

東洋木造塔婆의 構造形式에 관한 研究

— 法住寺 捌相殿과 法隆寺 五重塔의 비교분석적 측면에서 —

金慶彪

(충북대학교 건축공학과 교수)

藤井惠介

(동경대학교 건축공학과 조교수)

李珉燮

(동국대학교 건축공학과 교수)

I. 서론

古建築에 관한 연구에서 建物架構에 내재되어 있는 構造概念에 의한 構造形式的 측면으로 접근하여 실제적인 건축의 構造技術的 의미를 파악하는 데 소홀해 왔던 감이 짝다. 구조형식적 검토의 결여는 건축의 본질을 이해하는 데 큰 오류를 저지르게 할 우려가 있다.

고건축에 대한 구조기술적 접근에서 安定性的의 여부보다는 匠人들의 구조적 개념, 구조적 인식 관념에서 접근코자 하였다. 이러한 것은 장인들의 建築造營原理 및 목조건축의 본질적 의의를 찾게 해줄 것으로 생각한다.

본 고찰에서는 法住寺 捌相殿과 法隆寺 五重塔을 비교 검토하였다.

捌相殿은 한국의 순수한 목조탑과로서 유일한 遺構이며 그 架構짜임이 일반 고건축과 비교하여 특이하므로 구조적 개념에 있어서 무엇인가 당시 장인이 의도한 원칙이 내재되어 있을 것으로 생각하였다.

법륜사 오중탑은 한국 고대 장인들의 기법을 알 수 있는 실마리가 되며 동시에 동양 최고의 목조탑으로서 목조탑의 조형을 찾아가는 단서가 될

수 있으므로 이 탑을 기준으로 하였다.

그리하여 팔상전과 법륜사 오중탑의 구조개념 분석을 통해서 건축구성의 본질적인 구조형식을 추출코자 하였다. 동시에 팔상전이 갖는 한국 목조탑과로서의 본질을 찾아보고자 하였다.

우선 각 부분별로 검토한 후 전체 構造計劃의 기법을 찾아 나갔다. 그리하여 힘의 分配技法, 應力處理方式 등을 검토하여 그 구조개념을 찾아 나갔다. 즉 부분적 검토를 거쳐 전체적인 구조개념을 추출코자 했다. 그러나 객관성의 범주를 벗어나지 않기 위하여 수식적 檢討와 檢證을 거쳐 확인하였다.

II. 沿革 및 現況

1. 捌相殿

寺中에 전해지는 말에 의하면 捌相殿은 初創이 眞興王代 義信大師에 의하여 창건되었다고 하나 初創時의 寺刹의 규모와 탑의 형태는 알 수 없다.¹⁾ 眞表律師에 의해 寺宇들이 지어졌다고 하므로 이 때에 창건되었을 가능성도 배제할 수는 없다.

그후 惠恭王 12년(A. D. 776)에 병진대사에 의하여 重創되었다.²⁾

혜공왕 12년 병진대사 중창 이후의 기록은 알 수 없으며 현재의 건물은 仁祖 4년(A. D. 1626)에 이룩되었다 한다.³⁾ 이후 高宗 32년 乙未 坦應禪師가 重修했고⁴⁾ 1968년 5월 26일 문화재관리국에서 팔상전 解體重修工事を 시작하여 同年 12월 30일 완공하였다. 팔상전은 丁酉再亂 후에 불타 버린 원 基壇 위에 중건되었으므로 그 이전의 건물과 大同小異한 것으로 추정된다.

捌相展은 1936년 5월 30일 국보 제55호로 지정된 5층 목조탑으로 그 평면형식은 초층과 2층에서는 方 5間, 3층, 4층에서는 方 3間, 5층에서는 方 2間으로 되어 있다. 초층의 폭은 37.5척×37.5척이다. 그 평면은 중심에 심주(擦柱)가 설치되고 그 주변에 8.10척 간격으로 四天柱가 설치되어 있다. 四天柱로 연결되는 네 邊은 間壁으로 막았다. 그 바깥은 佛壇이 4.80척 폭으로 설치되어 있다. 사천주에서 7.50척 바깥으로 內陳高柱가 각 변 4개씩 12개가 설치되었으며, 여기서 7.20척 바깥으로 평주가 설치되어 있다. 平柱는 각 면에 6개씩 총 20개가 설치되어 있다.

팔상전의 기단은 높이 4.13척으로 正方形 石造 基壇이다. 현재 지상에서 상륜의 기단이 있으며 지면에는 하층의 기단 상면이 보인다.

팔상전은 지상에서 상륜 상단까지의 높이가 약 71척이며 塔身 높이는 약 54척이다. 1층 평주 礎石은 기단 상면의 上臺甲石으로 하였다.

기둥은 약한 배흘림 기둥과 민흘림 기둥 및 원주로 되어 있다. 柱頭는 굽단면이 직선으로 되어 있으며 굽받침은 없다.

栱包形式은 1층, 2층, 3층, 4층은 柱心包式으로 하였으며 5층은 多包式으로 하였다. 공포의

出目數는 1층에서는 외1출목이고 2층, 3층, 4층에서는 외2출목이며 5층은 외3출목이다. 1층에서 4층까지는 柱心包式이나 공포형식은 多包式의 기법을 따르고 있으며 제공형태는 翼工系化의 경향이 있다.

팔상전의 각 층의 처마는 홑처마이며 5층 屋蓋는 4모지붕으로 덮혀 있고 그 위에 相輪部를 완전히 갖추고 있다.

팔상전 상륜 높이는 12.92척이며 최하단에 석재의 이중 露盤이 있고 그 상부에 부분이 간략하게 조성되어 있다.

팔상전 내부 바닥은 불단과 平柱 사이로 모두 들어낼 수 있는 板마루로 덮혀 있다. 이 마루 밑에는 검은색 方磚이 깔려 있다. 불단 내측에서는 사천주가 서 있고 각 변은 벽면으로 되어 내부가 보이지 않는다.

팔상전의 가구형식은 중앙에 心柱를 세우고 心柱를 기준으로 하여 4개의 四天柱를 세우고, 다시 高柱 및 平柱를 세웠으며, 5층에는 귀틀을 설치시켰다.

心柱는 상륜과 연결되었고 四天柱는 5층 귀틀을 받치고 있으며 고주는 1층, 2층, 3층까지 설치되어 있고 외부로는 1층의 평주가 上臺甲石에, 2층, 4층, 5층에서는 퇴보상에 설치되었다. 四天柱 상호간과 高柱와 四天柱 사이에는 繫檣을 설치시켜 서로 연결하고 있다.

2. 法隆寺 五重塔

法隆寺 五重塔은 재건, 비재건에 관한 여러 가지 논란이 많았으나 A. D. 670년 이후의 건립으로서⁵⁾ 그 창건을 白鳳時代로 보는 것이 통설로 되어 있다.

법륜사 오중탑은 5층 木造塔婆로서 二成基壇上에서 있다. 초층에는 裳階(차양층)를 두르고 정상에는 相輪을 두었다. 탑의 높이는 기단 1.50m, 탑신 22.87m, 상륜 9.69m로서 지상에서 刹頂까지는 34.06m이다.

1) 당시의 시대적 배경 및 한국사찰의 創寺 배경으로 보아 義信大師에 의한 初創은 古來의 民俗信仰의 근거지에서 시작되었을 가능성이 있다.

2) 韓國佛教研究院, 韓國의 寺刹 5. 法住寺(서울:一志社, 1975), p. 33.

3) 上掲書, p. 33.

4) 忠淸北道 文化公報擔當官室, 寺誌(청주:忠北道廳, 1982), p. 196.

5) 村田治郎, 法隆寺の研究史, (京都:毎日新聞社, 1949), p. 144~145. 参照.

기단은 2층으로 되어 下成基壇은 花崗岩을 段으로 쌓았으며 上成基壇은 凝灰岩 面石을 조직하였다. 4면에는 계단을 설치했다. 초석은 平柱礎石, 四天柱礎石, 心礎石으로 되어 있으며 平柱礎石은 圓形柱座로 하였고 四天柱礎石은 方形으로 하였다. 心礎石은 기단면 아래 지하 약 10척 되는 곳에 있다. 근년 수리공사시(A.D.1952) 지상에 心礎石을 다시 설치하여 현재에는 2층의 심초가 있다. 지하 심초석 중심에는 원추형의 舍利孔을 설치했다. 본래 8각형의 心柱는 지하 心礎石上에 설치하고 주위를 흙으로 채운 埋立柱로 되어 있었다. 心柱는 5층의 상부보다 위로 빼내어 그곳에 상륜 부재를 끼웠다.

1층은 3間×3間으로 각 면 다 같이 중앙문에 출입구가 있다. 내부 四天柱 주위에 須彌壇, 須彌山을 만들고 小群像을 두었다. 기둥은 원주로 하여 배흘림이 뚜렷하다. 공포에서는 雲形檐遮, 雲形小果로 하였다. 그리고 下昂이 설치되어 있다. 平枋上의 공포에는 通肘木이 설치되어 귀틀을 이룬다. 이러한 형식은 평주 및 사천주 사이에도 맞물리게 설치되어 사실상 이중의 귀틀이 구성되어 있다. 서까래는 角形 서까래를 사용했으며 흘처마로 하였다.

2층에서는 3間×3間으로 되어 있으며 각면 중앙에 창이 있으나 남면에서는 출입문으로 하였다. 4邊으로는 난간이 설치되어 있다. 外陣柱는 원주로서 배흘림이 있다. 초층서까래 위에 柱盤을 놓고 그 위에 장부맞춤으로 기둥을 세웠다. 引枋上의 공포형식은 1층과 같다. 3층은 평면형식 및 구조형식 모두가 2층과 같다.

4층은 3間×3間으로 外陳間 및 처마의 구조형식은 2층과 거의 같으나 하양 받침 檐遮는 雲形檐遮로 하였으나 상부 보와 한 재료 짜여져 있다. 외부 남면에 창을 두고 주위에 난간을 설치했으며 대부분 2층과 같다.

5층은 2間×2間으로 北面의 西便 間에는 兩여닫이 문을 두었고 나머지는 벽으로 처리하였다. 주위에서는 난간이 설치되어 있으며 外陳 및 內陳의 구조형식은 4층과 동일하다.

裳階는 1층 4면으로 설치했으며 周間은 5間×5間이다. 중앙간에는 출입간이 있다. 內間에는 창

을 설치하고 창틀 밑은 벽으로 처리하였다. 내부 바닥은 塼으로 깔았다. 기둥은 角柱로 하였으며 퇴보로서 1층 外陣柱와 연결시켰다. 柱上에는 扃침차를 꿰고 三斗栱包를 얹고 外木도리를 받쳤다. 四隅 처마 밑에 역사가 있어 추녀를 떠받치는 모습을 하고 있다.

相輪은 銅製로 하여 露盤, 覆鉢, 請花, 九輪, 水煙, 龍車, 寶珠를 완비하였다.⁶⁾

Ⅲ. 形式系統

고대 한국에 塔婆가 들어 올 때는 木造塔이 주가 되었으며 후대에도 목조탑이 건립되었으나 현재 남아 있는 遺址는 그렇게 많지 않다.

한국 고대 목조탑과의 유지로서는 淸岩里 建築群址 : 8角殿址가 있다. 이것은 고구려 목탑지로서 중국 北方系 형식이다. 백제의 木塔址는 부여 軍守里寺址, 金剛寺址, 益山帝釋寺址(A.D. 600~641 추정) 등이 있다. 이것은 方形 基壇址로 중국 남방계 형식이다.

고신라의 목탑지로는 皇龍寺 9층탑지(善德王 12년~14년, A.D. 643~645), 興輪寺 목탑지(眞興王 5년, A.D. 544)가 있으며 통일신라의 雙塔式 목탑지로서는 四天王寺 목탑지(문무왕 19년, A.D. 679), 望德寺 목탑지(D.D. 686) 등이 있다. 황룡사는 고려 高宗 25년(A.D. 1238)에 몽고군에 의해 소실되었으며 최근에 발굴되어 3단의 기단과 64개의 枋形 礎石이 그 형태를 정확히 드러내었고 사천왕사지, 망덕사지에는 지금 田畺 가운데 기단 및 礎石이 남아 있다.

고려에서는 皇龍寺 9층탑을 본받아 개경에 7층탑, 서경에 9층탑을 세웠다. 조선 태조 이성계는 演福寺 목조 5층탑, 興天寺 목조 5층탑을 세웠다.⁷⁾

목조탑으로 문헌에 기재된 것으로는 이 외에도

6) 法隆寺國寶保存委員會, 國際法隆寺五重塔修理工事報告, (京都: 便利堂, 1966), p. 2~3. 參照.

7) 金禧庚, 「塔」, 韓國의 美術2(서울: 悅話堂, 1982), p. 28.

다수가 있으나 현존하는 것으로는 순수한 목조탑으로서 탑 본래의 역할을 하고 있는 것으로는 法住寺 捌相殿이 있고 또한 지금 大雄殿으로 전용되고 있는 雙峰寺 대웅전이 있다.

팔상전은 중국 한민족 계통의 4각 多層塔 형식 계통으로 보여진다. 4각 다층에 대한 근원은 중국 이전 인도에도 있으나 역사적 배경상 중국의 계통으로 보아 무리가 없겠다.

한국 목조탑의 계통으로 보면 익산 彌勒寺址 西塔 형식 및 皇龍寺 목탑, 四天王寺 목탑, 망덕사 목탑 형식에서 演福寺 목탑 형식 등으로 이어져 법주사 팔상전 형식으로 온 것 같으나 여기서 간과될 수 없는 점은 高峻한 한국 목탑형식에서 다시 익산 미륵사지 西塔 형식의 안정된 입면을 가진 탑 형식으로 구축한 점이다. 雙峰寺 大雄殿이 高峻한 형태에 입각한 形式系統이며 법주사 팔상전은 안정적 형태의 형식계통이라 할 수 있다.

즉 팔상전의 형식계통은 중국 목탑과 일본 오중탑과는 다른 한국적 취향의 한국화한 형식의 완성체로 볼 수 있다.

일본에서의 탑 형식은 木造塔, 金屬塔, 水晶塔, 石造塔, 木塔 등⁸⁾이 있으나 그 기본은 木造塔에 있다. 목조탑은 五重塔, 三重塔, 多寶塔, 特殊塔 등이 있다. 일반적으로 일본에서 가장 많고 그 주류가 되는 것은 五重 또는 三重의 목조탑이다. 이것이 일본탑의 주류이다.

이러한 塔의 일본전래는 불교가 일본에 전래된 飛鳥時代 초기의 飛鳥寺나 橘寺, 四天王寺, 中官寺의 유적발굴조사에서 명확해졌다.⁹⁾

실제 현존하는 것은 법륜사 오중탑이 最古이다. 일본 佛塔의 源流는 법륜사 오중탑에서 찾을 수 있다.¹⁰⁾

IV. 構造形式 및 概念

1. 捌相殿

1) 各部

捌相殿 基壇 하부의 地盤은 表土는 진흙지반이며, 深層에는 岩盤이 있었다.¹¹⁾

옛 한국 장인들의 기법을 보면 시공과정에서 지반에 석회다짐이나 달고 등에 의한 다짐이 있었으므로 이 경우에도 충분한 지반 地耐力이 확보되었을 것으로 사료된다. 그리고 木構造 자체가 石造, 塼造 등에 비하면 輕量構造이므로 지반안정은 염려되지 않으며 또한 팔상전의 구조가 완전 대칭이므로 안전한 상태이다.

현재의 기단은 가공한 石築基壇에 積心이 채워져 있다. 1968년 解體重修工事時 땅 속에 埋立된 下成基壇이 확인되었다.

礎石 하단에는 넓은 자연석이 하부의 견고한 底面까지 포개져 있었다. 積心은 塊石을 제외하면 전반적으로 흙채움으로 되어 있었다.

견고한 지반 위에 다짐에 의해 새로이 굳은 흙 지반을 구축하였으며 또한 礎石 下部가 보강되어 있으므로 건물의 하중에 대해 충분한 應力을 확보하고 있는 상태이다. 그러나 積心 진흙이 우수 등에 의해 橫으로 밀려남에 대해 대응토록 네 邊에 석재쌓기가 필요하게 된다.

여기서 문제시되었던 것은 기단 모서리에 平柱가 서 있는 점이다. 기단 내부에 平柱의 초석이 있었던 점을 들어 현재의 형태는 잘못된 것으로 지적되어 왔다. 그러나 여기에 대한 力學的 解釋은 다른 측면을 시사하고 있다. 즉 1층과 2층 外間間 구조체에 의한 하중을 받고 있는 平柱의 하부를 기단의 上臺甲石에 설치한 것은 기단의 석재쌓기를 견고하게 해 구조체를 강화하는 것이 된다.

기둥에서 오는 壓縮力이 地盤 橫力에 비해 힘이 클수록 合力의 방향은 垂直方向에 가깝게 된다. 그러므로 平柱를 통해 2층까지의 하중부담에 대한 기단과의 관계에서 구조체를 더욱 안정시키게

11) 이것은 捌相殿 解體修理工事 및 靑銅彌勒佛 工事時 확인되었다.

8) 石田茂作, 塔, 日本の美術, 第77號(東京:至文堂, 1972), p. 28.

9) 石田茂作, 前掲書, p. 22.

10) 濱島正士, 日本佛塔の形式, 構造と比例に関する研究, 東京大 博士學位論文, 1983. p. 28. 参照.

된다.

捌相殿 평주가 基壇石 상면에 위치한 것은 역학적 성격으로 볼 때 虛構의 처리만은 아닌 것으로 사료된다. 물론 기단 자체도 안정적인 구조이며 또한 平柱 하부로는 자연석이 견고한 底面까지 중첩되어져 있으므로 안정적인 구조가 된다.

柱礎는 평주를 제외하고는 자연석을 썼으며 기둥 하단의 압축력에 의한 摩擦力 支持로 안정을 얻어 橫力變形을 막고 있다.

捌相殿의 경우 石臺로 지지된 기단이 구축되어 있으며 내부는 달고로 다져져 있는 상태이다. 그러므로 構造解釋의 측면에서는 獨立基礎로 볼 수 있으나 한국 장인들의 구조기술적 개념에서는 온통기초로 볼 수도 있다. 집중 압축력에 대응코자 기초 밑에는 넓은 자연석을 견고한 저면까지 중첩시켰으며 또한 積心을 여러 가지 방법으로 다짐함으로써 온통기초로서의 성격을 갖게 된다.

心柱(擦柱)는¹²⁾ 3개의 部材로 이어져 있으며 하단 礎石과 장부로 놓여져 있다. 중간 柱頭上에서는 귀잡이와 버팀대로 心柱를 받쳐주도록 되어 있다.

心柱는 相輪部의 荷重과 5층 지붕 하중 일부를 지지하고 있다. 또한 기둥의 自重이 부과되고 있다. 心柱는 3개의 부재로 이어진 16.5m의 긴 長柱이므로 응력에 대비하여 중간부에 귀잡이를 설치하였으며 또한 버팀대로 보강하고 있다. 다른 기둥들에 비해서 橫材로서의 連結部材가 적기 때문에 이에 따라 귀잡이 部材의 단면을 대단히 두껍게 하고 엇물려 맞춤으로써 강한 보강을 이루고 있다.

버팀대는 하중을 분산시키면서 心柱를 支持하며 보아지는 귀잡이를 받쳐준다. 보아지에는 草刻을 하였으며 또한 丹青을 하였다고 한다.¹³⁾

귀잡이보 하단의 柱頭는 귀잡이를 받쳐주게 되며 동시에 心柱의 이음이 이곳에서 이루어지므로 이음 部位를 안전하게 해주는 역할도 한다.

12) 塔의 中心 기둥을 擦柱라고 하며 또한 心柱라고도 한다. 構造概念上 보고에서는 心柱로 표현하였다.

13) 1968年 捌相殿 解體修理工事に 関여하였던 姜奉辰씨의 口述에 依함.

心柱는 상부하중을 지지하는 部材로서 귀잡이, 버팀대 등으로 지지되며 구조적으로 훌륭하게 처리되어 있다. 이 心柱는 종교적인 中心軸¹⁴⁾이 되며 동시에 시공과정에서의 기준점으로서 架構구성의 기준점이 된다.

四天柱는 각 층에서 中枋으로 잡아주고 4층까지는 通柱로 세우고 상단은 昌枋으로 짜고 기둥머리 위에서 귀틀을 받도록 하였다. 5층 平柱는 四天柱 중심에서 1.05척 밖으로 벗어난 지점의 퇴보상에 설치하고 그 아래로 昌枋머리를 빼내어 보강하였다.

이것은 5층 平柱의 압축력을 일부는 四天柱가 받도록 하고 일부는 4층 平柱로 분배시키도록 하고 있어 四天柱의 上端 壓縮力을 줄여주고 있다.

이와 같은 압축력의 分配는 기둥이 받는 壓縮力이 지나치게 커지는 것을 방지시켜 준다.

捌相殿의 경우는 이와 같이 상층구조에서 오는 壓縮力을 기둥들에 분담함으로써 압축력부담이 적도록 하고 있다.

四天柱는 수평력에 대해 각각의 4개의 기둥들 사이에 여러 개의 橫材들을 結構하여 칸벽으로 구성함으로써 코어시스템(Core System)에 준하는 구조형식을 이루고 있다.

· 四天柱의 이 벽체는 水平荷重에 대항하는 剪斷壁으로서의 역할이 없는 바 아니다.

한편 四天柱의 하중부담을 줄이기 위해 1.05척 밖으로 설치된 5층 平柱는 큰 응력을 유발시키나 좌우 양쪽의 四天柱에서 각각 대칭을 이루어 평형을 이루고 있다.

· 高柱는 4층 平柱 압축하중과 2층 평주 압축하중 및 2층, 3층의 지붕하중을 받고 있다. 高柱 또한 四天柱와 마찬가지로 긴 長柱이므로 기둥의 휨에 대한 보강으로 橫材들을 버팀材로 結構시키고 있다. 한편 部材가 대칭형태이므로 서로 응력이 상쇄되어 평형유지에 도움이 되고 있다.

1층의 平柱는 기단 上臺甲石에 지지되어 있으며 1층 지붕 하중과 2층 평주의 하중을 받는 壓縮部材이다.

14) 心柱는 極藥淨土 내지는 佛國寺를 상징한다.

部材 단면으로만 보면 많은 압축력의 부담을 받고 있으나, 반면에 기둥 길이가 짧고 1변에 6개의 기둥을 세워서 실제로 있어서는 하중부담이 적어진다.

2층 平柱는 2층 지붕 대부분의 하중과 2층 平柱 하단에 걸쳐진 명에昌枋上의 서까래를 통한 1층 지붕의 하중 일부를 동시에 받고 있다. 여기서 1층 퇴보가 받는 하중은 대단히 크며 또한 2층 平柱의 壓縮力이 1층 외목도리의 壓縮力보다 크므로 平柱가 밖으로 밀리는 힘을 받게 된다. 이것에 대한 보강으로 우선 2층 퇴보를 설치시키고 있으며 또한 공포는 헌치 역할을 하여 部材 중심 거리를 단축시켜 이를 지탱케 하고 있다. (그림 1.)

栱包의 구조적인 용도는 지붕의 하중을 도리를 통해 기둥에 전달하는 역할을 한다.

처마를 길게 빼내었을 경우 지붕荷重이 柱心도리에만 집중하중으로 작용되면 서까래의 剪斷應力이 지나치게 커지므로 外目도리와 内目도리를 통해 이를 감소시킬 수 있다. 따라서 처마가 길어질수록 出目數를 많게 해야 유리하게 된다.

팔상전의 경우는 内目도리는 없으며 내부의 살미는 퇴보 하단을 받치도록 되어 있다. 이것은 지붕 상단 하중 및 상부 하중이 平柱에 전달되

로써 퇴보에 발생케 되는 응력에 대처토록 되어 있다. 한편 이것은 외목도리에서 발생하는 응력과 서로 相殺作用을 하게 된다. 이러한 構造方式은 天秤의 원리가 내재되어 있다. 또한 고대에 흔히 사용되었을 것으로 예상되는 下昂의 방식이 후대에 오면서 살미로써 처리되어진 것으로 생각된다.¹⁵⁾

多包式 구조에서는 공포 하부에 昌枋과 平枋이 동시에 사용된다. 팔상전의 경우 5층包作에서만 다포식으로 되어 있으며 平枋이 사용되고 있다. 5층에서 補間包가 사용된 것은 상부 하중에 대한 고려가 없는 바 아니나 기본적으로는 1층에서 4층까지의 柱列의 입면 구성상에서 요구되는 것이다. 이러한 多包式의 경우 柱間包에서 받는 집중 하중을 昌枋만으로 지지할 경우 응력부담이 커진다. 그러므로 平枋을 설치하여 겹친 部材로서 보강을 기하고 있다.

공포 상부의 도리는 지붕의 하중을 서까래를 통해 부담하는 주요한 構造材로 쓰이고 있다. 柱心도리는 지붕하중을 鉛直으로 기둥에 전달해 주는 역할을 하고 있다. 외목도리는 처마의 내밀기로 인하여 생기는 힘의 중심길이를 줄여준다.

만일 外目도리가 없이 서까래만으로 지붕의 하중을 받을 경우에는 柱心도리 부분에서 지붕 하중에 의한 응력이 최대가 된다. 이에 대해 外目도리의 설치는 휨 모멘트를 줄여주며 剪斷力에 대한 부담을 분담하도록 해 준다. 그림 2에서 보듯이 처마의 하중W의 위치가 외목도리의 설치에 의해서 W로 옮겨져 모멘트 부담을 줄이고 서까래에 있어서 單一支持에서 兩支點 지지로 변화시킴으로써 단면의 부담을 줄여주고 있다. 이러한 것은 구조적 측면에서 공포의 出目數의 증가와 諸工의 발달을 관련시켜 볼 수 있는 것이다.

지붕의 하중은 서까래 위에 얹혀져 건물 전체를 눌러서 안정시켜주는 역할을 하고 있다.

건물 구조체가 안정을 이루는 경우에는 지붕의 하중이 클수록 건물 구조체를 變位시키는 데 큰

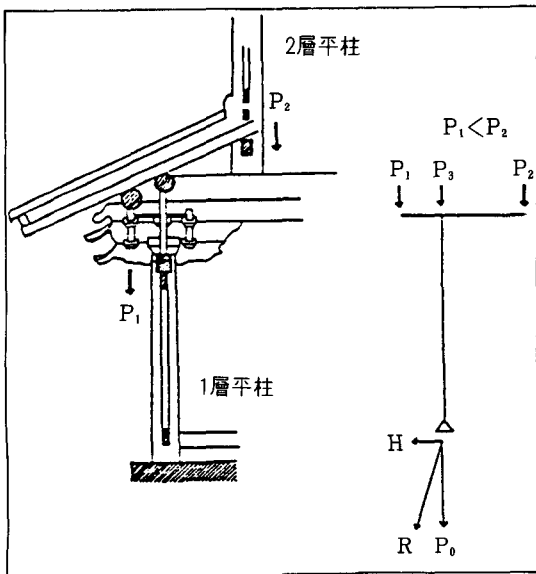


그림1 栊相殿 1層 平柱 荷重負擔

15) 中國에서는 한국보다는 下昂形式이 더욱 實用되고 있으나 明清代로 오면서 中國에서도 下昂이 없어지는 경향이 강하다.

힘이 소요된다. 그러므로 지붕 적심에서는 흙 또는 나무 등으로 무게를 무겁게 하려는 의도를 볼 수 있다. 이러한 것은 기초부와 관련해서 고찰될 수 있는데 기둥 하단은 기초부에 고정되어 결속되는 것이 아니라 중력에 의한 마찰력 지지라는 것을 알 수 있다. 서까래는 지붕의 하중을 받아 도리에 연결하여 기둥에 전달되도록 하는 힘의 傳達部材라 할 수 있다.

捌相殿의 지붕은 입면상 遞減을 이루고 있으며 팔상전의 底面은 넓게 되어 있으므로 水平力에 대해 안정된 형태로 되어 있다.

이 측면은 팔상전의 形式系統에서 彌勒寺址 西塔과 연관된 계통으로 파악될 수 있는 성격이며 또한 구조체 자체의 안정적 型은 자연 이러한 형태를 構築할 수 있도록 하는 측면이 더욱 강하다.

2) 架構

5층 架構는 柱心도리와 같은 방향으로 板材들을 쌓아 板壁을 이루고 이와 直交 方向으로 柱心 包의 살미가 그대로 연장되면서 판벽을 형성하고 계속해서 내부 살미 상하로 直交 板材壁을 쌓아 귀틀을 형성하였다. 이러한 結構는 原始時代의 累木式 架構法과 상통된다.

한편 5층 平柱 하단이 四天柱 상단에서 1.05척 밖으로 벗어나 있으므로 여기서 가장 큰 負(-) 응력이 발생한다. 이에 대해 昌枋 部材를 귀틀의

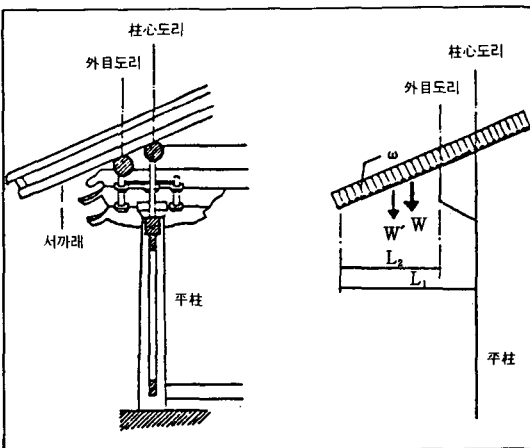


그림2 捌相殿 처마 荷重分布

결구 위치를 통해 압축하중으로 작용시키면서 동시에 귀틀에 의해 응력에 대응함으로써 평형을 취하도록 하고 있다.

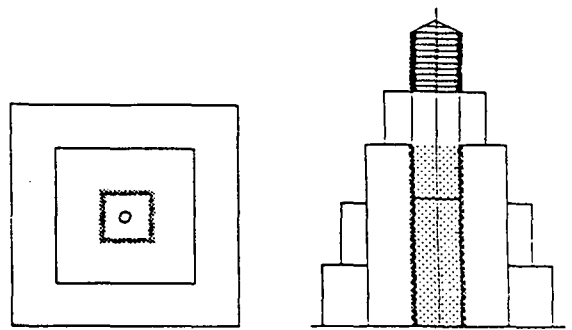
즉 팔상전의 귀틀구조는 橫力, 剪斷力, 모멘트 등에 대해 강한 대응구조임을 알 수 있다. 이것은 風壓에 대한 대응책이 된다.

그러나 더욱 근본적인 문제는 목조탑의 설계 원칙에서 찾아질 수 있는 것으로 사료된다. 고대 한국에서 영향을 받았던 것으로 일컬어지는 일본 목조탑에서도 그 짜임의 다소는 있으나 공통적으로 나타나는 현상임을 볼 때, 한국에서도 이 기법은 고대로부터 塔 造營의 원칙으로 되어왔던 것으로 사료된다.

팔상전은 心柱를 기준으로 하여 四天柱 및 귀틀로 짜여진 사각틀로 형성되어 있다.

1층으로부터 3층까지의 四天柱 벽면은 水平外力에 대해 상당히 저항할 수 있는 벽의 역할을 할 수 있다. 또한 5층의 귀틀구조는 보다 크게 외력에 저항하는 역할을 하게 된다. 그리하여 이 사천주 틀(5층 귀틀 포함)은 구조적인 중심이 되어 준 코어시스템(Core System)을 형성한다고 하겠다(그림 3).

한편 이 코어는 高柱 틀에 의해 다시 지지된다. 즉 高柱는 四天柱 틀을 지지하게 되며, 4층, 5층, 平柱 틀도 또한 四天柱 틀을 지지한다. 高柱로 형성되는 틀은 다시 1층, 2층 평주 틀에 의해 지지된다. 그리하여 넓은 底面을 형성한다. 동시에 垂直力을 적절히 分配시켜 힘의 균형을 이루게 한다.



① 平面(準 코어시스템의 役割)

② 立面(부속하는 役割)

그림3 捌相殿 構造念圖

팔상전 架構의 하중 분담을 살펴보면 5층 平柱 압축력의 일부와 4층 지붕 하중이 4층 평주에 작용되고 있다. 이 4층 평주의 압축 하중은 다시 高柱에 일부를, 四天柱에 일부를 分配하고 있다. 이러한 압축하중의 분배 부담이 팔상전 架構의 특징으로 볼 수 있다. 그리하여 팔상전 架構 전체의 균형을 얻고 있다.

팔상전 架構의 평면 및 입면은 전후 및 좌우로 대칭을 이루어 평형을 유지한다. 즉 팔상전의 架構結構構造는 완전대칭으로서 코어시스템에 준하는 사천주 틀을 根幹으로 하여 橫力 및 垂直力의 分配를 적절히 이루어 탑 구조의 균형을 이루고 있다.

2. 法隆寺 五重塔

1) 各部

法隆寺 五重塔의 구조형식은 心柱를 가운데에 세우고 四天柱 및 平柱를 설치시켜 結構하였다. 그리고 1층에 葺階를 설치했다. 心柱의 역할은 탑 자체의 架構結構와는 별도로 되어 있다. 즉 가구조의 중심은 平柱 및 四天柱를 기준으로 하였다. 범룡사 오중탑 공포형식은 雲形檐遮로 구성되고 下昂을 설치하였다. 4단의 通肘木(長舌)은 平柱上에서 귀틀을 층층이 형성한다. 또한 四天棟(四天柱上의 귀틀) 및 側桁(外陣도리)은 보조적인 귀틀을 구성한다(그림 4).

礎石은 花崗岩으로 하여 상부를 가공하였다. 柱礎上에 기둥이 놓여지는 방식은 한국과 다를 바

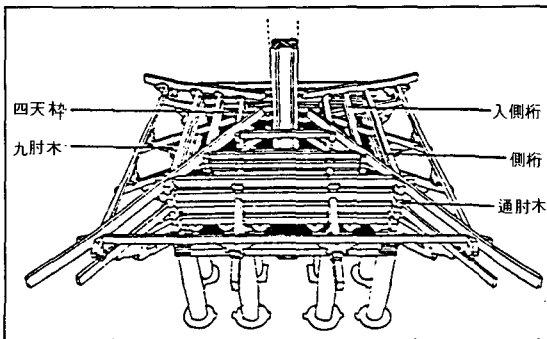


그림 4 法隆寺 1層 架構 詳細圖

가 없다. 기둥의 설치는 外陣柱에서 각 층의 상층의 기둥이 하층의 기둥 중심선상에서 기둥 직경 정도만큼씩 벗어나 있다. 즉 범룡사 오중탑은 壓縮力을 전달시키는 과정이 기둥에서 기둥으로 전달되지 않으며 중간에 下昂 및 처마에서 형성되는 天秤의 개념이 도입되어 있는 것이다. 四天柱에서 1층, 2층, 3층, 4층에서는 하부기둥 直徑의 약 1/2 만큼씩 안쪽에 설치되며 5층에서는 柱列은 4층과 거의 같으나 4층의 力肘木(橫架 버팀재)상의 四天柱보다 안쪽으로 치우쳐져 있다. 이것은 外陣柱가 내측으로 들어오므로써 자연히 四天柱도 내측으로 들어오게도 되겠으나 추녀(隅木)상에서 압축력으로 작용되는 구조재로서 역시 天秤의 구조적 개념으로 해결하고 있다.

心柱는 원래 埋立柱로 되어 있었다. 塔造營時 가장 먼저 心礎石을 설치하고 舍利奉安後 심주를 세웠다. 心柱를 세운 후에 기단을 만들고 그 위에 礎石을 설치시켰다. 그리하여 心柱를 가운데 두고 架構結構와는 독립시켜 각 층의 탑신을 세워 올라갔다. 그러므로 心柱는 일반층 塔身의 架構形式과는 독립되어 있다. 최상층의 지붕에서만 塔 架構와 연결된다.

心柱는 불교신앙의 중심주로서 설정되며 相輪과 연결되어 있다. 즉 相輪, 心柱, 佛舍利(舍利孔內)는 탑에서 신앙적인 중심선이다.

心柱는 종교적인 의미를 갖음과 동시에 시공과정에서의 基準軸이 된다(그림 5). 心柱의 역할을 振子的 성격으로 보는 논의가 있었다. 大森房吉은 일본탑에서 心柱의 이러한 역할을 普通振子, 逆振子 혹은 複式振子로 구분하였다.¹⁶⁾

물론 心柱는 진동을 다소 흡수하여 감쇄시키는 역할을 할 수 있다고도 볼 수 있으나 물리적인 振

16) 心柱가 逆振子 역할을 하는 塔으로 法隆寺 五重塔, 東寺 五重塔, 池上 本門寺 五重塔이 있으며 보통진자 역할을 하는 탑으로는 日光 五重塔, 淺草寺 五重塔이 있고 이 중 광의로 보아 복식진자의 역할을 하는 것으로 池上 本門寺 五重塔, 日光 五重塔, 淺草寺 五重塔을 들 수 있다고 大森房吉은 “五重塔の振動について”(建築雜誌 第415號, 1921年 5月) p. 223에서 밝히고 있다.

자의 뜻과 비유해서 설명하기에는 무리가 있다. 순수한 振子役割을 하지는 않을 것이다.

일본탑에서 心柱가 1층 밑까지 내려오기는 하나 상부를 쇠사슬로 매달아 놓은 모습으로 되어 있는 예로는 寛永寺 塔(江戸 A.D. 1639)과 日光 東照宮 塔(江戸 A.D. 1818)이 있다. 心柱를 하층까지 통하게 하지 않고 첫 층 천장 속에서 고정시킨 것으로는 海住山寺五重塔(鎌倉前期), 明王院 五重塔(室町前期) 등이 있다.¹⁷⁾

埋立柱로서의 법륜사 오중탑 心柱의 형식은 중국 北魏 永寧寺 心柱에서와 마찬가지로 탑신 支持軸이라 할 수 있다.

埋立柱로 되어 지지축으로서의 역할을 하는 心柱形態는 原始時代 막집에서도 볼 수가 있다. 자연의 수목 또한 하나의 埋立柱 형태의 지지축에 해당된다. 중국의 原始時代 豎穴住居에서도 평면 가운데에 埋立柱를 설치시켜 지붕을 받쳤던 遺構가 보인다.

법륜사 오중탑의 栱包形式은 雲形檐遮로 하였으며 下昂構造를 쓰고 있다. 이 하양구조는 가장 直實한 天秤의 원리이다. 상부에서 오는 압축하중이 기둥으로 전달되어 椽木의 상단을 누르고 이 압축력은 처마 내밀기에 의한 지붕하중과 서로 하부

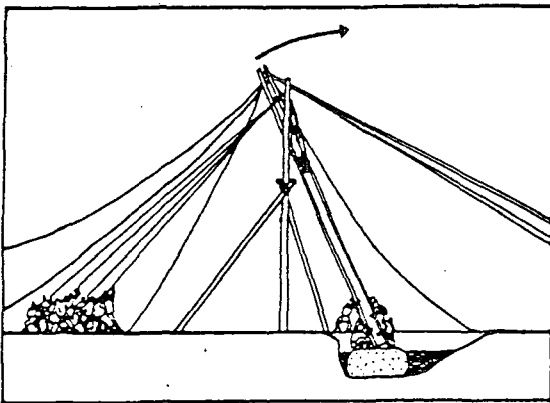


그림5 法隆寺 五重塔 心柱 設置 假像圖(資料: 西岡常一 外2, 法隆寺)

17) 日光社寺文化財保存會, 重要文化財 五重塔·鍾舎·上社事務所修理工事報告書, (京都: 直陽社, 1981), p. 115 ~117. 參照.

기둥 중심선상의 通肘木을 중심점으로 하여 천칭의 원리를 이룬다. 이것은 서로 힘의 평형을 유지시킨다. 또한 下昂도 마찬가지로 처마의 하중과 상부 압축력을 지지하는 기둥의 압축하중이 서로 天秤의 원리를 이룬다(그림 6).

四天柱列에서는 상부 압축력이 臺工과 入側桁(내진도리) 사이에 고정되는 것뿐일 수 있다. 균형이 맞지 않을 시는 上部 臺工 혹은 下部 臺工으로 응력전달을 할 수 있으나 균형이 맞으면 응력 전달은 없을 수도 있다.

즉 어느 경우이건 법륜사 오중탑의 공포형식은 이종의 天秤역할을 한다. 이러한 것은 原始時代에 지렛대의 사용에서부터 터득되는 원리이다. 법륜사 오중탑의 栱包 構造 形式은 가장 直實하게 힘의 평형을 이루도록 계획된 것이다.

실질적으로 일반적인 건물에서는 長椽, 短椽에 의한 연결로써 처마의 내밀기를 할 수 있으나 탑에서는 柱心도리상의 내부로 椽木이 설치될 수 있는 길이의 한계가 있으므로 처마 내밀기에 어려움이 생긴다. 이러한 점을 天秤 原理로서 기둥으로 연결되는 강한 압축력을 이용하여 긴 처마구조를 가능케 하고 있다.

법륜사 오중탑에 사용되어 있는 雲形檐遮의 기법은 栱包의 구조적 목적을 가장 直實하게 풀고 있는 것이다. 기본으로 栱包는 바라캣 구조이며 栱包의 초기 형식에서도 보이는 내밀기技法에 의한 것이다. 이러한 構造的 原理를 가장 충실하게 적용하고 있다고 하겠다.

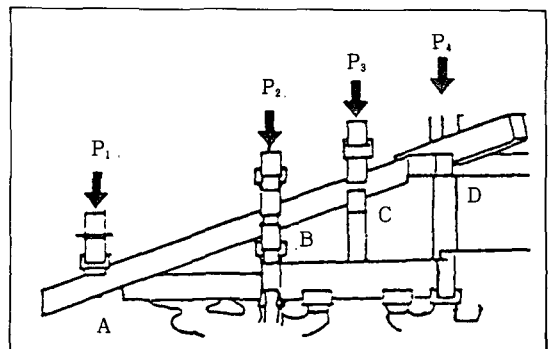


그림6 法隆寺 五重塔 下昂 荷重分布

2) 架構

법륜사 오중탑의 架構形式은 A. D. 670년경 建立時에는 心柱를 塔身 支持軸으로 적용했으며 架構의 짜임은 각 층이 귀틀로 짜여지면서 外陣柱와 四天柱로 구성되어 結構되었다. 각 층의 檐包는 天칭의 원리에 의거하였다. 檐遮는 雲形檐遮로 하여 下重分配를 피하고 있다. 즉 法隆寺 五重塔은 구조적 해결을 가장 直實하고 명쾌하게 풀어 가고 있는 古例이다. 귀틀은 가장 압축력을 많이 받는 柱心上에 짜고 있다. 즉 압축력 및 橫力에 대한 架構構造의 지탱을 가능케 해주고 있다.

법륜사 오중탑은 가장 고대 실례로서 가장 古式이면서 한국, 중국의 고대 탑의 구조형식을 암시하는 실증이다. 이러한 구조가 후대에 여러가지 變形을 한 것이 아닌가 한다. 일본에서는 법륜사 오중탑의 구조형식을 細部的 技法 이외에는 큰 변화 없이 後代에까지 적용시켜 나갔다.¹⁸⁾

V. 綜合分析

捌相殿의 基壇은 2成基壇으로 구성되어 上成基壇 上臺甲石上에는 1층 平柱가 서 있다. 그래서 상성기단은 초석의 역할을 겸하고 있다. 이 개념은 구조적으로 垂直力의 증가에 의해 더욱 안정된 기단을 형성케 한다. 이러한 점은 法隆寺 五重塔의 裳階礎石이 팔상전의 경우와 같이 되어 있으나 내부에 약간 더 치우쳐져 있다. 오히려 이 경우보다도 팔상전의 경우가 더욱 안정된 기단임을 알 수 있다. 즉 팔상전의 기단구성은 구조적으로 불합리한 설정이 아니라 합당한 형식이 된다.

18) 法隆寺 五重塔의 構造形式은 法隆寺 以來 室町初期까지 사용되어진다. 15c 初期의 遍照院 三重塔에서는 이때까지의 手法에서 탈피하여 上部 기둥하중이 下昂에 전달되지 않고 직접 主體軸部에 전달되도록 하는 技法이 처음으로 보인다. 그러나 構造的으로 근본적인 改革이 행해진 것은 外觀上에서 볼 수 없으며 또한 이 構造法이 以後 전반적인 一般化 된 것은 아니다. 傳統のディテール研究會, 傳統のディテール, 日本建築の詳細と技術と變遷(東京: 彰國社, 1976). p. 190~191. 參照.

平柱를 제외한 팔상전의 柱礎는 자연석을 썼다. 이 柱礎는 기둥 壓縮力에 의한 하단의 摩擦力 지지로 안정을 얻어 변위를 막고 있다. 팔상전의 주초는 獨立基礎이다. 그러나 施工過程上의 기법을 보면 이것은 온통 기단로서의 성격을 함유하고 있다고 할 수 있다.

팔상전에서 心柱는 상부하중을 지지하며 동시에 宗教的인 중심축으로서의 역할과 施工上의 기준대로서의 역할을 한다.

四天柱는 心柱 다음으로 길이가 가장 긴 部材이다. 그래서 5층 평주, 4층 평주 및 퇴보에서 四天柱의 압축부담을 줄여주고 있다. 또한 四天柱끼리와 高柱와도 繫樑으로 잡아주고 있다. 일본 법륜사 오중탑에서는 이러한 四天柱가 長柱로 되지 않고 短柱로 되어져 있다. 短柱로 처리되는 것은 橫力變形에 대해 유리한 材가 된다. 반면 剪斷力 對應部材로서 또한 塔의 가구 結構材로서는 불리하게 된다.

법륜사 오중탑, 그리고 후대의 일본 목조 오중탑에서는 각 층별 귀틀로써 이를 補強하고 있다. 즉 팔상전에서는 5층에서만 수평력에 대한 對應構造로서 귀틀을 설치시키고 하부층에서는 귀틀을 설치시키지 않고 있다. 이것은 이 지역이 地震에 대해 안전한 지역이었음을 의미하기도 한다.

팔상전의 高柱는 繫樑과의 연결로서 結構의 안전과 응력에 대한 대응을 하고 있다. 즉 팔상전의 架構 구조는 귀틀, 四天柱, 高柱, 平柱가 心柱와 독립되어 架構짜임을 이루고 있다.

팔상전 평주는 外目도리와 상층 주와의 應力關係에서 平衡을 유지시켜주는 기준대로서의 성격을 갖는다. 이러한 관계는 법륜사 오중탑에서는 下昂에 의한 天秤의 원리를 엄격히 直實하게 준수하고 있다. 후대 일본 목탑의 경우에는 법륜사 오중탑에서 처럼 직설하게 표현되지는 않으나 下昂에 의한 下昂構造로서 天秤의 원리를 표현하고 있으며, 일본 후대의 목조탑도 下昂構造를 활용하고 있으나 역시 變容되고 있다.

법륜사 팔상전의 경우는 下昂 대신 살미 및 퇴보가 下昂의 역할을 해 주고 있다. 그러나 天秤의 원리는 그대로 적용되고 있다.

즉 고대에는 木構造體가 역학적 원칙에 直實하

게 준해서 架構結構가 이루어지며 後代로 올 수록 목재의 許容應力의 범위를 활용하여 구조적 直實性이 簡化되고 있음을 알 수 있다. 이것은 목조구조의 部材 자체가 갖는 역학적 개념에 따라 충실하게 架構結構가 이루어져 오다가 後代로 올수록 部材가 갖는 許容應力의 범위내에서 技術史的 經濟性的 측면으로 簡化되고 있음을 알 수 있다. 이러한 것이 중국 및 한국에서 후대로 오면서 下昂이 없어지는 원인으로 사료된다. 그러나 일본에서는 下昂의 기법이 가장 많이 後代까지 남아 있음은 지진에 의한 橫力에 대응키 위한 필요용도에서 部材 結構의 簡化를 충분히 이루어낼 수 없었음을 의미한다. 이것은 또한 지진 안전권에 있는 팔상전에서는 1층에서 4층까지의 구조에 일반 목조건축 기법이 과감하게 수용될 수 있었던 주요 원인이라고 본다.

공포는 지붕하중을 도리를 통해 기둥에 전달시키는 구조적 역할을 한다. 동시에 內目도리, 外目도리, 柱心도리로 연결되는 하중에 대응토록 하는 받침대 역할을 한다. 도리가 諸工上에 설치되는 경우와 보머리 혹은 퇴보 鰐목에 설치되는 경우가 있다. 팔상전의 경우는 퇴보 鰐목상에 外目도리가 설치되어 있다. 퇴보가 충분히 강도를 가질 경우는 퇴보 鰐목만으로도 처마의 하중을 받칠 수 있다. 그러나 이것은 구조상 불안정한 형태이며 각 諸工이 外目도리와 퇴보를 현지의 역할로서 받쳐주어 모멘트에 대한 평형을 이룩케 하고 있다.

팔상전의 경우는 이 지역에서 크게 염려되지 않는 지진 橫力에 대한 고려보다는 전체적인 구조적 안정성을 고려하고 있다. 그러나 水平下重이 가장 큰 5층에서는 탑 본래의 귀틀 형식으로 이에 충분히 대응시키고 있다.

팔상전에서는 5층에서 공포가 多包式으로 되어 있고 昌枋, 平枋이 설치되어 있다. 이것은 上部荷重에 대한 고려가 없는 바 아니나 기본적으로는 입면 구성상의 문제에서 기인된 것으로 보인다.

팔상전에서는 內目도리가 없으며 外目도리만으로 되어져 있다. 이것은 길이가 길지 않은 서까래의 상단이 상층 기둥의 명에창방상에 고정되므로 內目도리의 필요성이 없게 된다. 柱心도리와 外目도리와의 간격이 고르지 못한 것은 지붕 처마

길이가 길고 짧음으로 인해 생기는 하중의 차가 있기 때문이며 이것은 탑의 立面 遞減比와도 상관성이 있다. 여기서 외목도리는 처마의 내밀기로 인해 생기는 힘의 중심길이를 줄여주어 처마내밀기를 크게 할 수 있게 한다.

지붕은 架構 構造體의 側壓에 대한 보강 및 중심도리를 중심으로 외목도리와 상부 기둥과의 관계에서 힘의 평형을 유지시키는 天秤의 수평축 역할을 하면서 架構結構의 구조적 안정을 꾀한다.

일반적인 목조건축 지붕에서는 長椽, 短椽의 연결에서 생기는 合關部分에 흙 혹은 나무 등의 積心으로 처마내밀기를 길게 할 수 있도록 무게중심을 잡아주게 된다. 그러나 팔상전 및 일반 목조탑에서는 지붕에서 2층 서까래가 설치되기 어렵다. 이러한 難點을 상부 기둥에 설치된 명에창枋에 서까래 끝을 고정시킴으로써 해결하고 있다. 그러나 最上層 지붕에서는 相輪의 무게가 이 역할을 한다. 또한 탑의 立面 遞減比 및 상부 기둥의 위치 등에 의해 길어지기도 짧아지기도 하는 처마 내밀기 길이에 대한 적절한 조절을 동시에 고려했다.

법륜사 오중탑 지붕의 구조개념은 서까래 상부에 상층 下引枋을 설치시키고 下引枋上部에 기둥을 둠으로써 실제적인 天秤의 원리를 이용하고 있다. 팔상전 가구 結構는 구조상으로는 四天柱를 중심으로 高柱, 平柱를 세워 橫材로서 연결시켰다.

즉 팔상전은 5층에서는 목조탑의 기본형식인 귀틀을 이루고 하부 1층에서 4층까지는 법륜사 오중탑과는 달리 귀틀 없이 長柱로서의 四天柱 및 高柱가 사용되며 퇴보로서 結構되어 있다.

법주사 팔상전의 구조개념의 근본은 四天柱 및 귀틀로 형성되는 사각틀을 準 코어 시스템으로 이용한 데 있다. 즉 이 틀을 水平力에 저항하는 탑신 支持軸으로 응용하였다.

5층에서는 橫力 補講構造로서 또한 心柱와 탑 架構의 連結部材로서 귀틀을 활용하고 있으나 하부층에서는 귀틀을 사용하지 않고 목조 중층건물 架構技法을 응용하여 저면의 넓이에 의해 응력에 대응하고 있다. 여기에는 지진 안전권이라는 지역적 특수성이 동시에 고려되어져 있다.

법륜사 오중탑은 심주를 埋立柱로 이용한 고대 탑 구조형식의 기법으로서 구조적으로 가장 直實한 계획으로 하였다.

팔상전은 구조적으로 假飾이 있거나 탑의 형식에서 벗어난 虛構的 처리가 아니라 목조건축 기술 사적 측면에서 한국적인 人間尺度로서의 안정감 있는 立面形態를 가능케 하면서, 동시에 가장 지역성에 맞는 구조로서 탑의 발전된 형식으로 보아야 할 것이다.

VI. 결론

捌相殿과 法隆寺 五重塔에 대한 構造形式의 본질을 고찰한 결과는 다음과 같다.

팔상전의 구조형식은 心柱를 기준으로 하여 四天柱 및 귀틀로 짜여진 사각틀을 準코어시스템으로 형성시킨 것이다.

1층에서 3층까지의 四天柱 벽면은 水平外力에 대해 상당히 저항할 수 있는 벽의 역할을 할 수 있도록 되어 있다. 또한 5층의 귀틀구조는 보다 크게 外力에 저항하는 역할을 하도록 되어 있다.

한편 이 코어는 高柱 틀에 의해 다시 지지되어 있다. 高柱로 형성되는 틀은 다시 1층, 2층 平柱 틀에 의해 지지되어 있다. 그리하여 넓은 底面을 형성하고 있다. 이러한 형식은 바람에 상당히 저항하는 구조가 된다. 동시에 수직력을 적절히 분배시켜 힘의 균형을 이루게 하고 있다.

팔상전 架構의 평면 및 입면은 전후 및 좌우로 대칭을 이루어 균형을 유지하고 있다.

670년 이후 建立時의 법륜사 오중탑은 心柱를 埋立柱로 하여 탑신 支持軸의 원리를 적용시킨 것이다.

下昂 및 지붕 서까래에서 天秤의 평형원리를 이용하였고 사천주 및 平柱는 短柱로 처리하여 水平力에 의한 變形에 적응토록 하였다. 架構짜임의 안정은 각 층을 귀틀로 結構시켜 이룩했다.

법륜사 오중탑은 고대 목조탑 구조형식의 祖型을 갖추고 있으며 구조적으로 單純直實하게 표현된 것이다. 동시에 일본의 지역적 특성에 의한 지진 橫力에 대처토록 制震構造로 계획되었다.

팔상전은 탑 본래의 구성요소를 다 갖추었으며 高塔에서 문제시되는 橫壓을 해결하면서 안정적인 立面을 가능토록 한 가장 순수한 한국적인 人間尺度로서의 목조탑으로 조영시킨 것이다.

팔상전은各部 및 전체가구의 구조형식에서 虛構의 처리가 없다. 일반적으로 평가된 偏見은 구조재로서의 성격이 아닌 諸工端의 草刻에 한정되어 있었다.

팔상전은 高층목조건물로서의 構造的 要求를 합리적으로 해결하면서 동시에 宗教的인 목적 및 機能的인 必要用途를 有機的으로 融合시키면서 인간척도로서 형성시킨 목조탑이다.

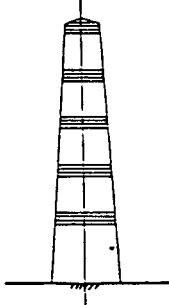
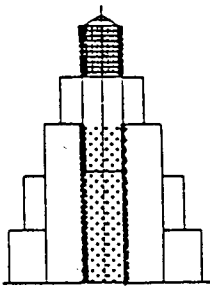
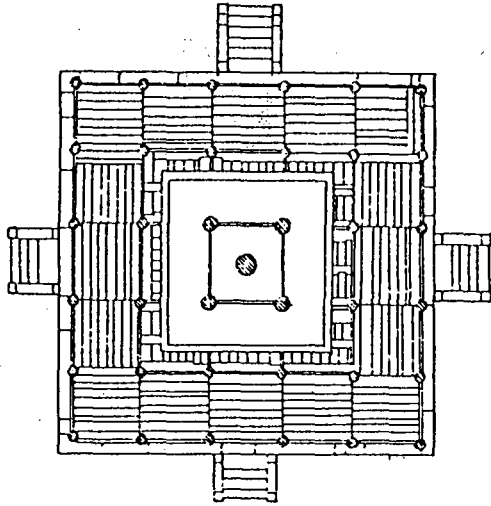
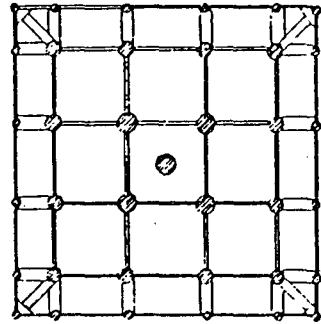
名稱	法隆寺 五重塔(建立時)	捌相殿
構造概念圖		
時代	白鳳 (A. D. 670년 이후)	朝鮮 (A. D. 1626년)
平面形式	正面 3間 側面 3間, 裳階	正面 5間 側面 5間
塔身 높이	23m	16m
構造概念	心柱塔身支持構造	準 Core System

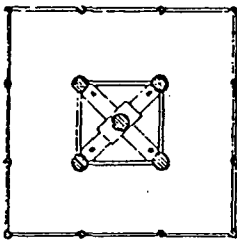
그림7 木塔 構造概念 比較圖



1層 平面圖



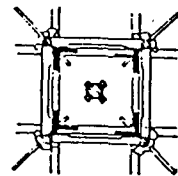
2層 平面圖



3層 平面圖



4層 平面圖



5層 平面圖

그림8 捌相殿 各層 平面圖(資料:姜奉辰, 報恩, 法住寺 捌相殿 實測報告)

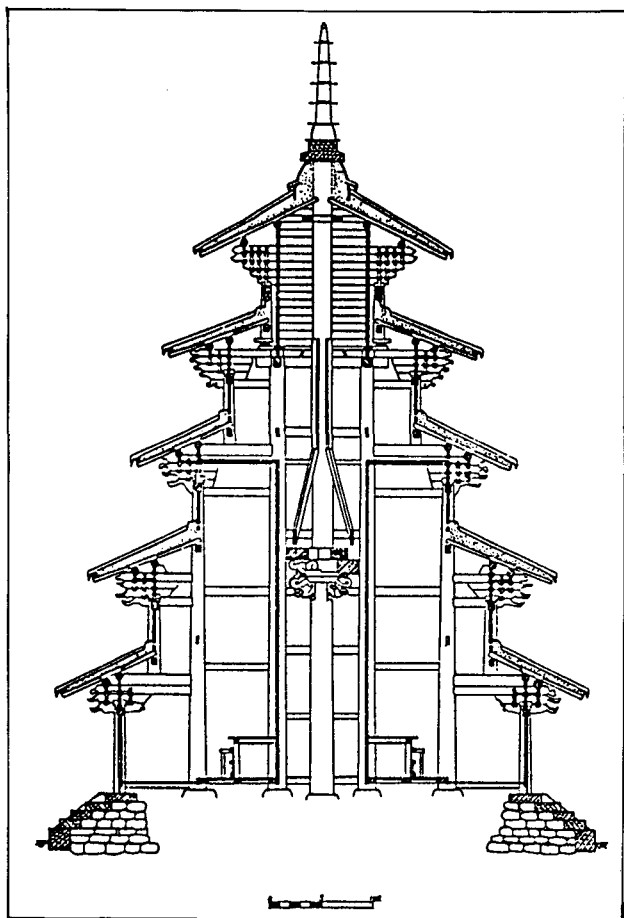


그림9 捌相殿 斷面圖

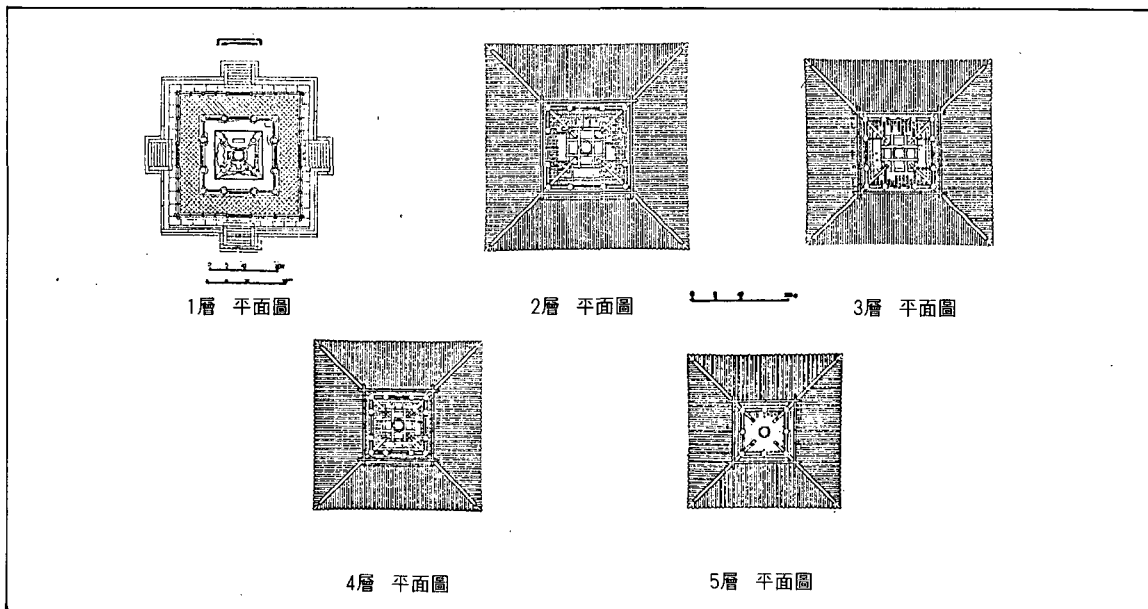


그림10 法隆寺 五重塔 各層 平面圖(資料：法隆史國寶保存委員會, 國寶法隆寺五重塔修理工事報告)

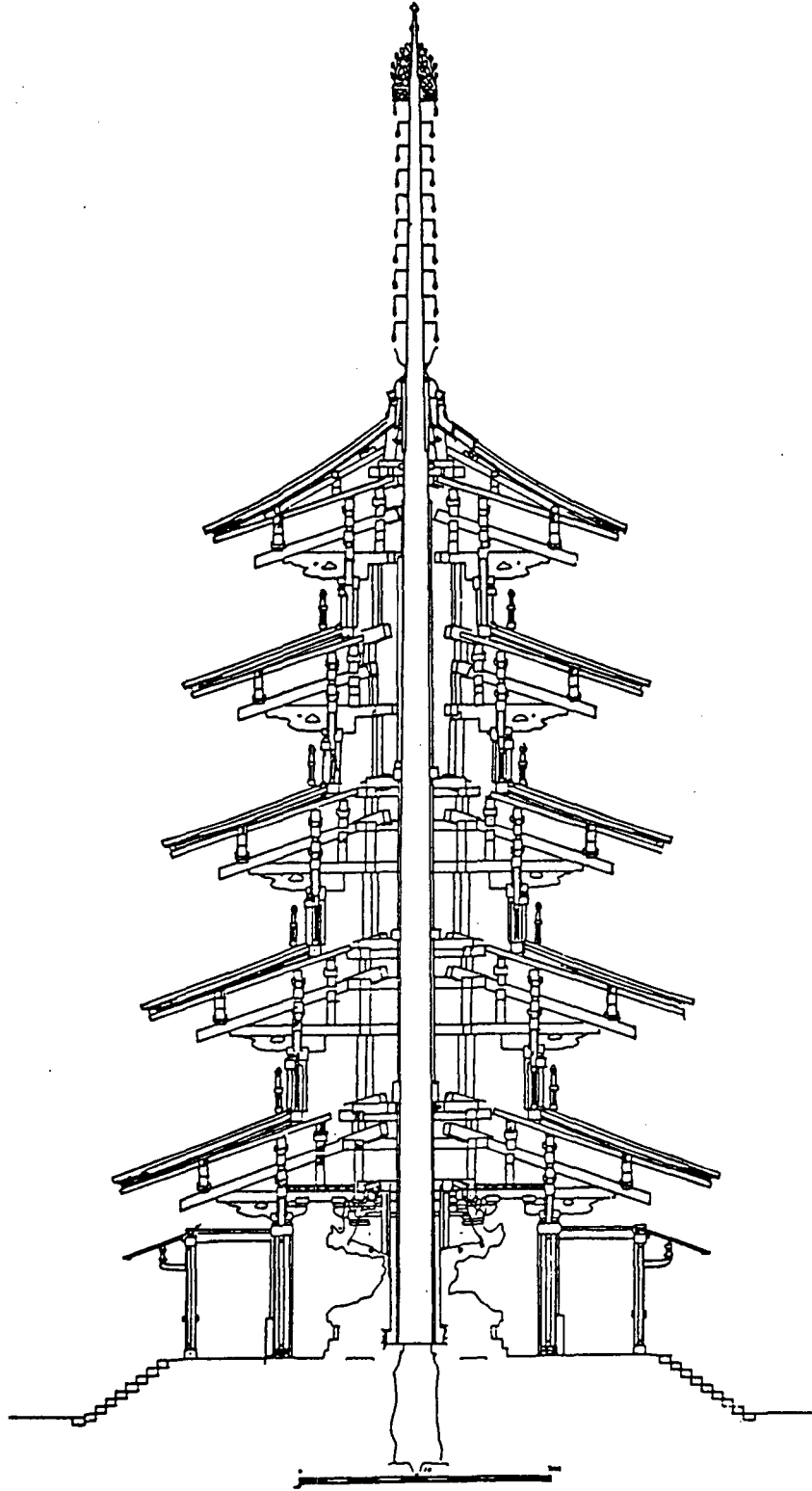


그림11 法隆寺 五重塔 断面圖(修理後)

참고 문헌

1. 法住寺, 法住寺 事蹟.
2. 韓國佛教研究院, 法住寺, 韓國의 寺刹5, 서울, 一志社, 1980.
3. 金東賢, 法住寺 通信, (二), (三), 考古美術, 100號, 合輯, 1968.
4. 日本學士院日本科學史刊行會, 明治前日本建築技術史, 東京, 臨川書店, 1982.
5. 村田治郎, 法隆寺の研究史, 東京, 毎日新聞社, 1930.
6. 石田茂作, 日本の美術 10, 77號, 東京, 至文堂, 1986.
7. 法隆寺國寶保存委員會, 國寶法隆寺五重塔修理工事報告, 京都, 便利堂, 1955.
8. 京都府教育廳文化財保護課, 國寶建造物 醍醐寺五重塔 修理工事報告書, 便利堂, 1960.
9. 京都府教育廳文化財保護課, 教王護國寺五重塔 修理工事報告書, 便利堂, 1960.
10. 京都府教育廳文化財保護課, 明王院五重塔 修理工事報告書, 便利堂, 1962.
11. 京都府教育廳文化財保護課, 海住山寺五重塔 修理工事報告書, 便利堂, 1963.
12. 日光寺文化財保存會, 重要文化財五重塔·鐘舍·上社務所修理工事報告書, 直陽社, 1981.
13. 姜奉辰, 報恩, 法住寺 捌相殿 實測報告, 「建築」第12卷 28號, 서울, 大韓建築學會, 1968, 3.
14. 金慶彪, 中世 前半期 韓國, 中國, 日本 木造佛殿 建築形式 比較研究, 「建築」, 2卷 5號, 서울, 大韓建築學會 1986, 10.
15. 金慶彪, 捌相殿의 構造形式에 관한 研究, 東國大學校 博士學位論文, 1988. 7.
16. 李珉燮, 韓國古建築 지붕形態에 관한 研究, 高麗大學校 博士學位論文, 1980.
17. 井口洋佑, 建物の組立てにおける接合方法の研究, 東京大 博士學位論文, 1963.
18. 成田一郎, 百万塔製作術の實驗的研究 I, 工作寸法, その構造, 精度と試作, 刀物と 治具の適用, 日本建築學會論文報告集, 第29號, 1980.
19. 石井邦信, 日本古代建築寸法計劃の解析的研究, 其1, 法隆寺金堂, 五重塔の柱間寸法, 大斗長, 柱經についての検討, 日本建築學會論文報告集, 第214號, 1973.
20. 濱島正士, 日本佛塔の形式, 構造と比例の關の研究, 東京大 博士學位論文, 1983.
21. 藤井惠介, 平安時代密教建築史の研究, 東京大 博士學位論文 1986.

The Structure of Oriental Wooden Pagoda

Kim, Kyeong Pyo
Fujii, Keisuke
Lee, Min Sup

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the structure of Palsangjeon, a five story wooden pagoda in Pubjoo Temple which is the only wooden pagoda existing in Korea, by a comparative study of the Palsangjeon with Japanese counterparts. By doing so, the writer of the present investigation attempts to find out its structural originality.

The main finding of this study are as follows.

The upper part of Palsangjeon is constructed with square log frameworks called Gui-Tl and Sacheon-Ju around the central column. The four walls along Sacheon-Ju from the 1st level to the 3rd well resists the outside horizontal piessure. And Gui-Tl structure on the 5th level copes much better with shear force. So this frame consisting of Sacheon-Ju and log frameworks might be viewed aa semi-core system. This core is supported once again by the frame of Go-Ju. That is to say, Go-Ju supports frame of Sacheon-Ju. And the frame of Pyeong-Ju on the 4th and the 5th levels also supports it. The frame of Go-Ju is supported by the frame of Pyeong-Ju on the 1st and the 2nd levels. So this structure is designed to resist the wind and also keep the balance by properly distributing vertical pressure. The plan and the elevational structure of Palsangjeon keep the balance by the perfect symmetric structure. And the frame of Sacheon-Ju forming semi-core system can resist both the lateral load and the vertical pressure for the balance of its structure.

The five story pagoda in Horyuji used to stand on a central which is desigend to support the main body of the pagoda from the first level.

The principles of balance is used between the Ha-Aag and short to react the rafter. Sacheon-Ju and edge column is against the lateral load. The structural jointing system is stable thanks to the log framewroks formed on every level. The five story pagoda in

Horyuji poseses the structural system originated from the ancient wooden pagoda. The pagoda is found to express simple, sincere and straight forward form. On the other hand, it could be seen as a stucture resisting the earthquake and the lateral load.

Palsangjeon is an excellent building which religions function is well harmonized with its structure and appearance. It not only functions extremely well as a regions place like other pagodas, but also excellently shows how multi-story wooden building should be structured.