

특허와 논문으로 본 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 동향

†김진만* · 조영주** · 조봉규**

*공주대학교
**한국지질자원연구원

Trend on the Recycling Technologies on the High-efficiency Rapid Cooling Method of Ladle Furnace Slag by the Patent and Paper Analysis

†Jin Man Kim*, Young-Ju Cho** and Bong-Gyoo Cho**

**Kongju National University*

***Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources*

요 약

국내 건조 골재로 사용되고 있는 인조 규사는 매년 채취량이 증가하고 있다. 건조 골재로 가공하기 위하여 건조 공정이 필요하며, 이는 골재의 원가 상승과 화석 연료를 이용한 대기 환경오염의 주범이다. 이를 위해 건조 골재에 대한 대체 골재 개발이 매우 시급한 실정이다. 본 연구에서는 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술에 대한 특허와 논문을 분석하였다. 분석범위는 1977년~2013년까지의 미국, 유럽연합, 일본, 한국의 등록/공개된 특허와 SCI 논문으로 제한하였다. 특허와 논문은 키워드를 사용하여 수집하였으며, 기술의 정의에 의해 필터링 하였다. 특허와 논문의 동향은 연도, 국가, 기업, 기술 등에 따라 분석하여 고찰하였다.

주제어 : 제강 환원슬래그, 급냉, 재활용, 특허, 논문, 기술 동향

Abstract

The artificial dry silica used as dry aggregates in domestic is collected increasing every year. It is required drying process for the production of dry aggregates, therefore, it is main culprit of the cost up of aggregates and air pollution by using fossil fuel for the solution, it is developed alternative aggregates for the replacement of dry aggregates very ungently. In this article, the patents and papers for the recycling technology on the high-efficiency rapid cooling method of ladle furnace slag were collected and analyzed. The open patents of USA (US), European Union (EP), Japan (JP), and Korea (KR) and SCI journals from 1977 to 2013 were investigated. The patents and journals were collected using key-words and filtered by the definition of the technology. The patents and journals were analyzed by the years, countries, companies, and technologies and the technical trends were discussed in this paper.

Key words : Ladle furnace slag, Rapid cooling, recycling, patent, paper, technical trend

* Received : December 27, 2013 · Revised : March 10, 2014 · Accepted : March 27, 2014

†Corresponding Author : Jin Man Kim (E-mail : jmkim@kongju.ac.kr)

Department of Architectural Engineering, Kongju National University, 1223-24 Cheonan-daero, Subuk -gu, Cheonan, Chungnam, 330-717 Korea

Tel : +82-41-521-9332 / Fax : +82-41-562-0310

©The Korean Institute of Resources Recycling. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

최근 콘크리트용 골재로 전기로 산화슬래그의 활용성을 높이기 위한 기준과 실용화가 진행되고 있으며, 산화슬래그와 환원슬래그의 분리배출이 요구되고 있는 시점이다.

기술적 측면에서 전기로 환원슬래그는 시멘트 및 콘크리트 산업에서 활용이 가능할 것으로 판단되는데, 전기로 환원 슬래그의 50%인 31만 톤을 시멘트계 재료의 대체재로 활용한다면, 연간 약 20만 톤 정도의 온실가스를 저감할 수 있을 것으로 사료된다.

아톰마이징 공정에 의해 생산된 급냉 전기로 환원슬래그의 용도 개발을 지속적으로 진행할 수 있도록, 더불어 기술 개발에 참여했던 연구자들을 용도 지원이 가능하도록 기반 구축을 수행하고자 한다.

특정 주제에 대한 연구에 앞서, 특허 및 논문 분석에 의한 기술동향 파악은 기존에 수행되었던 관련 기술들의 연구내용 뿐만 아니라, 향후 연구의 방향을 설정하기 위한 중요한 자료로 활용되고 있으며, 연구내용이 중복되는 것을 사전에 막아주는 역할을 한다. 이에 본 연구에서는 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술에 대하여 일본, 한국, 미국, 유럽의 특허정보와 논문정보를 분석함으로써 기술 동향을 고찰하고자 하였다.

2. 기술 검색대상 및 분석기준

2.1. 특허 및 논문검색 대상

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허와 논문을 분석하기 위해서는 관련된 모든 특허와 논문을 검색하여 분석하는 것이 이상적이지만, 모든 자료를 수집하는 데는 한계가 있으므로 우선자료의 검색범위를 설정할 필요가 있다. 그러므로 키워드는 특허의 명칭, 요약, 청구항에 제한을 두었으며, 특허공개 또는 등록일 등은 제한하지 않았다. 이에, 1977년부터 2012년까지 등록 또는 공개된 특허와 1989년부터 2013년까지 게재된 논문이 검색되었으며, Table 1과 같은 검색 DB를 사용하여 진행하였다. 논문은 Scopus DB를 사용하였으며, 특허는 WIPS DB를 사용하여 한국, 미국,

Table 1. Analysis of the patents and papers

| | Patent | Paper |
|-----------------------------|-------------------|--------|
| The name of search database | WIPS | Scopus |
| The number of analysis | 175 | 46 |
| The date of search | from 1977 to 2013 | |

일본, 유럽연합, PCT 특허로 제한하였다. 본 연구에서는 검색된 특허와 논문의 요약문을 검토하여, 선정된 특허 175건과 논문 46건을 대상으로 분석하였다. 특허의 경우, 출원 후 1년 6개월 이후에 공개되는 특허제도의 특성상 2012년도부터 미공개 특허가 존재하므로 분석 결과의 유효기간은 2011년까지인 것으로 사료된다.

2.2. 데이터베이스 구축

DB구축은 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술과 관련된 키워드의 조합으로 검색된 결과를 활용하였다. 키워드는 Table 2와 같이 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술, 급냉처리 기술에 관한 2개의 기술 분야로 나누어 분석하였다.

3. 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허 동향 분석

3.1. 연도별 동향

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술의 연도별 특허출원 건수를 Fig. 1에 나타내었다.

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허는 1977년 처음 출원되어, 이후 출원건수는 미미하였으나, 1993년에 18건의 가장 많은 특허가 출원되었다. 1990년대부터 최근까지 활발한 특허 출원을 나타내고 있고, 2009년과 2010년에는 각각 16건, 17건의 특허를 출원하였다.

3.2. 국가별 현황

Fig. 2는 특허의 출원국가별 특허출원 건수를 나타낸 그래프이다.

Table 2. Technical classification of recycling for the high-efficiency Rapid Cooling Method of Ladle Furnace Slag

| The name of technology | Technical classification |
|--|---|
| Recycling technology on the high-efficiency rapid cooling method of ladle furnace slag | Commercialization of inorganic binder/ multi-functional aggregate |
| | Rapid cooling |

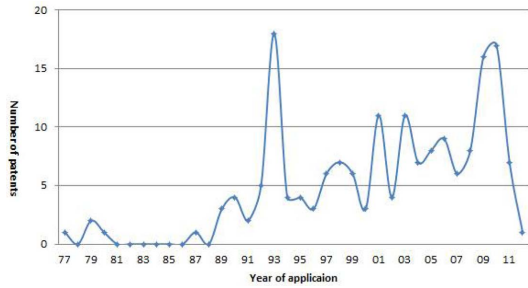


Fig. 1. Trend in the number of the patents from 1977 to 2012.

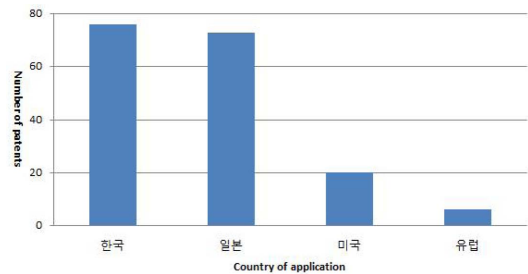


Fig. 2. Number of the patents from each countries.

국가별 특허출원 현황을 살펴보면, 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허 175건 중 한국특허가 76건으로 43.4%의 가장 큰 점유율을 차지하였으며, 일본특허는 73건(41.7%)으로 한국과 1.7%p의 차이를 나타내었다.

3.3. 주요 출원인

Table 3은 특허로부터 도출된 주요출원인(Top 9) 현

Table 3. Main applicants of patents

| Main applicant | Number of patents |
|--------------------------|-------------------|
| Nippon Steel(JP) | 20 |
| 포항산업과학연구원 (KR) | 10 |
| 현대제철 (KR) | 9 |
| Sumitomo Metal Ind(JP) | 9 |
| 포스코 (KR) | 6 |
| Taiheiyo Cement(JP) | 5 |
| 에코마이스터 (KR) | 4 |
| 오옥수 (KR) | 4 |
| Mitsubishi Materials(JP) | 4 |

황을 나타낸 표이다.

일본 Nippon Steel 20건, 한국 포항산업과학연구원 10건, 현대제철 9건, 일본 Sumitomo Metal Ind 9건, 한국 포스코 6건, 일본 Taiheiyo Cement 5건, 한국 에코마이스터, 오옥수, 일본 Mitsubishi Materials 각각 4건을 출원하였다.

상기에서와 같이 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허 상위 9위권 내의 출원인 중 한국 국적 소속 5개기관, 일본국적 소속 4개 기관으로 분석되었다.

3.4. 출원인 국적별 현황

Fig. 3은 특허의 출원인 국적별 특허출원 건수를 나타낸 그래프이다.

출원인 국적별 현황을 살펴보면, 총 건수 175건 중 한국국적 출원인이 83건으로 47.4%의 가장 높은 점유율을 차지하였으며, 다음으로 일본국적 출원인이 72건(41.1%)을 나타내었다. 미국국적 출원인 10건(5.7%), 프랑스국적 출원인 3건(1.7%), 호주, 스위스국적 출원인 각각 2건(1.1%), 이탈리아, 멕시코, 뉴질랜드국적 출원인 각각 1건(0.6%)의 순으로 나타났다.

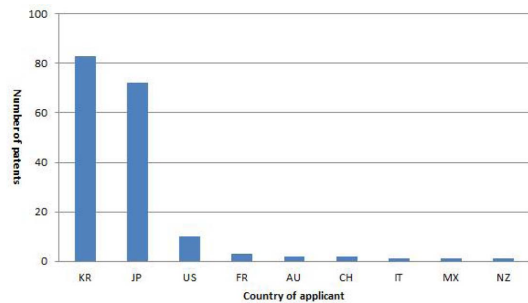


Fig. 3. Number of the patents from countries of applicants.

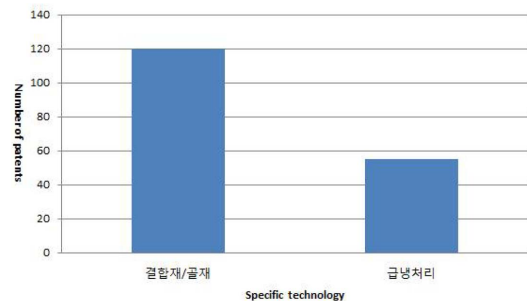


Fig. 4. Number of the patent for specific recycling technologies.

Table 4. Number of the patents applied from each countries for specific recycling technologies

| Nationality | Commercialization of inorganic binder/ multi-functional aggregate | Rapid cooling |
|-------------|---|---------------|
| KR | 66 | 10 |
| JP | 38 | 35 |
| US | 12 | 8 |
| EP | 4 | 2 |

3.5. 기술별 동향

Fig. 4는 특허의 기술별 건수를 나타낸 그래프이다. 세부기술별 점유율을 살펴보면, 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 특허가 120건으로 68.6%의 가장 높은 점유율을 나타내었으며, 급냉처리 기술 관련 특허는 55건으로 31.4%를 차지하였다.

세부기술의 출원국가별 특허건수를 비교해보면, 한국, 일본, 미국, 유럽특허 모두 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 특허가 급냉처리 기술 관련 특허보다 많은 건수를 출원하였다. 한국은 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술에서 가장 많은 특허출원을 한 것으로 나타났으며, 일본은 급냉처리 기술에서 가장 많은 특허 건수를 보였다. 이를 Table 4에 정리하였다.

4. 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 논문 동향 분석

4.1. 연도별 동향

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술의 연도별 논문게재 건수를 Fig. 5에 나타내었다.

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 논문은 1989년에 처음 게재되어, 2000년대 초반까지 미미한 게재활동을 보였다. 2006년부터 논문활동이 활발

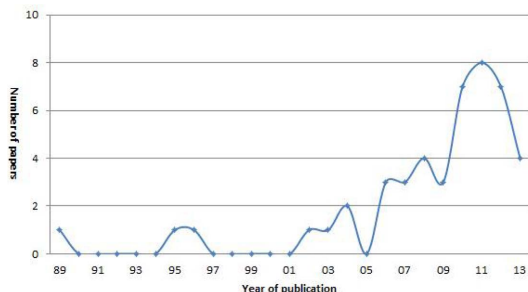


Fig. 5. Trend of the published paper from 1989 to 2013.

해지기 시작하여, 2011년에 8건의 가장 많은 논문을 게재한 것으로 나타났다.

4.2. 국가별 동향

Fig. 6은 논문의 국가별 게재건수를 나타낸 그래프이다. 게재국가별 점유율을 살펴보면, 중국이 7건으로 15.2%의 가장 큰 점유율을 차지하였으며, 다음으로 한국이 6건(13.0%), 이탈리아가 5건(10.9%)을 보였다. 스페인, 크로아티아, 일본이 각각 4건(8.7%), 대만 3건(6.5%), 인도, 이란이 각각 2건(4.3%), 캐나다, 체코, 영국, 그리스, 루마니아, 사우디아라비아, 터키, 우크라이나, 미국이 각각 1건(2.2%)의 순으로 나타났다.

4.3. 기술별 동향

Fig. 7은 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 분야 논문의 기술별 건수를 나타낸 그래프이다.

세부기술별 점유율을 살펴보면, 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 논문이 37건으로 80.4%의 가장 큰 점유율을 차지하였고, 급냉처리 기술 관련 논문은 9건(19.6%)을 나타냈다.

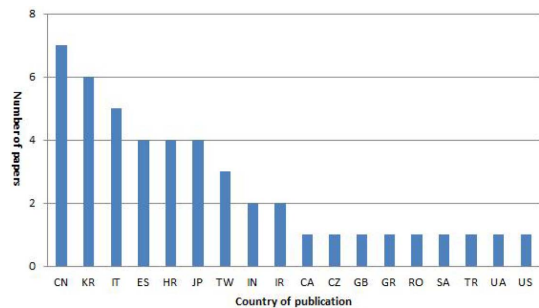


Fig. 6. Number of the papers from each countries.

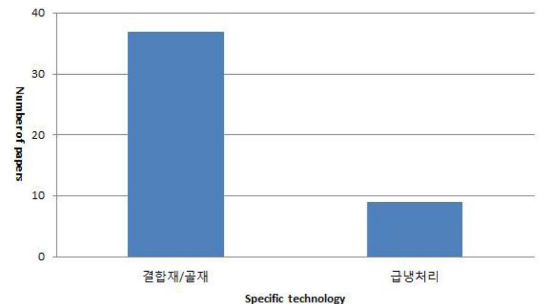


Fig. 7. Numbers of the papers for specific recycling technologies.

Table 5. Main organizations of papers

| Main organization | Number of paper |
|--------------------------|-----------------|
| 공주대학교 (KR) | 6 |
| University of Burgos(ES) | 3 |
| Cmc Sisak D.O.O.(HR) | 2 |
| Shaoguan University(CN) | 2 |
| University of Osijek(HR) | 2 |
| University of Padova(IT) | 2 |

4.4. 주요기관 동향

Table 5는 논문으로부터 도출된 논문게재 주요기관 (Top 6) 현황을 나타낸 표이다.

논문의 게재기관 현황 및 점유율을 살펴보면, 한국의 공주대학교가 6건으로 가장 많은 건수를 보였다. 스페인의 University of Burgos 3건, 크로아티아의 Cmc Sisak D.O.O., University of Osijek, 중국의 Shaoguan University, 이탈리아의 University of Padova 각각 2건의 논문을 게재한 것으로 나타났다.

논문게재 상위 6위권 내의 기관을 살펴보면, 크로아티아 2개 기관, 한국, 스페인, 중국, 이탈리아 각각 1개 기관으로 나타났다.

5. 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허 및 논문의 심층 분석

Table 6은 기술적 중요도를 기준으로 해당기술 전문가에 의해 선별된 핵심특허와 핵심논문을 정리하여 나타내었다.

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 핵심특허 31건 중 22건이 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 특허로 나타났으며, 나머지 9건이 급냉처리 기술 관련 특허로 나타났다.

핵심논문은 8건 모두 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 논문으로 나타났다.

무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 핵심특허 및 핵심논문을 살펴보면, 1977년에 Produits Refractaires는 시멘트와 콘크리트 조성물 관련 특허를 미국에 출원하였고, 1990년에 Chubu Kohan은 전기로 슬래그를 원료로 하는 포틀랜드 시멘트 제조 방법에 관한 특허를 일본에 출원하였다. 1999년에 김형석은 제강슬래그를 이용한 속경성 클링커 및 시멘트의 제조방법 관련 특허를 한국에 출원하였고, 1999년과 2000에 Hazama와

Taiheiyo Cement는 시멘트 조성물 관련 특허를 일본에 출원하였다. 2001년에 Hzama는 팽창 억제제 및 시멘트 조성물에 관한 특허를 일본에 출원하였고, 2003년에 Daido Steel은 노반재 제조 방법 관련 특허를 출원하였다. Denki Kagaku Kogyo는 시멘트 조성물에 관한 특허를 출원하였고, Mitsubishi Materials는 고간극 상형 시멘트 조성물 관련 특허 2건을 출원하였다. 2004년에 Lafarge는 수경성 교착제 및 시멘트 제품 생산 기술에 관한 특허를 유럽에 출원하였고, Mitsubishi Materials는 시멘트 조성물 제조 관련 특허를 일본에 출원하였으며, CJS Technology는 철강슬래그를 이용한 시멘트 제조 관련 논문을 게재하였다. 2006년에 Tata Steel은 산화슬래그를 사용하여 시멘트 결합제 제조에 관한 논문을 게재하였고, University of Burgos는 전기로 슬래그로 만들어진 콘크리트의 내구성 관련 논문을 게재하였다. 2007년에 Edw C levy는 클링커를 제조하기 위한 시스템 및 방법에 관한 특허를 미국에 출원하였고, DITAG는 폐기물을 재활용하여 콘크리트 생산에 관한 논문을 게재하였으며, Wuhan University of Technology는 철강슬래그를 활용한 아스팔트 골재 관련 논문을 게재하였다. 2008년에 공주대학교는 분말화되는 제강 슬래그를 포함하는 폴리머 콘크리트 조성물 및 그 제조 방법에 관한 특허를 일본에 출원하였고, National Technical University of Athens는 철강 슬래그를 활용하여 시멘트 클링커 생산에 관한 논문을 게재하였다. 2009년에 현대제철은 제강 슬래그의 안정화 방법 관련 특허를 한국에 출원하였고, Mitsubishi Materials는 고간극 상형 시멘트 조성물에 관한 특허를 일본에 출원하였다. Nippon steel은 환경보전 노반재 관련 특허를 출원하였으며, University of Burgos는 제강 환원슬래그를 사용하여 모르타르 제조 관련 논문을 게재하였다. 2010년에 Lafarge는 벨라이트 칼슘 설포알루미늄에이트 페라이트 클링커를 기반으로 하는 위압 교착제를 위한 첨가물에 관한 특허를 미국에 출원하였고, University of Padova는 전기로 철강슬래그를 이용한 콘크리트 조성 골재 관련 논문을 게재하였다. 2011년에 상봉이엔씨는 속경성 저탄소 친환경 무시멘트 콘크리트 조성물 및 이를 이용한 도로용 콘크리트 단면 보수 방법에 관한 특허를 한국에 출원하였고, Edw C Leby는 클링커를 제조하기 위한 시스템 및 방법 관련 특허를 미국에 출원하였다. Nisshin Steel은 고화제 제조 방법 관련 특허 2건을 일본에 출원하였다.

급냉처리 기술 관련 핵심특허를 살펴보면, 1990년에

Table 6. List of the core patents & papers

| Technical classification | [nationality]Patent (Publication) Number/Source title, Volume, Pages | Patent(Publication) Date/ Publication Year | Applicant/Organization |
|--|--|--|---|
| Commercialization of inorganic binder/ multi -functional aggregate | [KR] 1095462 | 2011.12.12 | 상봉이앤씨 |
| | [KR] 0313709 | 2001.10.23 | 김형석 |
| | [JP] 3990547 | 2007.07.27 | Hazama |
| | [JP] 3990514 | 2007.07.27 | |
| | [KR] 1149221 | 2012.05.16 | 현대제철 |
| | [JP] 4164229 | 2008.08.01 | Taiheiyo Cement |
| | [JP] 3240053 | 2001.10.12 | Chubu Kohan |
| | [JP] 2004-331461 | 2004.11.25 | Daido Steel |
| | [JP] 2005-035837 | 2005.02.10 | Denki Kagaku Kogyo |
| | [US] 2012-0015313 | 2012.01.19 | Edw C Levy |
| | [US] 8038791 | 2011.10.18 | |
| | [US] 8317915 | 2012.11.27 | LAFARGE |
| | [EP] 1697271 | 2007.07.04 | |
| | [JP] 2009-256205 | 2009.11.05 | Mitsubishi Materials |
| | [JP] 2006-001796 | 2006.01.05 | |
| | [JP] 2004-352515 | 2004.12.16 | |
| | [JP] 2004-352516 | 2004.12.16 | |
| | [JP] 2011-001250 | 2011.01.06 | Nippon Steel |
| | [JP] 2012-211267 | 2012.11.01 | Nisshin Steel |
| | [JP] 2012-211268 | 2012.11.01 | |
| | [US] 4111711 | 1978.09.05 | Produitsrefractaires |
| | [JP] 4825949 | 2011.09.22 | 공주대학교 |
| | Journal of Materials in Civil Engineering, 16, pp230-236 | 2004 | CJS Technology |
| | American Journal of Environmental Sciences, 3, pp135-142 | 2007 | Ditag |
| | Journal of Hazardous Materials, 152 pp805-811 | 2008 | National Technical University of Athens |
| | International Journal of Mineral Processing, 79, pp98-105 | 2006 | Tata Steel |
| | Resources, Conservation and Recycling, 53 pp. 645-651 | 2009 | University of Burgos |
| | Cement and Concrete Composites, 28, pp. 938-948 | 2006 | |
| | Journal of Hazardous Materials, 181, pp. 938-948 | 2010 | University of Padova |
| | Building and Environment, 42, pp2580-2585 | 2007 | Wuhan University of Technolog |

Table 6. Continued

| Technical classification | [nationality]Patent (Publication) Number/Source title, Volume, Pages | Patent(Publication) Date/ Publication Year | Applicant/Organization |
|--------------------------|--|--|------------------------|
| Rapid cooling | [KR] 0892884 | 2009.04.03 | 공주대학교 |
| | [KR] 1998-0084280 | 1998.12.05 | 오옥수 |
| | [KR] 1031588 | 2011.04.20 | 포스코 |
| | [JP] 2835467 | 1998.10.09 | Chubu Kohan |
| | [JP] 2012-041229 | 2012.03.01 | Nippon Steel |
| | [JP] 1994-346161 | 1994.12.20 | 오옥수 |
| | [JP] 4822902 | 2011.09.16 | Sanyo Special Steel |
| | [JP] 1999-029810 | 1999.02.02 | Sumitomo Metal Ind |
| [JP] 2636612 | 1997.04.25 | | |

Chubu Kohan은 전기로 슬래그를 원료로 하는 알루미늄 함유 시멘트의 제조법에 관한 특허를 일본에 출원하였고, 1991년에 Sumitomo Metal Ind는 강재를 개질한 초속경 시멘트 원료의 제조법 관련 특허를 일본에 출원하였다. 1993년에 오옥수는 제강슬래그에 포함된 금속 회수 방법에 관한 특허를 일본에 출원하였고, 1997년에 제강슬래그를 주원료로 하는 시멘트에 관한 특허를 한국에 출원하였으며, Sumitomo Metal Ind는 스테인리스 환원기 슬래그의 처리법 및 처리장치 관련 특허를 일본에 출원하였다. 2004년에 포스코는 현열 회수가 가능한 미립 슬래그 제조 장치 관련 특허를 한국에 출원하였고, 2006년에 Sanyo Special Steel은 전기로 환원성 슬래그의 개질 처리 방법에 관한 특허를 일본에 출원하였다. 2008년에 공주대학교는 아토마이징 처리된 제강슬래그를 포함하는 폴리머 콘크리트 조성물 및 그 제조 방법에 관한 특허를 한국에 출원하였고, 2010년에 Nippon Steel은 제강 슬래그의 자원화 방법 관련 특허를 일본에 출원하였다.

6. 결 론

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허는 1977년 처음 출원되어, 이후 출원건수는 미미하였으나, 1993년에 18건의 가장 많은 특허가 출원되었다. 1990년대부터 최근까지 활발한 특허 출원을 나타내고 있고, 2009년과 2010년에는 각각 16건, 17건의 특허를 출원하였다. 국가별 특허출원 현황을 살펴보면, 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 특허 175건 중 한국특허가 76건으로 43.4%의 가장 큰 점유율을 차지하였으며, 일본특허는 73건(41.7%)으로 한국과

1.7%p의 차이를 나타내었다. 세부기술별 점유율을 살펴보면, 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 특허가 120건으로 68.6%의 가장 높은 점유율을 나타내었으며, 급냉처리 기술 관련 특허는 55건으로 31.4%를 차지하였다.

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술 관련 논문은 1989년에 처음 게재되어, 2000년대 초반까지 미미한 게재활동을 보였다. 2006년부터 논문활동이 활발해지기 시작하여, 2011년에 8건의 가장 많은 논문을 게재한 것으로 나타났다. 게재국가별 점유율을 살펴보면, 중국이 7건으로 15.2%의 가장 큰 점유율을 차지하였으며, 다음으로 한국이 6건(13.0%), 이탈리아가 5건(10.9%)을 보였다. 세부기술별 점유율을 살펴보면, 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 논문이 37건으로 80.4%의 가장 큰 점유율을 차지하였고, 급냉처리 기술 관련 논문은 9건(19.6%)을 나타냈다.

핵심특허를 살펴보면, 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 특허가 급냉처리 기술 관련 특허보다 많았고, 핵심논문의 경우 모두 무기결합재/기능성 골재 실용화 기술 관련 논문인 것으로 나타났다.

제강 환원슬래그의 고효율 급냉 자원순환기술은 한국이 일본, 미국, 유럽보다 우위에 있기는 하나, 일본과 그 차이가 적으므로, 독창적인 연구개발을 통해 원천/핵심특허를 선점해야 할 필요가 있다. 또한 국내외에서 상대적으로 특허출원이 부진한 급냉처리 기술의 주요출원인 및 발명자 등을 파악하여 공백특허 및 IPC(국제특허분류)를 연구개발에 집중시켜 중복방지와 권리충돌 등의 문제 발생을 미연에 방지할 필요가 있는 것으로 사료된다.

후 기

본 논문은 환경부 글로벌탑 환경기술개발사업 중 폐 금속·유용자원 재활용 기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Shi C., 2004: *Steel slag - Its production, processing, characteristics, and cementitious properties*, Journal of Materials in Civil Engineering, 16, pp230-236.
2. Reddy A.S., Pradhan R.K., Chandra S., 2006: *Utilization of Basic Oxygen Furnace (BOF) slag in the production of a hydraulic cement binder*, International Journal of Mineral Processing, 79, pp98-105.
3. Manso J.M., et al., 2006: *Durability of concrete made with EAF slag as aggregate*, Cement and Concrete Composites, 28, pp528-534.
4. Fiore S., Zanetti M.C., 2007: *Foundry wastes reuse and recycling in concrete production*, American Journal of Environmental Sciences, 3, pp135-142.
5. Wu S., et al., 2007: *Utilization of steel slag as aggregates for stone mastic asphalt (SMA) mixtures*, Building and Environment, 42, pp2580-2585.
6. Tsakiridis P.E., et al., 2008: *Utilization of steel slag for Portland cement clinker production*, Journal of Hazardous Materials, 152, pp805-811.
7. Rodriguez A., et al., 2009: *Strength and workability of masonry mortars manufactured with ladle furnace slag*, Resources, Conservation and Recycling, 53, pp645-651.
8. Pasetto M., Baldo N., 2010: *Experimental evaluation of high performance base course and road base asphalt concrete with electric arc furnace steel slags*, Journal of Hazardous Materials, 181, pp938-948.

김 진 만

- 현재 공주대학교 건축공학부 교수

조 영 주

- 현재 글로벌탑환경기술개발사업 폐금속·유용자원재활용기술개발사업단 연구지원실장
- 당 학회지 제21권 3호 참조

조 봉 규

- 현재 한국지질자원연구원 책임연구원
 - 당 학회지 제18권 5호 참조
-