

地上實體寫眞機를 利用한 構造物의 測定과 解析

Measurement and Analysis of the Structure by Using the Terrestrial Camera

安 哲 浩*

Ahn Chul-Ho

要 旨

本 研究는 地上寫眞機에 의한 構造物(石塔)測定에 關한 것으로서 石塔中 統一新羅의 石塔인 感恩寺址 三層石塔, 高仙寺址 三層石塔, 佛國寺 三層石塔(釋迦塔) 및 佛像인 石窟庵 本尊像, 廣州鐵造如來坐像을 對象으로 造形比를 分析하여, 造形原理에 接近하는데 意義를 갖고 있다.

等高線圖와 實測值를 精密하게 얻을 수 있었으며, 이를 바탕으로 造形比를 分析한 結果, 3개의 石塔과 2개의 佛像에서 共通點을 發見할 수 있었다. 우선 石塔의 경우 屋蓋石幅들은 8:7:6의 比例關係로 構成되어 있었으며, 上臺甲石을 밑변으로 正三角形과 이등변 三角形을 긋고, 그 頂點사이의 距離를 半徑으로 하여 正三角形의 頂點에서 圓을 그리면 三層 屋身 윗면과 一致하였고, 또 基準面으로부터 70°의 2등변 三角形을 그리는 경우 上臺甲石의 끝점들을 거의 통과하며, 三層 屋蓋石의 落水面과 一致함을 알 수 있었다.

佛像의 경우 兩 눈사이의 中點을 中心으로 圓이 成立되고, 어깨와 명치를 延長하면 무릎에 接觸을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This paper is a study on structural measurement by using a terrestrial camera. The aim of this paper is to understand the method of a composition by analyzing the geometrical compositive ratio of threestoried pagodas at Gamun-Sa, Gosun-Sa, Bulguk-Sa, Seated iron Buddha in Kwang-Jn, and Main-Seat Buddha at Sukkuram Cave-temple.

Measured data and contour maps are accurately obtained by means of photogrammetry, and the following points are able to be found by analyzing them.

At first, for Stone Pagodas, the breaths of the Okgesuks are made to the ratio, 8:7:6. And when an equilateral triangle and an 45° isosceles triangle are drawn of which the bases are the length of the upper Gabsuk, and then a circle is drawn whose radius is the length between the vertexes of the two triangles and its center is the vertex of the forme, the circle passes the upper line of the third Oksin. Also it can be found that an 70° isosceles triangle being drawn at base line, the triangle passes the edge point of the upper Gabsuk and the center of the third Okgesuk.

Also for Budha statues, it can be found that circles whose center is that of eyes can be drawn, and if 2 lines which pass the shoulder and the center of Buddha's body are extended, they intersect the knees.

* 서울大學校 工科大學 教授

1. 序 論

1.1 研究目的

우리나라의 石造構造物로서 文化材는 石塔과 佛像을 들 수 있다. 韓國의 石塔婆 및 佛像은 우수한 造形美로서 우리의 造形文化를 빛나게 하고 있다.

現存하는 石塔의 數만도 약 1,000여기에 이르며 國寶인 것만도 약 130여기(南韓)에 달하며 中國의 磚塔, 日本의 木塔과 비교할 때 뚜렷한 樣式의 特色을 지닌 地上構造物로서 中國, 日本의 兩塔과 더불어 東洋의 造形美에 關한 貴重한 研究資料가 되고 있다.⁽¹⁾

또한 佛像彫刻은 佛敎가 전래된 4세기 이후부터 發展하여 韓國彫刻史의 主流를 이루어 왔다. 佛敎美術은 宗教美術이기 때문에 信仰과 內實을 基盤으로 하여 獨自의인 造形世界를 전개하고 있다.

造形美術의 藝術的인 價値判斷은 造形物을 바라보는 形態의 感覺에서 그치는 것이 아니고, 造形物을 만들기 위하여 計劃하고 構成하는 立場에서의 形態의 追求性을 감안하여야 하며 이를 위해서는 正確한 實測資料를 必要로 한다.

寫眞測量은 寫眞에서 나타난 被寫體의 像과 렌즈와 被寫體사이에 成立하는 投影關係를 利用하여 被寫體의 位置, 形態 등을 求하는 技術로서, 종래의 實測方法보다 精密한 許容誤差 範圍內에서의 測定과 寫眞을 보관함으로써 언제든지 再確認 및 再現이 可能하다. 또한 機械的인 圖化 또는 座標記錄 등에 의해 人爲的인 誤差要素를 최소로 줄일 수 있으며, 外業에 要하는 時間이 短縮됨으로써 資料分析에 要하는 時間을 늘일 수 있다.

本 論文에서는 韓國의 代表的인 石塔 및 佛像을 地上寫眞測量함으로써 記錄保存을 위한 等高線圖를 제공함은 물론이고 이를 바탕으로 石塔 및 佛像이 갖는 造形美 즉 造形比例를 分析하여 韓國 石塔 및 佛像의 造形原理에 接近하는데 意義를 갖고 있다. 이를 위해 統一新羅 초기의 典

型的인 石塔樣式이라 부르는, 感恩寺址, 高仙寺址, 佛國寺 三層石塔과 우리나라의 代表的 佛像인 石窟庵 本尊像과 廣州 鐵造 如來坐像을 研究對象物로 選定하였다.

1.2 研究沿革

韓國의 石塔에 대한 學術적인 研究는 1912年 日本의 關野貞에 의한 石塔에 關한 研究, 1915年 天沼 後一의 韓國사찰의 現存하는 石塔에 關한 研究가 發表되었다.

1919年 藤島 亥治郎은 신라, 백제, 고려, 이조시대의 木塔, 磚塔, 石塔의 樣式에 대해 綜合的으로 分析하였으며, 特히 慶州를 中心으로 散在되어 있는 石塔들을 一般形, 變形, 特殊形으로 區分하여 이들의 높이, 比例 등과 樣式에 關해 綜合的으로 研究하였다. 또한 米田 美代治의 佛國寺 兩塔, 石窟庵 三層石塔, 千軍里 雙塔, 扶餘 定林寺址 五層石塔 등의 意匠計劃에 關한 研究가 있으며 杉山 信三은 扶餘 長蝦里 三層石塔, 昌寧 述亭里塔, 葛項寺址塔, 實相寺 三層石塔의 比例構成에 關해 研究하였다.⁽²⁾

이 밖에 小場 恒吉, 大阪 金太郎, 小田 敬吉 등 多數의 日本 學者들에 의해 韓國石塔에 대한 研究가 해방전까지 계속되었다.⁽³⁾

韓國人으로서의 高裕燮이 최초로 韓國石塔에 대해 깊이 研究하여 朝鮮塔婆의 樣式論을 發表하였다.⁽⁴⁾ 그 후 黃壽永, 李光魯, 林永培, 李環會 등이 多數의 研究論文을 발표하고 있다.^{(5), (6)}

佛像인 경우는 佛敎수용 당시의 초기 樣式을 佛像을 거의 찾아볼 수 없어 古代佛像彫刻史의 實相을 파악하는데 어려움이 있다. 米田 美代治는 石窟庵 本尊像을 實測하여 造形比가 石窟內의 保存位置 計劃과 同一하다고 밝혔으며 高裕燮은 동양의 佛像彫刻은 대개 1:6의 比를 갖는다고 밝히고 있다.

또한 IGN에서는 文化財의 定全性檢査를 解析的인 方法으로 하고 있으며 Historical Monuments Research Centre의 後援下에 近接寫眞測量에 의해 文化財 表面의 마모상태를 파악하고 있다.⁽⁷⁾

日本에서는 1958年 鎌倉의 大佛의 後頸部 破

損修理를 위해 實測圖作成이 丸安 隆和에 의해 地上寫眞測量으로 實施되었으며 이 實測圖에 의해 大佛頭部の 무게와 무게中心의 位置를 算出할 수 있었으며 日本 佛像의 造形比를 밝혀 補修에 많은 기여를 하였다.⁽⁸⁾ 우리나라에서는 地上寫眞에 의한 等高線圖가 本人에 의하여 研究된 바 있다.⁽⁹⁾

2. 起源과 樣式

2.1 石塔의 起源과 樣式

우리나라에서는 佛陀의 舍利를 保存하기 위한 전통적인 것을 塔이라 하고 이와는 달리 高僧의

遺骨이나 舍利를 安置하기 위한 堂宇形 石造物인 僧塔을 浮屠라고 부르고 있다.

한반도에서는 石塔의 發生時期는 佛敎가 전래된지 약 2C 後인 AD 6C 後半에서 7C 初로 잡고 있으며 時代的, 地域的, 造形的인 要素들이 서로 複合되고 綜合되어 내려온 石塔樣式은 統一新羅이후 後代로 내려올수록 그 형식이 弱화되어가고 塔의 규모도 점차 축소됨에 따라 塔全體의 높이 比는 점차 커지는 傾向이 생기게 되었다.

本 論文에서의 研究對象인 統一新羅의 石塔樣式 比較表와 塔身은 다음과 같다.⁽¹⁰⁾

表-1. 統一新羅石塔의 樣式比較表

石塔名	所在地 指定番號	下基壇 壇柱	上基壇 壇柱	屋蓋 받침단	時代區分	비고
感恩寺址 三層石塔	慶北 月城 國寶 112	3	2	5	7C後, 682	統一直後 建立
高仙寺址 三層石塔	慶北 慶州 國寶 38	3	2	5	7C後	四面에 門扉模刻
佛國寺 三層石塔	慶北 慶州 國寶 21	2	2	5	8C中	塔區가 있음 新羅石塔의 標準

2.2 佛像의 起源과 樣式

佛像은 4世紀 後半 中國北部에서 盛行한 불상이 高구려에 傳達되어 우리나라 全域에 傳來되었다. 佛敎傳來 초기에는 주로 金銅佛像이 造成되었으며 三國末期 B.C 600年을 전후하여 花崗암을 材料로 조성된 石像이 발달하기 시작했다.⁽¹¹⁾

가장 불교문화를 隆盛시킨 것은 統一新羅時代로서 이중 통일신라시대의 末期는 巨量의 鐵材로 造形케 되어 當代 佛像樣式을 代表하게 되었다.^{(12), (13)} 一般的으로 통일신라시대의 양식중에는 목에 三道가 있는 것이 특징이다.

本 研究에서는 통일신라 경덕왕 때 完成된 석굴암과 高麗초기 製作이면서도 통일신라 양식을 따른 廣州鐵造 如來坐像을 研究對象으로 택했다

3. 石塔의 實測圖 및 等高線圖

3.1 石塔의 實測

石塔의 現況 및 等高線圖 作成을 위한 基準點 測量은 Wild T2로 測量하였으며 實測값을 建造

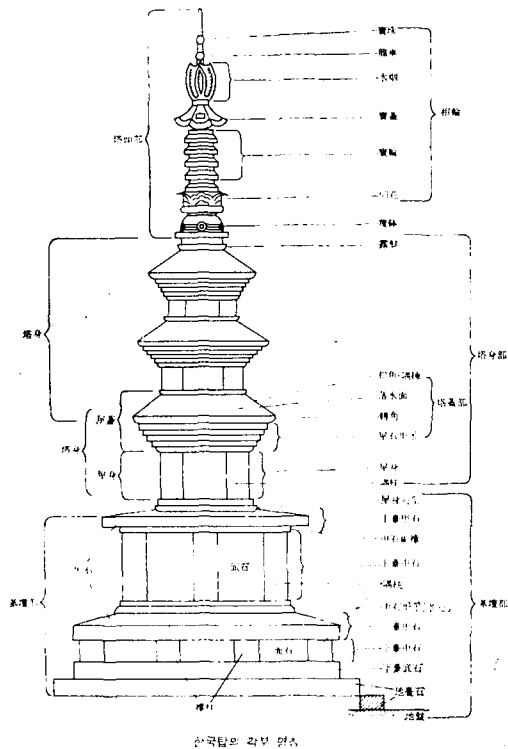


그림 1. 韓國塔의 各部名稱

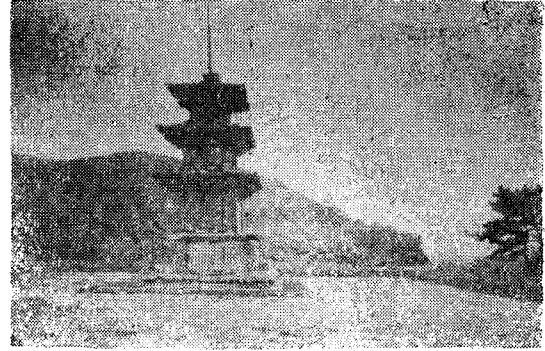
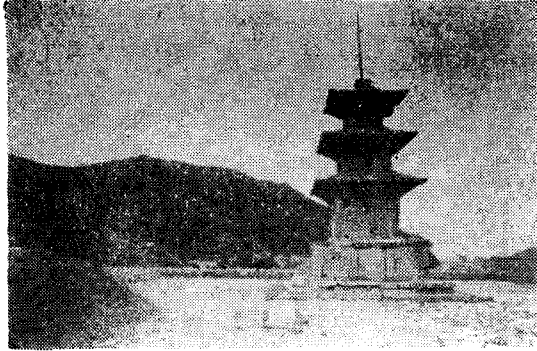


그림 2. 感恩寺址 西塔

時 사용된 造營尺으로 환산하였다. 三國末期의 가람에서는 東魏尺(1.17曲尺)이 사용되었으며 통일신라 이후에는 唐尺(0.98曲尺)이 사용되었으나 통일신라 初期의 感恩寺의 경우는 東魏尺이 사용되었음이 여러 論文^{(3), (5), (14)}으로 밝혀져 本 石塔들에도 이들 값을 적용시켰다.

3.2 地上寫眞에 의한 石塔의 等高線圖 作成

地上寫眞測定은 地表上에 位置한 카메라로부터 撮影된 寫眞을 利用하여 測定하는 方法으로 카메라의 露出地點과 撮影距離를 임의로 할 수 있으며 反復測定이 可能하며 航空寫眞으로 測定이 不可能한 여러가지 測定, 즉 손을 댈 수 없는 文化財의 調査 및 記錄保存, 施設物 變形測定에 많이 이용되고 있다.

地上寫眞은 撮影距離에 따라 Close-range photogrammetry(0.1~100m), Macro photogrammetry(0.01~0.1 m), Micro photogrammetry(Microscope를 통해 촬영)으로 分類한다. 또 撮影方法에 의해 直角水平撮影, 偏角水平撮影, 收斂水平撮影으로 區分되며 本 研究에서는 直角水平撮影에 의해 地上寫眞을 얻었으며 幾何學의 原理는 그림 3과 같다.⁽¹⁵⁾ 測量對象物에 대한 地

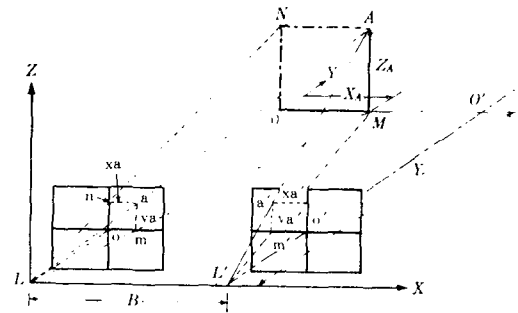


그림 3. 地上寫眞의 幾何學의 原理

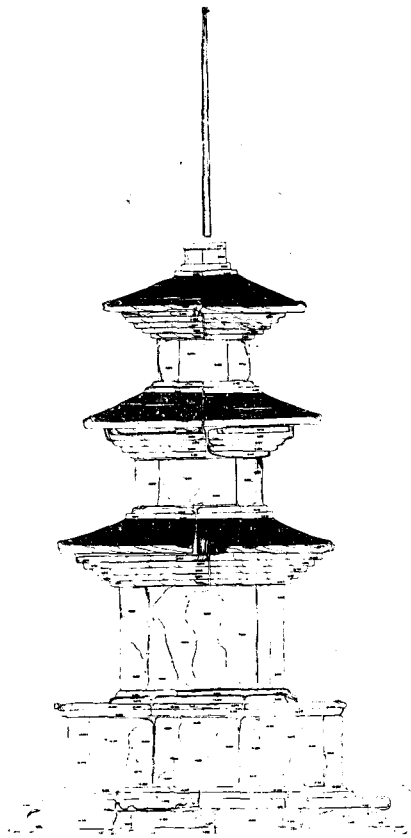
上寫眞中 感恩寺址 西塔은 그림 2와 같다.

이와 같이 撮影된 寫眞을 利用하여 結果를 얻는 데는 機械的인 方法(Analogue approach)을 利用하였으며 이 方法은 최종결과가 等高線으로 나타낼 때와 測定用 寫眞으로부터 資料를 抽出할 때 유용하다.⁽¹⁶⁾ 大部分의 精密圖化機와 Topographic 圖化機에 있어서 主點距離가 한정되어 있어 一般的으로 地上寫眞은 擴大를 한 후 圖化作業하는 경우가 있다.

그러나 本 研究에서는 1級精密立體圖化機인 Wild A-10을 使用하여 等高線圖를 作圖하였다. 撮影時 諸元은 表-2와 같다.

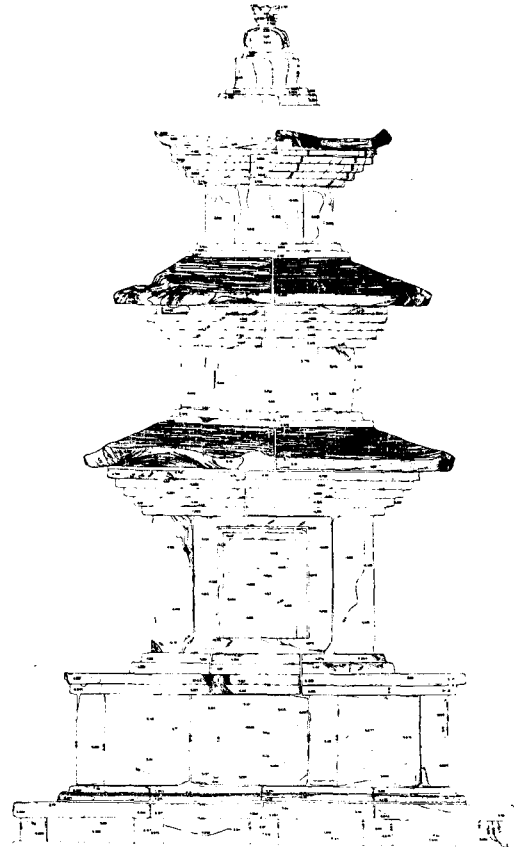
表-2. 撮影 諸元

對象名	撮影基線	撮影距離	F/N	Shutter speeds
感恩寺址 東塔	7.20m	25m	11	1, 1/2, 1/4
感恩寺址 西塔	7.20m	25m	11	1/4~1/8
高仙寺址 西塔	7.00m	25m	11	1/4, 1/8, 1/15
佛國寺 釋迦塔	4.00m	25m	8	1/2, 1



寫真縮尺	1/221
모델縮尺	1/100
圖化縮尺	1/20
使用寫真機	WILD P-31
使用圖化機	WILD A-10
攝影基線	7.2m
攝影年月日	1983.7.29

그림 4. 感恩寺址 西塔 等高線圖

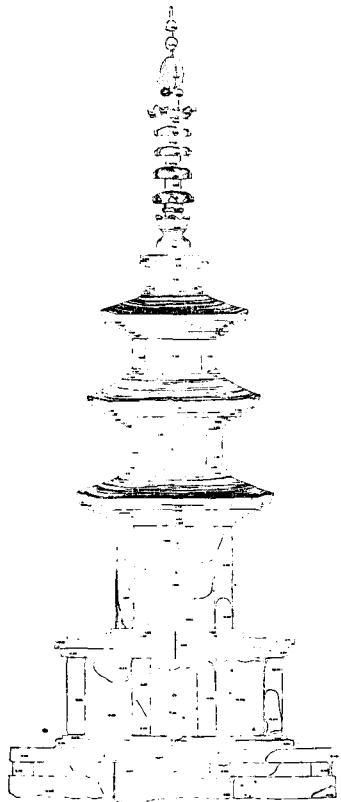


寫真縮尺	1/140
모델縮尺	1/80
圖化縮尺	1/10
使用寫真機	WILD P-31
使用圖化機	WILD A-10
攝影基線	7.0m
攝影年月日	1983.7.29

그림 5. 高仙寺址 三層石塔 等高線圖

表-3. 感恩寺址 三層石塔(東塔)

主要部名稱		實測值	東魏尺值	主要部名稱		實測值	東魏尺值
下臺石	底石幅	7,310	20.62	第二層	屋身幅	2,245	6.33
	甲石幅	6,410	18.08		屋身높이	880	2.48
	下臺石높이	650	2.25		屋蓋石幅	4,140	11.68
上臺石	甲石幅	4,951	13.96	第二層	屋蓋石높이	1,150	3.24
	中石幅	4,810	13.57		二層높이	2,020	5.70
	上臺石높이	1,640	4.64	第三層	屋身幅	1,640	4.63
第一層	屋身높이	2,878	8.12		屋身높이	810	2.28
	屋蓋石幅	1,840	5.19		屋蓋石幅	3,530	9.96
	屋蓋石높이	4,755	13.41	屋蓋石높이	1,150	3.24	
	一層높이	1,210	3.41	三層높이	1,970	5.56	
		3,050	8.60	相輪部높이		3,950	11.14



寫眞縮尺	1/146
모델縮尺	1/75
圖化縮尺	1/15
使用寫眞機	WILD P-31
使用圖化機	WILD A-10
攝影基線	4.0m
攝影年月日	1983. 7. 30

그림 6. 佛國寺 三層石塔(釋迦塔) 等高線圖

感恩寺址 東塔과 西塔을 觀測하였는 바 現在 東塔의 土臺石 이하 基壇의 保存상태가 不良하며 正確한 實測값을 求하기가 힘들었다. 이들의 實測값과 東魏尺값으로 換算한 값은 表-3, 4와 같다.

高仙寺址 塔은 現在 下臺底石 이하는 實測이 곤란하였으나 그 以外의 實測값과 그 당시 使用된 唐尺값은 表-5와 같다.

佛國寺 三層石塔(釋迦塔)의 實測값과 그 당시 에 使用한 唐尺값으로 換算한 값은 表-6과 같다

4. 石塔의 造形化에 대한 考察

地上寫眞測量으로 얻어진 等高線圖에 의해 造形比 解析圖를 그리면 그림 7, 8, 9와 같다.

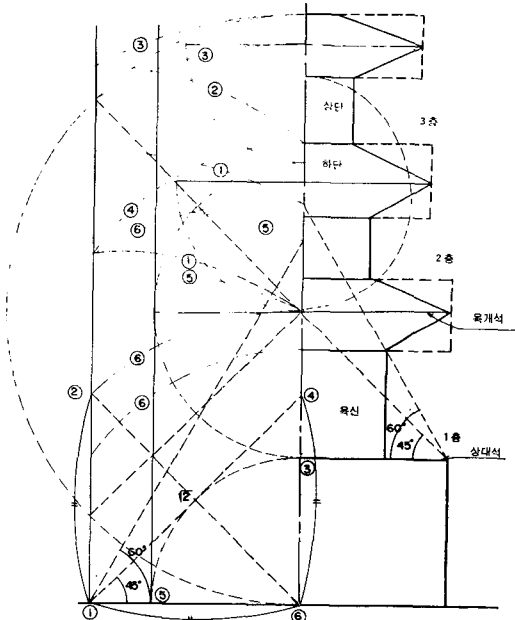


그림 7. 感恩寺址 三層石塔 造型解析圖

表-4. 感恩寺址 三層石塔(西塔)

主要部名稱		實測值	東魏尺值	主要部名稱		實測值	東魏尺值
下臺石	底石幅	6,680	18.84	第二層	屋身幅	2,145	6.05
	甲石幅	6,280	17.71		屋身높이	910	2.57
	下臺石높이	765	2.16		屋蓋石幅	4,000	11.28
上臺石	甲石幅	4,930	13.91		屋蓋石높이	1,190	3.36
	中石幅	4,630	13.06		二層높이	2,100	5.92
	上臺石높이	1,630	4.50		第三層	屋身幅	1,570
第一層	屋身幅	2,760	7.78	屋身높이		800	2.26
	屋身높이	1,850	5.22	屋蓋石幅		3,430	9.67
	屋蓋石幅	4,660	13.14	屋蓋石높이		1,165	3.29
	屋蓋石높이	1,210	3.41	三層높이		1,965	5.54
	一層높이	3,060	8.63	相輪部높이	4,420	12.47	

表-5. 高仙寺址 三層石塔

主要部名稱		實測值	唐尺值	主要部名稱		實測值	唐尺值
下臺石	底石幅	(mm) 6,465	21.77	第二層	屋身幅	2,260	7.61
	甲石幅	6,470	21.79		屋身 높이	848	2.86
	下臺石 높이	—	—		屋蓋石幅	4,122	13.88
上臺石	甲石幅	5,190	17.48		屋蓋石 높이	1,240	4.18
	中石幅	4,810	16.20		二層 높이	2,088	7.03
	上臺石 높이	1,730	5.83		第三層	屋身幅	1,660
第一層	屋身幅	2,681	9.63	屋身 높이		760	2.56
	屋身 높이	1,919	6.46	屋蓋石幅		3,080	10.37
	屋蓋石幅	4,820	16.23	屋蓋石 높이		1,162	3.91
	屋蓋石 높이	1,241	4.20	三層 높이		1,922	6.47
	一層 높이	3,160	10.64	相輪部 높이	1,135	3.82	

表-6. 佛國寺 三層石塔(釋迦塔)

主要部名稱		實測值	唐尺值	主要部名稱		實測值	唐尺值
下臺石	底石幅	4,350	14.65	第二層	屋身幅	1,298	4.37
	甲石幅	4,365	14.70		屋身 높이	543	1.83
	下臺石 높이	660	2.22		屋蓋石幅	2,325	7.83
上臺石	甲石幅	3,203	10.79		屋蓋石 높이	737	2.48
	中石幅	2,877	9.69		二層 높이	1,280	4.31
	上臺石 높이	1,562	5.26		第三層	屋身幅	1,115
第一層	屋身幅	1,556	5.24	屋身 높이		471	1.59
	屋身 높이	1,452	4.89	屋蓋石幅		1,980	6.67
	屋蓋石幅	2,648	8.92	屋蓋石 높이		642	2.16
	屋蓋石 높이	743	2.50	三層 높이		1,113	3.75
	一層 높이	2,195	7.39	相輪部 높이	3,818	12.85	

表-7. 基壇과 塔身의 높이比

實測値는 使用尺임

區分	感恩寺址 東塔		感恩寺址 西塔		高仙寺址 塔		釋迦塔	
	實測值	比	實測值	比	實測值	比	實測值	比
基壇	6.46	1	6.57	1	7.91	1	7.48	1
塔身	19.86	3.07	20.09	3.06	24.14	3.05	15.45	2.07

表-8. 屋蓋石幅의 變化比

實測値는 使用尺임

層	感恩寺址 東塔		感恩寺址 西塔		釋迦塔	
	實測值	比	實測值	比	實測值	比
第 1 層	13.41	8	13.14	8	8.92	8
第 2 層	11.68	7	11.28	7	7.83	7
第 3 層	9.96	6	9.67	6	6.67	6

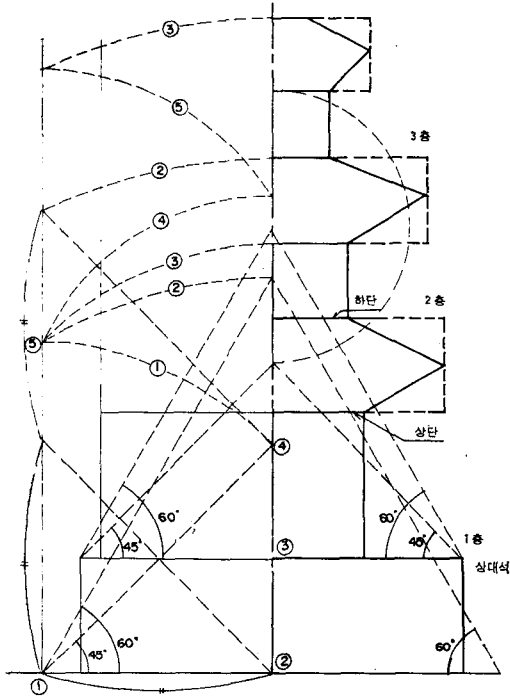


그림 8. 高仙寺址 三層石塔 造型解析圖

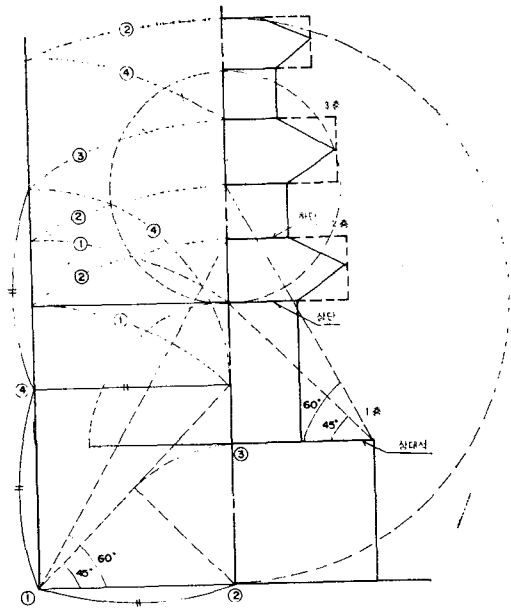


그림 9. 佛國寺 三層石塔 造型解析圖

基壇과 塔身의 높이比는 表-7과 같이 統一新羅初期의 거의 같은 時期에 建造된 感恩寺와 高仙寺 三層石塔은 약 1:3의 비이며, 釋迦塔은 약 1:2의 비를 나타내고 있다.

1층, 2층, 3층 屋蓋石幅의 비는 表-8과 같이 感恩寺址 三層石塔과 釋迦塔은 $8:7:6=1:\frac{\sqrt{3}}{2}:(\frac{\sqrt{3}}{2})^2$ 의 비를 나타내며 이를 幾何學的으로 나타내면 그림 10과 같다.

感恩寺址, 高仙寺址 三層石塔과 釋迦塔의 共通의 특징은 다음 그림 11, 12, 13과 같이 基準面(Module)으로부터 70°의 2等邊三角形을 그리면 頂點은 3層 落水面과 一致하며 上臺甲石에서 60°의 正三角形과 45° 2等邊三角形을 그리고 45°의 頂點과 60°의 頂點과의 사이距離를 반지름으로 하여 正三角形의 頂點을 中心으로 圓을 그리면 三層屋身 윗면과 一致한다.

또한 基準幅은 一層屋身部에서 三層屋蓋石 落水面 즉 70°의 頂點까지의 높이와 一致함을 알 수 있다. 特히 釋迦塔의 경우는 60°의 頂點이

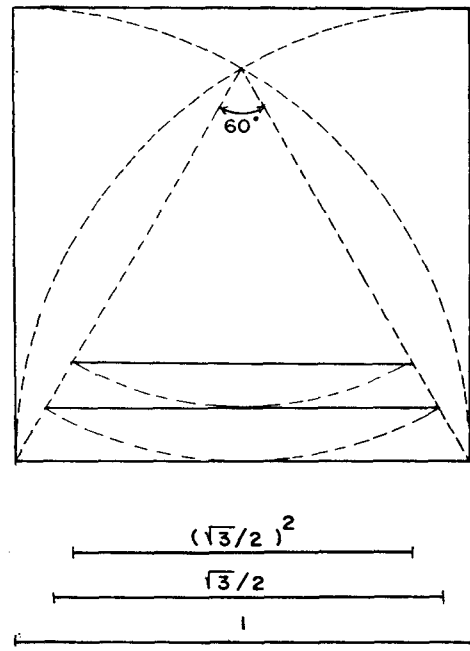


그림 10. 8:7:6의 比例關係圖

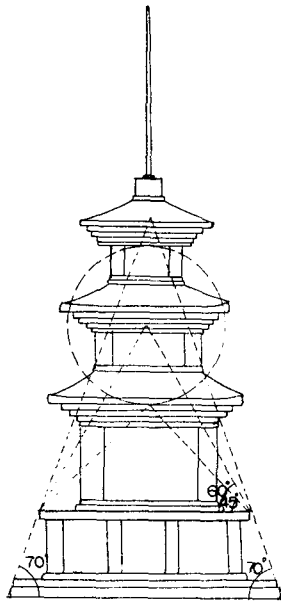


그림 11. 感恩寺址三層石塔

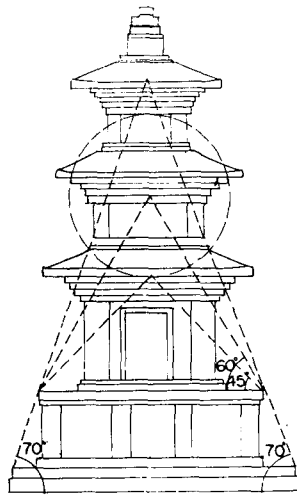


그림 12. 高仙寺址三層石塔

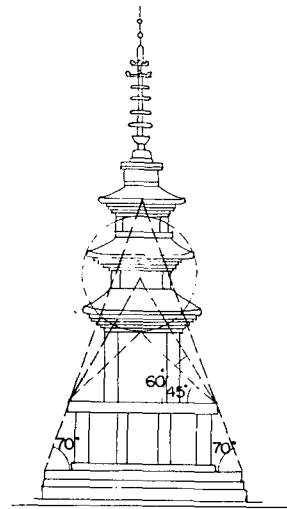


그림 13. 佛國寺釋迦塔



그림 14. 石窟庵 本尊像



그림 15. 廣州 鐵造如來坐像

二層屋身 윗면과 45°의 頂點이 一層屋身 윗면과 一致한다.

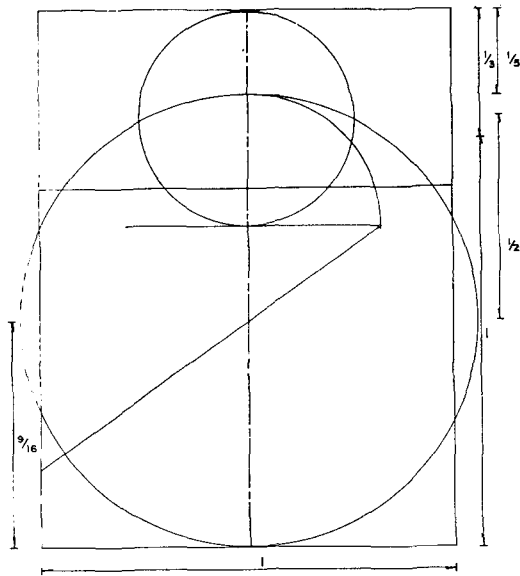
5. 佛像의 等高線圖 및 造形比

佛像에 관한 實測 및 等高線圖도 石塔의 경우와 같이 實施되었다. 佛像에 관한 等高線圖를 作成한 후 造形比를 考察한 결과 그림 14, 15, 16을 얻을 수 있었다. 石窟庵 本尊像과 廣州 鐵造 如來坐像에서 몸과 머리部分에 各各 圓이 이루어짐을 알 수 있었다.

佛像 몸 부분의 원은 불상 몸部分의 鉛直中心線과 垂直인 線이 어깨끝과 만나는 點을 찾코 이 點에서 무릎에 接線을 그으면 佛像 몸 中心인 명치를 찾을 수 있으며 이 명치를 中心으로 하나의 圓이 생긴다.

佛像 머리의 경우 佛像의 鉛直中心線上的 명치에서 兩 무릎사이의 距離에 對한 $\frac{1}{2}$ 만큼의 길이로 머리부분으로 延長하면 兩 눈사이에서 만난다. 이 點을 中心으로 圓을 그리면 머리 윗부분과 三道끝을 통과한다.

이는 日本 奈良國立文化財研究所에서 發表한 두 개의 造形比中 하나가 우리나라 佛像에서도 滿足됨을 알 수 있다. 米田 美代治가 石窟庵 本



— 16. 石窟庵 本尊像과 廣州鐵造如來坐像의 造形比

尊像을 實測하여 발표한 무릎사이의 距離로 한 邊으로 한 正三角形의 頂點이 턱에 一致한다는 것은 다소 差異가 있는 測量으로 思料된다. 兩 무릎사이의 距離를 1로 基準하였을 경우 그림 16과 같은 造形比를 얻을 수 있다.

6. 結 論

本 研究를 通하여 地上寫眞機에 의한 測量으로 感恩寺址 三層石塔, 高仙寺址 三層石塔, 佛國寺 三層石塔(釋迦塔), 石窟庵 本尊像 및 廣州 鐵造如來坐像의 造形比를 分析한 결과 다음과 같은 共通的인 特徵들을 얻을 수 있었다.

石塔의 경우:

첫째, 屋蓋石幅들은 2개의 石塔(感恩寺 및 佛國寺) 모두 8 : 7 : 6의 比例關係로 構成되어 있었음을 알 수 있었다.

둘째, 上臺甲石에서 正三角形과 45° 2等邊三角形을 그어 그 頂點에서 圓을 그리면 三層屋身 윗면과 一致하였다.

셋째, 基準面(Module)으로부터 70°의 2等邊三角形을 만드는 경우 上臺甲石의 끝점들을 거의 통과하며 三層屋蓋石의 落水面과 一致하였다.

佛像의 경우:

첫째, 머리부분은 兩 눈사이의 中點을 中心으로 圓이 成立하며 이 圓은 三道끝을 통과한다.

둘째, 佛像의 中心線에 對하여 三道를 지나는 垂直線을 긋고 어깨의 끝에서 무릎에 接線을 그으면 佛像의 中心인 명치를 찾을 수 있다. 이 點을 中心으로 圓을 그리면 白毫를 지난다.

參考文獻

1. 林永培, "韓國石塔建築의 造形漸移에 대한 研究", 大韓建築學會誌, 23卷, 87號, 1979, pp. 3~8.
2. 米田 美代治, 韓國上代建築의 研究, 東山文化社, 1976, pp. 163~183.
3. 李璟會, "韓國石塔樣式과 그 變遷에 關한 系統的 研究(1)", 大韓建築學會誌, 9卷, 20號, 1965, pp.

- 21~31.
4. 高裕燮, 韓國塔婆의 研究, 1948.
 5. 李光魯, “建築物의 比例法則에 관한 研究”, 大韓建築學會誌, 19卷, 64號, 1975, pp. 3~30.
 6. 林永培, “華嚴寺 三層四獅石塔의 造形비에 對한 考察”, 大韓建築學會誌, 9卷, 19號, 1965, pp. 30~38.
 7. Carbonnell, M., “Technical Progress in Architectural Photogrammetry”, P.E. & R.S., Vol. 41, No.12, 1975, pp.1513~1517.
 8. 奈良國立文化財研究所, 寫眞測量におる佛像實測圖集.
 9. 安哲浩, “地上實體寫眞機에 의한 構造物 測定에 관하여”, 大韓土木學會誌, 27卷, 1號, 1979, pp. 83~87.
 10. 慶尙北道, 石塔復元報告書, 1981, pp.126~131.
 11. 文明大, 韓國彫刻史, 大韓教科書, 1980.
 12. 秦弘燮, 韓國의 佛像, 大韓教科書, 1976.
 13. 黃壽永 外 2人, 韓國佛像三百選, 韓國精神文化研究院, 1979.
 14. 朴萬植, “韓國造形樣式의 均齊狀態에 對한 分析的 研究”, 大韓建築學會誌, 17卷, 52號, 1973, pp. 40~50.
 15. Moffitt, F.H., Photogrammetry, Harper & Row, 1980, pp.538~582.
 16. Karara, H.M., “Non-Topographic Photogrammetry,” A.S.P., 1979, pp.5~95.