

변설은 동일과정설에 패배한 완전한 오류의 이론이라기보다는 동일과정설과는 다른 시각에서 다른 과학적 증거를 채택하고 강조했던 지사학의 한 이론이라고 할 수 있다. 이러한 양자의 차이는 라이엘에 의해 철저히 배제되었던 자연신학의 형이상학을 자신의 과학연구의 동기로 삼았던 비클란드의 태도에 기인한다고 볼 수 있다.

自擊漏의 更點報時 시스템에 대하여

建國大 南 文 鉉

1. 序 論

自擊漏(一名 景漏閣漏)는 물時計에 報時人形을 쓴 報時裝置가 附加된 우리나라의 傳統的인 時間維持 및 報時器機의 하나였다. 이것은 自動報時裝置가 붙은 時計의 製作에 대한 世宗大王의 念願과 金墩, 金寶, 蔣英實을 비롯한 參與者들의 努力의 所産으로서 1434年(世宗 16年) 7月 1日부터 國家의 標準時計로 써오다가 壬辰倭亂中에 消失되었으며 이것의 原理와 構造는 記錄으로만 전해오고 있다. 1536年(中宗 31年) 6월에 完成되어 昌慶宮에서 쓰인 新自擊漏의 遺物(大播水壺 1個, 小播水壺 2個, 受水壺 2個와 浮籠 2個, 浮箭 1個 等이며 國寶 229號로 指定되어 現在 德壽宮에 保管)과 記錄을 參考하여 自擊漏의 構造와 機能을 一部나마 推定할 수 있다.

Rufus(1936)가 自擊漏를 人形時計(puppet clock)로 西方世界에 紹介한 以來 이것은 科學史, 天文學, 計測制御 分野에서 國內外的 學者들에 의해 體系的으로 研究되었다.

本 研究는 韓國의 傳統的 自動化 技術의 發掘을 위한 하나의 試圖로서 世宗 自擊漏의 自動報時裝置의 構造와 機能을 自動化 및 制御工學의 觀點에서 研究한 것이다. 著者는 이미 自擊漏의 原理와 機能을 밝혀내고 構造를 圖示의으로 復元한 바 있으며 本 論文은 先行研究[南, 1988]의 後續으로서 現在까지 構造와 機能이 完全히 밝혀지지 않았던 自擊漏의 更點報時裝置 가운데

核心部分인 更點機의 機能 및 動作을 研究한 것이다.

本 研究에서는 金墩의 報漏閣記와 金寶의 報漏閣銘并序(世宗莊憲大王實錄 卷 65; 17-32)의 記事를 바탕으로 시스템 接近法을 利用하여 機能을 分析하고 여기에 該當하는 機構들을 組合하여 復元하는 方法을 택하였으며 自擊漏의 特徵을 現代的인 觀點에서 考察하였다.

II. 更點시스템의 設計

II-1. 漏器와 浮箭

自擊漏의 基本 時間維持機構인 物時計 部分은 크고 작은 4個의 給水用 항아리(播水壺)와 2個의 測定用 항아리(受水壺)와 그 안에 띄운 竈대(浮箭)로 構成된 典型的인 浮漏(inflow clepsydra)이다. 一定하게 물이 흘러들면 測定항아리의 水位가 直線的으로 增加하는 現象을 利用하여 均一하게 눈금매긴 竈대를 float에 繫아 時間을 알아냈다.

물의 흐름을 調節하는 方式에 대해서는 記錄에 言及이 없어 overflow方式(Needham 등, 1986)이나 float-valve方式(南, 1985)이 쓰였을 것으로 推定할 뿐이다.

自擊漏의 機能은 12時(은 하루)를 連續測定하고, 經해진 時間 동안 밤시간을 測定해하도록 構造를 2元化(給水用 2個, 測定用 1個의 항아리가 1組를 이룸)한 것으로 밝혀졌다. 그러나 12時만은 連續的으로 測定해야 했으므로 物時計는 5更用과 交代로 사용했다.

밤시계의 竈대는 이웃한 2季節에 1個로 要約하여 年中 모두 12個를 썼다.

II-2. 方 木

5更과 每點을 順序에 따라 報時하려면 25個의 持續期間(time interval or duration)이 필요하다. 自擊漏에서는 受水壺 위에 네모진 나무[方(空)木]를 세우고 機構를 그 안에 設置하여 여닫을 수 있는 25個의 칸막이(隔)를 설치하고 25個의 구리공을 놓을 수 있게 하였다. 칸막이의 한쪽을 위로 밀었을 때 구리공이 通過할 수 있는 25개의 구멍(ball-rack)을 銅板에 뚫었다.

12個의 잣대(夜箭)의 눈금에 맞춰 칸막이와 구멍이 뚫린 銅板竅機를 12個 만든다.

II-3. 銅筒 및 鐵丸放出機構

斜置廣板을 지난 小丸은 報時裝置 안의 銅筒으로 굴러 들어간다. 이 銅筒은 길이가 8尺이며 쇠공을 담아 두는 2개의 칸막이 위에 비스듬히 가로로 設置한다.

쇠공을 담아두는 칸막이는 2개로서 첫칸에는 每更과 初點을 制御하는 5個의 쇠공을, 둘째칸에는 每更의 2, 3, 4, 5點을 制御하게 될 20個의 쇠공을 배열하고, 약간 기울게 하여 쇠공을 막고 있는 고리가 돌리면 쇠공이 구른다. 이것들의 構造는 機匙(지렛대)의 原理를 利用할 수 있도록 適切한 形態를 갖추었다. [南, 1988]. 銅筒 밑에는 25個의 구멍을 뚫고 구멍을 여닫을 수 있는 뚜껑을 設置하고 구멍 바로 밑에는 손갈모양의 機構(機匙)를 設置한다. 처음에는 모든 구멍을 열어 놓았다가 銅筒의 구멍으로 구리공이 떨어지면 機匙의 동근 쪽을 구리공이 누르게 되고 쇠공을 막고 있는 機構의 구부러진 끝이 돌리면서 쇠공은 구르게 되고 銅筒의 구멍은 닫혀 다음 구리공의 通路를 形成한다. 다음의 구멍도 같은 原理로 차례로 닫혀 구리공이 지나도록 한다.

II-4. 更點機

更點機는 報時裝置의 機能을 制御하고 驅動하는데 中樞의인 役割을 하는 機構로서 每更과 初點을 擔當하는 更機 및 初點機와 副更의 2, 3, 4, 및 5點을 擔當하는 點機로 構成된다.

곧, 更을 알리는데 5個의 機匙(손갈모양의 機構로서 지렛대의 役割을 한다)가 必要하며, 初點을 알리는데도 5個의 機匙가 필요하다. 한편 每更의 2, 3, 4 및 5點을 알리는 點機에도 역시 5個씩의 機匙가 必要하며 25點을 報時하는 데는 모두 25個의 機匙가 필요하지만 5個의 機匙만으로 反復되는 機能을 遂行하도록 하면 點을 알리는 데는 初點用 5個, 2, 3, 4 및 5點用 5個 모두 10個이다. 그림 1은 更點機의 모델이다.

III. 報時裝置의 構造

그림 2은 지금까지 復元한 圖面과 資料를 바탕으로 作成한 報時裝置의 構造이다. 原文에는 “무릇 모든 機械는 감춰져 있어 볼 수는 없고 보이는 것은 紗冒冠帶를 갖춘 나무 人形 뿐이다.”고 돼 있으나 本 研究에서는 理解를 돕기 위해 更點機에 관계된 內部構造를 透視하여 나타내었다.

本 研究에서는 가로 10尺, 세로 7尺 6寸, 높이 9尺(1周尺은 21 cm 정도)의 6面 構造物을 만들어 그 안에 機器들을 그림 8과 같이 配置하였다. 報時裝置를 受水壺와 接續할 때 最大높이 11尺(周尺)을 넘지 않도록 하였으며 첫수가 나타나 있지 않은 更點機는 최대 높이 6척 정도였다.

IV. 自動化시스템으로서의 自擊漏

“나무 人形을 만들어 時間에 따라 스스로 알리게 하고 사람의 힘을 빌리지 않도록 하였다.” [記: …制司辰本人隨時自報不假人力…]는 記事의 內容에서 自擊漏는 自動化된 報時시스템이었음을 알 수 있다. 時(time)는 測定된 持續期間(measured duration)이며, 自然의 周期的인 運行이나 人爲的인 timing device에서 2個 事件(event)間的 持續期間을 比較하여 測定한 時間(time interval)과 같은 概念이다. 自擊漏의 基本時間維持器인 물時計는 典型的인 液面制御시스템이다. 水位가 一定한 높이에 到達할 때마다 잣대가 結果를 記錄(event marking)할 수 있도록 “채워지면 기울여 뜨리는(fill-and-tip)” 機構를 設置하여 물의 흐름 곧, 時間의 經過를 셀 수 있는 單位(countable unit)로 바뀌 均一한 間隔으로 프로세스 驅動用 1次 信號를 發生시킨다. 이 信號는 增幅되어 豫定된 運動을 發生하도록 計劃된 處理裝置들을 制御하여 生物學的 오토메이톤의 팔꿈치(elbow)를 作動시킨다. 12時報時시스템에서는 鍾을 쳐 주는 機構에다 自動制御用 디바이스를 써서 報時人形을 上下로 運動시키는(jumping jack) 機構가 連動하여 聽覺과 時覺의 으로 每時의 始作과 持續을 거의 同時에 알린다 [南, 1988]. 이러한 機能을 가졌던 自擊漏는 오

늘날에 말하는 하나의 自動化 시스템이었다. 當時에는 理論보다는 實技(conrol practice)의 時代였으므로 오늘날의 自動化나 制御의 範疇에서 생각할 수는 없지만 오늘에 評價해도 매우 卓越한 工學 시스템의 하나임에는 틀림이 없다. 이것은 自動人形裝置(automata)의 神秘性和 一過性を 超越한 時間測定 및 報時 시스템으로서 精密技術의 極緻이며 時間測定史에 길이 빛날 記念碑的인 時計이다. 金敏이 序文에서 매우 正確하고 神秘롭고 東方에는 前에 없던 훌륭한 것[...參究儀象與天不差眞若鬼神守之者見者莫不駭嘆實吾東方前古所未有之盛制也...]이라 했으나 當時의 記錄인 諸家曆象集과 科學史의 研究로 이것의 源流가 밝혀지고 있다. 自擊漏는 元史에 記錄이 傳하는 大明殿燈漏에서 아이디어를 얻은 것

이 分明하며 이 燈漏는 現在 Antioch 과 Fez 에 남아 있는 al-Jazari(1206)의 것에서 影響을 받은 것으로 밝혀졌다. 公의 落下를利用하여 만든 15世紀 朝鮮의 自動報時裝置에는 Fez(모로코)에서 發生한 아이디어가 먼 길을 急速하게 (2世紀나 지나서지만) 달려와 漢陽(Seoul)에서 滿開했음은 前近代의 偉大한 文明 가운데 아이디어의 힘을 實感케 하는 좋은 본보기임에 틀림없다.

本 研究에서 살펴 본 報時시스템에서 公의 落下를 利用한 驅動方式은 아라비아 물時計에서 아이디어를 얻은 것이지만 그것들을 곧바로 模倣한 것은 아니었다. 앞으로 韓國과 中國(특히 元代)과 아라비아와의 交流에 대한 研究가 進陟됨에 따라 自擊漏의 科學技術史的 位置가 確立될 것으로 期待된다.