

技術資料

북미에서 다이캐스팅산업과 그 연구개발 동향

한요섭[†] · 이호인

Trends of Diecasting Industry and the R&Ds in North America

Yo-Sub Han and Ho-In Lee

1. 서 론

21세기를 맞이하면서 전통제조업의 중심이 되는 기계 및 금속산업이 정보 전자 및 생명산업에 비하여 위축되는 추세를 보이고 있으나 선진국이나 개도국을 비롯한 규모가 큰 국가에서 경기에 크게 영향을 적게 받으면서 안정된 경제구조를 유지 성장하는데 중요한 대...

미국의 90년대의 장기 고도성장 및 발전에는 첨단산업의 발전도 중요하지만 그와 동반하여 전통의 제조산업 특히 기계 금속 및 수송기기분야의 약진도 일본이나 다른 선진국에 비하여 크게 기여하고 있다. 그림 1은 1998년도 주요 국가별 다이캐스팅 생산량을 비교하여 보여 주고 있다. 여기서 미국이 최대 주물생산국이며 아울러 최대 주물소비국으로서 중요한 위치를 차지하고 있으며 미국에서의 동향은 세계 주물의 제조업에 직 간접적으로 영향을 미친다.

2. 북미의 다이캐스팅 산업 동향

그림 2는 1990년대 북미의 다이캐스팅 생산량의 추세를 보여 주고 있다. 다이캐스팅의 재질로서 알루미늄이 중심이고 아연과 마그네슘이 그 다음으로 생산규모를 차지하고 있다. 전반적으로 다이캐스팅 생산량이 증가하고 있으며 특히 경량재료인 알루미늄과 마그네슘의 증가속도가 현저하다. 이러한 생산증가는 미국의 경제성장과 밀접하게 연관되어 있다.

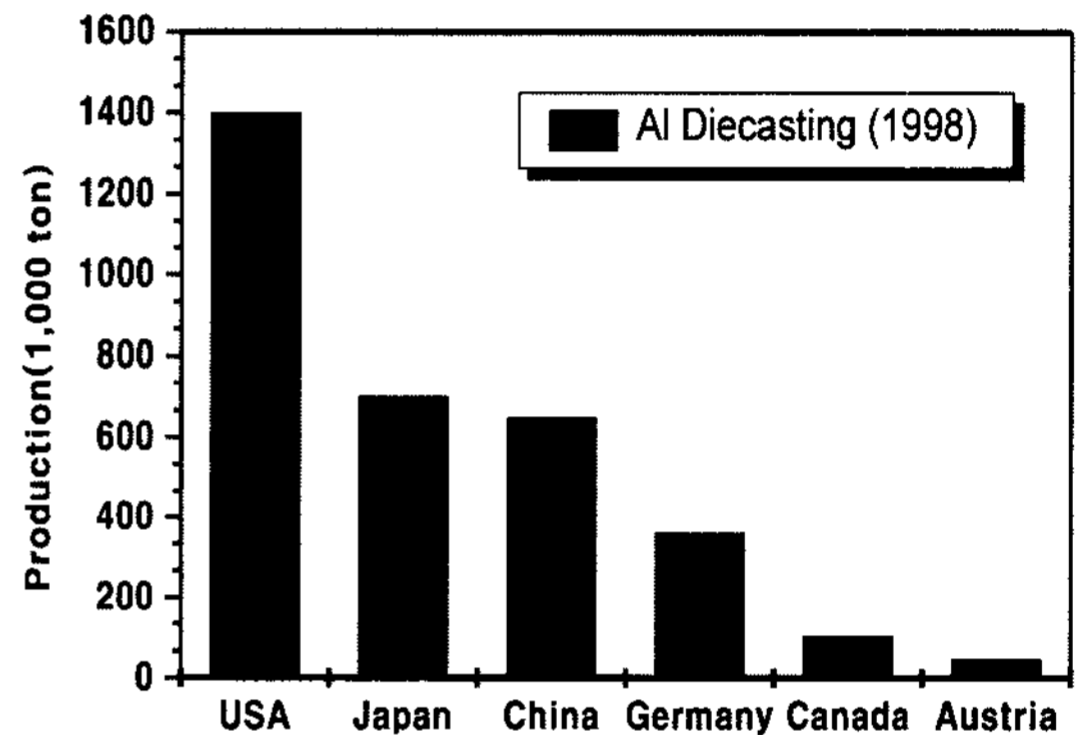


그림 1. 각국의 다이캐스팅 생산량 비교.

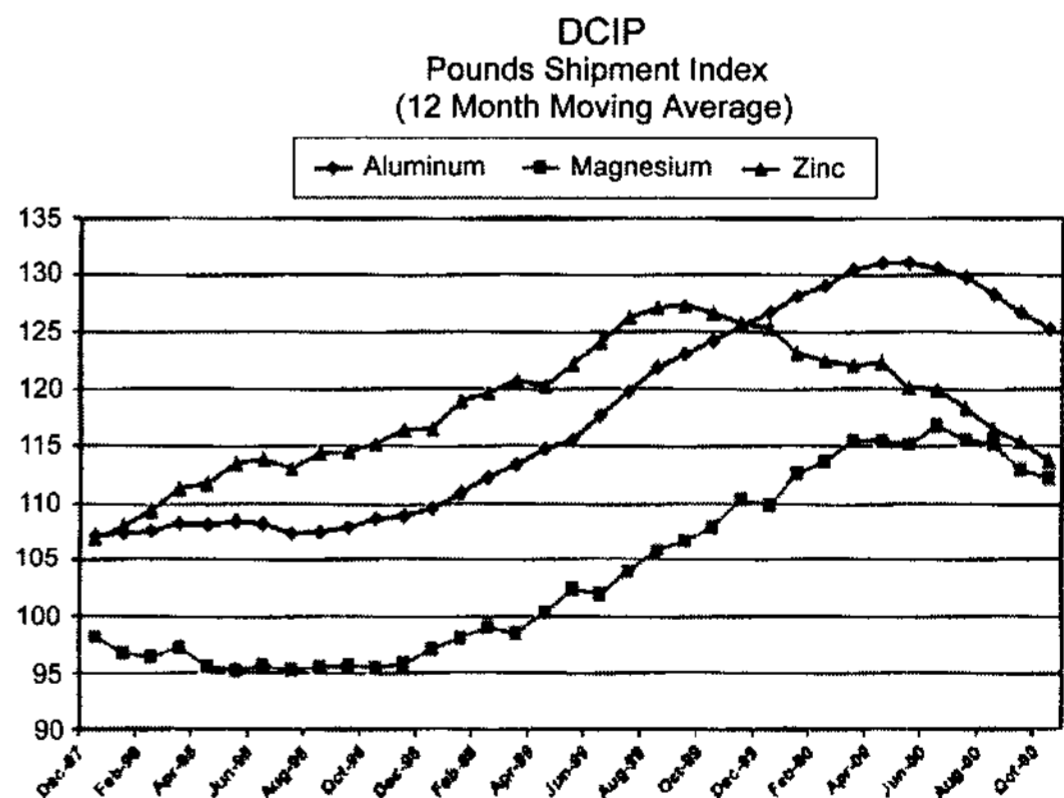
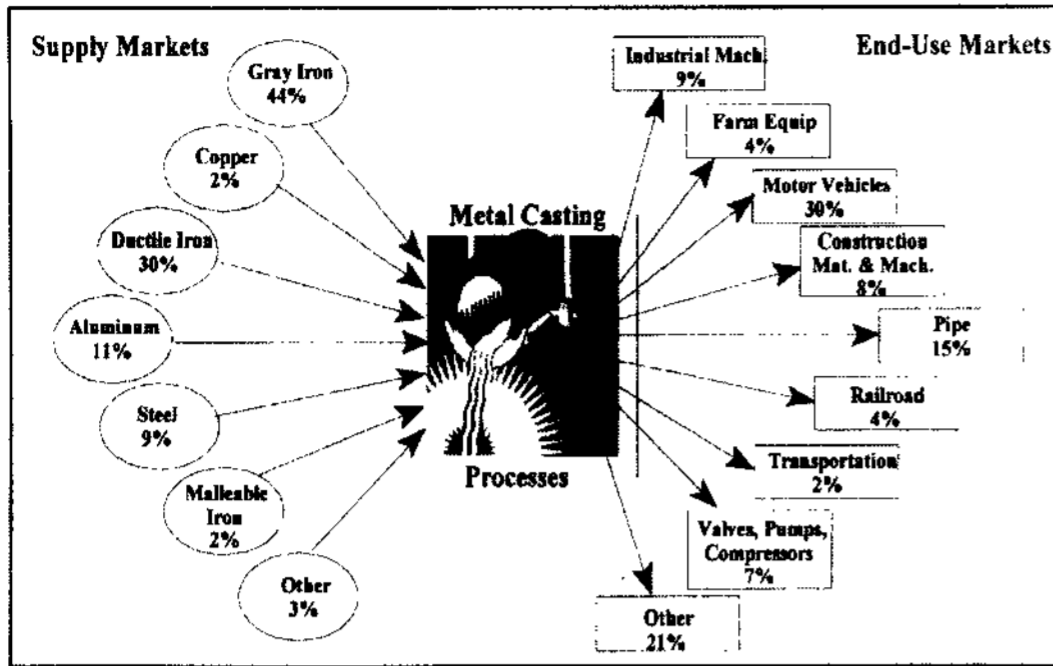


그림 2. 북미 다이캐스팅 생산추세.

그림 3은 북미에서 주물의 공급처로서 재질별, 최종 소비처별로 비율을 나타낸 것이다. 전체 주물을 대상

한국과학기술연구원 비평형재료연구센터(Korea Institute of Science of Science and Technology)
†E-mail : lmhan@kist.re.kr

U.S. Metal Casting Supply and End-Use Markets* (1996)



Source: Foundry Management & Technology, March 1997. *Percent by weight

그림 3. 주물의 재질별, 수요처별 구성비.

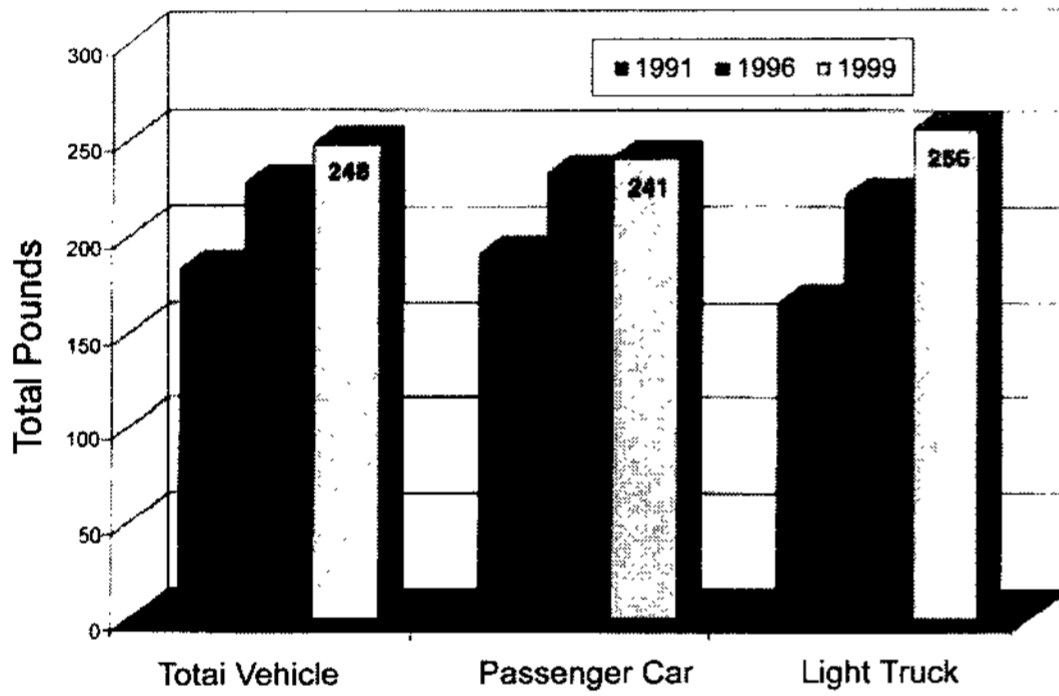


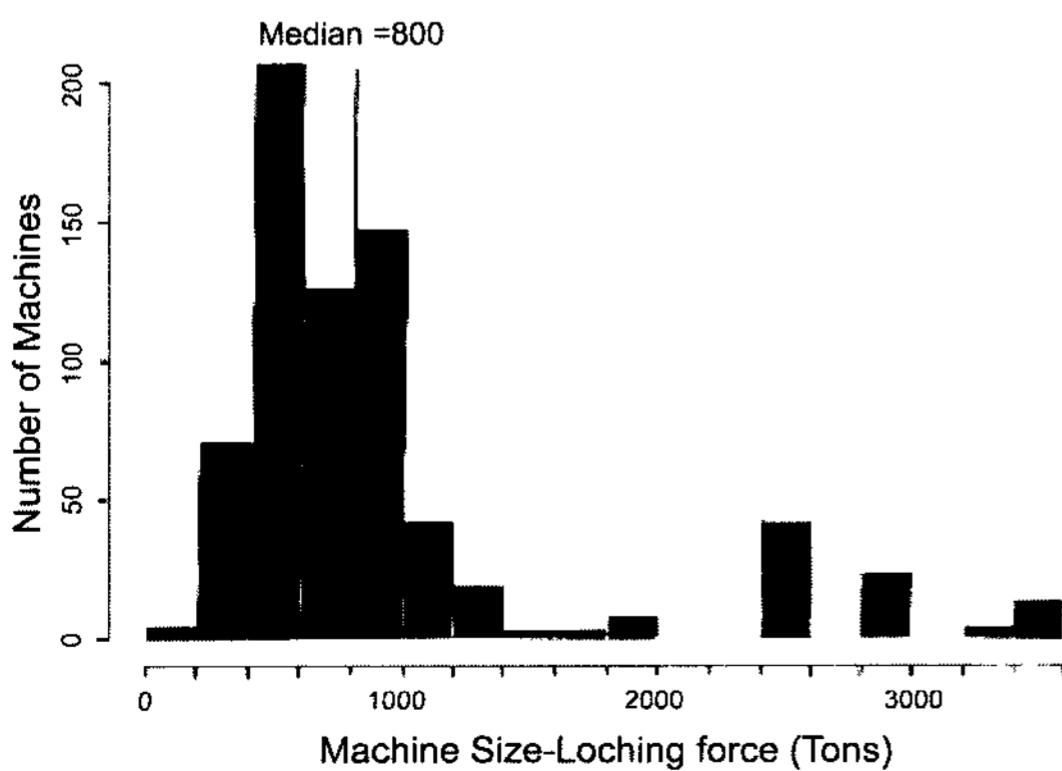
그림 4. 북미 자동차의 알루미늄 사용량의 변화

으로 한 것이므로 철강과 주철이 50% 이상이 되고 그 다음으로 알루미늄이 중량을 차지하고 있다. 그러나 알루미늄은 경량소재이며 소재단가가 높으므로 그 경제 규모나 금액면에서는 보다 큰 비율을 차지하며 주물산

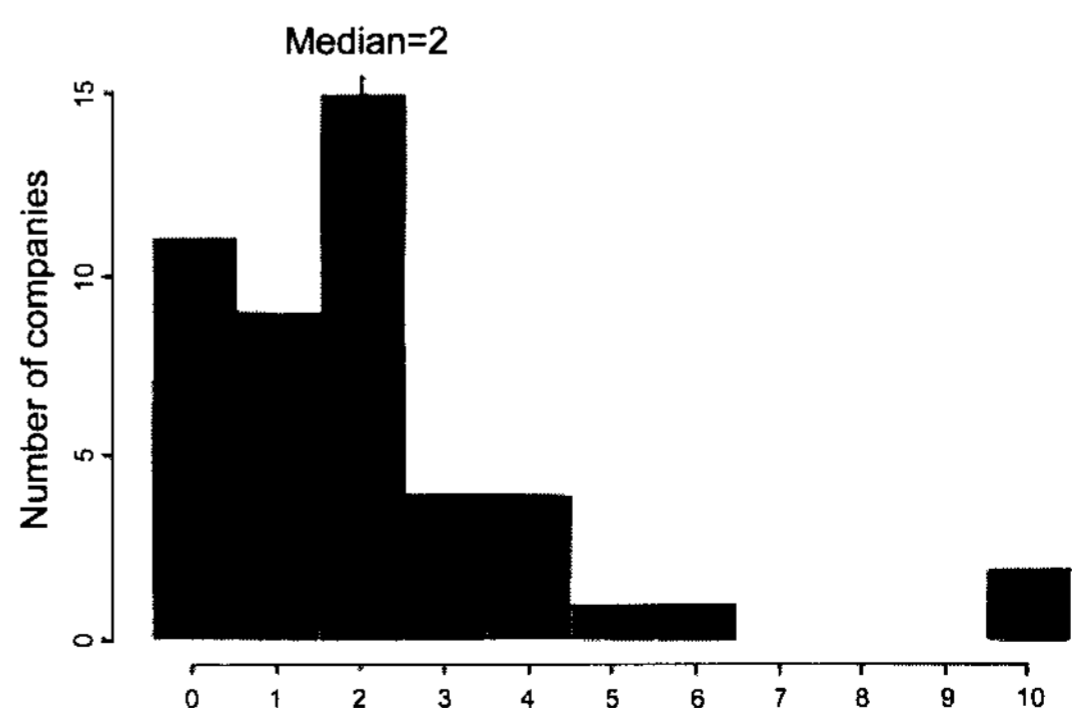
업에서 그 중요성이 높다. 주물의 주요 소비처는 자동차 및 수송기기분야가 36%를 차지하여 이 분야의 성장여부가 주물 생산을 좌우함을 알 수 있다. 이러한 경향은 다이캐스팅에서는 더욱 크며 의존성이 높다. 그림 4는 북미 자동차의 평균 알루미늄 적용량의 변화를 보여 주고 있다. 1991년부터 근래 10년 사이에 평균 180 kg에서 250 kg으로 거의 70 kg이 증가하여 경량소재로 대체가 급속히 이루어지고 있으며 그에 따른 알루미늄 및 마그네슘 다이캐스팅 생산량의 증가하였음을 분석할 수 있다. 이러한 경향은 세계적으로 보다 가속화될 것이 확실하다.

미국에서의 차량에서 경량화 소재적용이 현저하게 증가함으로 인하여 다이캐스팅의 수요도 급증하게 되었고 다이캐스팅기의 수량과 대형화가 이루어 졌다. 그림 5는 미국에서 다이캐스팅업체에 콜드챔버식 주조기의 용량별 분포와 추가 증설하고자 하는 주조기 수량을 조사한 것이다. 주조기의 평균 용량은 800톤이나 대부분이 300-800톤급이고 1,000톤급보다 오히려 2500톤 및 4,000톤까지의 초대형기가 주로 적용되고 있다. 평균 주조기의 사용기간은 약 10년 정도이며 수요증가에 따른 신규 구매 주조기는 평균 2대 정도로 나타났다.

최근 3년 동안에 북미다이캐스팅 산업에서는 주요 공동 관심사는 투자회사, 벤처금융 및 대형제조업체가 다이캐스팅산업을 구성하는 것으로서 그들의 목표는 제품경량화(주철 및 철강대신 알루미늄과 마그네슘으로), 조립품의 one stop shopping(볼트 너트 가스켓을 포함하여 기공조립된 다이캐스팅주물), 공정다양성(동일 공 급처에서 주물과 플라스틱을 구매) 등이다. 그 결과



Machine age-Aluminum cold chamber



Number of machines planned for purchase

그림 5. 북미 다이캐스팅업체 주조기 동향.

OEM 공급자는 감소하며 보다 염가를 요구하는 것이다. 현재 다이캐스팅의 최대 경쟁자는 플라스틱 성형으로서 비슷한 경쟁력을 가지는 것으로 구매자들은 보지만 일부 경우에 신속한 제조 및 재료비 및 납기와 신속한 대응에서 다소 우위가 있어 새로운 기술개발 및 경쟁력강화가 요구되고 있다.

3. 북미에서 연구개발 동향

미국에서 다이캐스팅의 실용화 개발 및 연구는 20세기 초부터 시작되었고 주조업체가 중심되어 추진되어 왔다. 그 중에서 관련된 다이캐스팅업체들이 연합하여 단체를 결성한 NADCA(North America Die Casting Association)이 각종 학술대회 개최 및 개발 양산화 장비와 주조품들의 전시 및 보급에 중추적인 역할을 하고 있다. 지난 90년 초기에 미국제조업체의 새로운 성장이 시작되면서 그동안 부분적으로 연구개발되던 주조분야에 대한 전반적인 평가와 21세기 미국산업으로 성장가능성을 범국가적으로 조사하였다. 그 결과 21세기 미래산업으로서 전통제조업중에서 알루미늄 및 주조가 중요하다고 판단하고 그 장기발전 프로그램이 추진되었다. 그것이 1995년에 "Beyond 2001 : A Vision for 곧 America Metalcasting Industry" 제목으로 전 미국의 주조산업을 위한 CMC(Cast Metals Coalition)을 결성하여 다음의 6가지를 강조하는 활동을 시작하였다.

- 기술적 부품의 우선적 공급위치 확보
- 세계적인 경쟁력 확보
- 환경 친화적
- 금융적 능동성과 수익성 확보
- 도전의 원천과 고연봉 직업으로 유지
- 기술과 혁신의 세계 우위적 지위

특히 다이캐스팅분야에서 연구개발을 목적으로서

- 주물의 신뢰성 향상
- 주조합금소재의 개선
- 금형수명 향상
- 공정 전산모사를 통한 납기 및 품질 향상
- 고품위의 주조기술 실용화 접목

이러한 목표를 가지고 NADCA가 다이캐스팅분야의 중심관리기구가 되어서 94년부터 지금까지 다양한 주

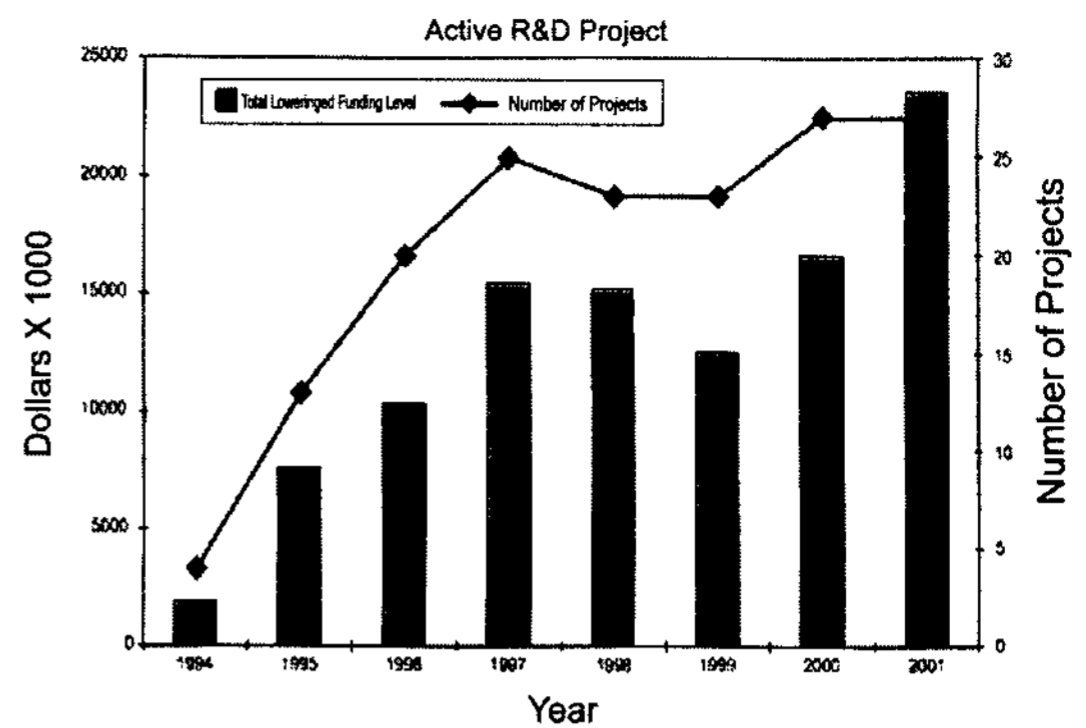


그림 6. 최근 북미다이캐스팅분야의 연구개발과제 동향.

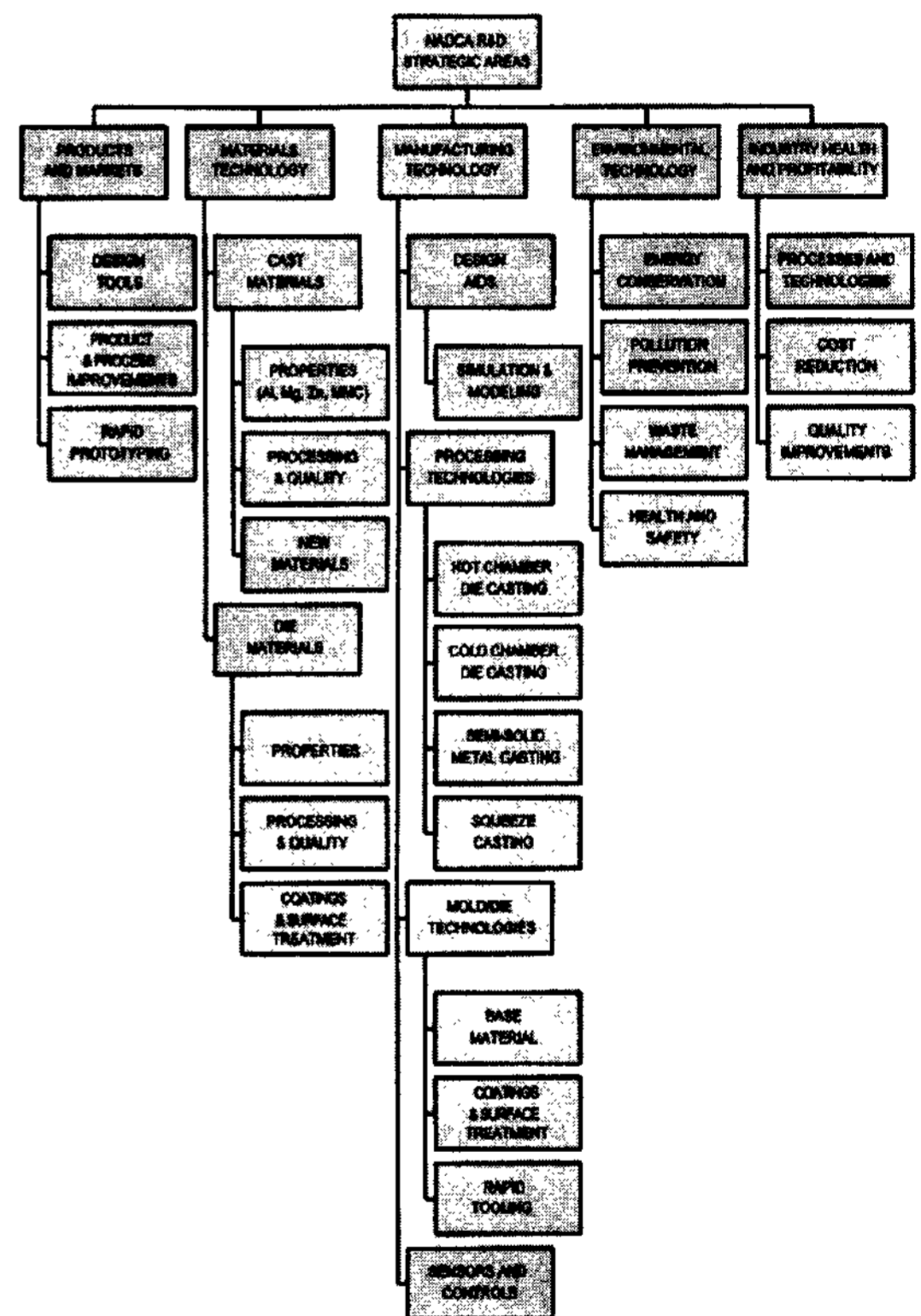


그림 7. 다이캐스팅분야 연구개발 전략분야.

제와 내용의 연구개발을 추진하고 있다. 그 연구활동이 그림 6에 표시되어 있다. 초기에는 3개 과제로 2백만불로 시작하였고 점차 과제수가 증가하고 금액도 증가하여서 2001년 현재 27개과제에 24백만불로 수행되고 있고 금년에 10개 과제가 종료되고 신규로 10개를 추가하여 이러한 규모를 유지하면서 활발한 연구개발이 이루어지고 있다. 이 과제의 재원은 상당부분이 국

| Current Project | Products & Markets | Materials | Manufacturing | Environmental | Industry Health |
|---|--------------------|-----------|---------------|---------------|-----------------|
| 106 Design Knowledge & Rapid Tooling Techniques | X | X | X | | X |
| 107 Environment for Die Casting Design & Evaluation | X | | X | | X |
| 108 Rapid Tooling for Low Volume Die Casting | X | | X | | X |
| 109 Designed Properties for Al Die Casting Alloys | X | X | X | | X |
| 39 Die Casting Part Distortion: Prediction & Control | X | | X | X | X |
| 46 Computer Modeling of Shot Sleeve Distortion | | | X | X | X |
| 64 Semi-Solid Metal Processing Consortium | X | X | X | X | X |
| 65 Optimization of Squeeze Casting for Aluminum Parts | X | X | X | X | X |
| 75 Die Materials for Critical Applications and Increased Production Rates | X | X | X | X | X |
| 78 Energy Consumption by Die Casting Operations | | | X | X | |
| 79 Qualitative Reasoning for Additional Die Casting Design Applications | X | | X | X | X |
| 83 Casting Characteristics of Aluminum Die Casting Alloys | X | X | X | X | X |
| 85 Creep Resistant Zinc Alloy Development | | X | | X | X |
| 87 Effect of Die Design on Thermal Fatigue Cracking of Dies | | X | X | X | X |
| 88 Understanding the Relationship Between Filling Pattern and Part Quality | | X | X | X | X |
| 89 Development of Surface Engineered Coatings for Die Casting Dies | X | X | X | X | X |
| 90 Sensors for Die Casting | | | X | X | X |
| 92 Effects of Externally Solidified Product on Wave Celerity and Quality | | X | X | X | X |
| 96 Integration of RSP Tooling with Rapid Prototyping for Die Casting Applications | X | X | X | X | X |
| 98 Metallic Reinforcement of Direct Squeeze Die Cast Aluminum Alloys | X | | X | X | |
| 100 UHS Measurement of Internal Die Cavity Temp Profiles for Process Control | X | | X | X | |
| 101 Computer Modeling of the Mechanical Performance of Die Casting Dies | X | | X | X | X |
| 102 Castability Assessment and Data Integration | X | | X | X | |
| 94 Increasing Productivity & Reducing Emissions Through Lubricant Control | X | | X | | |
| 110 Cost Reduced Magnesium Die Castings Using Heated Runners | X | X | X | | |
| 73 Coatings for Die Casting Dies | | X | X | | |
| 95 Impact Round Robin Testing for H-13 Die Steel | | X | X | | |

그림 8. 추진중인 연구개발과제의 전략적 특성.

가재정에서 총당되고 NADCA 자체 기금 및 과제참여 기업들의 재원으로 구성되고 있다. 대표적인 지원기구가 DOD(에너지부)의 OIT와 DOD(국방부)의 DLA 및 여러 주립 통상기구 등이다.

여기서 추진하는 연구개발의 전략분야로서 5개를 선정하고 있다. 그것은 제품과 시장, 재료기술, 제조기술, 환경기술, 산업안전성 및 수익성으로서 그림 7은 이들의 분야와 그에 따른 세부 분야를 구분하여 장단기 발전 이정표(Road Map)를 작성하고 매년 수정 보완하고 이에 근거한 실질적인 연구과제를 추진 관리하고 있다. 그림 8과 9는 이러한 전략적 분야에서 도출되어 수행중인 연구과제목록이며 그 목적별 특성을 보여 주고 있다.

먼저 전략적 분야면에서 추진중인 과제의 특징을 보면 제조공정과 기업안전성을 위한 것이 공통적이며 국방부과제에서는 환경적인 면은 적고, 에너지부의 과제에서는 환경적 측면이 강조되고 있다. 대부분 전략 분야에 적어도 3가지 이상 기여를 하는 과제가 추진되고 있으며 원천기술적인 면이 강하다. 또한 그림 10의 선진화면에서 과제를 분석하여 본 결과로는 전반적으로 생산성 향상이 강조되고 있고 국방부과제에서는 납기 단축 즉 신속한 제조에 강조되고 있다. 그 외 원가 절감과 경제성을 위한 것도 추진되고 있다.

여기의 다이캐스팅분야를 포함하는 주요전반의 연구개발 및 첨단화 연구개발이 국가적으로 추진되고 있는데 DOE(에너지부) 소관 과제가 50개가 추진되고 있으

| Current Project | Advancement Area | |
|---|---------------------|--------------------------|
| | Lead-Time Reduction | Productivity Improvement |
| 106 Design Knowledge & Rapid Tooling Techniques | X | X |
| 107 Environment for Die Casting Design & Evaluation | X | X |
| 108 Rapid Tooling for Low Volume Die Casting | X | |
| 109 Designed Properties for Al Die Casting Alloys | X | |
| 39 Die Casting Part Distortion: Prediction & Control | X | X |
| 46 Computer Modeling of Shot Sleeve Distortion | | X |
| 64 Semi-Solid Metal Processing Consortium | X | X |
| 65 Optimization of Squeeze Casting for Aluminum Parts | | X |
| 75 Die Materials for Critical Applications and Increased Production Rates | | X |
| 78 Energy Consumption by Die Casting Operations | | X |
| 79 Qualitative Reasoning for Additional Die Casting Design Applications | X | X |
| 83 Casting Characteristics of Aluminum Die Casting Alloys | | X |
| 85 Creep Resistant Zinc Alloy Development | | |
| 87 Effect of Die Design on Thermal Fatigue Cracking of Dies | | X |
| 88 Understanding the Relationship Between Filling Pattern and Part Quality | | X |
| 89 Development of Surface Engineered Coatings for Die Casting Dies | | X |
| 90 Sensors for Die Casting | | X |
| 92 Effects of Externally Solidified Product on Wave Celerity and Quality | | X |
| 96 Integration of RSP Tooling with Rapid Prototyping for Die Casting Applications | X | |
| 98 Metallic Reinforcement of Direct Squeeze Die Cast Aluminum Alloys | | X |
| 100 UHS Measurement of Internal Die Cavity Temp Profiles for Process Control | | X |
| 101 Computer Modeling of the Mechanical Performance of Die Casting Dies | | X |
| 102 Castability Assessment and Data Integration | X | X |
| 94 Increasing Productivity & Reducing Emissions Through Lubricant Control | | X |
| 110 Cost Reduced Magnesium Die Castings Using Heated Runners | | |
| 73 Coatings for Die Casting Dies | | X |
| 95 Impact Round Robin Testing for H-13 Die Steel | | X |

그림 9. 추진중인 연구개발과제의 선진화 특성.

며 여기서는 과제의 80%는 생산성 증가 및 스크랩감소를 통한 에너지 절약이며 10%는 공정제어, 10%는 지식기반공학의 향상으로 구성하고 있다. 이러한 연구방향과 과제들을 고려하여 국내에서도 실정에 맞는 과제 도출 및 추진이 시급하다.

이러한 연구개발의 결과들은 대부분 원천적이며 공통적인 성격을 가지며 국가적 차원에서 추진된 것으로서 다이캐스팅업체에 동일하게 공유할 수 있는 내용들이다. 이러한 연구 결과들은 보고서 및 책자로 인쇄하여 우선적으로 NADCA 소속 기업체에 무상으로 제공

되고 있으며 1-2년이 지난 뒤에는 일반에게도 자유공개를 하고 있으며 그 연구자료들을 우리들도 참조 및 입수할 수 있다. 일부 전산모사프로그램이나 기업화 성격의 결과는 상용화하고 있다. (NPACA web site 참조)

4. 결 론

다이캐스팅은 여러 주조분야 중에서 가장 성장속도가 빠르고 전망이 밝다. 주로 경금속분야에서 사용되고 있으면서 주조 공정 중에 가장 실행상과 염가, 고

품질, 생산성을 갖추고 있어서 북미에서는 국가적 차원에서 90년대 이후 새롭게 연구개발이 추진되고 있고 세계 우위의 경쟁력유지를 위한 노력을 하고 있다. 세계 최대의 소비와 생산 시장을 가지고서 이제는 품질과 고부가가치화를 도모하고 있어서 주 경쟁국인 일본과 유럽을 제치고 있고 장단기 연구개발로 점차 가시화된 결과를 보이고 있다.

국내에서도 새롭게 성장원동력을 다지고 있는 미국의 다이캐스팅 시장과 연구개발의 추이를 적극적으로 벤치마킹하고 원천기술의 수용 및 활용하는 것이 필요하다. 나아가서 이러한 연구개발과제 중에 국내 실정

에 맞게 주조업계와 학회 연구기관 등이 연합하여 대형과제 및 프로그램을 기획 추진하는 것이 앞으로 심화되는 주물 및 수송 차량분야의 품질과 제품 경쟁력 강화를 위하여서 고려되어야 할 시점이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] Web site of NADCA ; www.diecasting.org
- [2] Stephane P. Udvardy , Die Cast Engineer , p72 July 2001.
- [3] Daniel L. Twarog , Die Cast Engineer , p18 Jan. 2000.

國內外鑄物關聯行事

2002

1월 20일 ~ 1월 23일

The 5th Pacific Rim International Conference
Nagoya, Japan

2월 1일 ~ 2월 3일

The 50th India Foundry Congress
Goa, India

1월 27일 ~ 1월 29일

Processing and Manufacturing Equipment
Trade Show
United Arab Dubai, Emirates