

地上實體寫眞機를 利用한 石塔의 測定과 解析

安 哲 浩*

1. 序 論

우리나라의 古代美術에서 主流를 이루고 있는 것은 佛敎美術이다. 따라서 佛敎的인 造形美術品이 古代의 遺物 遺跡 중 가장 많이 남아 있다.

現存하는 韓國의 佛塔은 대개가 石造이고 木造佛殿과 獨立되어 있어 燒失될 위험이 적었고, 또한 그 形態에 있어서도 各 部位의 構造가 그리 複雜하지 않은 關係로 比較적 原形이 잘 保存되어 있어서 各 時代的인 造形의 特徵을 考察하는데 가장 적합한 美術史料가 되고 있다.¹⁾

石塔에 대한 藝術的 價値判斷이 視覺的 感覺에 그치지 않고 보다 具體的인 造形上 特徵을 찾기 위해서는 正確한 實測資料를 必要로 한다.

地上寫眞測量을 利用한 各種 構造物의 變位測定(교량의 처짐, 建物の 기울어짐, 탑이나 굴뚝의 경사유무 등)과 解析의 特徵은, 우선 正確하며, 再測이 容易하고, 能率的·經濟的이라는 것이다.²⁾ 따라서 귀중한 文化財들을 체계적으로 撮影하여 外形的 解析을 해둔다면 次後 불의의 사고로 인한 復元이나 移轉에 따르는 原形 그대로

로의 保存이 可能하고, 文化財로서의 價値保存을 確實히 할 수 있을 것이다.³⁾

1984년에 本人에 의하여 地上寫眞測量을 利用한 三層石塔의 等高線圖製作 및 造形解析이 수행된 바 있으나⁴⁾ 五層石塔에 대한 解析도 아울러 요망됨에 따라 今番에 定林寺址, 聖住寺址, 天興寺址, 淨兜寺址, 弘濟洞, 竹山里 등, 五層石塔에 대하여 地上實體寫眞機를 利用하여 實測함으로써 五層石塔의 造形解析을 하고, 아울러 三層石塔과의 比較를 하였다.

2. 撮影 및 圖化

2.1 撮影日時 및 對象

1次로 1984年 12月 20日에 서울 景福宮內에 保存되어 있는 弘濟洞 五層石塔 및 淨兜寺址 五層石塔을 撮影하였으며, 2次로 1985年 4月 12日~13日의 兩日間에 걸쳐 京畿道 및 忠南一圓의 4基의 五層石塔에 대해 地上寫眞撮影을 實行하였다.

今番에 測定한 五層石塔들의 樣式比較는 다음 表-1과 같다.^{5), 6)}

表-1. 對象 石塔의 樣式比較表

石 塔 名	所 在 地	指定番號	基壇部樣式	屋蓋받침단	時代區分	備 考
定林寺址 五層石塔	忠南 扶餘	國寶 9號	單層基壇	2	7C初, 百濟	木造塔 樣式
聖住寺址 五層石塔	忠南 保寧	寶物 19號	二層基壇	4	9C, 統一新羅	相輪部는 露盤만 남았음.
天興寺址 五層石塔	忠南 天原	寶物 354號	二層基壇	3	11C初, 高麗	
淨兜寺址 五層石塔	서울 景福宮	寶物 357號	二層基壇	4	11C初, 高麗	五層 屋蓋石 部分 破損
弘濟洞 五層石塔	서울 景福宮	寶物 166號	?	3	11C中, 高麗	基壇部가 없음
竹山里 五層石塔	京畿道 安城	寶物 435號	單層基壇	5	高麗	

* 서울大學校 工科大學 敎授
한국측지학회지

2.2 攝影器材 및 方法

本 攝影에는 Wild P-31 Universal terrestrial camera (焦點距離 100mm, 畫面크기 4 in. × 5 in.⁽⁷⁾)와 Cut film을 使用하였으며 標定點 測定을 위하여 TM-1A Theodolite (1" 읽기) 및 높이의 기준을 設定하기 위하여 1等 레벨이 使用되었다.

攝影은 基線兩端에서 直角水平攝影에 의해 地上實體寫眞을 얻었으며, 標定點은 TM-1A로 攝影基線 兩端에서 水平 및 垂直角을 測定함과 아울러 레벨로 Theodolite의 중심을 觀測하여 (X, Y, Z) 좌표를 구하였다.

各 石塔의 攝影時 諸元은 表-2와 같다.

2.3 圖 化

等高線圖 作成에는 1級精密立體圖化機 Wild A-10 (圖化可能한 寫眞의 焦點距離 : 85mm ~ 303 mm⁽⁸⁾)을 使用하여 圖化하였으며, 圖化縮尺은 1/5 ~ 1/15로 하였고, 等高線 間隔은 縮尺에 따라 10mm 혹은 20mm로 하였다.

測定對象의 6基의 五層石塔中 대표적인 定林寺址 五層石塔과 淨兜寺址 五層石塔의 等高線圖는 그림 1, 2와 같다.

表-2. 攝影 諸 元

石 塔 名	提影基線	攝影距離	F/N	Shutter speed	攝影距離 補正ring*
定林寺址 五層石塔	8.0m	21m	8, 11	1, 1/2	25m ring
聖佳寺址 五層石塔	5.0m	11m	11	1/8	25m ring
天興寺址 五層石塔	4.0m	10m	16	1/8	7m ring
淨兜寺址 五層石塔	3.0m	7m	16, 22	1	7m ring
弘濟洞 五層石塔	3.0m	7m	16, 22	1/2, 1/4	7m ring
竹山里 五層石塔	5.0m	13m	16	1/8	25m ring

*; 攝影距離에 따르는 Lens의 confusion error를 줄이기 위해 使用된다.⁽⁹⁾

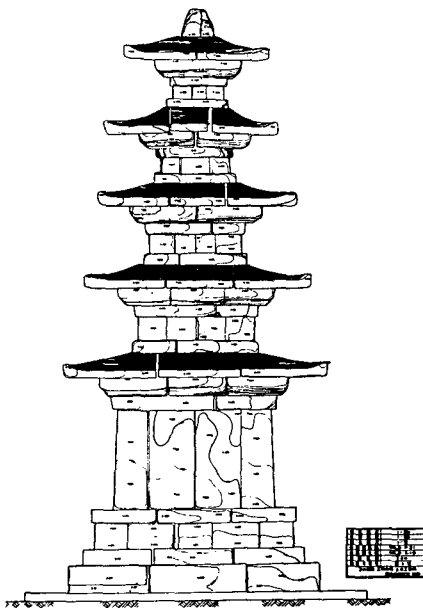


그림 1. 定林寺址 五層石塔 等高線圖

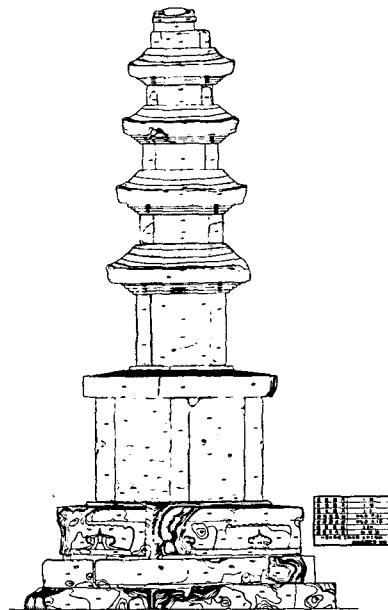


그림 2. 淨兜寺址 五層石塔 等高線圖

3. 實測結果 및 造形解析

今番 地上寫眞測量에 의해 既存 文獻에 概略的으로 調査發表된 것보다 精密하게 石塔의 諸部位와 크기에 대한 實測값을 구할 수 있었다. 각 石塔에 대한 實測값 및 이를 그 당시의 使用尺^{(10),(11)}으로 환산한 값들은 表- 3, 4와 같으

며, 앞으로 이 塔들에 대한 研究 및 復元에 標準資料로 삼을 수 있을 것으로 期待된다.

6基의 石塔中 淨兜寺址 五層石塔의 五層屋蓋石 부분은 破損되어 測定이 不可能하였으며, 弘濟洞 五層石塔은 基壇部가 保存되어 있지 않았고, 竹山里 五層石塔은 撮影地點의 位置關係로 五層屋蓋石 윗부분의 圖化를 할 수 없었다.

表- 3. 聖住寺址 · 天興寺址 · 淨兜寺址 五層石塔

主要部 名稱		聖住寺址 五層石塔		天興寺址 五層石塔		淨兜寺址 五層石塔	
		實測값(mm)	唐尺 값	實測값(mm)	唐尺 값	實測값(mm)	唐尺 값
下臺石	底石幅	2,497	8.41	2,439	8.21	2,058	6.93
	甲石幅	2,544	8.57	2,426	8.17	1,863	6.27
	下臺石높이	805	2.71	391	1.32	641	2.16
上臺石	甲石幅	1,969	6.63	1,999	6.73	1,460	4.92
	中石幅	1,648	5.55	1,695	5.71	1,254	4.22
	上臺石높이	1,344	4.53	1,344	4.53	1,045	3.52
第一層	屋身幅	1,023	3.44	1,118	3.76	665	2.24
	屋身높이	787	2.65	839	2.82	562	1.89
	屋蓋石幅	1,611	5.42	1,740	5.86	1,080	3.64
	屋蓋石높이	481	1.62	335	1.13	385	1.30
第二層	一層높이	1,268	4.27	1,174	3.95	947	3.19
	屋身幅	851	2.87	992	3.34	618	2.08
	屋身높이	328	1.10	379	1.28	233	0.78
	屋蓋石幅	1,454	4.90	1,440	4.85	974	3.28
第三層	屋蓋石높이	433	1.46	302	1.02	340	1.14
	二層높이	761	2.56	681	2.29	573	1.93
	屋身幅	720	2.42	853	2.87	564	1.90
	屋身높이	271	0.91	323	1.09	207	0.70
第四層	屋蓋石幅	1,293	4.35	1,322	4.45	877	2.95
	屋蓋石높이	419	1.41	279	0.94	298	1.00
	三層높이	690	2.32	602	2.03	505	1.70
	屋身幅	605	2.04	735	2.47	487	1.64
第五層	屋身높이	250	0.84	249	0.84	149	0.50
	屋蓋石幅	1,169	3.94	1,145	3.86	795	2.68
	屋蓋石높이	415	1.40	268	0.90	285	0.96
	四層높이	665	2.24	517	1.74	434	1.46
相輪部	屋身幅	566	1.91	628	2.11	438	1.47
	屋身높이	192	0.65	182	0.61	131	0.44
	屋蓋石幅	1,020	3.43	1,005	3.38		
	屋蓋石높이	389	1.31	256	0.86		
五層높이		581	1.96	438	1.47		
相輪部높이		199	0.67	181	0.61		

表-4. 定林寺址·竹山里·弘濟洞 五層石塔

主要部 名稱		定林寺址 五層石塔		竹山里 五層石塔		弘濟洞 五層石塔	
		實測값(mm)	東魏尺값	實測값(mm)	唐尺값	實測값(mm)	唐尺값
基壇部	甲石幅	3,068	8.65	2,749	9.26		
	中石幅	2,976	8.39	2,239	7.54		
	底石幅	3,318	9.36	2,725	9.18		
	基壇部높이	867	2.45	1,775	5.98		
第一層	屋身幅	2,367	6.68	1,553	5.23	985	3.32
	屋身높이	1,522	4.29	1,540	5.19	468	1.58
	屋蓋石幅	3,972	11.20	2,392	8.05	1,717	5.78
	屋蓋石높이	1,078	3.04	521	1.75	480	1.62
	一層높이	2,600	7.33	2,061	6.94	948	3.19
第二層	屋身幅	1,748	4.93	1,418	4.77	893	3.01
	屋身높이	352	0.99	445	1.50	207	0.70
	屋蓋石幅	3,420	9.65	2,027	6.82	1,549	5.22
	屋蓋石높이	976	2.75	510	1.72	455	1.53
	二層높이	1,328	3.75	955	3.22	662	2.23
第三層	屋身幅	1,382	3.90	1,136	3.82	815	2.74
	屋身높이	279	0.79	370	1.25	186	0.63
	屋蓋石幅	2,990	8.43	1,808	6.09	1,305	4.39
	屋蓋石높이	931	2.63	515	1.73	396	1.33
	三層높이	1,210	3.41	885	2.98	582	1.96
第四層	屋身幅	1,043	2.94	928	3.12	726	2.44
	屋身높이	241	0.68	322	1.08	161	0.54
	屋蓋石幅	2,614	7.37	1,489	5.01	1,179	3.97
	屋蓋石높이	898	2.53	437	1.47	350	1.18
	四層높이	1,139	3.21	759	2.56	511	1.72
第五層	屋身幅	762	2.15	729	2.45	669	2.25
	屋身높이	195	0.55	270	0.91	127	0.43
	屋蓋石幅	2,175	6.13	1,215	4.09	1,044	3.52
	屋蓋石높이	747	2.11			279	0.94
	五層높이	942	2.66			406	1.37
相輪部높이		420	1.18				

이번 測定에서 얻은 資料를 토대로 구한 五層石塔의 造形比 및 三層石塔과의 比較는 다음과 같다. 層間높이 比率는 表-5에 나타낸 것과 같다. 高麗時代의 石塔 4基는 二層以上の 높이 比率이 8 : 7 : 6 : 5의 比로서 같으며 특히 天興寺址와 淨兜寺址 五層石塔의 三層까지의 높이 比率는 佛國寺 三層石塔(釋迦塔)⁽⁴⁾의 層間比率(14 : 8 : 7)과 一致하였다.

또한 屋蓋石幅의 變化比率는 定林寺址와 竹山量 五層石塔과 같이 單層基壇인 경우 9 : 8

: 7 : 6 : 5의 比를 나타내며, 나머지는 거의 11 : 10 : 9 : 8 : 7의 比를 이루고 있음을 알 수 있었다.

위의 結果를 토대로 淨兜寺址 五層石塔의 破損된 5층屋蓋石의 復元資料를 抽出해 보면, 5층의 屋塔石幅은 690mm, 屋塔石 높이는 230mm로 推定된다.

三層石塔에서 下臺甲石의 幅 對 下臺甲石面에서 3층 屋身의 上端까지 길이 的 比가 약 4 : 5의 比를 이루고 있는 반면, 五層石塔에서는

表- 5. 層間높이 및 屋蓋石幅의 變化比

石塔	區分	層間높이 實測값(mm) 比	屋蓋石幅 實測값(mm) 比
定林寺址	五層石塔	2600 : 1328 : 1210 : 1139 : 942 14 : 8 : 6.5 : 6 : 5	3972 : 3420 : 2990 : 2614 : 2175 9 : 8 : 7 : 6 : 5
聖住寺址	五層石塔	1268 : 761 : 690 : 665 : 581 15 : 9 : 8 : 8 : 7	1611 : 1454 : 1293 : 1169 : 1020 11 : 10 : 9 : 8 : 7
天興寺址	五層石塔	1174 : 681 : 602 : 517 : 438 14 : 8 : 7 : 6 : 5	1740 : 1440 : 1322 : 1145 : 1005 12 : 10 : 9 : 8 : 7
淨兜寺址	五層石塔	947 : 573 : 505 : 434 : ? 14 : 8 : 7 : 6 : ?	1080 : 974 : 877 : 795 : ? 11 : 10 : 9 : 8 : ?
弘濟洞	五層石塔	948 : 662 : 582 : 511 : 406 11 : 8 : 7 : 6 : 5	1717 : 1549 : 1305 : 1179 : 1044 11 : 10 : 9 : 8 : 7
竹山里	五層石塔	2061 : 955 : 885 : 759 : ? 17 : 8 : 7 : 6 : ?	2392 : 2027 : 1808 : 1489 : 1215 9 : 8 : 7 : 6 : 5

* ?는 塔一部分의 破損으로 因하여 實測不可能 하였음.

下臺甲石의 幅(單層基壇에서는 地臺石의 幅) 對 下臺甲石面에서 5층屋身의 上端까지 길이 比가 거의 1 : 2의 比를 나타내고 있다.

五層石塔의 各층의 屋蓋石 양끝을 연결하면 日직선⁽¹²⁾을 이루며 이것이 地面과 이루는 角度는 $81^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 로서, 三層石塔에서도 이 現象이 확인되어 모든 石塔의 共通의 造形上 特徵으로 보여진다.

4. 結 論

地上寫眞測量을 利用하여 6基의 五層石塔의 各部位 및 크기에 對한 實測값을 구하고, 造形比를 分析한 結果 다음과 같은 特徵들을 얻을 수 있었다.

첫째, 高麗時代 五層石塔의 2층以上 層間높이의 比는 8 : 7 : 6 : 5의 比例關係로 構成되어 있었다.

둘째, 屋蓋石幅의 變化比率는 9 : 8 : 7 : 6 : 5 또는 11 : 10 : 9 : 8 : 7의 比로서 等差級數의 造形比를 이룬다.

셋째, 下臺甲石의 幅 對 下臺甲石面에서 最上層屋身의 上端까지의 길이 比는 三層石塔에서는 4 : 5의 比를 나타내는 반면에 五層石塔에서는 1 : 2의 比를 나타내고 있다.

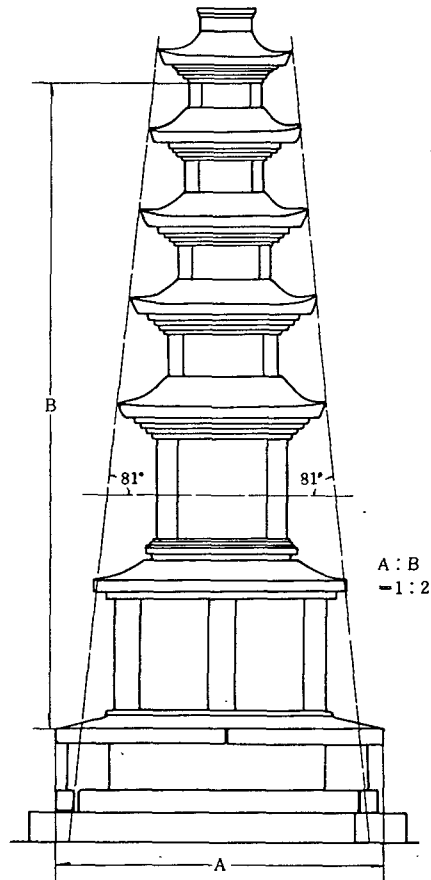


그림 3. 聖住寺址 五層石塔 造形圖

네째, 各層의 屋蓋石 양끝을 연결하면 地面과 약 81°의 一直線을 이룬다.

謝 辭

今番 石塔의 測定과 解析은 1983年度 現代-서울大工大 研究基金으로 遂行되었는 바, 그동안 協助하여 주신 文化財管理局과 現代그룹 峨山財團에 深甚한 謝意를 表하는 바이다.

參考文獻

1. 金正秀, “佛教建築計劃에 관한 研究”, 大韓建築學會誌, 20卷, 71號, 1976, pp. 2~8.
2. Atkinson, K. B., Development in Close Range Photogrammetry-1, Applied Science Pub., 1980, pp. 10~12.
3. 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.83~89.
4. 安哲浩, “地上實體寫眞機를 利用한 構造物의 測定과 解析”, 韓國測地學會誌, 2卷, 1號, 1984, pp.54~64.
5. 國寶寶物總覽 編纂委員會, 國寶寶物總覽, 1981, pp. 27~321.
6. 黃壽永, 韓國美術史全集(6), 同和出版社, 1974, pp. 141~163.
7. Wild, P-31 Universal Terrestrial Camera Instructions for Use, Wild Heerbrugg, 1980, p. 31.
8. Moffitt, F. H., Photogrammetry, Harper & Row, New York, 1980, pp. 37~40, pp. 542~543.
9. Wild, A-10 Autograph Instruction Manual, Wild Heerbrugg, 1970, pp. 20~22.
10. 尹張燮, “韓國의 營造尺度”, 大韓建築學會誌, 19卷, 63號, 1975, pp. 2~10.
11. 林永培, “韓國石塔建築의 造形漸移에 대한 研究(I)”, 大韓建築學會誌, 23卷, 87號, 1979, pp. 3~8.
12. 高裕燮, 韓國塔婆의 研究, 同和出版社, 1975.