

최근 열처리 관련 기술 동향 및 발전 방향(2)

문경일 · 김성완

한국생산기술연구원, 플라즈마응용팀

Recent Trends of Heat Treatment Research

Kyoungh Il Moon, Sung Wan Kim

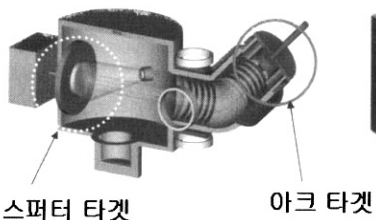
Plasma enhanced technology development team, KITECH, Incheon 406-800, Korea

4. 열처리 산업의 대응책

관련시장의 변화가 열처리 산업에 미칠 주요 영향을 살펴보면, 자동차, 금형 및 기계 부품의 품질강화 요구로 냉간 단조품 원소재의 무산화 소둔의 중요성이 부각되고 있으며 원가절감, 납기단축 목적으로 고주파 가공기술의 이용 증대될 것이다. 또한, 고기능성, 고강도화 복합열처리 기술로서 질화처리 후에 고주파 열처리를 실시하는 신폴법에서는 질화에 의해 형성된 취약한 화합물 층을 열적으로 분해시켜 무해하게 합과 동시에 질화 단독 처리에서는 곤란한 깊은 경화층을 형성할 수가 있다(그림 7). 이 경화층은 질소가 고용된 극히 미세한 마르텐사이트와 미세하게 분산된 잔류 오스테나이트의 혼합조직이므로 높은 표면경도와 우수한 고온 연화 저항력을 갖는다. 이 공법에 의해 등속 조인트의 베어링 볼 홈에서의 내 플래킹 강도가 대폭적으로 향상된다는 보고도 있고 장래 구동계 치차나 각종 전동(轉動) 부품에의 응용이 기대된다.

경쟁국 및 GM 대우에서 진공침탄 채택에 따라 신기술에 대해 새롭게 관심이 높으며 진공침탄기술로서 공석탄소농도 이상의 침탄을 하여 결정입계에 석출하기 쉬운 탄화물을 미세분산 석출시키는 CD 침탄 기술을 통해 우수한 면압강도를 얻는 기술이 고강도강 재료개발 열처리 기술로서 관심이 집중될 것이다. 진공침탄 후에 원주 윤곽 고주파 켄칭이나 2단 쇼트 피닝, 진공침탄 후 미립자 피닝, 또는 침탄 질화 후 미립자 피닝처리를 실시하는 하이브리드 공법에 대해서도 연구개발이 이루어지고 있고, 각종 동력전달 치차에의 적용도 기대된다. 통상의 2배 이상 침탄 깊이가 필요로 하는 자동차 부품의 경우, 침탄시간의 단축을 목적으로 한 고온침탄법이 개발되고 있다. 통상보다 100°C 이상 높은 1050°C에서 침탄을 하면 침탄 공정 시간이 75% 단축 가능하다는 보고가 있는데 이때, 당연히 강재의 결정립 조대화 방지대책이 필요하며 이를 위한 고온 침탄용강의 개발이 시급하다. 현재, Al 및 Nb를 적량 첨가한

두가지 기술의 복합장비



나노코팅용 외국산 장비

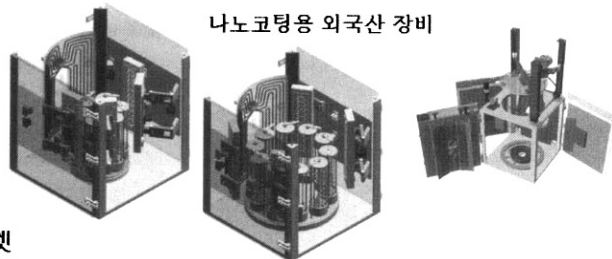


그림 6. 나노코팅용 장비 개요.

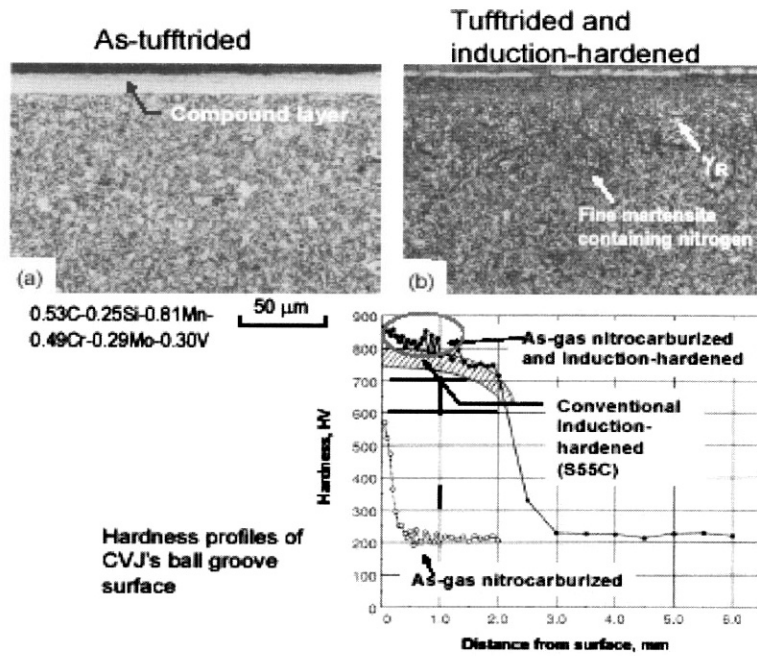


그림 7. 질화 + 고주파소입한 강의 경도분포와 조직 변화.

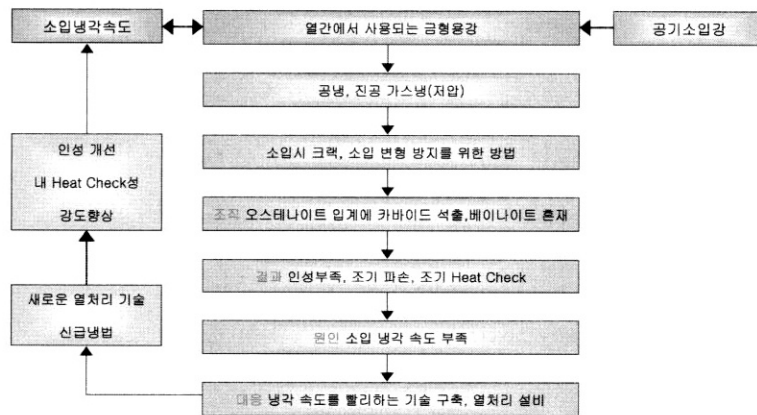


그림 8. 금형재 열처리 기술 전개도.

고온침탄용강이 개발되고 있다.

금형들에 대한 각기 다른 요구 특성을 만족하기 위해 열처리에서는 사용조건을 고려 소재의 현미경 조직, 특히 탄화물의 분율, 베이나이트 및 잔류 오스테나이트의 제어를 통한 변형의 제어 그리고 인성등의 물성 제어를 위해 노력하고 있다. 그림 8은 이러한 생각을 표현하는 개념도이다. 특히, 진공열처리 등에서 대류 가열 및 가압 냉각 기술을 이용하여

Ms온도 직상까지 급냉하고 내외부 균일온도에 달한 후 냉각함으로써 소재의 인성을 향상시켜 수명 및 성능을 향상시키는 인상 소입 기술이 주목받고 있으며, 고인성 요구품의 베이나이트 열처리 이용이 증대될 것이다.

고강도 알루미늄에 대한 압출 시장 확대로 고내구성 금형 설계 및 열처리 기술 개발이 요구되며 국내 기술이 부족한 분말 소결형 금형 소재의 수입이

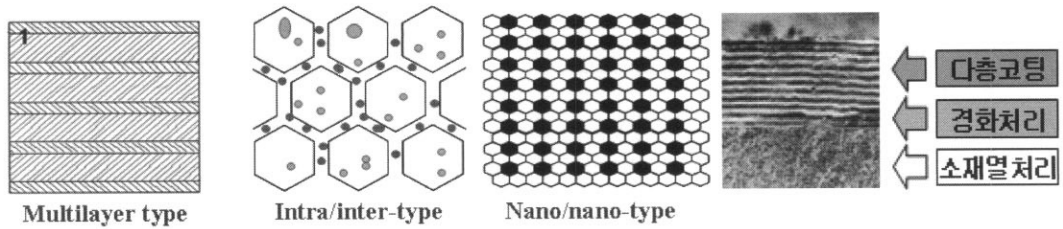


그림 9. 나노코팅과 복합공정(duplex process)의 개념도.

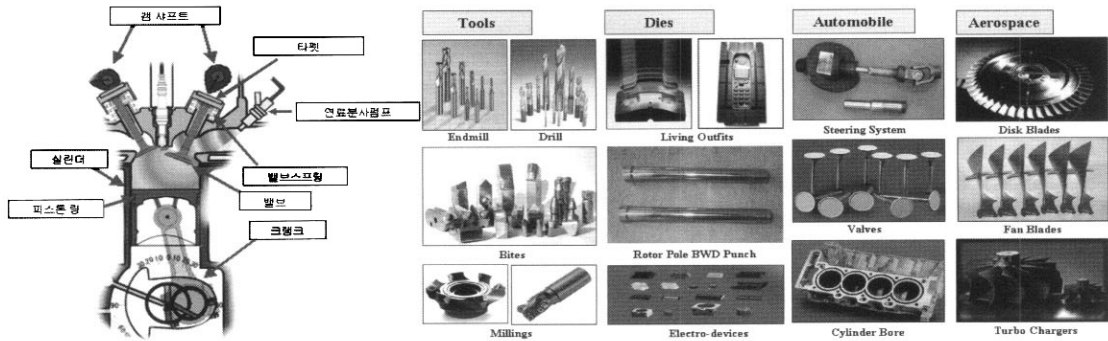


그림 10. 자동차 연비 향상을 위한 조저마찰 코팅 적용 분야 및 나노 코팅 관련 기술의 주요 응용 분야.

증대될 것으로 예상되어 대체 기술의 개발이 시급한 실정이다. 분말금형공구강은 분말프로세스에 의해 균일하고 미세한 결정립과 탄화물 분포로 되고 편석이 없는 양호한 조직이 얻어지며, 종래의 주조법으로는 곤란한 새로운 성분계의 제조가 가능하며 뛰어난 내마모성과 고탄성을 겸비하고 있다. 열처리 면에서의 큰 특징은 조직이 균일하고 미세하기 때문에 낮은 퀴칭 온도에서도 높은 경도가 얻어지며 SKD11이나 SKH51보다 인성치가 대폭 향상되는 특성을 갖고 있다. 이 때문에 난가공재의 프레스 작업에서 결손이나 균열 때문에 불안정하였던 금형수명이 대폭 안정된 예가 많다.

커먼레일 사용에 따라 압력 증가로 내마모 문제 부각되어 복합 열처리 및 나노 코팅 공정의 중요성이 증가할 것이다. 신기술 등장에 따라 피로강도 향상, 표면특성 향상 및 공정 단축 기술이 적용될 것이며 그 대표적인 기술로서 샷피닝 기술의 고급화에 따른 열처리 생략형 기술의 보급, 나노코팅 기술의 상용화, 복합열처리, 핫포밍 등을 들 수 있다. 또한, 금형제작의 수요 격감으로 코팅분야의 과다 경쟁이

예상된다. 그림 9에 경도, 내구성, 내산화성을 극대화하기 위한 방안으로서 전세계적으로 경쟁적으로 개발중인 나노코팅기술과 복합열처리 기술이 구현하고자 하는 미세구조를 예시하였고 그림 10에 주요 적용 분야를 표시하였다.

국내 열처리 산업의 대응 방향에 대해 살펴보면, 대부분 업체가 국제 사회에 대한 인식 부족 및 대기업의 발전 방향에 대한 장기적인 안목 부족, 기술 인력 부족 등으로 기술발전에 대한 계획보다는 단기적 매출 증대를 위한 덤핑 등 출혈 경쟁의 심화로 여건이 더욱 어려워지고 있으며 여건이 좋은 기업의 경우도 해외 신기술 관련 고가 장비 수입에 집중하고 있다. 정부차원에서 국가적인 산업발전에 도움이 될 중요 산업 지표를 선정하여, 관련 업체의 발전 방향을 선도할 필요성이 더욱 높아지고 있다.

최근의 산업 환경 및 동향을 고려할 때, 산업 발전에 가장 중요시 되는 주요 기술은 자동차 연비 향상 기술, 기계, 부품, 소재 품질의 고도화 기술, 신시장 창출 및 수출 제고 관련 기술 등으로 나뉠 수 있으며 국가산업경제의 안정적 발전을 위하여 이 분야의

표 6. 향후 산업계의 요구사항 및 문제점에 따른 열처리 산업의 대응 방안

요구사항 및 문제점	대응책
<ul style="list-style-type: none"> ● 국제 경쟁력 강화 ● 고출력, 저연비, 빠른 반응성, 조향성 ● 저공해, 저소음, 내진동 - 지구온난화, CO₂ 규제 대비 ● 금형 및 공구의 수명 향상 기술 ● 신소재 개발 ● 안정성 ● 생산기지 해외이전 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 구조부품, 몸체의 비강도, 비강성 내구성향상 ■ 생산성향상, 고기능화 ■ 왕복 운동 부품, 주행 부품의 경량화 ■ 연비향상: 구동 부품의 마찰 저항 저감 경량화 ■ 복합열처리, 나노 코팅 기술 개발 ■ 소결형 금형재, 고온침탄재, 침탄질화용강 ■ 연소실계 부품의 열손실 절감 ■ 열영향 부품의 열부하 절감 ■ 정밀 부품의 고정밀화 생산 및 수출

집중적 기술 개발 및 투자가 요구된다. 특히, 앞서 언급하였듯이 열처리 분야와 밀접한 관계를 갖고 있으며 국가산업경쟁에 가장 큰 몫을 하고 있는 자동차 분야의 발전을 위해 자동차 관련 부품의 품질 경쟁력 확보가 중요시 되며 이를 위해 다음과 같은 항목의 열처리 기술에 대한 고도화 연구가 필요하다.

- 열처리 공정시간 단축 및 에너지 절감
- 고강도 부품의 무게 감소
- 초저마찰계수 구현 기술 및 재료 개발
- Quenching 변형의 조절 및 최소화
- 고기능성 나노 코팅 기술 개발 등

2005년 6월~11월 사이에 산업자원부의 지원하에 6대 생산기반분야에 대한 현황 및 발전 방향에 대한 조사를 하였는데 그 결과 중 하나가 생산기반분야의 효율적인 발전을 위하여 업체의 규모별로 최적의 지원시스템의 개발이 필요하다는 것이었다. 규모가 작은 열처리 업체의 자생력 향상을 위해 품질 향상 및 자체 문제 해결을 위한 기술 지원이 필요하며 이를 위한 인력확보 및 중소규모 열처리 업체의 부족한 인적자원의 해소를 위해 대학교와 연구소 인력을 이용한 지원시스템 개발이 필요하며 이를 위한 회원제 지역 클러스터 구축 등 방안이 필요한 시점이다. 한 예로서 시화 지역 관련 업체의 품질 유지를 위한 시험 검사와 성적서 발급 등의 업무 지원 및 기술 개발을 선도할 수 있는 클러스터 개발이 요구된다. 또한, 규모가 큰 열처리 업체의 경쟁력 강화를 위해 100억 이상의 매출 기업을 증가시키기 위한 장기적인 방안을 필요하며 이들 스타 컴퍼니 중심의 폐밀리 기업군을 육성하여 열처리 산업의 안정적 발전의 기초로서 삼아야 할 것이다.

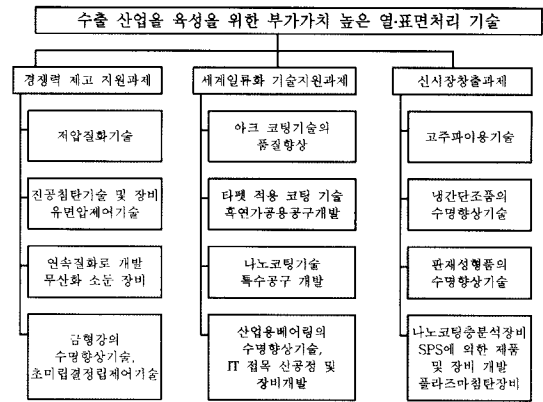
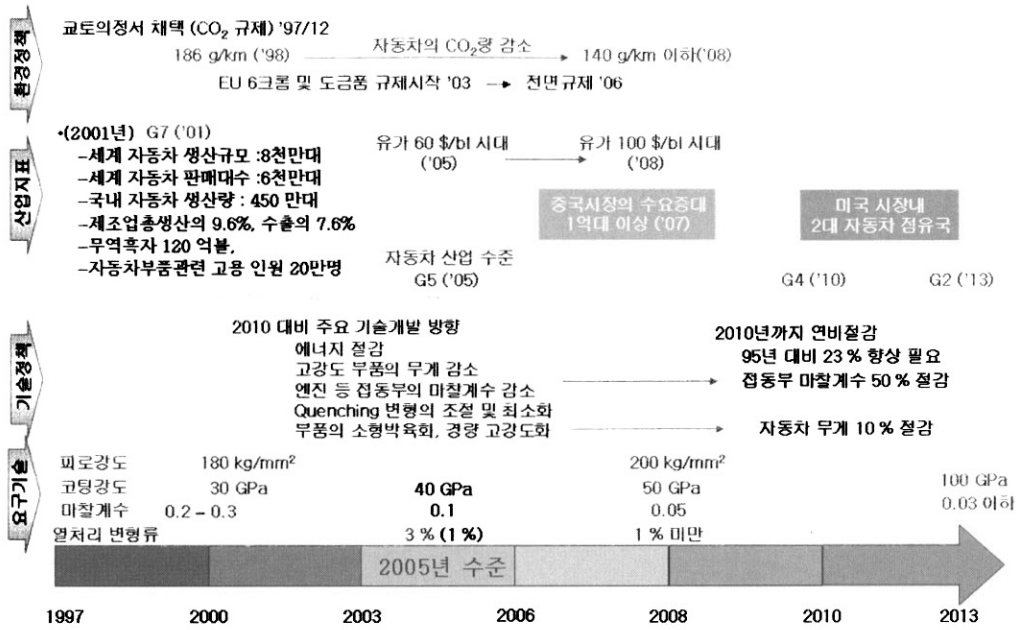


그림 11. 2010 산업기반 구축을 위한 열처리 기술 개발 계획.

5. 열처리 산업의 발전 방향

급변하는 현대 산업 환경하에서, 경쟁력을 가지고 살아남기 위해서는 업체 자체의 부단한 노력과 정부 차원의 장기적인 안목의 지원이 필요하다. 최근 열처리 분야에서 장기적인 차원에서 진행된 과제를 살펴 보면, 산업자원부의 지원하에 한국생산기술연구원에서 진행하고 있는 “열처리, 표면처리 산업의 선진기술 공동연구 기반구축사업 (2001. 05~2006. 08)”과 산업기반혁신과제로서 수행중인 “금형강의 고급화를 위한 유연압 제어와 플라즈마 표면 열처리 기술 개발”을 들 수 있으며, 이외에 모두 5 건의 기업중심의 선도과제가 진행 중이다. 상기 과제들 외에 2010년 까지 열처리 산업 혁신을 위한 다양한 과제들이 그림 11과 같이 계획되어 있으며 이를 정리하면 다음과 같다.

- 소독 3 만불시대의 선진기술산업국에 부응할 열



세계시장 공략을 위한
플라즈마 응용팀 Road Map

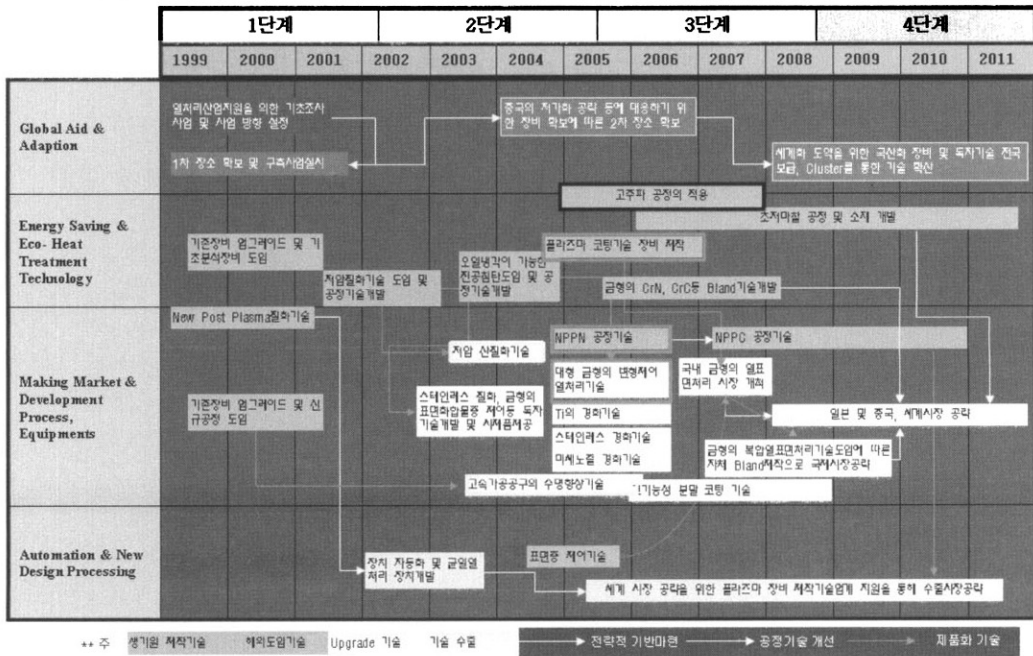


그림 12. 산업 지표 및 관련 기술 개발을 위한 열처리 roadmap.

처리 산업 형성을 위한 지식 기반을 둔 열·표면 처리 기술 형성.

- 고부가가치 열처리 기술 및 공정 개발을 통해 글로벌 부품 생산지원
 - 부품·소재의 세계적 생산기지화로 국가경쟁력 강화
 - 열처리 공정 및 장비 개발과 경쟁력 확보를 통해 수출화 기반 확보.
- 자동차 산업의 G2 (2015년) 입지 강화를 위한 열처리 기술 확보
 - 연비향상, 소형화, 경량화, 고강도화 기술 확보.

국내의 열처리 산업도 당분간은 국내 산업 발전을 이끌고 가고 있는 자동차 산업, 철강 산업 및 전자 산업의 요구 방향에 맞춰서 발전할 것이다. 이러한 산업환경의 요구사항 및 열처리 분야의 대응책을 정리해 보면 표 6과 같다. 결국, 수요가 있는 시장을 창출해 가는 열처리 산업만이 급변하는 산업환경속에서 경쟁력을 가지고 살아남을 수 있을 것이다. 따라서, 관련 산업 분야의 요구수준에 부응할 수 있는 열처리 기술 개발을 위한 과제 개발이 중요할 것이다. 한국생산기술연구원 열·표면처리 센터가 진행

중인 향후 기술 개발 방향에 대한 roadmap을 그림 12에 소개하였다.

6. 맺음말

제시된 기술의 실현 가능성을 높이기 위해서는 실용화 방안의 수립 및 수요 기업 확보가 필요하며 이를 위하여 관심 있는 업체들의 연구 참여가 절실히 요구된다. 또한 개발 기술의 수출산업화를 위한 산업별, 적용 부품별, 기술별, 열처리 관련 지표 및 시장 수요 조사가 필요할 것이다. 특히, 연구 개발 주체 및 수요 업체 사이의 간극을 줄이기 위해 개발 기술 관련 실수요 업체의 애로 요인을 분석하고 지원 방안을 현실적으로 도출할 필요성이 높다. 또한, 실용선상에 있는 업체들로부터 전략적인 제안을 수시로 받음과 동시에 현실성 분석을 통해 실효성이 높은 기술을 보다 빠르게 지원할 수 있는 노력이 필요할 것이다. 그러나 무엇보다도 정부의 정책 방향 및 산업 발전 방향을 미리 파악하고 앞날에 대해 적극적으로 대처하고자하는 업체 자체의 노력이 중요한 시점일 것이다.