

# 陶土鑄造法の 實驗鑄造에 관한 연구

A Research on the Method of Casting Metal Movable Types  
from Porcelain Clay

金 聖 洙(Kim, Sung-Soo)\*

## ◁ 목 차 ▷

- |                      |                |
|----------------------|----------------|
| 1. 서론                | 4. 결론 및 차후의 과제 |
| 2. 도토주조법의 내용 및 정의    | <참고문헌>         |
| 3. 도토주조법의 실험 과정 및 방법 |                |

## < 초 록 >

이 논문은 陶土鑄造法에 관한 문헌(「厚生錄」)연구 및 그 주조의 방법과 실험을 통하여, 도토주조법의 실체를 論究하고, 興德寺字(「직지」활자)의 재현 가능성을 타진한 연구이다. 이 실험연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 「후생록」 주자조의 내용을 분석하여 도토주조법을 정의하였다.

둘째, 도토주조법의 작업과정을 7단계의 공정으로 나누고, 각 공정의 내용과 의미를 분석하였다. 분석 결과 도출된 여러 문제들은, 각수나 주물장의 금속활자 주조과정의 실제적인 기술적 노-하우(know-how) 및 요건들이 위 문헌의 기록에서 생략되었음을 파악하였다.

셋째, 도토판의 제작의 선행조건으로서 도토판 자체의 무균열성·成型性·耐火性·強度·通氣性·봉괴성 등이 우수하여야 함을 파악하였고, 이러한 선행조건을 만족시키기 위한 재료의 배합은 ‘황토분말 : 이암분말 : 고운 모래의 비율이 3 : 5 : 2’ 임을 규명하였다.

넷째, 금속활자를 주조하기 위해서는 동일한 재료의 上型(수틀)과 下型(암틀)의 주형(鑄型)이 반드시 구비되어야 비로소 활자의 주조가 가능함을 파악하였다. 또한 이 주형의 上部에 잔류하는 쇳물(무게·부피)에 의한 일정 이상의 압력이 가해져야만 비로소 완전한 금속활자의 주성이 가능함을 파악할 수 있었다.

다섯째, 금속활자의 주조는, 주형틀에 용해된 쇳물을 주입할 당시에 육면체 활자 모양의 주형이 개개 활자별로 이미 형성되어 있어야 하고, 이 때 여기에 각각 가지쇠와 탕도 등의 마련 작업이 함께 이루어져야 함을 파악하였다. 그리하여 도토주조법에 의한 興德寺字(「직지」활자)의 復原은 충분히 가능함을 확신할 수 있었다.

要語 : 도토주조법, 「후생록」, 鑄字條, 금속활자의 주조, 금속활자의 주형, 興德寺字의 복원

\* 청주대학교 인문대학 문화정보학부 문헌정보학전공 교수(muyokss@hanmail.net)

접수일: 2006년 5월 3일 최초심사일: 2006년 5월 4일 심사완료일: 2006년 6월 16일

<ABSTRACT>

This research reviews <Husaengnok(厚生錄)>, the book about the method of casting movable types from porcelain clay, and tests the possibility of reproducing Heungdoksaja (興德寺字; metal movable types of <Jikji(直指)>) with this method, by following the procedures and practices as described in this book.

Results from this research are as follows:

First, from <Husaengnok>, the items about the casting of movable types were analyzed to figure out the method and process of actually casting movable types from porcelain clay.

Second, seven steps of this method were defined, and the procedure and meanings of each step were analyzed. It was found that some major technical know-hows and requirements needed to follow in producing metal movable types were deliberately omitted in this book.

Third, from the experiment, it was found that porcelain clay plates should be resistant to cracks, fire, and crumbles, be strong, and ventilate well enough to form the mold. To meet these requirements, the proportion of ocher powder, powder of mudstone, and fine sands should be 3: 5: 2, respectively.

Fourth, it was revealed that to be able to cast metal movable types, both the molds of an internal frame and an external frame with the same material should be prepared. Also, found is that without sufficient pressures from the melt metals (caused by their weight and volumes) left on the upper part of the mold, it was not possible to cast the perfect form of metal movable types.

Fifth, to cast metal movable types, a hexahedral mold for the shape of each character should be formed before pouring melt metals into the mold, and other components such as 'kajisoe' and passage and should also be prepared at this stage. It was confirmed that by following these steps, Heungdoksaja (metal movable types of <Jikji>) could be reproduced with the method of casting metal movable types from porcelain clay.

Key words : The method of casting metal movable types from porcelain clay, <Husaengnok(厚生錄)>, The casting of metal movable types, The mold of metal movable types, Reproduction of Heungdoksaja (metal movable types of <Jikji(直指)>).

## 1. 서론

우리나라의 전통적인 금속활자 주조기법에는 鑄物砂鑄造法과 蜜蠟鑄造法 '陶土鑄造法'<sup>1)</sup> 등이 있다. 그 중 학계에 널리 알려진 주조방법은 주물사주조법<sup>2)</sup>이다. 밀랍주조법은 천혜봉 교수에 의하여 1980년에 고려말의 寺鑄印刷術<sup>3)</sup>로 주장된 이래, 1985년 <興德寺址>가 발굴되면서부터 「직지」의 주조법으로 부각되었다.<sup>4)</sup>

도토주조법은 김두중·천혜봉 교수에 의해 일찍이 소개된 바 있고,<sup>5)</sup> 근래에 남권희 교수와 황정하 학예연구사에 의해 각각 연구·논급되었다.<sup>6)</sup> 그런데 이 주조법에 대한 실제적인 試演 또는 실험적인 연구발표 등은 아직 시도된 바 없는 실정이다.

본고에서는, <청주대학교 학술연구소>가 수행하는 「한국 금속활자 주조 및 인쇄기술사 복원」 프로젝트와 관련하여, 도토주조법에 관한 문헌의 분석 및 그 주조의 방법에 대한 실험을 통하여 이 주조법의 실재를 論究하고, 아울러 도토주조법에 입각한 興德寺字(「직지」활자)의 주조 再現 및 復原 가능성을 打診해 보고자 한다.

- 1) '도토주조법'이라는 용어는, 「후생록」을 발굴한 남권희 교수의 저서에서 2002년부터 '陶土鑄造法'으로 命名되었다(南權熙, 「高麗時代 記錄文化 研究」(청주: 청주고인쇄박물관, 2002), 224-225.). 따라서 본 연구에서는 「후생록」의 첫 발견자인 남권희 교수의 견해를 존중하여, 이 주조법을 '도토주조법'이라 명명함.  
위 주조법의 명칭에 대하여 '單面鑄造法'이라고 명명한 경우도 있다(청주고인쇄박물관, 「直指와 金屬活字의 발자취」(청주: 청주고인쇄박물관, 2002), 333-334.).
- 2) 成俔(1439-1504)의 「慵齋叢話(1525 刊行)」에 '鑄字之法'으로 記錄되어 있음.
- 3) 천혜봉, 「羅麗印刷術의 研究」(서울: 경인문화사, 1980), 176-185.
- 4) 그러나 밀랍주조법은 실제 우리의 古記錄에서 전통적인 활자인쇄 방법으로써의 근거기록은 아직 찾아볼 수 없는 상황이다.
- 5) 「동국후생록」의 주조법에 대해서는,
  - ① 金斗鍾, 「韓國古印刷技術史」(서울: 탐구당, 1981), 348-351. 및
  - ② 千惠鳳, 「韓國典籍印刷史」(서울: 범우사, 1990), 358-359. 참조 요.
- 6) ① 南權熙, 「高麗時代 記錄文化 研究」(청주: 청주고인쇄박물관, 2002), 224-225.  
② 황정하, "고려시대 금속활자의 발명과 「직지」활자의 주조방법," 「書誌學研究」 제32집(2005. 12.), 481-512.

## 2. 도토구조법의 내용 및 정의

「東國厚生錄」<sup>7)</sup> 및 근래 <청주고인쇄박물관>이 소장한 「厚生錄」 下卷<sup>8)</sup>에는 민간에서 사용했던 철활자(쇠활자; 금속활자), 토활자, 토판, 목활자 등 인쇄와 관련된 활자 만드는 방법들이 소개되어 있다. 특히 「후생록」의 금속활자구조법은 「俗法鑄字」<sup>9)</sup>라 하여 이른바 민간에서 활자를 구조하는 방법으로 기록된 것으로 보아, 조선시대 15세기 초기(예컨대 1423년)<sup>10)</sup> 혹은 그 이전부터 18세기 초기

7) 1963년에 金然昌이 발표한 “東國厚生錄의 鑄字製造法”이라는 논고에서 「東國厚生錄」이 처음 소개되었다(金然昌, “東國厚生錄의 鑄字製造法,” 「考古美術」 第4卷 7號(通卷36號(韓國美術史學會, 1963), 13-14. 참고 요.).

8) 零本인 이 필사본은 남권희 교수에 의해 발굴되었으며, 크기: 15.6×22.2cm, 총 55장(張), 1장은 목록, 2장부터 본문의 내용이 수록되어 있다. 모두 109개 항목이 수록되어 있으며, 주자조에는 ‘鐵鑄字, 土鑄字, 土版, 木鑄字’ 등으로 수록되어 있다. 김연창 소장본의 제목은 ‘東國厚生(新)錄’이나, 이 책에는 ‘厚生錄’으로 표기되어 있다. 「후생록」 하권의 내용은 「동국후생록」과 약간의 차이를 보이며, 鑄字에 관한 한 「후생록」이 「동국후생록」보다 더 자세히 소개되어 있다. 「후생록」 鑄字條 土鑄字 사항에서, 李載恒(1672-1725)이 黃州兵營에 재직할 때의 기록을 언급하는 중 ‘土鑄字의 활자가 李道揆(이도규)의 집에 전한다’는 기록으로 보아, 「후생록」은 18세기 초기에 필사된 것으로 보인다.

9) ‘俗法鑄字’라는 용어는 물론 ‘正法(定法)鑄字: 鑄字之法’에 대비(對比; 對稱)되는 용어로 볼 수 있다. ‘정법주자’는 조선초기부터 관청(官廳)에서 금속활자의 구조에 사용되었던 ‘주물사구조법’을 의미한다고 볼 수 있을 것이다. 이런 의미에서 본다면, 俗法鑄字는 私鑄字의 개념이며, 正法鑄字는 官鑄字라고 볼 수 있다. 그렇다면, ‘속법주자’는 왜? 언제부터 민간에 대두(擡頭)된 것일까? 이것은 혹여 동전(銅錢; 葉錢) 등의 화폐구조 및 금속활자구조와 관련한 주물사구조법은 국가(官廳)에서 獨占하여 활용하고, 민간에서는 주물사구조법의 사용을 禁止한 이후에, 그 대체방법으로 민간에서 ‘속법주자’가 私事로써 대두하였던 것은 아닐까? 하는 강한 의구심을 불러일으킨다. 왜냐하면, 「朝鮮王朝實錄」 세종 5년(1423) 9월 16일(甲午)에, 호조(戶曹)에서 “‘동전(銅錢)은 중국의 역대에서 쓴 것이니, ..... 사사(私事)로써 구조(鑄造)하는 자(者)는 형률(刑律)에 의하여 죄(罪)를 과(科)하게 할 것입니다!’” 라고 하니, 그대로 따랐다”고 하여, 銅錢의 민간구조를 강력하게 <형법(刑法)>으로 금지(禁止)하고 있음을 파악할 수 있다. 이와 관련하여 관청에서 동전 구조를 위하여 ‘주물사구조법’을 독점적(獨占的)으로 활용하였다면 이 방법은 민간에서 아예 일절(一切) 사용하지 못하게 국가적으로 금지되었고, 민간에서는 금속활자 구조의 대체수단으로 도토구조법이 대두하였을 개연성(蓋然性)이 아주 크기 때문이다. 이러한 도토구조법은 1423년 이후 혹은 그 이전부터 금속활자 구조기술 중의 하나로 세상에 전승(傳承)되고 있었을 가능성 또한 배제할 수 없다. 이에 대한 추적연구는 차후의 과제로 미룬다.

10) 위의 각주 註文에 의거하여, 세종5년(1423) 9월을 기준으로 한 것임.

(1725년) 당시까지<sup>11)</sup> 민간에 綿綿히 傳承되어 온 ‘민간의 금속활자주조법’ 입을 짐작할 수 있다.

「후생록」鑄字條의 내용은 아래와 같다.<sup>12)</sup>

민간에서 활자를 만드는 방법(俗法鑄字)은, 陶土를 취하여 곱게 빻고, 이를 (물로 반죽하여) 四邊의 匡廓이 있는 목판 위에 고루 퍼지게 메운다. 이미 고르게 채워진 것(도토판)을 햇볕에 쬐어서 반쯤 건조되기를 기다린다. 얇은 종이(薄紙)에 필요한 만큼의 큰 글자와 작은 글자를 楷書로 쓰고, 밀랍을 녹여서 글씨 쓴 종이(도토판) 위에 덮어 붙을 수 있게 칠한다. 刻手로 하여금 글자를 陰刻으로 새기게 한다. 비로소 쇠를 녹이고, 국자(杓)를 사용하여 녹인 쇠물을 떠서 (글자가 음각된) 도토판 위에 붓는다(灌). 이 때 쇠물이 고루 퍼지도록(平鋪) 조처한다(務). 쇠물이 식어서 응고되기를 기다렸다가 이를 도토판(下板)에서 떼어내면, 이것이 곧 鐵鑄字(쇠활자; 금속활자)이다. 매 글자를 잘라내고, 이를 쇠솔(鐵刷子)을 사용하여 문지르고 다듬어서, 개개의 활자를 정결하게 한다(俗法鑄字 取陶土精細治之 填鋪木板上 而板四邊皆有匡廓. 填鋪既均 平曝之日中 待其半乾. 取薄紙楷書大小隨意 鎔蠟塗之 覆着板上. 令刻手爲陰刻既訖. 始鎔鐵 取汁用杓灌之板上 務令平鋪. 候冷凝合 脫下板上則 是爲鐵鑄字. 每字剪出 用鐵刷子磨治 箇箇精潔.).<sup>13)</sup>

이상의 내용으로 보아, 민간에서 도토판 등을 거꾸집(鑄型)으로 사용하고 기타 여러 공정을 통하여 금속활자를 주조하였음을 알 수 있다.<sup>14)</sup>

이제 위의 인용문헌을 요약하여 도토판주조법<sup>15)</sup>을 정의하면 아래와 같다.

- 11) 黃州兵營에 재직하였던 李載恒(1672-1725)의 沒年을 기준으로 한 것임.
- 12) <청주고인쇄박물관> 소장의 「후생록」과 김연창 소장의 「동국후생록」의 ‘鐵鑄字’조의 내용 비교에서, 남권희 교수의 조사에 의하면, 「동국후생록」에서의 첫줄에 나타나는 ‘鐵鑄’라는 단어가 「후생록」에서는 ‘俗法鑄字’로 나타나며(남권희, 「고려시대 기록문화 연구」, 224.), 그 나머지 문장은 大同小異하다. 따라서 위 본문의 인용문에서 「후생록」의 문장을 제시한다.
- 13) 「厚生錄」 卷之下 鑄字條. <청주고인쇄박물관> 소장본.
- 14) 밀랍주조법은 먼저 밀랍으로 어미자를 만들었으며, 주물사주조법은 나무(황양목 등)로 어미자를 만든 반면, 위 인용문의 주조방법에서는 어미자 없이 직접 도토판에 글자를 새겼음을 파악할 수 있다.
- 15) 물론 위의 「후생록」에서는 이 방법이 鐵活字를 주조하는 방법으로 나타나고 있으나, 鐵보다 용융점이 낮은 銅의 경우는 보다 용이하게 활자를 제작할 수 있을 것이다. 또한 이 방법은 민간에서 쇠를 녹여 금속활자를 제작하는 방법으로 제시되었기 때문에, 반드시 鐵活字라는 개념보다는 일반적인 쇠 즉 금속을 녹여서 민간에서 손쉽게 쇠활자를 만드는, 이른바 ‘민간의 금속활자 주조법’이라고 보아야 할 것이다.

‘도토주조법이란, 민간에서 금속활자를 만들기 위하여 도토를 반죽하여 광곽이 있는 목판 위에 고루 채워서 반쯤 건조시킨 뒤, 밀랍을 녹여 글씨 쓴 종이를 도토판에 덮어 붙이고, 각수로 하여금 글씨를 음각으로 새기게 한 다음, 여기에 녹인 쇳물을 붓고, 쇳물이 식으면 도토판 제거하고, 활자를 개별로 잘라내고 다듬어서 완성하는 방법’이라고 일단 정의할 수 있다.

위와 같은 도토주조법에 대한 지금까지의 견해를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 천혜봉 교수는 “이와 같이 찰흙에 글자를 움푹하게 새겨 부어낸 활자에서도 같은 글자의 모양이 서로 꼭 같지 않다. 다만 글자의 획이 아주 적은 것만 그 모양이 비슷할 뿐이다. 그렇지만 그 공정이 (위의) 寺刹鑄造方法(밀랍주조법)보다 훨씬 쉽고 비교적 가지런한 글자체의 활자를 만들 수 있었다”<sup>16)</sup>고 주장하고 있다. 즉, 이 주조방법은 같은 글자의 모양이 서로 같지 않은 특징을 지니며, 밀랍주조법보다 쉽고 간편하게 興德寺字의 제작 가능성을 示唆하고 있다.

둘째, 남권희 교수는 “이러한 주조법은 글자본을 쓸 때 같은 글자를 影寫하거나 臨寫 형식으로 닮게 쓴다면 같거나 비슷한 자양의 활자를 만들어 낼 수 있지만, 그렇지 않으면 같은 글자에 동일한 자형의 활자를 부어내기 어렵다. 그러나 고려의 寺鑄活字보다는 훨씬 정교한 모양의 활자를 부어낼 수 있다”<sup>17)</sup>는 견해를 피력하고 있다. 이 주장에서도 도토주조법은 같은 글자에 동일한 자형의 활자를 제작하기 어렵다는 특징 및 흥덕사자보다 정교한 활자제작의 가능성을 시사하고 있다.

셋째, 황정하 학예연구사는 “이 방법은 활자의 규격화에서 정교도는 떨어질 수 있으나, 어미자를 만들 필요가 없기 때문에 비교적 활자를 쉽게 만들 수 있는 장점이 있다. 쇳물을 녹여 부을 때 활자의 높이를 맞추기가 쉽지 않기 때문에 높이를 맞추기 위해 평평하게 깔리도록 주의했음을 알 수 있다. 그러나 활자를 조판할 때 印蠟(인쇄용 밀랍)을 사용한다면 활자면이 고르게 수평을 맞추는 데는 큰 어려움은 없었을 것으로 보인다. 도토를 이용하여 활자를 만들었을 경우 같은 글자의 모양이 서로 꼭 같지 않다. 다만 한 사람의 글씨체로 쓴다면 모양이 비슷할

16) 천혜봉, 『韓國典籍印刷史』(서울: 범우사, 1990), 358-359.

17) 남권희, 『고려시대 기록문화 연구』(청주: 청주고인쇄박물관, 2002), 225.

뿐이다. 따라서 한 장을 조판할 경우 같은 장에는 같은 글자의 모양이 나타나지 않는다. 물론 활자의 특성상 반복 사용해야 하므로 다른 장에서는 같은 모양의 활자가 있을 수 있다. 이 방법은 밀랍주조법 보다는 훨씬 쉬운 방법으로 비교적 가지런한 활자를 만들 수 있기 때문에 진일보한 방법으로 보아야 할 것이다”<sup>18)</sup>는 견해를 보이고 있다. 즉, 그는 도토주조법이야말로 밀랍주조법보다 훨씬 쉽게 흥덕사자를 제작할 수 있다는 가능성을 시사하고 있다고 볼 수 있다.

위와 같은 천혜봉·남권희 교수와 황정하 학예연구사의 세 견해를 종합하면, 도토주조법은 조선 후기 당시까지 민간에 전승되어 온 금속활자의 주조방법으로, 글자본을 쓸 때 같은 글자를 영사하거나 입사 형식으로 닳게 쓴다면 같거나 비슷한 자양의 활자를 만들어 낼 수 있지만, 그렇지 않으면 같은 글자에 동일 자형의 활자를 부어 내기 어렵다는 특징을 지니고 있다. 따라서 도토주조법에 의한 활자주조의 결과는 「직지」 인쇄의 특징과 흡사하다는 공통성을 시사하고 있다.

바로 위와 같은 도토주조법의 특징과 「직지」의 같은 張에 동일한 글자의 모양이 相異하다는 특징을 서로 비교하면, 「직지」를 인쇄한 興德寺字(「직지」활자)는 도토주조법 또는 그 흡사한 방법의 주조법을 활용하였을 개연성<sup>19)</sup>이 매우 농후하다고 볼 수 있다.

### 3. 도토주조법의 실험 과정 및 방법

도토주조법에 대한 효과적인 실험을 위하여, 먼저 「후생록」 등의 근거문헌에

- 
- 18) 황정하, “고려시대 금속활자의 발명과 「직지」 활자의 주조방법,” 『書誌學研究』 제32집 (2005. 12), 496-497.
- 19) 왜냐하면, 밀랍주조법은 삼국시대부터 銅鐘·佛像 등의 입체적인 제작에 요긴하게 사용되었지만 정작 그 기록이 남아있지 않을 뿐만 아니라 활자의 주조에 사용되었다는 기록은 현재까지 찾아볼 수 없다. 게다가 匠人 特有의 技術은 오로지 그 전수자에게만 口傳되어 전해져 온 것이므로, 1725년 당시까지 민간에 전승된 도토주조법의 원류는 오히려 고려 후기 이상으로 거슬러 올라 갈 수도 있기 때문이다.

대한 내용 검토 및 분석을 실시한 후, 제1차로 그 기록 자체(原文)에 충실한 試圖의(pilot) 실험을 통하여 발생하는 여러 문제점들을 導出하고자 한다.<sup>20)</sup> 그리고 제2차의 본격적인 실험에서는 제1차 실험에서 惹起된 문제점들을 해결하는 방법론을 취한다.

### 3.1 문헌의 분석

제2장에서 제시된 도토주조법의 원문을 내용별로 구분하여 이를 ‘도토주조 작업공정의 순서’로 삼고 순서대로 제시하면 다음과 같다.

- 1) 제1공정: 俗法鑄字<sup>21)</sup> 取陶土<sup>22)</sup>精細治之 填鋪木板上 而板四邊皆有匡郭 (민간에서 활자를 만드는 방법은, 도토를 취하여 곱게 빻아서 이를 (물로 반죽하여) 목판 위에 고루 퍼지게 메워 채운다. 이 때 목판의 사변에는 모두 광곽이 있다).
- 2) 제2공정: 填鋪既均 平曝之日中<sup>23)</sup> 待其半乾(이미 고르게 퍼 메워진 도토판을 햇볕에 쬐어서 반쯤 건조되기를 기다린다).
- 3) 제3공정: 取薄紙楷書大小隨意 鎔蠟塗之 罨着板上(얇은 종이에 필요한 만큼의 큰 글자와 작은 글자들을 해서로 쓰고, 밀랍을 녹여서 글씨 쓴 종이가 도토판에 덮여 붙게 칠한다).
- 4) 제4공정: 令刻手爲陰刻既訖(각수로 하여금 음각으로 새기게 한다).

20) 이 실험에 대한 근거문헌 내용의 검토·분석 및 제1차의 시도적 실험은 2005년 7월 및 11월 두 달의 8주 주말(금요일-일요일) 24일간에 걸쳐, 필자와 공동연구자인 임인호(금속 활자장; 중부무형문화재 101호) 전수조교(2004년 3월 20일, 문화재청 임명)에 의하여, 충북 괴산군 연풍면 원풍리에 소재하는 임인호 전수조교의 鑄字所에서 실시되었다.

21) ‘俗法鑄字’의 의미가 ‘私鑄字’라는 개념이라면, 이것은 官鑄字에 對比(對稱)되는 의미로 사용되었을 것이다.

22) 陶土(塗土; 泥土; 黃土) : 陶器의 재료가 되는 진흙(塗土).

23) 여기서의 ‘日中’은 ‘맑은 날’이라는 개념으로도 볼 수 있다. 도토를 햇볕에 직접 쬐어서 말릴 경우, 수분의 급격한 증발 등으로 인하여 도토판 전체의 균열 우려가 있으므로, 맑은 날 그늘에서 서서히 건조시키는 방안도 좋은 방법이 될 것이다.

- 5) 제5공정: 始鑄鐵 取汁用杓<sup>24)</sup>灌<sup>25)</sup>之板上 務<sup>26)</sup>令平鋪(비로소 쇠를 녹이고, 국자를 사용하여 녹인 쇠물을 떠서 도토판에 따라 붓는다. 이 때 쇠물이 고루 퍼지도록 조치한다).
- 6) 제6공정: 候冷凝合 脫下板上則 是爲鐵鑄字<sup>27)</sup>(쇠물이 식어서 응고되기를 기다렸다가, 이를 도토판에서 떼어내면 이것이 곧 쇠활자 이다).
- 7) 제7공정: 每字剪出 用鐵刷子磨治 箇箇精潔(매 글자들을 잘라내고, 쇠솔(鐵刷子)로 문지르고 다듬어서, 개개의 활자를 정결하게 한다).

위의 제1-7공정의 기록내용을 유심히 살펴 보면, 금속활자 구조에 있어서 기본적으로 요구되는 몇 가지의 조건들이 위 기록의 원문에서 누락(省略)되었거나 그 공정상의 문제점들을 내포하고 있음을 예측할 수 있다. 그 사항들은 아래와 같다.

첫째, 제5공정에서 쇠물을 녹여 음각된 도토판 위에 쏟아 붓기 이전에, 즉 제4공정 이후에 쇠물이 판 위에 흘러내린 뒤 그 쇠물이 고여 식으면서 응고될 수 있는 활자 높이(몸체)만큼의 쇠물을 가둘 수 있는 장치의 마련에 대한 방법론 및 그

- 24) 현재 사용되고 있는 小形의 도가니도 이에 포함된다고 볼 수 있다. 왜냐하면, 현재까지 입체적인 銅鐘이나 佛像을 제작하고 있는 전문제작소 등에서 사용하고 있는 주물용 주걱이나 쪽자(국자) 및 뜰채의 너비가 14-16.5cm에 이르고 있기 때문이다(국립중앙과학관 과학기술사연구실, 「겨레과학기술 조사연구(XII) - 청동종 주물기술 -」 국립중앙과학관 학술총서 43 (대전: 국립중앙과학관, 2004), 101, 145-146.).
- 25) 灌: 물대다, 따르다, 붓다, 흘러들어가다. 즉, '灌之板上'에서의 '灌'이라는 용어를 사용하고 있음을 보면, '어떤 통로를 통하여 흘러들어가게 쇠물을 부었다'는 느낌을 가지게 하는 문구로 볼 수 있다. 그러나 이 문제는 너무 자의적(恣意的)인 해석으로 흐를 수 있는 변수가 많으므로, 더 이상의 해석에 관한 시도는 지금은 지양(止揚)해야 한다.
- 26) 務: 힘쓰다. 힘써 하다, 힘쓰게 하다, 권장하다.
- 27) 여기서의 '鐵活字'라는 개념은 아마도 일반적인 금속 즉 '당시 대장간에서 일반적으로 녹이는 쇠' 또는 '조선초기부터 동활자를 주조하는데 사용되었던 銅이 주성분이었던 금속'을 총칭하여 지칭한 것으로 보인다. 왜냐하면, 이 '철활자' 항목 다음에 陶活字 등의 흙활자를 지칭하는 것으로 보이는 '土鑄字', 그리고 도판에 글씨를 양각으로 새겨 인출한 방법을 서술한 '土版', 및 '목활자(木鑄字)'를 소개하고 있는 것으로 보아, 흙활자나 도판인쇄의 방법에 대비되는 쇠(금속)로 만드는 활자(쇠활자) 즉 금속활자의 개념으로써의 '鐵活字'라는 용어를 선택한 것으로 보이기 때문이다.

수단에 대한 기록이 누락되어 있음을 알 수 있다.<sup>28)</sup> 왜냐하면, 활자의 몸체가 없으면 육면체의 활자 주성이 불가능하기 때문이다.

‘과연 위와 같은 방법론 등이 기록의 원문에서 누락되었는가?’에 대한 의문을 풀기 위하여 「후생록」 주자조의 다른 기록들을 살펴보았다. 그 결과, ‘목주자(木活字)’의 기록을 보면,

近法 木鑄字 用烏桕木 墨栝木 及 梨樹木 華陽木等 刻成之<sup>29)</sup>

라 하여, ‘목활자는 오비목·목시목·이수목·화양목 등을 사용하여 그것을 새겨 완성한다’라고만 기록되어 있다. 그리하여 이 기록에는 그 새김(刻)의 방법론 즉, 陽刻으로 새기는지? 또는 陰刻으로 새기는지?에 대한 새김의 기술적인 방법론에 대한 사항의 언급이 없음을 알 수 있다. 周知하는 바와 같이, ‘목활자 새김(刻) 때에는, 종이에 글자본을 써서 이것을 목판 또는 목활자의 재료 위에 뒤집어 붙이고, 각수가 붙인 종이 위에서 양각 즉 글씨를 거꾸로 새겨서 완성한다’는 것이 그 상세기록이라 할 수 있다. 따라서 「후생록」의 기록에서는 각수나 鑄物匠의 실제 금속활자 주조의 작업과정에서 구체적으로 시행되어야 하는 技術的인 방법론(know-how) 및 상세사항들이 그 원문에서 모두 누락되어 있다는 점을 類推할 수 있다.

요컨대 위 제4공정과 제5공정 사이에 도톰판의 사변에 활자높이 만큼의 쇳물이 가두어지는 별도장치의 마련 등에 대한 사항, 즉 활자의 높이를 마련할 수 있는 장치에 대한 기술적인 방법에 대한 상세기록이 반드시 첨가되어야 함을

28) 왜냐하면, 제7공정에서의 기록으로 보면 ‘매 글자들을 잘라낸다’는 의미는 ‘주물사주조법 및 밀랍주조법에서의 가지쇠 굵기 정도를 활자에서 잘라낸다’는 개념이 먼저 연상된다. 그러나 ‘많은 글씨가 양각으로 나타나 있는 주물의 通版에서 개개 글자를 잘라낸다’는 의미로도 해석하여 보면, 활자 높이만큼의 쇳물을 가둘 수 있는 장치가 쇳물을 붓기 이전에 당연히 마련되어 있어야 하기 때문이다. 따라서 위의 공정에서 금속활자의 높이 즉 활자의 몸체를 만들 수 있는 장치 내지는 그 방법론이 전혀 記述되어 있지 않다는 점을 파악하였다.

29) 남권희, 「고려시대 기록문화 연구」, 225.에서 재인용.

확인하였다. 이후 활자의 높이(몸체)를 마련하는 공정을 ‘제4.1공정’이라고 지칭한다.

둘째, 제4공정인 ‘尙刻手 爲陰刻既訖’는 사항에 대하여 다음과 같이 논의할 수 있다. 즉, 이 때 각수가 음각으로 글자를 새기는 아랫면(低部) 획의 평면은 금속활자가 鑄成된 후 인쇄 당시에, 그 활자면 획의 평면 폭 위에 留着된 먹(墨)이 종이에 투과됨으로써 인쇄된다. 그렇기 때문에 이 공정의 음각 당시부터 글씨 획 저부의 평면(획의 폭)이 수평을 유지할 수 있도록, 각수의 고도로 숙련된 기술적 노-하수가 수반되어야 한다는 사항에 대한 상세한 내용이 생략되어 있음을 알 수 있다.<sup>30)</sup> 또한, 각수의 음각 때 글씨 획 아랫(底部) 면의 수평을 유지하도록 새기기가 여간 어렵지 않을 것이라는 문제점이 내포되어 있다.<sup>31)</sup>

셋째, 위 제5공정인 ‘始鑄鐵 取汁用杓 灌之板上 務令平鋪’ 중 ‘..... 拭물이 고루 퍼지도록 조치한다’는 사항에 대한 구체적인 방법이 누락되어 있음을 알 수 있다. 다시 말하여, ‘拭물을 도토판 위에 쏟아 부었을 때, 어떻게 하면 고루 퍼져서 주조된 활자들이 깔끔하게 처리될 수 있는가?’ 하는 구체적이고 기술적인 방법론이 명시되어 있지 않다<sup>32)</sup>는 점을 지적할 수 있다.

30) 왜냐하면, 碑文 음각의 사례에서 알 수 있는 바와 같이, 음각의 새김에서는 글씨의 획이 역마름모의 형태 또는 획의 중앙부분으로 둥글게 파 들어가야 하기 때문에, 여기에 拭물을 부어서 활자가 주조된다면 활자면의 윗면이 둥글고 傾斜지게 주성되므로, 이렇게 둥글게 주성된 활자의 上面에는 유연묵(잉크)이 머무르고 붙어있을(留着) 수 없기 때문에 그 최종 인쇄가 불가능하다.

31) 그 밖의 문제점으로 문헌의 제2공정과 관련하여 보면, 도토판이 반쯤 건조되었을 때 음각하는 것으로 나타나고 있으나, 실제로 각수가 음각을 할 때에는 도토판이 완전 건조되지 않고는 그 새김이 불가능함을 파악할 수 있었다. 도토판이 半乾燥되었을 때에는, 도토판에 木活字를 눌러 찍기가 가장 용이하다. 따라서 ‘제2공정을 존중하고, 제4공정에서 각수가 도토판에 음각으로 글자가 완성도록 조치하는 방법은, 결국 반건조된 도토판에 목활자를 눌러 찍은 결과를 의미하는 것은 아닌가?’ 하는 강한 의구심을 불러일으키게 만들었다. 그러나 이 의구심은 위 공정의 내용을 빚나가는 추측에 불과할 것이라고 판단하여, 제2공정의 도토판의 반건조된 상태에 관한 사항은 더 이상의 문제로 삼지 않고 그냥 지나가기로 하였다.

32) 무릇 拭물을 어떤 용기에 부었을 때, 拭물 자체가 지니는 표면장력으로 인하여, 그 윗면이 둥근 현상을 초래하거나, 또는 拭물이 물방울처럼 각각 뭉치면서 흩어지기 마련이다. 이러한 현상들을 방지하기 위하여, 拭물을 주형에 붓고 난 뒤에 곧바로 그 위를 나무판으로

넷째, 제7공정에서 ‘每字剪出’의 사항에서 매 활자를 어떻게 잘라낸다는 것인가?에 대한 상세한 언급이 없다. 즉, 활자에 붙어있는 가지쇠 정도만을 잘라낸다는 것인가? 아니면 각 글자에 대한 가로·세로를 전부 잘라내어 활자를 완성한다는 것인가? 의 여부에 대한 언급이 없다.<sup>33)</sup>

위와 같은 셋째까지의 세 가지 문제점을 해결하고 제6공정까지 작업이 진행된다면, 볼록(凸) 구조된 통판 상태의 活字群이 조성될 것으로 보인다. 그리고 제7공정에서 개개 글자별로 잘라내고 각 활자들을 다듬는다면 개개 활자가 완성될 수 있을 것으로 보인다.<sup>34)</sup> 왜냐하면, 이 방법을 취하지 않고는 원문의 기록에

덜어서 누르는 방법을 취하거나, 또는 도톰과 동일한 성분의 흙으로 제작된 이른바 수틀을 동원하여 조처함으로써, 쇳물이 육면체의 갇힌 공간에 흘러 들어가면서 그 공간을 쇳물로 가득 채워지지 않고는 결과적으로 육면체의 금속활자 또는 通版 형태의 활자군 주물 구조를 기대할 수 없다.

33) 게다가 위 본문에서 지적한 바와 같이, 위의 공정에서는 활자 몸체의 제작에 대한 언급조차 없기 때문에, 가지쇠에 대한 문제를 언급하려면 몸체의 제작에 관한 기록이 선행되어야 하기 때문이다. 따라서 이미 완성되어 있어야 하는 가지쇠를 잘라낸다는 의미로 해석하기에는 너무나 큰 무리가 따르므로 본 실험에서는 이 문제를 더 이상 거론치 않고 그냥 지나가기로 하였다. 그러나 이 문제는 차후의 연구에서는 반드시 검증되어야 할 과제 중의 하나이다.

34) 위의 문헌분석에서 필자는 상당한 혼란을 겪었다. 왜냐하면, 주물사구조법이나 밀랍구조법에서는 개개 활자의 육면체 주형이 이미 만들어진 상태에서 쇳물을 붓고, 쇳물이 주형 속에서 식어서 활자가 구조되어 나오는 순간에 활자가 이미 완성(鑄成)되어 있는 모습 그 자체를 ‘활자의 구조’라는 개념으로 정의할 수 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 위의 공정은, 구조 공정의 거의 마지막 단계에서 통판 상태의 주물에서 매 글자를 활자의 모양으로 잘라내어 만들고, 또한 이것을 숫돌 등에 鍊磨 등의 공정을 거쳐 개개 활자를 완성한다는 점은 아무래도 낯설고 어색하였기 때문이다.

그런데 위와 같이 조성된 활자를 숫돌 등에 갈아서 글자의 면을 완성한다고 하면, 많이 연마하면 그 글자의 획이 굵어지고, 또한 적게 연마하면 그 획이 상대적으로 가늘어지는 결과로 인하여, 최초의 글자본에 대한 再現率과 精度率은 현저하게 떨어질 수밖에 없다. 그리하여 심지어 ‘이런 과정을 거친 활자의 구조를 과연 활자라고 할 수 있는가?’ 하는 의구심마저 들었다. 그렇지만 도토구조법은 민간에서 금속활자를 구조하는 이른바 俗法이기 때문에 官鑄의 주물사구조법이나 또는 밀랍구조법과는 전혀 판이(判異)한 또 다른 구조법이라고 이해할 수도 있다. 그러나 가로×세로×높이가 15×15×7mm 정도 또는 그 미만인 활자를 각 글자의 획을 다치지 않고 또한 옆 활자의 글자 획 또한 피해를 주지 않고 개개의 활자를 정교하게 잘라낸다는 일은 여간 어렵지 않다. 게다가 활자를 자르는데 소요되는 시간이 활자의 구조시간보다 더 많이 소요된다면 그 경제성이 상실된다고 밖에 볼 수 없다.

충실한 실험을 진행할 수 없기 때문이다.

여하튼, 위 7단계 공정에는 기록상의 누락된 사항이 여러 군데 발견되었고, 그 공정을 실제로 수행되는 단계에서 예상되는 많은 문제점과 난관에 봉착하리라는 점을 예측할 수 있다.

### 3.2 제1차 실험

제1절에서 제시된 도토주조법에 대한 문헌상의 7단계 작업공정의 내용을 엄격하고 충실하게 지키면서 그 시험적 실험을 여러 차례 시도하며, 각 실험에서의 실패 요인을 각각 분석하면서 거듭하여 그 개선책을 찾아보는 실험을 실시하였다. 그 결과, 본격적인 실험단계에서 심각하게 야기될 여러 문제점들이 실제로 노출되었다. 그 내용을 논술하면 아래와 같다.

첫째, 제1절의 도토주조 제1공정에서 鑄型 즉 거푸집이 되는 도토(흙)를 선정하기 위하여, 청주 <興德寺址> 주변 및 가까운 거리<sup>35)</sup>에서부터 채취할 수 있는 黃土·高嶺土·粘土를 비롯하여 내열성이 강한 白磁를 제작하는 白土까지 모두 5종의 재료를 선정하고,<sup>36)</sup> 이들을 곱게 빻고 整備한 후, 이것을 물로 반죽하였

따라서 금속활자는 활자의 주조 당시에 이미 육면체의 활자가 이미 완성(鑄成)되어 있어야 비로소 그 활자의 효율성을 지닐 수 있다는 점을看過하여서는 아니 될 것이다.

35) 흥덕사에서 반경20km 이내, 즉 걸어서 한 나절에 도착할 수 있는 거리 범위로 설정하였다.

36) ㉠ 실험재료A: 고령토; ㉡ 청원군 강외면 봉산리 345-1번지 일대(고령토 노천 광산 120만평 중). ㉢ 고령토의 성분 분석; 아래 <별표>의 샘플A의 데이터 참조.

㉣ 실험재료B: 백토1; ㉤ 청주시 흥덕구 산업공단 내, <대농> 부지 중 구석기 유물 출토지의 백토(地表에서 450cm 정도의 지점 분포), ㉥ 백토1의 성분 분석; 아래 <별표>의 샘플B의 데이터 참조.

㉦ 실험재료C: 백토2; ㉧ 경북 문경시 갈평리 <관음요>(8代째 전승되는 전통적인 도자기 가마)에서 백자기의 재료로 배합 사용하는 균열 백토 중 일부, ㉨ 백토2의 성분 분석; 아래 <별표>의 샘플C의 데이터 참조.

㉩ 실험재료D: 백토3; ㉪ 경북 문경시 갈평리 <관음요>에서 백자기의 재료로 배합 사용하는 무균열 백토 중 일부, ㉫ 백토3의 성분 분석; 아래 <별표>의 샘플D의 데이터 참조.

㉬ 실험재료E: 황토1; ㉭ 흥덕사 경내 인접 인공폭포 옆 신도로 착공시 도로부지 절개 구릉지 소재 황토(2005년 12월) 채취, ㉮ 황토1의 성분 분석; 사전 예비실험 때 주물을 받아낼 수 있는 재료가 아니라고 판단되어, 그 성분분석 보류함.

다. 또한 그 재료의 성분분석은 ‘한국기초과학지원연구원’ 서울센터에 의뢰하였다.<sup>37)</sup> 그리고 위 제1-4공정까지의 작업을 완료하고, 제5공정에 대한 실험을 실시하였다.

위에서 준비된 5종 재료의 도토판에 각각 쇳물(용해된 구리 등의 액체: 이하 ‘쇳물’이라 약칭함)을 부어 본 결과, 쇳물이 5종의 도토판에서 모두 물방물처럼 뭉치면서 각각 흠어지는 현상을 초래하였다.<sup>38)</sup> 이른바 제작된 도토판의 흠 재료가 쇳물을 받아내지 못하는 현상을 보인 것이다.

위와 같은 현상을 방지하기 위해서는, 용해된 쇳물을 받아낼 수 있는 흠들을 먼저 찾아내고, 이들 흠을 적절한 비율로 혼합(配合)하거나 가공하는 등의 여러 조치를 취하여야 하는 과제가 남아 있다.<sup>39)</sup>

둘째, 제1절의 도톰주조 제3공정인 ‘取薄紙楷書大小隨意 鎔蠟塗之 覆着板上’의 공정작업 중 ‘녹인 밀랍으로 글씨 쓴 종이를 도톰판에 부착하는 방법’이 그리 쉽지는 않으며, 또한 종이를 도톰판에 녹여 붙일 때 반드시 덮어 붙인 상태이어야 하고, 종이 윗면에서 음각으로 새겨야 비로소 주조 때에 그 음각의 文樣 속에 쇳물이 흘러 들어감으로써, 글씨의 모양이 거꾸로 나타나는 양각의 금속활자가

<별표> 도톰재료의 성분 분석

Sample	Al2O3	CaO	Fe2O3*	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SiO2	TiO2	L.O.I	total
A	17.24	0.46	4.38	2.57	0.96	0.02	0.56	0.08	67.41	0.89	5.36	99.03
B	19.42	0.55	3.44	2.71	1.36	0.02	1.19	0.04	64.12	0.88	6.07	99.80
C	23.72	2.80	1.37	1.45	0.52	0.01	1.18	0.01	62.38	0.20	6.18	99.81
D	21.85	0.56	0.53	3.21	0.24	0.02	0.56	0.04	66.89	0.13	5.87	99.89

Unit : wt% Fe2O3\* : Total Fe L.O.I: loss on ignition

- 37) 상기 한국기초과학지원연구원 서울센터(Tel: 02-920-0727)에 각 실험재료의 성분분석 의뢰 결과는 2005.12.23.에 이-메일로 그 결과를 통보받았음. 각 재료의 성분 비율은 위의 각주에 기재됨.
- 38) 이 때 부분적으로는 쇳물이 도톰판 위에서 ‘탁탁’ 소리를 내며 튀고 터지는(소형의 폭발) 현상도 보였다. 이러한 현상을 방지하기 위해서는, 쇳물을 도톰판에 붓기 전에 도톰판을 미리 예열함으로써 쇳물과 도톰판의 온도 차이를 극복하는 방안 또한 강구되어야 함을 알 수 있었다.
- 39) 그리하여 쇳물을 받아낼 수 있는 도톰의 재료인 각종 흠들을 찾기 위한 노력과 그 실험적 조제(흠의 배합) 등은 임인호 전수조교에 의하여 2005년 7월말부터 2006년 2월초까지 약 7개월 동안 지속되면서 그 시행착오를 되풀이하여야 하였다.

주조될 수 있음을 파악하였다.

셋째, 위의 제4공정인 ‘승刻手爲陰刻既訖’ 공정에서, 글자의 아랫면(低部)의 모양이 명확하고 수평을 유지하게 음각하여야 함을 실제로 파악하였다.<sup>40)</sup>

넷째, 위 제4공정과 5공정 사이에, 즉 쇳물을 음각된 도토 위에 쏟아 붓기 이전에, 금속활자의 높이 즉 활자의 몸체를 만들 수 있는 장치 내지는 그 방법론의 추가공정이 반드시 삽입되어야 비로소 활자의 주조가 가능함을 예측하였다.<sup>41)</sup>

위의 문제에 대한 해결방안을 위하여 여러 방법론을 시도해 본 결과, 활자 주조를 위한 쇳물이 육면체의 공간 속에 흘러들어가서 응고된 후 금속활자가 온전하게 주조되기 위해서는, 그 주형의 형태는 결국 글씨가 이미 양각으로 새겨진 목활자를 도토판에 활자의 높이만큼 눌러 찍은 결과에 의하여 생성된 육면체 하단의 글씨 면 및 활자 높이만큼의 깊이가 존재해야만 비로소 쇳물을 부을 수 있는 주형의 제작이 가능함을 확인하였다.

다섯째, 위 제5공정의 ‘도토판 위에 쇳물을 부을 때 쇳물이 평평하게 고루 퍼져서 깔리도록 조치를 한다’는 사항에 대한 그 구체적인 방안이 수립되어야 함을 확인할 수 있다. 즉, ‘쇳물을 부을 때, 어떻게 하면 쇳물이 고루 퍼져서 주조된 활자의 면이 깔끔하게 처리되고 아울러 활자의 뒷면이 평평하게 주조될 수 있는가?’ 하는 구체적이고 기술적인 방법론이 제시되어야 함을 알 수 있었다.<sup>42)</sup>

40) 왜냐하면, 제7공정에서 잘라내는 활자의 글씨 면을 숫돌 등에 연마하는 방법을 사용하더라도, 작업의 끝마무리 수준으로 최소한으로 문질러서 나타나는 글자의 획이 최초 글자본의 모양과 꼭 같게 재현되어야만 비로소 최후의 인쇄 상태가 양호하기 때문일 것이라고 예측하였다.

41) 그리하여, 위 문제의 해결책의 하나로써, 도토판에 실제 「직지」 활자면 보다 조금 더 큰 가로×세로가 13×13밀리미터(mm) 정도의 네모 칸을 만들고, 여기서 5밀리미터 정도의 활자 높이를 조각칼로 판 후, 이 공간의 아랫면에 활자 글씨 획의 깊이가 1-1.5밀리미터 정도 될 수 있도록 글씨의 음각 새김을 시도하여 보았다. 그 결과, 인간의 능력으로서는 도토판 하단의 밑면(底面)에서 각 글씨의 활자면이 수평을 유지하게 하여 결과적으로 인쇄면이 명확하게 나올 수 있도록 그 새김을 완료하기가 거의 불가능함을 알 수 있었다.

42) 왜냐하면, 실제로 도토판에 쇳물을 부었을 때, 쇳물을 주형에 붓고 난 뒤에 곧바로 그 위를 나무판으로 덮어서 누르는 등의 방법을 취하거나, 또는 도토판과 동일한 성분의 흙으로 제작된 상형(上型: 수틀)을 동원하여 조치하여 보았다. 그러나 쇳물 그 자체가 지니는 표면장력으로 인하여, 그 뒷면이 둥근 현상을 초래하거나, 쇳물이 물방울처럼 각각 뭉치는

### 3.3 제2차 실험

위 제1차의 시도적(pilot) 실험의 결과, 도토주조법에 대한 이론적 측면과 내용상의 상세사항이 누락되어 있음을 파악하였다. 그리하여 원문 기록상의 기술적인 방법론에 대한 생략으로 인하여 야기된 여러 문제점들을 해결하기 위하여, 다음과 같은 몇 가지의 해결책을 모색하면서 제2차의 본격적인 실험에 착수하였다.<sup>43)</sup> 이 실험의 상세한 과정 및 내용을 각 공정별로 구분하여 서술하면 아래와 같다.

#### 3.3.1 제1공정: 도토판 제작의 전제조건 및 재료 배합의 문제

먼저 쇳물을 무난히 포용할 수 있는 도토판의 재료 즉, 도토판을 제작할 때 구리의 용융점인 1,082℃ 이상으로 용해된 쇳물을 건달 수 있는 적합한 재료의 흠들을 찾아내고, 그 재료들의 적당한 배합비율을 파악하는 일이 급선무였다. 제1차 실험에서의 7개월간 각종 재료에 대한 시행착오적 조사 끝에, 도토판 제작에는 다음과 같은 선행 조건(특성)들이 완비되어야 함을 파악하였다.

- 1) 각종 흠을 배합하여 물에 반죽하여 평평한 판으로 제작하여 건조시킬 때 균열이 가지 않아야 비로소 음각이 가능함을 알 수 있었다. 따라서 반죽된 도토판의 무균열성(無龜裂性)이 가장 먼저 전제되어야 함을 파악하였다.
- 2) 위 1)의 사항에서 완비된 도토판에 글자를 음각할 때, 각 글자의 획이 깨어지지 않고 그 새김이 완전하여야 하는 이른바 성형성(成型性)이 우수하여야 함을 알 수 있었다. 즉, 도토 자체가 주형이 되어야 하기 때문에 주형 자체의

현상을 초래하였고, 간혹 그 상면이 움푹하게 꺼지는 현상도 나타났다. 이러한 현상들을 방지하기 위해서는, 쇳물이 육면체의 갇힌 공간에 흘러 들어가면서 그 공간을 쇳물로 가득 채워지지 않고는 결과적으로 육면체의 금속활자 또는 활자군의 주조를 기대할 수 없음을 알았다.

43) 도토주조법의 원문분석 및 제1차 실험결과에 입각한 제2차의 본격적인 실험 주조는, 임인호 전수조교의 주자소에서 2006년 1월 4일부터 2006년 3월 27일까지 약 3개월 동안 실시되었다.

성형이 완전하여야 비로소 용해된 쇳물이 음각된 주형의 공간 속에 완전히 채워짐으로써 서사된 글자의 모양이 재현(再現)될 수 있음을 파악하였다. 이와 동시에 도토판에 쇳물을 부었을 때 그 주형이 약 1100℃ 이상의 쇳물에 견딜 수 있는 이른바 **내화성(耐火性)**이 수반되어야 뿐만 아니라 글씨 획의 성형이 쇳물에도 녹아내리거나 변형되지 않는 충분한 **강도(強度)**의 유지가 요구됨을 알 수 있었다.

- 3) 위 2)사항에서의 도토판 주형에 쇳물을 부었을 때, 이 때 발생하는 가스(gas)가 도토판 주형 속에서 상하좌우로 고루 분산되어 빠져 나갈 수 있도록, 도토판 자체의 **통기성(通氣性)**이 우수하여야 함을 파악하였다.
- 4) 위 3)의 사항에서, 주형이 되는 도토판에 쇳물이 부어지고 응고되면서 냉각된 후, 도토판 자체의 **붕괴성(崩壞性)**이 우수하여야 비로소 주조된 활자를 추출하기가 용이함을 알 수 있었다.
- 5) 위 4)의 사항에서 쇳물이 부어질 때 활자면의 각 글씨의 획 부분에 쇳물이 잘 스며들어야 할 뿐만 아니라 도토판에 형성된 주형과 응고된 주물의 **분리성(分離性)**이 우수하여야 또한 좋은 금속활자의 제작이 가능함을 파악하였다.<sup>44)</sup>

위와 같이 도토판을 제작할 때 위 다섯 가지의 특성 중 네 번째 사항까지 즉, 무균열성·성형성·내화성·강도·통기성·붕괴성이 우수한 도토의 재료(흙)들을 각각 찾아내고, 그 재료들을 적당하게 배합하는 일이 매우 중요함을 파악하였다. 그리하여 임인호 전수조교에 의하여 7개월여 동안, ‘어떤 재료들을 배합하면 위 여섯 가지의 전제조건 충족시킬 수 있을 것인가?’ 하는 과제에 대한 수많은 흙의 선택과 거듭된 시행착오를 통하여, 도토 중의 황토와 이암(泥巖)분말과 고운 모래를 적절하게 배합하는 것이 가장 효율적인 방법임을 알아낼 수 있었다. 그

44) 이 경우 쇳물을 도토판에 붓기 전에 도토판의 음각된 글씨 부분에 미리 미세한 그을음을 입힘으로써, 이 그을음이 쇳물과 도토판에서 형성된 활자의 육면체 주형 사이에서 주성과 정 중, 금속과 도토판 사이에서 경계의 역할을 담당하도록 조치하는 방안으로 가장 효율적임을 파악하였다.

결과 ‘황토분말 : 이암분말 : 고운 모래의 배합비율이 3 : 5 : 2’일 때, 위 여섯 가지의 특성을 모두 유지함과 동시에 찻물을 도토판에 부었을 때 비로소 용해된 찻물과 도토판과의 융화(融和)가 잘 이루어짐으로써 금속활자의 주조가 원활하고 가능성을 파악하였다.<sup>45)</sup>

요컨대 도토티조법에 의한 활자주조에 있어서의 도토티판의 제작을 위한 흙 재료의 선택 및 그 배합비율을 찾아내는 실험작업은 일단 성공하였다.<sup>46)</sup>

### 3.3.2 제4공정: 각수의 음각 때 활자면의 수평유지를 위한 처리 문제

제1차 실험의 제4공정인 ‘令刻手爲陰刻既訖’에서 발생된 문제를 해결하기 위하여, 임인호 전수조교에 의하여, 활자면이 어느 정도의 수평을 유지하는 단계까지 그 음각이 가능하였으나 그 완벽을 기하기는 여전히 어려운 문제로 남아 있다.<sup>47)</sup> 실제로 임인호 전수조교의 이 공정에 대한 반복되는 작업과정을 세밀하게 관찰해 보면, 그 음각처리에서 활자면의 글자 획을 명확하게 하면서 엄정한 수평을 유지하도록 새기는 데에는 상당한 어려움과 작업시간이 소요되고 있다. 이러한 수평유지의 문제와 더불어, 제5공정에서 실시하는 찻물의 효과적인 주입을 위한 음각 경사면의 처리 문제 등은 더욱 어렵고 많은 작업시간<sup>48)</sup>이 소요되는 일임을 확인할 수 있었다.

45) 이와 같은 배합의 다른 비율 및 또 다른 재료에 대한 선택과 시험은 차기 연구에서도 계속 진행되어야 할 과제 중의 하나일 것이다.

46) 도토티 재료의 배합비율이 중요한 이유는, 작업의 안정성 및 대량주조의 효과성과 지속성을 기대할 수 있기 때문이다.

47) 여기서의 음각의 완벽성이란 궁극적으로는 주물사주조법에서 모래(주물사)에 목활자로 찍었을 때 그 하단에 나타나는 글씨획 모양(文樣)의 명확도, 또는 목활자를 활용하여 반건조된 도토티판에 활자를 눌러 찍었을 때 나타나는 글씨획 모양의 명확도 만큼, 각수의 음각 당시 각 글씨 획의 수평이 재현되어야만 비로소 완벽한 음각이라 할 수 있을 것이다.

48) 실제로 도토티에 한 글자를 음각하는데 소요되는 시간은 목활자를 새기는 것보다 약 3배 이상의 시간이 소요됨을 확인할 수 있었다. 그러나 임인호 전수조교의 반복되는 작업과정에서 점차 숙련되면서 시간의 단축 및 완성도가 높아지는 것으로 보아, 조선시대 숙련된 전문가들이 한 글자를 음각하는데 그 새김과 다듬(마무리)의 총 소요 시간은 10-15분 정도 소요되었으리라고 추정된다.

여하튼 이 공정의 실험에서 각수의 음각 때에 글자의 면을 수평으로 유지할 수 있도록 하는 새김(刻)의 문제도 어느 정도 해결할 수 있으나, 49) 음각의 과정에서 원래 글자본의 형상을 파내면서 모두 없애야 하고 설상가상으로 여기에 경사각도(傾斜角度)를 주어 추가로 파내야 하기 때문에, 그 음각 과정에서 원래 글자본의 소멸현상으로 인하여, 활자 주성 단계에서 재현율(再現率)과 정도율(精度率)이 현저하게 떨어질 수밖에 없는 결과를 초래한다. 50) 따라서 글자본에 대한 주조된 활자의 재현율 등을 높이기 위해서는, 제4공정인 각수의 음각 공정에서 도토판 주형의 완성단계로써의 추가공정을 부여하는 방안이 요구된다. 51)

49) 실제로 임인호 전수조교는, 도토판에 글자의 밑면을 최대한 수평의 음각으로 새기고, 여기에 반죽된 백토를 눌러 떠내어서 나오는 양각의 상태를 확인하면서, 다시 도토판 음각의 글자 획을 수정하는 방법의 반복 작업으로 그 수평유지의 문제를 해결하였다.

50) 그리하여 필자는, 위의 공정에서 ‘승刻手爲陰刻既訖’이라는 내용은 궁극적으로 ‘각수로 하여금 다른 방도를 동원하여 결과적으로 도토판에 글자를 음각화(陰刻化)하게 한다’는 의미로도 해석할 수 있지 않겠는가? 하는 疑懼心을 낳게도 하였다. 왜냐하면, 위의 본문과 같이 음각할 경우 원래의 글자본을 모두 파내어 없애야 하는 작업과정으로 인하여 이러한 글자본의 소멸 현상 속에서 원래의 글자본을 완전하게 재현한다는 것은 인간의 능력으로서 는 거의 불가능하기 때문이다. 따라서 도토판의 완전한 음각화를 위하여, 이 공정의 중간에 원래 글자본을 양각화한 목활자 또는 밀랍활자를 만들고, 이를 활용하여 도토판에 원래 글자본에 대한 완전한 음각화를 재현해 내는 것이 오히려 효과적인 것이라는 판단을 갖게 하였다.

51) 추가공정은 여러 방안으로 모색될 수 있다.

제1의 방안은, 각수가 일단 음각으로 글자 획의 면을 최대한 수평을 유지하도록 새기고, 여기에 백토 등을 밀어 넣은 후 이를 떠내고 이를 건조시켜 도활자(陶活字)로 만든 후, 이 활자의 윗면을 숫돌 등에 갈아서 그 수평면을 만들고, 완성된 도활자를 도토판에 눌러 찍는 방안을 모색할 수 있다. 그러나 이 방안은 글자본에 대한 재현율이 떨어지는 결점이 예측된다.

제2의 방안은, 글자본을 도토판에 밀랍으로 붙이는 방법 대신에, 글자본을 목활자의 재료 위에 뒤집어 붙여 양각의 목활자를 완성한 후, 이 목활자를 도토판에 눌러 찍는 방안이다. 그러나 도토판의 재료 배합에서 무균열성·통기성·내화성·강도·붕괴성 등을 고려하여 제작하기 때문에, 그 획이 복잡한 목활자를 눌러 찍었을 때의 성형성은 아무래도 떨어지는 경향을 예측할 수 있다.

제3의 방안은, 밀랍에 글자본을 뒤집어 붙여 양각으로 새기는 밀랍어미자를 제작하여 이를 활자몸체 만큼의 깊이로 도토판에 심고, 이 도토판이 건조된 후 열을 가하여 밀납을 녹여내면서 완성된 도토판을 주조의 주형(鑄型)으로 삼는다면, 그 성형성도 뛰어날 수 있을 뿐 아니라 활자의 몸체 제작도 동시에 가능할 수 있을 것으로 예측된다.

하지만 본 실험에서는 「후생록」의 원문에 충실한 실험공정을 진행하기 위하여, 그 추가공정의 추진은 지양(止揚)하고, 각수의 음각을 완료한 상태에서 다음의 공정으로 전환하였다.

3.3.3 제4.1공정: 활자의 높이(몸체) 조성을 위한 처리 문제

제1절의 제4-1공정 즉, 「후생록」의 원문 기록에서 생략되어 있는, 도토주조 금속활자의 높이(몸체)를 만들 수 있는 장치 내지는 그 방법론의 해결을 위하여 다각도의 실험을 병행하였다.<sup>52)</sup> 그리하여 글자를 새기는 도토판 사변 가장자리 위에 도토판과 동일한 재료의 도토로 5밀리미터(활자의 높이) 정도의 두께를 쌓아서 주조시 쇳물이 고일 수 있는 방안을 시도하여 보았다.<sup>53)</sup> 그 결과, 쇳물을 도토판 위에 평평하게 깔리도록 주의하면서 골고루 퍼지도록 최대한의 정성을 기울여 부어 보았지만, 쇳물이 부어지는 윗면(上面)에 대하여 그 어떤 처리도 부가(附加)하지 않았기 때문에, 그 주성(鑄成)의 상태는 통판 상태의 활자군(活字群) 주물이 생성되기는 하였으나, 활자면 즉 글자 획의 재현율이 현저하게 떨어져 그 글자의 문양(文樣)만 겨우 나타나는 결과를 보임으로써 활자 사용의 불능 상태를 보였다. 게다가 주물의 두께 측면에서 그 중앙 부분이 더 두꺼워지거나 혹은 꺼지는 현상을 보였다. 또한 단위 통판의 두께는 약 4-9밀리미터나 되는 불균정(不均整)한 상태<sup>54)</sup>를 이루었다.<sup>55)</sup> 이른바 생성될 활자의 글자면에 대한 우수한 재현율 주조

52) 그 제1의 방안으로, 목판 위에서 사변의 광곽 내에 도토를 고르게 퍼서 채울 때, 광곽의 높이 중에서 상부 약 5밀리미터 정도를 빈 공간으로 남겨두고 그 아랫부분에 도토를 퍼서 채우는 방안을 시도하여 보았다. 이때 광곽을 목재로 마련하였을 때, 활자 주조를 위한 쇳물을 부을 경우, 나무로 만들어진 광곽이 불에 타기 때문에 자칫 화재의 위험이 있을 뿐만 아니라 광곽의 목재가 불에 탐으로써 쇳물이 도토판 위에 고일 수 없는 우려가 있다. 그 제2의 방안으로, 광곽을 금속으로 마련하였을 때, 이 주형에 쇳물을 부으면 쇳물과 광곽이 서로 달라붙어 버리는 결과를 초래한다. 이 경우 금속광곽의 안쪽에 도토를 부착하는 방안도 첨가하여 보았으나 그리 효율적인 방법은 아니었다.

53) 그리고 작업시간을 줄이기 위하여, 도토판에 목활자로 글씨의 획이 명확하게 나올 수 있을 정도로 목활자 양각의 높이(활자면의 山)만큼 눌러 찍어서 각수가 음각으로 글씨를 썼을 때와 같은 효과를 도모하는 방안도 병행하여 보았다.

의 문제와 활자의 뒷면 처리를 원활하게 해결하기 위한 문제점은 여전히 상존(常存)하고 있다.

### 3.3.4 제5공정: 활자 주조시의 활자 뒷면(上面) 처리 및 활자면 주성(鑄成)의 문제

위 제5공정 ‘始鑄鐵 取汁用杓灌之板上 務令平鋪’ 즉, ‘처음으로 쇠를 녹여 도토판 위에 쇳물을 부을 때, 쇳물이 고루 퍼지도록 조치한다’는 사항에 대한 그 기술적이고 구체적인 방법이 기록의 원문에서 누락된 것은 이미 앞에서 파악되었다. 다시 말하여, ‘어떤 기술이나 방법을 강구하여 활자면 속에 쇳물이 고루 퍼고들고, 게다가 그 뒷면(활자 주조시의 상면)까지 평평하게 나오도록 조치하는가?’ 하는 구체적인 방법론에 대한 특별한 노-하우(know-how)가 생략되어 있다는 점이다. 그리고 위에서 실패한 제4-1공정의 완성 문제 및 글자면 주조의 완성(鑄成) 문제 등이 복합적으로 남아 있다.

무릇, 2200년 전부터 청동기·철기 시대의 검(劍)이나 도끼·끌 등을 주물로 제작할 때에는 반드시 양면(上型(수틀)과 下型(암틀))의 주형 틀을 사용하였던

- 54) 이와 같은 두께 4-9밀리미터의 통관 상태 활자군 주물에서 개개활자로 분리되도록 잘라내는 작업은 여간 어렵지 않을 뿐만 아니라 또한 많은 시간이 소모되어야 하기 때문에, 비경제적이고 시간 소모적인 결과만을 초래할 것이라고 보았다. 그리하여 처음에는 위와 같은 통관형태의 활자군을 이루는 상태는 ‘금속활자의 주조’라고 보기 어려웠다.
- 55) 그 밖의 방법으로, 첫 번째로 도토판 위에 쇳물을 골고루 퍼지도록 유의하여 부은 후 곧바로 쇳물이 고이는 도토판 위를 적당한 평판(平板)의 사각(四角) 나무판을 덮어 눌러보는 실험을 하였다. 그 결과 윗면(上型)으로 덮어 누른 나무판은 금새 불이 붙어서 나무판 하단부에서 강렬한 불꽃을 사면(四面)으로 내뿜는 현상을 보였다. 어느 정도의 시간이 경과한 후 나무판을 떼어낸 결과, 통관 주물의 경우에는 그냥 방치하였을 때보다 활자의 뒷면이 수평을 유지하는 상태가 좋아 보였으나, 활자의 높이(몸체)가 처음 의도하였던 것보다 1-2밀리미터 더 두꺼워지는 결과를 초래하였다. 따라서 이 방법은 적합하지 않음을 알 수 있었다. 두 번째로, 도토판 위에 쇳물을 골고루 퍼지도록 유의하여 부은 후, 곧바로 쇳물이 고이는 도토판 위에서 사각의 기둥을 형성하는 각목(角木)으로 이미 부어진 쇳물을 도토판의 바깥으로 눌러서 걷어내는 방법을 강구하여 보았다. 이 경우 활자 뒷면에 대한 수평 유지의 측면에서는 첫 번째의 수단보다 오히려 비효율적인 현상을 보였다. 결과적으로 밀착된 상형(上型; 수틀)을 사용하지 않고는 그 주조가 불가능함을 파악할 수 있었다.

역사적 유래를 찾아볼 수 있다.<sup>56)</sup> 또한 조선시대의 금속활자 주물사주조법은 물론이거니와 동종(銅鐘)과 불상(佛像)의 입체적인 제작을 위한 주조방법(밀랍주조와 주물사주조의 혼합방법)에서도 반드시 상형·하형의 양 틀을 지금까지도 사용하고 있는 용례를 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고, 유독 이 도토주조법에서만 단면(單面)인 하형(암틀)만을 사용하고, 그 윗면인 상형(수틀)의 주형을 활용하지 않은 상태에서 쇳물을 부어 육면체의 활자가 원만하게 생성되리라고 기대한다는 것은 이치에 맞지 않음을 파악할 수 있었다.<sup>57)</sup>

위의 문제와 4.1공정의 문제 및 글자면 주조의 완성(鑄成) 문제들을 동시에 해결하기 위하여 본 실험 단계에서는 다음과 같은 두 가지 방안의 실험을 실시하였다.

첫째, 제1-3공정에서 제작된 도토판에 제4공정으로 ‘佛祖直指心’ 등의 4-5자를 음각하면서 그 저부(底部)의 글자 획을 최대한 수평으로 새기고, 이 도토판을 하형으로 삼았다. 그리고 하형의 재료와 같은 비율과 같은 크기로 도토의 평판을 제작하고 이를 상형으로 삼았다. 그 후, 하형에서 새긴 총 글자의 가로와 세로의 크기를 자로 재고, 상형을 하형에 접합하였을 때의 부분을 활자 주조부분으로 삼아, 상형의 이 부분에 활자높이가 될 수 있는 5mm 정도를 수직으로 파내어 활자의 몸체 공간을 확보하였다. 그리고 이미 파낸 상형의 상부에 쇳물을 흘려 부을 수 있는 탕도(湯道) 부분을 둥글게 파내어 마련하였다. 그리하여 하형과 상형의 위와 아래 부분에 각각 철판을 대고, 제작된 상형과 하형을 밀착시키기 위하여 각 철판의 바깥 부분에 끼쇠를 사용하여 강제 접합하는 방안을 강구하였다. 그리고 주물의 작업대에 탕도 부분이 위를 보게 하면서, 하형 부분이 아래에 위치하도록 조치하며 약 45-50° 정도 경사지게 세워놓고, 여기에 쇳물을 부어보는 작업을 실시하였다. 그 결과, 글자를 음각한 부분에 육면체의 주물은 형성되었으나, 정작 끓는 쇳물이 탕도에서 주입되어 육면체의 주형 공간 속으로 흘러 들어가서 응고되는 과정 중 발생된 기포의 형성으로 말미암아, 막상 활자의 주성(鑄

56) [http://www.museum.go.kr/kor/exh/exh\\_arc01\\_mai-1.jsp](http://www.museum.go.kr/kor/exh/exh_arc01_mai-1.jsp)

57) 따라서 이러한 ‘도토주조법’에 대한 다른 용어로 사용되었던 ‘단면주조법’이라는 용어조차도 이제는 더 이상 사용되어서는 아니 된다’는 점을 여기에 명확하게 밝혀 둔다.

成)은 실패하는 결과를 보였다. 두어 판을 더 제작하여 거듭 시도해 보았지만, 실험의 결과는 실패의 연속이었다. 그렇지만 상형(上型)의 주형을 사용하는 점은 상대적인 심리적 신뢰성을 남겼다.

둘째, 제4.1공정에서 시도한 방법 즉, 글자를 새기는 도토판 사변 가장자리 위에 진흙으로 활자의 높이가 되는 5밀리미터 정도의 도토 덩을 쌓아서 주조 때 쇳물이 고일 수 있는 방안의 하형(암틀)을 마련하고, 여기에 이미 제작된 도토판(하형)과 같은 동일한 비율로 배합된 재료들을 사용하여 평판의 상형(수틀)을 제작하였다. 그리고 하형을 수평 또는 약간 경사지게 작업대의 바닥에 안치한 다음, 하형에서 쇳물의 주입공간을 확보한 후 그 나머지의 하형 부분 위에 상형을 밀착하여 엮고, 이 수틀 위에 다시 무거운 추(쇠)를 올려놓은<sup>58)</sup> 후에 쇳물을 부어 보는 작업을 여러 번 실시하였다. 그 결과, 주물의 윗면 즉 활자면의 뒷면은 깨끗한 평면으로 주조되었다. 그러나 도토판의 하부에 음각된 글자면 공간의 각 부분에 쇳물이 안착(安着)하지 못하여 결국 글자 획의 주성은 각각 약 50% 정도의 재현율을 보이는 결과들을 초래하였다. 이러한 방법의 주조실험은 반복적으로 실패를 거듭하였다.<sup>59)</sup>

반복된 실패의 거듭 끝에, 위의 여러 차례 실험에서도 활자의 주성이 실패한 요인은 수평으로 놓여진 도토판에 쇳물이 주입될 때 그 압력의 부족으로 인하여, 쇳물이 도토판에 음각된 글자 부분의 공간을 채우고 있는 공기(氣泡)를 밀어냄과 동시에, 그 공간 부분에 쇳물이 안착하지 못하였기 때문임을 알아낼 수 있었다. 즉, 문제의 핵심은 쇳물의 주입 당시에, 각 활자가 주조되는 주형인 육면체의 공간 속에 쇳물이 일단 흘러들어가고, 이 육면체의 공간 속에 쇳물이 가득 채워짐

58) 기계공학·금속공학에서는 ‘압추’라 하여, 용융금속이 상형을 들어올리는 압력에 의하여 주형이 분리되지 않도록 무거운 추를 상형위에 올려놓는 방법을 사용한다.

59) 반복된 실패를 거듭한 원인을 분석하여 본 결과, 결국은 필자의 ‘금속활자 주조의 원리(原理)’에 대한 명확한 이해(理解)의 부족(不足)에서 기인(基因)한 것임을 파악할 수 있었다. 예컨대 다음 각주(61), (62)의 註文과 그 本文에 관한 ‘금속활자 주조시의 압력’에 관한 근본적인 이해의 부족 등에서 기인한 것이라 볼 수 있었다. ‘주물사주조법’ 등 금속활자 주조의 실재는 [www.jikjilife.com](http://www.jikjilife.com) (임인호 금속활자장 전수조교의 홈페이지)에서 ‘주자시연’의 사진과 그 내용을 참고 요망.

과 동시에 음각으로 새겨진 글자 획의 세밀한 부분까지 쇳물이 끝까지 파고들 수 있도록, 주형의 위(上部)에 위치하는 주입구와 탕도 및 가지쇠 부분에 잔류하는 쇳물이 주형 속에 지속적으로 일정 이상의 무게와 압력이 자연적으로 가하여질 때 비로소 육면체의 활자 및 그 글자 획의 주성이 완성될 수 있을 것이라고 판단하였다.<sup>60)</sup> 그 결과, 양면 주형의 도톰판에 압력이 자연적으로 가해지면서 쇳물을 부을 수 있는 주형틀의 개발이 요구되었다.

그러나 연구기간의 제한으로 인하여 이러한 주형틀의 개발은 잠시 미루고, 그 대신에 ‘주물사주조법에 사용되는 주형틀’(이하 ‘주형틀’로 약칭)을 잠시 빌려오는 방안을 강구하였다.

그리하여 하부의 빈 주형틀 속에 음각된 도톰판(下型)을 아래로 보게 하도록 놓고, 그 뒤 부분을 모두 주물사로 채웠다. 그리고 하부의 주형틀을 뒤집어 놓고, 여기에 상부의 빈 주형틀을 결합시키고, 그 하형의 도톰판 위에 5mm의 나무판을 먼저 놓은 후, 다시 그 위에 상형으로 사용될 평판의 도톰판을 위치하게 하였다. 그 후 나무판과 상형 도톰판의 주변과 상부 주형틀의 나머지 부분을 모두 모래로 채웠다. 그 다음, 상부 주형틀을 하부의 주형틀에서 분리하여 뒤집은 후, 나무판을 제거시키는 방법으로 확보된 공간을 주조될 활자의 몸체(높이)가 조성되도록 조치하고, 이 공간의 상부에서부터 상부 주형틀의 주입구까지 탕도를 마련하였다. 그리고 양면의 주형틀을 다시 결합한 후, 이 주형틀의 쇳물 주입구가 수평에서 45° 정도 되도록 바닥의 작업대에 비스듬히 안치하였다.<sup>61)</sup>

이러한 작업을 마친 다음, 위의 결합된 양면의 주형틀 속으로 쇳물을 주입하는 실험을 실시하였다. 그 결과, ‘佛祖直指心’이라는 다섯 글자가 볼록(凸) 형태로

60) 민간에서 활자를 주조하던지 관청에서 활자를 주조하던지 간에, 고려말 조선초 금속활자의 주조에서 용해된 쇳물의 주입 과정 중 일정 이상의 압력이 요구되는지의 실험과 그 입증의 요구된다.

61) 바로 이러한 공정은 제5공정의 쇳물을 붓는 공정에서 이른바 나중에 주입되어 탕도에 잔류하는 쇳물의 분량이, 그 하부에 위치하는 육면체의 활자 주성 공간에 먼저 흘러 들어간 쇳물에 대하여 자연적인 일정 압력을 가할 수 있도록 작위적(作爲的)으로 조치한 방법이다. 게다가 이 방법은 활자의 몸체 구성의 문제와 활자의 뒷면이 평평하게 주조될 수 있는 동시에 방안이기도 하다.

선명하게 주성된 육면체의 활자군 주물을 생성할 수 있었다. 아울러 이 육면체의 활자 높이가 될 수 있는 몸체 부분도 균일하게 주성되었으며, 활자 뒷면 또한 평평하고 균정하게 주성된 것을 확인하였다. 따라서 이 실험의 결과에 입각하여, 금속활자의 구조에는 반드시 양면의 주형이 필요함을 파악하였다. 그리고 쇳물의 주입 과정에서는, 비록 자연적이라 하더라도, 주형틀의 부분 즉 주형의 상부에 위치하는 탕도와 주입구 부분 등에 잔류하는 쇳물의 무게와 부피 등에 입각한 일정 이상의 압력이 가해질 때 비로소 그 압력을 받는 주형 속에서 금속활자가 주성될 수 있음을 파악하였다.

요컨대, 위 공정의 실험을 통하여, 도토구조법의 금속활자 구조는 제4공정에서 우선 각수의 음각이 완벽하여야 하고, 제5공정에서는 상형과 하형의 양면 주형을 사용하여야 하며, 아울러 쇳물을 주형 속으로 주입할 때 주형의 상부에 잔류하는 쇳물의 무게와 부피에 의한 일정(一定) 이상의 압력이 주형에 가해질 때 비로소 온전한 금속활자의 주성이 가능함을 확신할 수 있었다.

### 3.3.5 제7공정 전반부: 활자의 자름(剪出) 문제

위 도토구조의 제7공정 ‘每字剪出 用鐵刷子磨治 箇箇精潔’에서 ‘개개 글자를 잘라낸다. ....’는 는 사항에 대한 구체적인 방법론이 누락(省略)된 점은 이미 지적되었다.<sup>62)</sup> 이제 위 제5-6공정의 완료 후, 제7공정 전반부인 활자의 자름 문제를 논술하면 아래와 같다.

일반적으로 한국 전통 금속활자의 높이는 6-8mm에 달한다.<sup>63)</sup> 평균 7mm의 금속활자 높이에 해당되는 금속의 두께를, 활자의 육면체 모양을 유지하면서 자연 상태에서 세밀하게 절단하기는 쉽지 않다.<sup>64)</sup> 그렇지만 고대로부터 금속을 다루었

62) 즉, 완성된 활자의 가치외 정도만을 잘라낸다는 것인지, 아니면 통관 주물 상태의 活字群에서 개개 활자를 잘라낸다는 것인지를 구체적 사항이記入되어 있지 않다.

63) <청주고인쇄박물관>의 「한국 古活字 특별전」에서 전시된 ‘현종실록자’의 활자높이는 6mm이며, ‘임진자’(7mm)를 비롯한 조선후기의 ‘한구자’(8mm), ‘필서체 철활자’(6mm) 등을 두루 조사하여본 결과, 조선시대 후기 금속활자의 평균적인 높이는 약 7mm 정도라고 볼 수 있다 (청주고인쇄박물관, 「한국 古活字 특별전」 (청주: 청주고인쇄박물관, 2002), 32-44. 참고).

던 장인(匠人)들은, 담금질(燒入; quenching)의 반대 개념인, ‘풀림·불림’ 등의 여러 방법<sup>65)</sup>을 활용하여 경화(硬化)된 금속을 가열한 후 서랭(徐冷; softening) 시킴으로써 금속의 조직을 미세화 시키고 내부응력을 제거시키는 이른바 금속의 연화법(軟化法)을 사용하였음을 알 수 있었다.<sup>66)</sup> 그리하여 우리의 선조들은 연하고 부드럽게 변화된 금속(조직)을 금속절단용 작두 또는 정(chisel)을 사용하여 손쉽게 절단하거나 잘라내는 지혜를 발휘하였던 것이다. 실제로 위와 같은 풀림·불림 등을 적용한 7mm의 동판은 금속절단용 작두 등으로 그리 어렵지 않게 잘라낼 수 있다.<sup>67)</sup>

그리하여 위 제5-6공정에서 완성된 통판 형태의 활자군에서 쇠톱을 사용하여 개개 활자로 잘라내어 보았다. 그 결과, 육면체의 개개 활자가 완성되었다. 그러나 제7공정의 후반부까지 진행하여, 막상 활자의 조판 단계에서는 각 활자의 가로

64) 필자는 이 문제에 처음 접하였을 때, 양각의 개개 글자가 주성된 7mm의 銅版을 자연상태에서 금속절단용 가위나 작두로 정밀하게 잘라낸다는 일은 불가능할 것이라고 생각하였다.

65) ① 풀림(燒鈍; annealing) : Ac321 변태점 이상으로 가열한 후 서랭시킴으로써 강의 조직을 미세화시키고 내부응력을 제거시키는 열처리를 ‘풀림’이라고 한다. 이 풀림의 목적은, 1)단조, 주조, 기계가공에서 발생한 내부응력의 제거. 2)가공 및 열처리에서 경화(硬化)된 재료의 연화(軟化). 3)재결정입자의 조절(調質).

② 불림(燒準; normalizing) : 내부응력을 제거하고 조직을 균질하게 하기 위한 열처리. 완전풀림에 의한 과도한 연화와 성장을 피하기 위하여 Ac321 변태점 또는 Acm 보다 50-80℃ 높은 온도를 가열하여 완전 austenite(탄소 등의 원소를 녹여 균질 감마철(gamma iron)) 상태로부터 정지된 공기 중에서 실온까지 냉각시켜, 강의 내부응력을 제거하고 미세한 조직을 얻었으며, 강도(強度)와 경도(硬度)가 풀림의 것보다 높게 하는 열처리를 ‘불림’이라 한다.

③ 뜨임(燒戻; tempering) : 담금질한 것에 인성을 부여하는 열처리. 담금질 된 강은 경도가 큰 데 반하여 취성(脆性)을 수반하므로 사용목적에 따라서는 부적당할 수 있다. 즉 줄(file), 면도날 등은 담금질한 상태로 사용할 수 있으나, 인성(靱性)이 필요한 기계부품 등은 그대로 사용할 수 없어, 경도(硬度)를 다소 희생시키면서 인성을 부여할 필요가 있다. 이러한 목적으로 담금질한 물체를 A1 변태점 이하의 온도로 가열하여 적당한 속도로 냉각하는 열처리를 ‘뜨임’이라 한다. 뜨임은 연성(軟性)과 인성을 얻는 것이 목적이다.

(<http://sns.chonbuk.ac.kr/manufacturing/mclass-7-4.htm>).

66) <http://sns.chonbuk.ac.kr/manufacturing/mclass-7-4.htm> 참고.

67) 현재까지 대장간을 운영하고 있는 최용진(<중평대장간>, 충북 증평군 증평읍 중동 85-17, 국가고유기능 대장간 부문1호)씨에게 문의한 결과 임.

크기가 적합하지 않아서, 다시 일일이 각 활자를 조판 행의 가로 크기에 맞추어 쇄톱으로 2-3차례씩 거듭하여 각각 정밀하게 잘라내어야 하는 과정이 지리(支離)하게 수반되었다.<sup>68)</sup>

여하튼 위의 실험에서는 매 활자를 쇄톱으로 잘라내고, 활자를 조판 행간(行間)의 가로 크기에 맞추기 위하여 매 활자의 몸체를 각각 2-3차례씩 거듭 잘라내어야 하는 방법을 반복하여 제7공정의 후반부의 공정까지 완료하였으며, 그 조판까지의 모든 공정을 진행함으로써 마침내 주성된 활자의 인출(印出)까지 성공하였다.

인출된 활자의 모양은 최초로 서사된 글자본에 대한 그 재현율은 약 95% 이상을 상회할 수 있다고 보았다. 따라서 도토주조법에 의한 금속활자의 제작에 입각하면 興德寺字(「직지」활자)의 재현 가능성이 충분할 것임을 확신할 수 있었다.

그런데 필자는 이러한 작업공정을 지켜보면서, 「후생록」에 입각한 도토주조법의 구조에 관하여 ‘과연 당시 주자(鑄字)를 담당하였던 장인들이 매 활자의 剪出(잘라냄)을 위와 같은 방법으로 실시하였을까?’하는 강한 의구심을 가질 수밖에 없었다. 왜냐하면, 이 공정 중 통판의 활자군에서 매 활자를 하나하나 그 가로 세로의 크기에 맞추기 위하여 개개 활자를 일일이 몇 차례씩 거듭하여 잘라내는 작업은 너무나 비효율적이고 또한 장시간을 지루하게 소모하여야 하는 비능률적이고 비경제적인 방법임을 필자의 두 눈으로 직접 확인하였기 때문이다. 그리하여 이 공정에서 필자는 공정에서 ‘금속활자 구조의 정의’에 관한 개념을 정립할 필요성이 요구됨을 인식하였다.

과연 금속활자의 구조를 어떻게 정의하여 그 개념을 확립할 것인가?

‘금속활자의 구조란, 주형틀에 용해된 쇄물을 주입할 당시에 육면체 활자 모양의 주형(鑄型)이 개개 활자별로 이미 형성되어 있어야 하고,<sup>69)</sup> 이 때 각 활자의

68) 여기에서, 만약 글자본을 쓰는 서사자가 각 글자를 조밀하게 붙여 쓴다면, 비록 각수가 이것을 정확하게 음각한다 하더라도, 이 글자가 주성(鑄成)된 후, 막상 매 활자를 잘라낼 때 만약 금속절단용 작두를 사용한다면 옆 글자를 다치지 않고 매 활자를 정밀하게 잘라내는 작업은 매우 어려움이 따를 것으로 보인다. 또한 정을 사용하여 매 활자를 쳐서 잘라낼 때에도 ‘활자높이 만큼의 금속 자체의 밀림현상을 어떻게 방지할 것인가?’의 문제도 수반될 것으로 보인다.

글자면이 완전하게 주성(鑄成)될 수 있도록 주형틀의 상부에서 반드시 일정 이상의 쇳물에 의한 자연 압력이 가하여 질 수 있는 장치가 마련되어야 한다. 그리고 육면체의 활자 주형에 쇳물이 주입된 가지쇠 부분 정도만을 쉽게 잘라내고,<sup>70)</sup> 그 나머지 활자 주위의 너덜이 등을 쇄솔 등으로 간단하게 문질러 제거하고 끝마무리하여,<sup>71)</sup> 이렇게 주성된 활자가 곧바로 조판과 인쇄에 투입될 수 있도록 완성되어야 한다.<sup>72)</sup> 라고 금속활자의 구조에 대하여 정의할 수 있다.

따라서 위 제7공정에 대한 기록 원문(原文)에는, 전문 장인이 매 활자의 몸체(높이)까지 제작하여 개개 활자의 육면체 주형을 완성하고, 여기에 가지쇠를 부착하는 등 도토주조법의 주형제작에 관한 상세사항(예컨대, 장인의 세부적인 기술사항)의 내용이 추가되어야 할 것임을 파악할 수 있다.<sup>73)</sup>

### 3.3.6 제7공정 후반부: 활자의 마치(磨治) 문제

위 도토주조의 제7공정 ‘每字剪出 用鐵刷子磨治 箇箇精潔’의 후반부인 ‘쇠솔을 사용하여 (매 활자를) 문지르고 다듬어서 개개 활자를 정결하게 한다’는 사항에 관한 논의는 아래와 같다.

이 공정은, 제5-6공정을 통하여 주성된 활자를 잘라내어 개개 육면체의 활자가 되었을 때, 활자 주성의 마지막 마무리 단계로 쇄솔 등을 사용하여 개개 활자를 문지르고 다듬어서 정결하게 하는 과정이라 볼 수 있다. 그리하여 이 공정은 금속활자의 구조의 완료를 의미하는 것이라 볼 수 있다.

만약 제4공정의 각수의 음각 공정에서 활자면의 수평을 유지하는 문제 등 그 완벽을 기하지 못하면, 제5-6공정의 결과 생성된 금속활자는 그 글자 획이 완전하

69) 이 때, 개개의 활자 주형에 쇳물이 유입될 수 있는 가지쇠와 탕도 등이 주형틀의 주입구에서부터 각 주형에 이르기까지 마련되는 방안의 실제 작업이 완료되어야 한다.

70) 금속절단용 가위 또는 작두 및 정 등을 사용함.

71) 쇄줄이나 솥돌 또는 사포 및 쇄솔 등을 사용함.

72) 이 개념은 ‘금속활자 구조의 원리’라고도 볼 수 있을 것이다.

73) 이 부분에 대한 실험과 연구는 후속연구에서 수행되어야 할 과제 중의 하나이다.

게 주성되지 못함과 동시에 그 모양이 둥근 상태를 유지할 수밖에 없다.<sup>74)</sup> 그리하여 제7공정의 전반부에서 이렇게 주성된 매 글자를 통판에서 잘라내어 육면체의 활자를 만든 후, 그 후반부 작업으로 개개 활자의 약간 둥근 글자 면을 숫돌에 갈거나 사포(砂布)로 연마(研磨)하는 실험도 동시에 실시하여 보았다. 그 결과, 활자의 글자 면을 아무리 조심스럽게 연마하더라도 제3공정에서 글자본을 쓴 것과 동일한 글자의 모양으로 재현하기는 몹시 어렵다는 점을 파악할 수 있었다.<sup>75)</sup> 또한 제4공정의 각수 음각 때에 글자 면이 되는 底面이 최대한 수평을 이룸과 동시에 그 획의 명확도가 정밀하면 정밀할수록, 제5-6공정에서 주성된 결과는 제3공정에 대한 재현율과 정도율이 거의 완전해 가까운 수준으로 나올 수 있다는 확신을 얻었다. 따라서 제7공정의 후반부에 기록된 ‘磨治’의 개념은 주성된 활자에 대하여 쇠솔 및 쇠줄 등으로 단순한 마무리 끝손질하는 정도로 그 작업이 종료되어야 함을 의미한다고 볼 수 있다. 그래야만 글자본에 대한 주성된 활자의 높은 재현율을 기대할 수 있기 때문이다.

요컨대, 제7공정 후반부의 ‘마치’의 의미는 주성된 활자면 부분을 최소한으로 연마하여 그 수평면을 유지하게 하고, 나머지 활자의 육면체를 쇠솔 등으로 문질러서 정결하게 끝손질하는 개념임을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론 및 차후의 과제

이상의 본론에서는 도토주조법에 관한 문헌연구 및 주조의 방법과 실험을 통하여 그 실체를 논구(論究)하고, 興德寺字(「직지」활자)의 재현 가능성을 타진해

74) 즉 글자면의 재현율이 낮게 주성된 활자를 의미한다.

75) 주성된 활자의 글자 면이 수평을 이루지 못하고 조금 둥글거나 모(角)가 나 있을 경우, 이를 숫돌에 연마하여 수평을 맞추고자 할 때, 조금 많이 연마하면 글자의 획이 글자본보다 그 좌편(左扁)이나 우방(右旁) 중 어느 한 쪽이 일방적으로 많이 굵어짐으로써 결국 그 활자 전체 글씨의 모양이 일그러지고, 조금 적게 연마하면 원래 글자본보다 가늘어져서 결국 날카롭고 어색한 글씨 모양이 나타난다.

보았다. 그 결과, 여러 실험을 통하여 얻어진 성과와 문제점 및 차후의 과제 등을 제시하면 아래와 같다.

먼저 본 실험의 결과는 다음과 같다.

첫째, 제2장에서는 「후생록」 주자조의 내용을 분석하여 도토주조법을 정의하였다. 그리하여 ‘도토주조법이란, 민간에서 금속활자를 만들기 위하여 도토를 반죽하여 광택이 있는 목판 위에 고루 채워서 반쯤 건조시킨 뒤, 밀랍을 녹여 글씨 쓴 종이를 도토판에 덮어 붙이고, 각수로 하여금 글씨를 음각으로 새기게 한 다음, 여기에 녹인 쇳물을 붓고, 쇳물이 식으면 도토판 제거하고, 활자를 개별로 잘라내고 다듬어서 완성하는 방법’이라고 정의하였다. 그리고 천혜봉·남권희 교수 및 황정하 연구사의 선행연구에서, 도토주조법에서는 같은 글자에 동일 자형의 활자를 부여 내기 어렵다는 특징과, 「직지」의 같은 장(張)에 동일한 글자의 모양이 상이(相異)하다는 특징을 서로 비교하면, 「직지」를 인쇄한 興德寺字(「직지」활자)는 도토주조법 또는 그 흡사한 방법의 주조법을 활용하였을 개연성이 매우 농후함을 파악하였다.

둘째, 제3장에서는 「후생록」 주자조의 문헌의 내용을 숙지(熟知)하고, 이에 입각하여 도토주조법의 작업과정을 7단계의 공정으로 나누고, 각 공정의 내용과 의미를 분석하였다. 그 결과, 「후생록」 주자조의 원문의 내용 분석에서 작업공정상의 4가지 문제점을 도출하였다. 그 제1의 문제점은, 제5공정에서 활자의 높이(몸체)를 제작할 수 있는 장치의 마련에 대한 기록이 누락되었음을 파악하였다. 그 제2의 문제점은, 제4공정에서 각수의 음각 당시 글자면 底面의 수평을 유지할 수 있도록 세길 수 있는 방법론이 누락되었음을 파악하였다. 그 제3의 문제점은, 제5공정에서 주형에 쇳물이 고루 퍼지도록 조치한다는 사항에 대한 구체적인 방법론 누락되었음을 파악하였다. 그 제4의 문제점은, 제7공정에서 매 활자를 어떻게 잘라내는가의 방법론이 제시되어 있지 않음을 파악하였다. 아울러 이들 문제들은 모두 각수나 주물장의 금속활자 주조과정의 실제적인 기술적 노-하우(know-how)이며, 동시에 이런 기술적 요소들이 위 주자조 원문의 기록에서 송두리째 빠져 있음을 파악하였다.

셋째, 제1차의 시도적(試圖的; pilot)실험에서는 위 둘째에서 제시된 4가지의 문제 등이 실제 실험의 진행과정에서 장애와 난관을 일으키는 주요 문제점임을 파악하였다.

넷째, 제2차의 본격 실험에서는 제1차 실험에서의 문제점에 대한 해결책을 모색하면서 그 실험을 진행하였다. 제2차 실험진행의 결과는 아래와 같다.

① 제1공정에서는 도토판의 제작의 선행조건으로, 도토판 자체의 무균열성·成型性·耐火性·強度·通氣性·붕괴성 등이 우수하여야 함을 파악하였고, 이러한 선행조건을 만족시키기 위한 재료의 배합은 ‘황토분말 : 이암분말 : 고운 모래의 비율이 3 : 5 : 2’일 때 도토판이 쇳물과의 용화(融和)가 원활하고 기능함을 파악하였다.

② 제4공정에서 각수의 음각 때 글자면의 수평을 유지·완성하는 문제는 여전히 어려운 과제로 남아 있으며, 차후 도토판 주형의 완성단계로써의 추가공정을 부여하는 방안이 요구된다.

③ 제4.1공정과 제5공정에서 활자의 몸체(높이)를 제작하는 문제와 쇳물을 주형에 주입할 때 활자의 뒷면을 평평하게 나올 수 있도록 다각도로 시도하여 보았지만, 쇳물이 부어지는 윗면(上面)에 대한 인위적인 처리 없이는 육면체의 활자 모양 주성이 불가능함을 확인하였다. 그리하여 동일한 재료의 上型(수틀)과 下型(암틀)의 주형(鑄型)이 반드시 구비되어야 비로소 활자의 구조가 기능함을 파악하였다. 또한 이러한 양면 주형의 도토판에 쇳물을 주입할 때 주형의 上部에 잔류하는 쇳물(무게·부피)에 의한 일정 이상의 압력이 가해지지 않고는 주형속 활자면의 완전한 鑄成이 불가능함을 확인할 수 있었다. 따라서 양면 주형의 도토판에 압력이 자연적으로 가해지면서 쇳물을 부을 수 있는 주형틀의 개발이 요구되었다. 그리하여 활자의 몸체 구성과 뒷면의 처리 및 활자면의 완전한 주성 문제들을 동시에 해결을 위하여, 주물사구조법의 주형틀(兩面; 上部, 下部)을 잠시 빌려와서, 그 하부의 주형틀에는 음각된 도토판(下型)을 심고 나머지 공간은 모래로 채웠다. 그리고 하부의 주형틀을 뒤집어 놓고, 이 하부의 주형틀에 상부의 주형틀을 결합시켰다. 이러한 상부의 주형틀 중앙에 활자의 높이(몸체)가 될 수

있는 나무판을 놓고, 그 위에 평판의 도톰판(上型)을 부착함과 동시에 상부 주형들의 나머지 공간에 모래를 채운 후, 상부의 주형들을 하부의 주형들에서 분리하였다. 분리하여 뒤집어 놓은 상부의 주형들에서 나무판을 제거하여 활자의 몸체가 될 수 있는 공간을 확보하였다. 그리고 상부 주형들의 나무판 공간에서부터 주형들의 쇳물 주입구까지의 모래 부분에 탕도를 마련하는 방법을 강구하였다. 그리하여 제5공정의 쇳물주입 작업을 진행하였다. 그 결과, 제6공정에서 추출된 통판의 볼록(凸) 활자군에는 개개 활자의 글자면이 모두 완전하게 주성(鑄成)된 것을 확인하였다.

위와 같은 일련의 공정 실험결과에 입각하면, 도톰주조법에 의한 금속활자의 주조는 우선 제4공정에서 각수의 음각 작업 때 글자면(底面)의 수평을 이루는 작업이 완벽하여야 하고, 제5공정에서는 상형과 하형의 양면의 주형을 반드시 사용하여야 한다. 아울러 양면의 주형을 둘러싸는 주형들에 쇳물을 주입할 때에는 주형의 상부에 잔류하는 쇳물의 무게와 부피에 의한 일정(一定) 이상의 압력이 주형에 가해져야 비로소 완전한 금속활자의 주성이 가능함을 파악할 수 있었다.

④ 제7공정 전반부의 활자의 자름 문제는, 도톰주조법에 있어서도 가지쇠 정도만을 잘라 낼 수 있는 장치가 마련되어야 비로소 금속활자의 주조가 용이하고 효율적임을 파악하였다. 그리고 제7공정 후반부의 활자의 '磨治' 또한 제6공정에서 추출된 활자를 다만 문지르고 끝마무리하는 수준에 그치는 의미임을 파악하였다.

⑤ 본 실험에서는 위 ③의 공정, 즉 제4.1공정과 제5공정의 작업을 완료하고 제6공정에서 추출된 통판의 볼록(凸) 활자군으로 생성된 것을 매 글자를 쇳톱으로 잘라내고, 제7공정을 거친 후, 그 나머지 공정인 활자의 조판 공정을 거쳐 마침내 그 인출(인쇄)은 성공하였다. 그리하여 그 인출의 결과는 최초의 글자본에 대한 95% 이상의 재현율을 보였다.

⑥ 위와 같은 본 실험에서는, 위 ①-③의 실험작업에서 생성된 통판의 볼록(凸) 활자군의 매 글자를 쇳톱으로 잘라내어 완성한 활자에 대하여, 필자는 이러한 공정 작업이 진정한 도톰주조법의 금속활자 주조방법이라고 보기 어려웠다. 왜냐하면, 필자는 이러한 일련의 작업공정들을 지켜보면서, 「후생록」에 입각한

도토주조법의 주조에 관하여 ‘과연 당시 주자(鑄字)의 장인(匠人)들이 매 활자의 剪出(잘라냄)을 위와 같은 방법으로 실시하였을까?’하는 강한 의구심을 가질 수 밖에 없었기 때문이다. 즉, 이 공정에서 통판의 활자군에서 개개 활자를 하나하나 그 가로 세로의 크기에 맞추기 위하여 각 활자를 일일이 몇 차례씩 다시 잘라내는 작업은 너무나 비효율적이고 또한 장시간을 지루하게 소모하여야 하는 비능률적이고 비경제적인 방법임을 필자의 두 눈으로 직접 확인하였기 때문이다. 그리하여 이 공정에서 필자는 ‘금속활자 주조의 정의’에 관한 개념을 정립할 필요성이 요구됨을 인식하였다.

금속활자의 주조란, 주형틀에 용해된 쇳물을 주입할 당시에 육면체 활자 모양의 주형이 개개 활자별로 이미 형성되어 있어야 하고, 이 때 여기에 각각 가지쇠와 탕도 등의 마련 작업이 함께 이루어져야 한다. 그리고 각 활자의 글자면이 완전하게 주성될 수 있도록 주형틀의 상부에서 반드시 일정 이상의 쇳물에 의한 자연 압력이 가하여 질 수 있는 장치가 마련되어야 한다. 또한 각 육면체의 활자 주형에 쇳물이 주입된 가지쇠 부분 정도만을 쉽게 잘라내고, 그 나머지 활자 주위의 너덜이 등을 간단하게 문질러 제거하고 끝마무리하여, 이렇게 주성된 활자가 곧바로 조판과 인쇄에 투입될 수 있도록 완성되어야 비로소 금속활자의 주조라고 정의할 수 있을 것이다.

요컨대, 위의 실험을 통하여 주조된 금속활자는 최초의 글자본에 대한 95% 이상의 재현율 導出에 성공하였다. 그리하여 도토주조법에 의한 興德寺字(「직지」 활자)의 復原은 충분하고도 명백하게 가능함을 확신할 수 있다.

이 연구와 관련한 차후의 과제는 다음과 같다.

본 연구에서는, 도토주조법에 의한 주형의 제작에 있어서 개별 활자의 몸체(높이)를 만들어 내는 문제를 아직 해결하지 못하였다. 그리고 그 주형이 되는 도토판에서 최초 글자본에 대한 100%의 再現率을 확보할 수 있는 주조 방안 즉, 주형이 되는 도토판에서 각 글자의 완벽한 陰刻化 방안 등은 아직 강구하지 못하였다. 또한 이러한 방안 등에 입각한 도토주조법의 대량주조의 문제는 아직도 그 어떤 해결책도 제시하지 못한 상황에 놓여 있다. 그렇지만 지속적으로 연구에

매진한다면 그 해결책의 제시는 충분히 가능하다고 확신한다.

위와 같은 여러 미해결의 문제들은 차후의 연구과제로 미루어 둔다.

## <참고문헌>

### 原典

「白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節」. 金屬活字本: 프랑스 國立圖書館 所藏本(影印本), 木板本: 國立中央圖書館 所藏本·藏書閣 所藏本.

成倪. 「慵齋叢話」. '鑄字之法'

李圭景. 「五州泔文長箋散藁」.

「朝鮮王朝實錄」. 世宗 5년(1423) 9월 16일(甲午)條.

「厚生錄」. <청주고인쇄박물관> 소장본.

### 單行本

金斗鍾. 「韓國古印刷技術史」. 서울: 探求堂, 1974.

南權熙. 「高麗時代 記錄文化 研究」. 淸州: 淸州古印刷博物館, 2002.

朴文烈. 「金屬活字匠」. 大田: 文化財廳, 2001.

宋應星 著, 崔炆 譯. 「天工開物」. 서울: 傳統文化史, 1997.

孫寶基. 「金屬活字와 印刷術」. 서울: 世宗大王記念事業會, 1977.

孫寶基. 「韓國의 古活字」. 새판. 서울: 寶晉齋, 1982.

吳國鎭. 「佛祖直指心體要節의 活字鑄造法 考察」. 淸州: 東林書觀, 1986.

千惠鳳. 「羅麗印刷術의 研究」. 서울: 景仁文化社, 1980.

千惠鳳. 「韓國典籍印刷史」. 서울: 汎友社, 1990.

千惠鳳. 「韓國金屬活字本」. 서울: 汎友社, 1993.

千惠鳳. 「白雲和尚抄錄佛祖直指心體要節 解說書」. 淸州: 淸주고인쇄박물관, 2000.

淸州古印刷博物館, 「直指와 金屬活字의 발자취」, 淸州: 淸州古印刷博物館, 2002.

淸州고인쇄박물관, 「한국 古活字 특별전」, 淸州: 淸州고인쇄박물관, 2002.

### 論文·報告書

국립중앙과학관 과학기술사연구소, 「겨레과학기술 조사연구(XII)」 - 청동종 주물 기술 -. 국립중앙과학관 학술총서 43. 대전: 국립중앙과학관, 2004.

金然昌, “東國厚生錄의 鑄字製造法.” 「考古美術」 第4卷 7號(通卷36號). 서울: 韓國美術史學會, 1963. 13-14.

南權熙, “興德寺字로 찍은 慈悲道場懺法集解의 覆刻本에 관한 考察.” 「文獻情報學報」 第4輯. 光州: 全南大學校 文獻情報學研究會, 1990.

吳國鎭, 「直指 活字復元 研究 報告書」, 淸州: 東林書觀, 1996.

吳國鎭, “金屬活字 鑄造術의 復元的 考察.” 「直指와 韓國古印刷文化」, 1999.

曹炯鎭, “韓國 初期金屬活字의 鑄造·組版·印出技術에 대한 實驗的 研究.” 박사학위논문, 中央大學校大學院, 1994.

千惠鳳, “高麗金屬活字印刷와 直指心體要節.” 「淸州興德寺址學術會議報告書」, 淸州: 淸州고인쇄박물관, 1986.

黃正夏, “白雲直指心體의 刊行 背景.” 「古印刷文化」, 淸州: 淸州古印刷博物館, 2000.

黃正夏, “厚生錄의 철활자 만드는 방법.” 「古印刷文化」, 淸州: 淸州古印刷博物館, 2002.

황정하, “고려시대 금속활자의 발명과 「직지」 활자의 구조방법.” 「書誌學研究」 제32집(2005. 12), 496-497.

[http://www.museum.go.kr/kor/exh/exh\\_arc01\\_mai-1.jsp](http://www.museum.go.kr/kor/exh/exh_arc01_mai-1.jsp) (국립중앙박물관)

<http://sns.chonbuk.ac.kr/manufacturing/mclass-7-4.htm>

<http://www.jikjilife.com> (임인호 금속활자장 전수조교의 홈페이지)

к с і