のデータがないので、この反り高さの極めて小さい値が、1間社として標準的か例外的かは、今のところ判断できない。

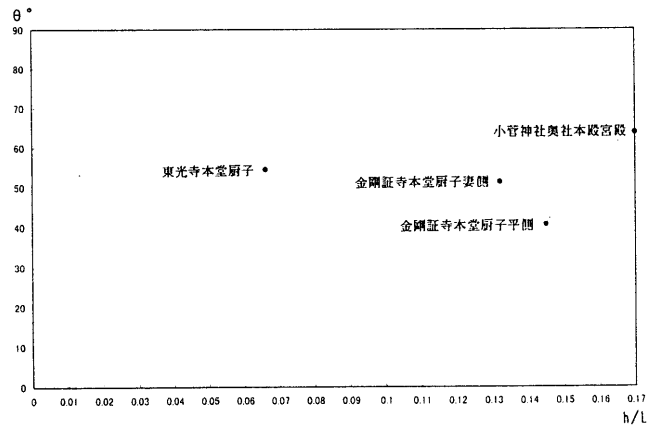
### 2-3 5間

反り高さが特に大きい万福寺天王殿〔寛文8年(1668)〕( $h/L=0.148$ 、 $\theta=9.31^\circ$ )を除くと、 $0.027 \leq h/L \leq 0.118$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 82.37^\circ$ の領域に分布しており、3間以下とほとんど同じである。

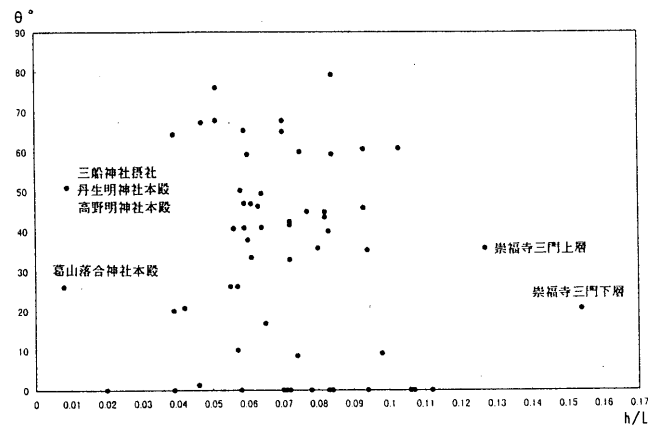
### 2-4 7間以上

反り高さが特に大きい金剛証寺本堂〔慶長15年(1610)〕( $h/L=0.135$ 、 $\theta=35.41^\circ$ )を除くと、 $0.032 \leq h/L \leq 0.106$ 、 $0^\circ \leq \theta \leq 72.19^\circ$ の領域に分布しており、3間以下・5間とほとんど同じである。

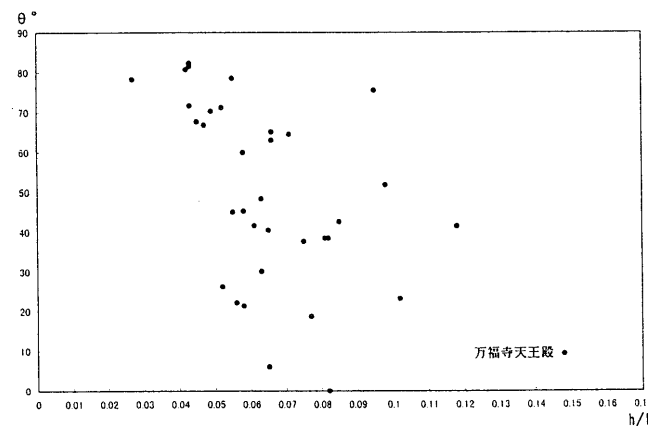
以上より、一般建築では規模による差異は特に認められないが、厨子・宮殿は反り高さ・撓みとも一般建築に比べて大きいという特性が認められる。また、ここでは層数による区別をしていないが、



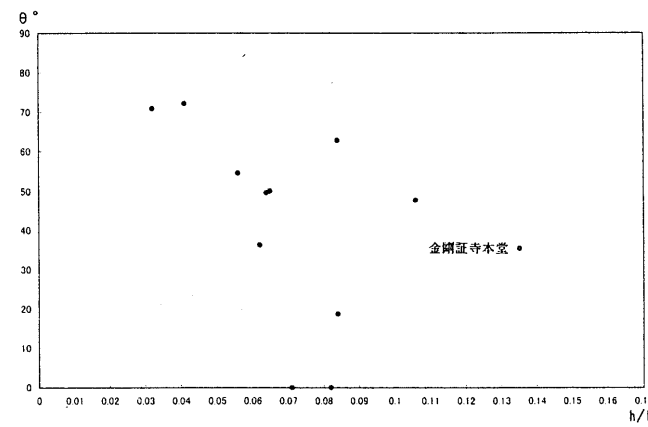
〔図1〕 規模別  $h/L - \theta$  図 厨子・宮殿



〔図2〕 規模別  $h/L - \theta$  図 3間以下



〔図3〕 規模別  $h/L - \theta$  図 5間



〔図4〕 規模別  $h/L - \theta$  図 7間以上

〔表2〕 様式別特性対象遺構一覧

様式	建築名	所在地	年代	h/L	$\theta^\circ$
和	平等院鳳凰堂 上層	京都	天喜元年(1053)	0.102	23.11
	平等院鳳凰堂 下層	京都	天喜元年(1053)	0.052	26.11
	中尊寺金色堂	岩手	天治元年(1124)	0.099	9.31
	当麻寺本堂(曼陀羅堂)	奈良	永暦2年(1161)	0.032	70.92
	大報恩寺本堂	京都	安貞元年(1227)	0.027	78.31
	元興寺極楽坊本堂	奈良	寛元2年(1244)	0.077	5.31
	中禪寺薬師堂	鎌倉前期		0.047	67.31
	本山寺本堂	香川	正安2年(1300)	0.066	63.01
	浄土寺本堂	広島	嘉暦2年(1327)	0.063	48.21
	浄土寺阿弥陀堂	広島	貞和元年(1345)	0.058	59.89
	西国寺本堂	広島	至徳3年(1386)	0.043	71.71
	羽賀寺本堂	福井	文安4年(1447)	0.075	37.51
	新長谷寺本堂	岐阜	長禄4年(1460)	0.085	42.41
	教王護国寺講堂	京都	延徳3年(1491)	0.056	54.73
	照蓮寺本堂	岐阜	永正元年(1504)	0.041	72.19
	宝生院本堂	奈良	永正9年(1512)	0.059	41.01
	盛蓮寺観音堂	長野	室町後期	0.057	26.31
	久麻久神社本殿	愛知	大永7年(1527)	0.051	76.01
	小菅神社興社本殿	長野	天文(1532)頃	0.056	63.33
伝香寺本堂	奈良	天正13年(1585)	0.072	42.61	
延暦寺常行堂	滋賀	文禄4年(1595)	0.061	41.51	
教王護国寺灌頂院	京都	寛永6年(1629)	0.084	18.81	
唐	東福寺三門 上層	京都	応永12年(1405)	0.043	82.37
	最恩寺仏殿 上層	山梨	室町中期	0.083	0
	大徳寺経蔵	京都	永正10年(1513)	0.056	40.81
	高台寺開山堂	京都	慶長10年(1605)	0.077	45.11
	知恩院三門 上層	京都	元和7年(1621)	0.081	38.27
	南禅寺三門 上層	京都	寛永5年(1628)	0.065	40.31
	輪王寺大猷院本殿 上層	栃木	承応2年(1653)	0.095	75.59
	妙心寺仏殿 上層	京都	文政10年(1827)	0.098	51.70

単層建築のみを対象とした場合も、結果は同様であった。したがって、以下の考察では、厨子・宮殿を除外し、一般建築のみを対象とする。

### 3 様式別特性

改めるまでもなく、社寺建築の様式を大別すると、〈和様〉<sup>4)</sup>・〈唐様〉(禅宗様)およびそれらの共存する〈半唐様〉<sup>5)</sup>(折衷様)がある。ここでは比較的純粋な和様建築と唐様建築〔表2〕を対象として、軒反り曲線の差異について考察する。

#### 3-1 和様建築の軒反り曲線

〔図5〕をみると、大報恩寺本堂〔安貞元年(1227)〕( $h/L=0.027$ 、 $\theta=78.31^\circ$ )と、中尊寺金色堂〔天治元年(1124)〕( $h/L=0.099$ 、 $\theta=9.31^\circ$ )を対極とする、 $0.027 \leq h/L \leq 0.102$ 、 $5.31^\circ \leq \theta \leq 78.31^\circ$ の領域に分布している。撓み $\langle \theta \rangle$ の変域が特に広く、撓みが大きい場合は反り高さが小さく、逆に反り高さが大きい場合は撓みが小さいという相関性があり、全般的に弱い軒反り曲線となっている。

#### 3-2 唐様建築の軒反り曲線

〔図6〕のとおり、データは少ないが、撓みが特に小さい最恩寺仏殿上層〔室町中期〕( $h/L=0.083$ 、 $\theta=0^\circ$ )を除くと、 $0.043 \leq h/L \leq 0.098$ 、 $38.27^\circ \leq \theta \leq 82.37^\circ$ の領域に分布している。反り高さ $\langle h/L \rangle$ は和様と比較して大きく、また撓み $\langle \theta \rangle$ も全般的に大きく変域は狭い。全般的に強い軒反り曲線となっている。

なかでも輪王寺大猷院本殿上層〔承応2年(1653)〕( $h/L=0.095$ 、 $\theta=75.59^\circ$ )は、反り高さ・撓みとも大きい。

修理工事報告書が刊行されていないので、年代を確認することができなかったが、ここでは年代を問題にしていないので、参考値としてあげると、永保寺開山堂内陣上層( $h/L=0.108$ 、 $\theta=69.62^\circ$ )・

安国寺釈伽堂( $h/L=0.095$ 、 $\theta=53.17^\circ$ )・大徳寺仏殿上層( $h/L=0.111$ 、 $\theta=51.99^\circ$ )も、同様に反り高さ・撓みとも大きい建築といえる。

一方、東福寺三門上層〔応永12年(1405)〕( $h/L=0.043$ 、 $\theta=82.37^\circ$ )は、撓みは大きいものの反り高さが小さく、逆に知恩院三門上層〔元和7年(1621)〕( $h/L=0.081$ 、 $\theta=38.27^\circ$ )は、反り高さは比較的大きいものの撓みが小さく、南禅寺三門上層〔寛永5年(1628)〕( $h/L=0.065$ 、 $\theta=40.31^\circ$ )は、反り高さ・撓みとも比較的小さくなっており、三門は唐様の中では比較的弱い軒反り曲線になっているといえる。

### 4 時代的変遷

日本建築史を通覧すると、古代の六朝・隋・唐様式、中世の宋様式(唐様・大仏様)、近世の明・清様式など、大陸(中国)からの新様式の導入と、その時点における在来様式との折衷のプロセスをみることができる。そこで、軒反り曲線の性質を決定するパラメーターである $\langle h/L \rangle$ と $\langle \theta \rangle$ の時代的変遷を検討し〔図7~12〕、古代から近世にいたる軒反り曲線の変遷過程を考察する。

#### 4-1 和様建築軒反り曲線の時代的変遷

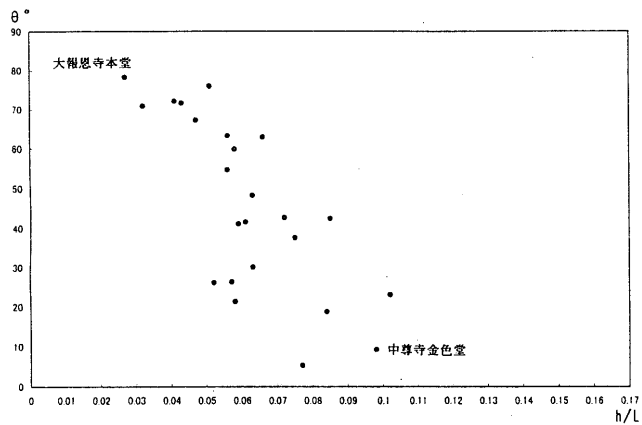
平安時代後期の平等院鳳凰堂上層〔天喜元年(1053)〕( $h/L=0.102$ 、 $\theta=23.11^\circ$ )・同下層( $h/L=0.052$ 、 $\theta=26.11^\circ$ )・中尊寺金色堂〔天治元年(1124)〕( $h/L=0.099$ 、 $\theta=9.31^\circ$ )、および鎌倉時代前期の元興寺極楽坊本堂〔寛元2年(1244)〕( $h/L=0.077$ 、 $\theta=5.31^\circ$ )は撓み $\langle \theta \rangle$ が極端に小さく、逆に反り高さ $\langle h/L \rangle$ は大きく、特に平等院鳳凰堂上層・中尊寺金色堂は、唐様建築と比較しても大きい方である。ところが、ややおくれで平安時代末期の当麻寺本堂〔永暦2年(1161)〕( $h/L=0.032$ 、 $\theta=70.92^\circ$ )、および鎌倉時代前期の大報恩寺本堂〔安貞元年(1227)〕( $h/L=0.027$ 、 $\theta=78.31^\circ$ )・中禪寺薬師堂〔鎌倉前期〕( $h/L=0.047$ 、 $\theta=67.31^\circ$ )は、撓みが極端に大きく、逆に反り高さは小さくなっており、上記平等院鳳凰堂とは全く対極にあるといえる。

ところで、これらより以前、飛鳥時代の法隆寺金堂上層( $h/L=0.058$ 、 $\theta=21.31^\circ$ )・同下層( $h/L=0.063$ 、 $\theta=30.01^\circ$ )は、撓みが極端に小さく、反り高さは比較的大きい、すなわち平等院鳳凰堂の反りと同類といえる。したがって、データは少ないが、飛鳥時代から平安時代後期まで、軒反り曲線にはほとんど変化なく、12世紀中頃から13世紀中頃にかけて著しい変化が生じたと考えられる。

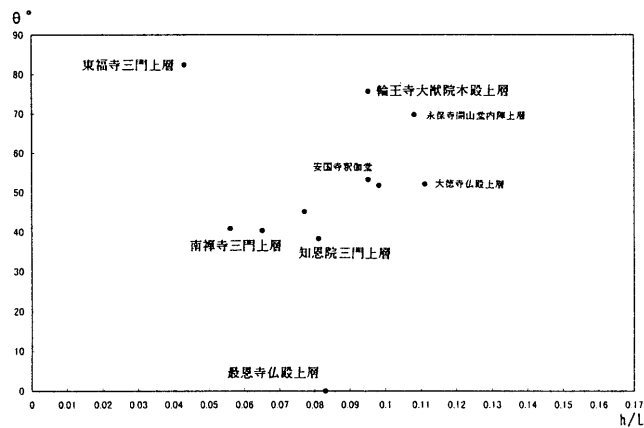
以後は、〔図8〕のとおり、時代が降るとともに撓みの変域が広がり、逆に反り高さの変域は狭くなる傾向が認められ、平等院鳳凰堂と大報恩寺本堂の中間的な反りとなる。後述する室町時代後期から江戸時代前期までの唐様建築の反りに近いという点から、これを軒反り曲線における半唐様(折衷様)化と見なすことができよう。

#### 4-2 唐様建築軒反り曲線の時代的変遷

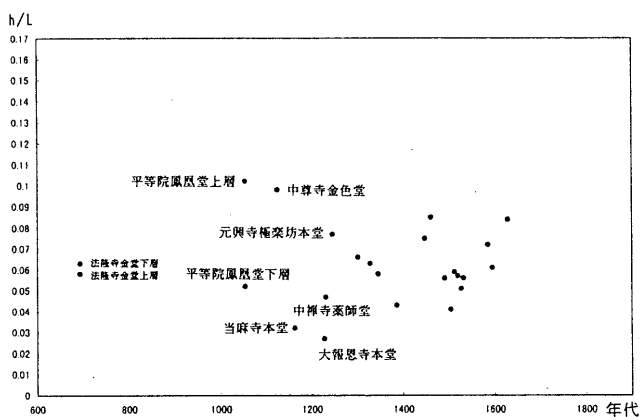
データが少なく、撓みの時代的変遷は認めにくいですが、反り高さは室町時代中期の東福寺三門上層〔応永12年(1405)〕( $h/L=0.043$ 、 $\theta=82.37^\circ$ )から、室町時代後期の最恩寺経蔵〔永正10年(1513)〕( $h/L=0.056$ 、 $\theta=40.81^\circ$ )を経て、江戸時代前期の輪王寺大猷院本殿上層〔承応2年(1653)〕( $h/L=0.095$ 、 $\theta=75.59^\circ$ )、江戸時代後期の妙心寺仏殿上層〔文政10年(1827)〕( $h/L=0.098$ 、 $\theta=51.7^\circ$ )へと、時代が降るにつれて大きくなる傾向が認められる。



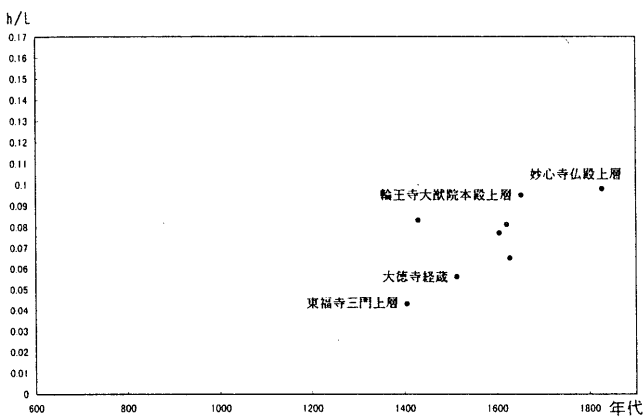
〔図5〕 和様建築 h/L- $\theta$  図



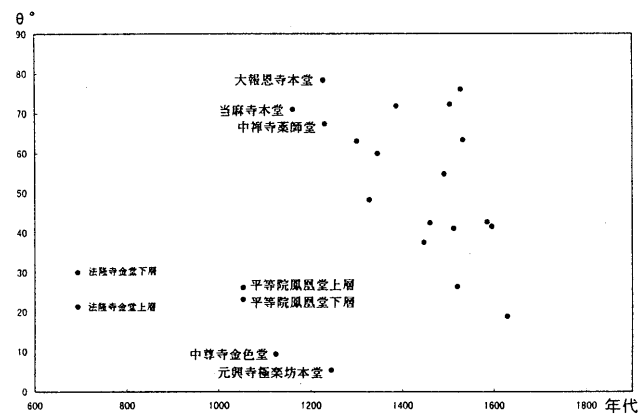
〔図6〕 唐様建築 h/L- $\theta$  図



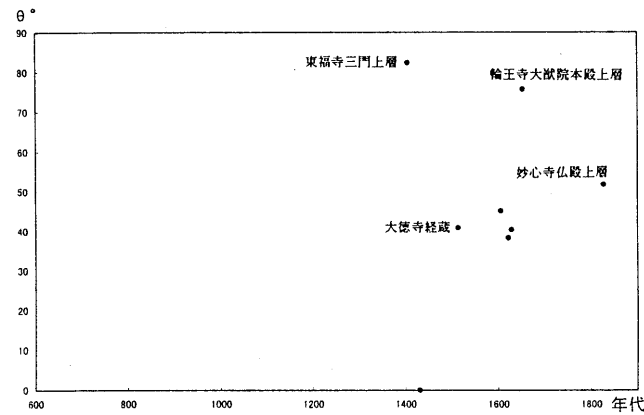
〔図7〕 和様建築 h/L-年代図



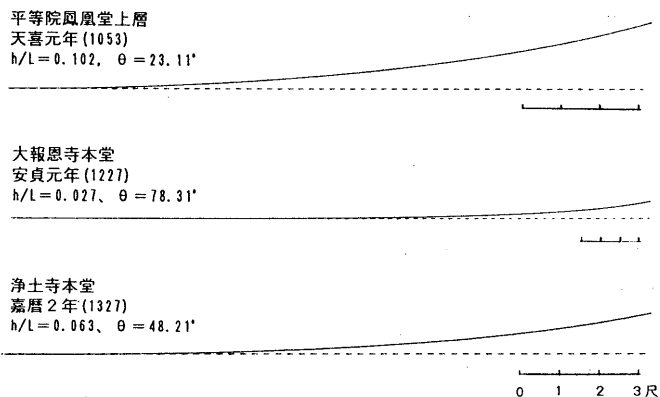
〔図10〕 唐様建築 h/L-年代図



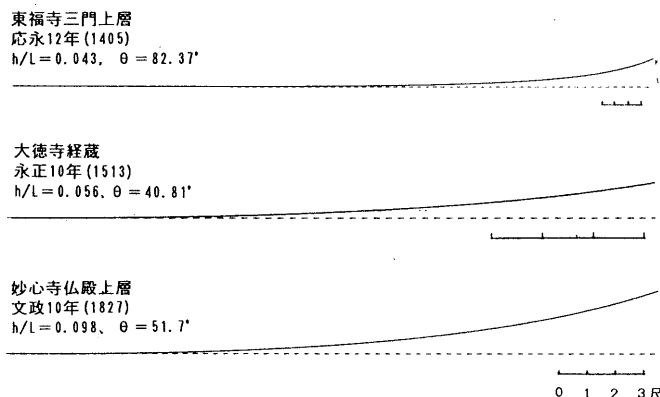
〔図8〕 和様建築  $\theta$ -年代図



〔図11〕 唐様建築  $\theta$ -年代図



〔図9〕 和様建築軒反り曲線の時代的変遷



〔図12〕 唐様建築軒反り曲線の時代的変遷

### 5 層別特性

遺構を層数別に単層建築・2層建築・3層建築の3つに分け、それぞれの曲線の違いや層間の曲線の相違について考察する。

#### 5-1 単層建築

単層建築の軒反り曲線は、反り高さの高いものから低いもの、撓みの大きなものから小さなものまで、さまざまな曲線が存在しているが、特に $0.04 < h/L < 0.09$ 、 $0^\circ \leq \theta < 80^\circ$ の領域に集中している〔図13〕。

#### 5-2 2層建築

2層建築の軒反り曲線は、崇福寺三門を除くと、 $0.04 < h/L < 0.11$ 、 $0^\circ \leq \theta < 85^\circ$ で、単層建築とほぼ同じ領域にある〔図14〕。

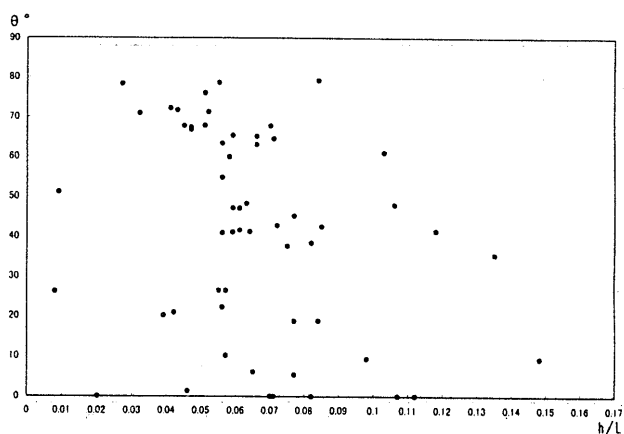
次に、同一建築における下層と上層の軒反り曲線の相違について考察する。まず、反り高さ(h/L)については、例外的に崇福寺三門において上層より下層の方が高くなっているが、その他は下層よりも上層の方が高くなっているか、あるいはほぼ等しくなっている。一方、 $\theta$ については、下層より上層を大きくするもの、ほぼ等しいもの、および小さくするもの3通りがある。これらを分類して年代順に列記すると、以下のとおりとなる。

- ① h/L: 下層<上層、 $\theta$ : 下層<上層  
輪王寺本堂 [栃木、正保4年(1647)]
- ② h/L: 下層<上層、 $\theta$ : 下層=上層  
平等院鳳凰堂 [京都、天喜元年(1053)]  
輪王寺大猷院本殿 [栃木、承応2年(1653)]  
知恩院三門 [京都、元和7年(1621)]
- ③ h/L: 下層<上層、 $\theta$ : 下層>上層  
妙心寺仏殿 [京都、文政10年(1827)]
- ④ h/L: 下層=上層、 $\theta$ : 下層=上層  
法隆寺金堂 [奈良、飛鳥時代]  
東福寺三門 [京都、応永12年(1405)]  
密蔵院多宝塔 [愛知、室町時代中期]  
円教寺大講堂 [兵庫、永享12年(1440)](下層)  
[兵庫、寛正3年(1462)](上層)  
南禅寺三門 [京都、寛永5年(1628)]  
酒見寺多宝塔 [兵庫、寛文2年(1662)]  
東大寺三昧堂 [奈良、延宝9年(1681)]
- ⑤ h/L: 下層=上層、 $\theta$ : 下層>上層  
金剛寺多宝塔 [大阪、平安後期]
- ⑥ h/L: 下層>上層、 $\theta$ : 下層>上層  
崇福寺三門 [長崎、嘉永2年(1849)]

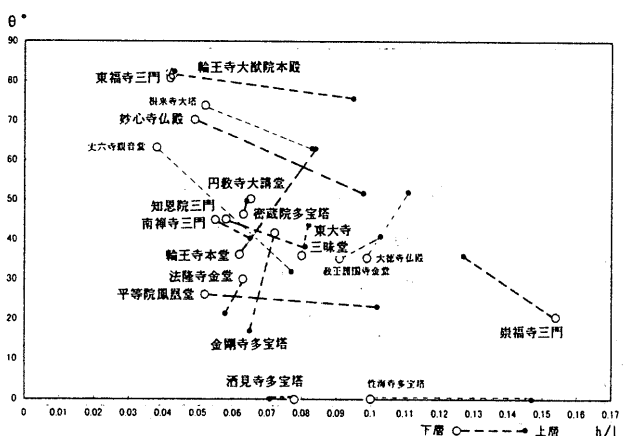
最も多いのは、④の上下層がほぼ同じもので、特に室町時代中期の東福寺三門・密蔵院多宝塔・円教寺大講堂は、上下層の値がほとんど同じである。これは、この時期におけるひとつの特質といえるかもしれない。

次に多いのは②であるが、特に反り高さの変化が大きく、撓みの変化は少ない。年代を問題にしなければ、性海寺多宝塔(下層:  $h/L=0.1$ 、 $\theta=0^\circ$ 、上層:  $h/L=0.147$ 、 $\theta=0^\circ$ )も同類である。

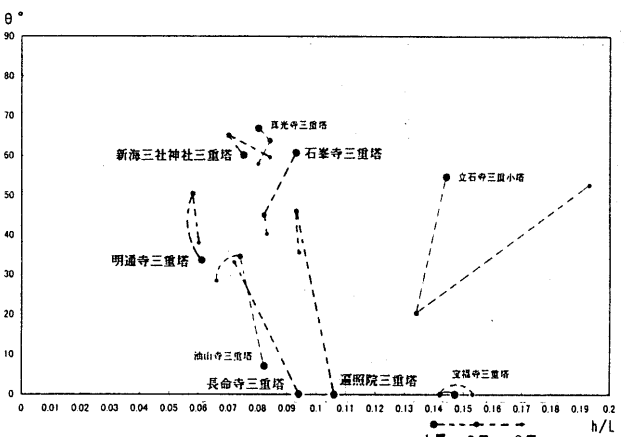
①はここでは少ないが、年代が確認できなかったために省略した大徳寺仏殿(下層:  $h/L=0.099$ 、 $\theta=35.41^\circ$ 、上層:  $h/L=0.111$ 、 $\theta=51.99^\circ$ )もこれと同類であり、データが増えれば多くなるものと考えられる。



〔図13〕 単層建築 h/L- $\theta$  図



〔図14〕 2層建築 h/L- $\theta$  図



〔図15〕 3層建築 h/L- $\theta$  図

同様に③もここでは少ないが、年代が確認できなかったために省略した根来寺大塔(下層:  $h/L=0.052$ 、 $\theta=73.86^\circ$ 、上層:  $h/L=0.083$ 、 $\theta=63.01^\circ$ )・丈六寺観音堂(下層:  $h/L=0.038$ 、 $\theta=63.17^\circ$ 、上層:  $h/L=0.077$ 、 $\theta=31.92^\circ$ )もこれと同類であり、データが増えれば多くなるものと考えられる。

⑤・⑥は少なく、特に中国清様式(黄檗様式)の崇福寺三門のみ、 $h/L$ も $\theta$ も共に上層より下層の方が大きくなっており、とりわけ注目される。中国建築に関する同様のデータがないので確認できないが、中国風の特性であるかもしれない。

#### 5-3 3層建築(三重塔)

3層建築(三重塔)のデータは少ないが、全体の分布は、単層・2層建築とほぼ同じで、 $0.05 < h/L < 0.11$ 、 $0^\circ \leq \theta < 70^\circ$ の範囲にあ

る〔図15〕。

次に、各層間の軒反り曲線の相違を見ると、ほとんど層間の変化がないものが明通寺三重塔・新海三社神社三重塔・石峯寺三重塔の3棟、1・2層間で撓み $\langle\theta\rangle$ を大きく変化させるもの遍照院三重塔1棟、2・3層間で反り高さ $\langle h/L\rangle$ ・撓み $\langle\theta\rangle$ とも大きく変化させるもの長命寺三重塔1棟となっている。

なお、ここでは年代を問題にしていないので、当初軒反りが不明であるため対象から除外した塔のデータも参考値として記すと、以下のとおりである。

立石寺三重小塔(1層： $h/L=0.144$ 、 $\theta=54.63^\circ$ 、2層： $h/L=0.134$ 、 $\theta=20.31^\circ$ 、3層： $h/L=0.193$ 、 $\theta=52.61^\circ$ )

宝福寺三重塔(1層： $h/L=0.147$ 、 $\theta=0^\circ$ 、2層： $h/L=0.142$ 、 $\theta=0^\circ$ 、3層： $h/L=0.153$ 、 $\theta=0^\circ$ )

真光寺三重塔(1層： $h/L=0.08$ 、 $\theta=66.8^\circ$ 、2層： $h/L=0.084$ 、 $\theta=63.71^\circ$ 、3層： $h/L=0.08$ 、 $\theta=57.81^\circ$ )

宝福寺三重塔・真光寺三重塔は、ほとんど層間の変化がない。一方、立石寺三重小塔は、全般的に反り高さが大きく、1-1で考察した厨子・宮殿と同様に小建築の特徴を備えており、やはり一般建築とは異なるが、1・2層間で撓み $\langle\theta\rangle$ を大きく変化させ、2・3層間で反り高さ $\langle h/L\rangle$ ・撓み $\langle\theta\rangle$ とも大きく変化させている。

## 6 結

本稿では、遺構の軒反り曲線について、反り高さ $\langle h/L\rangle$ と、「CAD軒反り式」による遺構への近似結果としての $\langle\theta\rangle$ をもとに、規模別特性・様式別特性・時代的変遷・層別特性を考察した。その結果、以下のことが指摘できる。

- i; 反り元から反り先端までの垂直距離 $h$ と水平距離 $L$ との比、すなわち $\langle h/L\rangle$ を「反り高さ」とした場合、厨子・宮殿は反り高さ・撓みとも一般建築に比べて大きいという特性が認められるが、一般建築では規模による差異は特に認められない。
- ii; 様式別特性として、和様建築の軒反り曲線は、大報恩寺本堂〔安貞元年(1227)〕( $h/L=0.027$ 、 $\theta=78.31^\circ$ )と、中尊寺金色堂〔天治元年(1124)〕( $h/L=0.099$ 、 $\theta=9.31^\circ$ )を対極とする領域に分布し、撓みが大きいものは、反り高さが小さいためにそれほど目立たず、反り高さの比較的大きいものは撓みが小さいために、緩やかな反りとなっている。  
一方、唐様建築の軒反り曲線は、ほとんど $0.05 < h/L < 0.1$ 、 $30^\circ < \theta < 80^\circ$ の値を取り、反り高さ・撓みともに大きな反りである。ただし、唐様建築でも三門は、比較的小さい軒反りとなっている。
- iii; それらを時代別に見ると、まず和様建築の軒反り曲線については、平安時代後期までは、平等院鳳凰堂上層( $h/L=0.102$ 、 $\theta=23.11^\circ$ )のように、反り高さが大きく、逆に撓みは小さい。ところが、12世紀中頃から13世紀中頃にかけて、大報恩寺本堂( $h/L=0.027$ 、 $\theta=78.31^\circ$ )のように、反り高さが非常に小さく反り元ではほとんど水平で、反り先端付近で急激に反り上がる、撓みの大きな反りへと著しく変化する。以後、時代が降るとともに撓みの変域が広がり、逆に反り高さの変域は狭くなる傾向が認められ、室町時代後期の唐様建築の反りとほとんど同じ、すなわち半唐様(折衷様)化する。

一方、唐様建築の軒反り曲線については、室町時代中期以降のデータしかないが、撓みの変化は認められず、反り高さのみが時代が降るとともに大きくなる傾向が認められる。ここに、反り高さのみを規定し、撓みには触れない近世木割書の影響を看取することができる。

iv; 層数別に見ると、単層建築の軒反り曲線は、自由にデザインされており、多種多用の曲線がみられる。2層建築では、上下層に変化の少ないものが最も多いが、下層より上層の反り高さを大きくし、著しい変化をつけているものも多い。一方、3層建築(三重塔)では、反り高さはほとんど変化なく、撓みのみ大きく変化させるものもあるが、全般的に2層建築に比べて層間の変化が小さい。

古代以来工匠の感性に委ねられていた軒反り曲線を、かつて名門大工棟梁木子棟斎や建築学者伊東忠太は、数学的に設計することを試みた。当時とは比較にならないほど伝統的技術が失われ、また伝統建築に対する様式的・技術的素養を有する建築技術者が乏しい現在、伝統的技術の保存に努力するのはもちろん、その現代的変換あるいは活用も必要である。筆者の提案する「CAD軒反り式」を用いることによって、反り高さ $\langle h/L\rangle$ と撓み $\langle\theta\rangle$ のフィジカルなデータをもとに、軒反り曲線の特性を明確に論ずることができた。ここに本研究の現代的意味があると考えられる。

## 注

- 1) 麗和善・鈴木光雄・河田克博・内藤昌：「CADによる日本伝統建築の軒反り曲線設計法」(『日本建築学会計画系論文報告集』第490号、平成8年12月所収)
- 2) たとえば『匠明』(元禄10年(1697)〜享保12(1727)頃、東京大学所蔵)「堂記集-三間四面堂」には、「壹覆成八四分半算。厚サ肢木下ハ/同ノ。輪ハ其木壹ツ可用。」(ノ印改行、句点・傍点筆者)とある。
- 3) 遺構の軒廻りは、経年変化による狂いがあり、現状実測では厳密にこれを修正することはできない。しかし、文化財修理時に作成された規矩図は、例えば茅葺裏面に打たれた陸墨から垂木位置ごとの立ち上がり寸法を計測するなどによって、非常に高い精度で狂いを修正している。ただし、修理時に正確なデータが得られなかった場合には、文化庁保存図面として作成されることが多々ある。本稿では、可能な限りこれを収集したが、遺構の軒反りを検討するうえで重要建築であっても、規矩図がないものについては、やむを得ず対象外としている。また、ここでいう当初の軒反りとは、当初茅葺が残存するものはもちろんのこと、仮に茅葺がすべて後補材に変わっていても、形式および技法調査により当初軒反りを伝えていると判断されているもの、あるいは、修理工事の解体範囲が茅葺までおよび、直接茅葺の年代は確認されていないが諸調査を総合したうえで、当初形式を伝えていると判断されているものも一応含めることにした。一方、当初形式が不明である場合は、後補材の年代が明らかであっても、その反りが当初の反りを踏襲したものであるか、あるいは新たに計画されたものであるかは確認できないので、対象から除外することにした。
- 4) 近世以前の古典建築書としては、『彫物絵様』(嘉永4年(1851)、東京国立博物館所蔵)に、「和様」・「倭様」の用語がみえる。さらに古くは、「日本様」の用語が『建仁寺派家伝書』(延宝5年(1677)〜宝永(1710)頃東京都立中央図書館所蔵)他多くに見えるが、ここでは現在一般的な「和様」を用いることとする。
- 5) 「唐様」・「半唐様」の用語は、『匠明』・『建仁寺派家伝書』(前掲)他古典建築書に一般的に用いられている。

(1998年2月2日原稿受理、1998年10月22日採用決定)