

국내 용접분야의 기술동향

- 용접구조물의 열처리기술 -

김 환 태 · 길 상 철

Trends of Welding Technologies (Heat Treatment)

Hwan-Tae Kim and Sang-Cheol Kil

1. 서 론

1.1 연구목적

최근 산·학·연 등 각 분야에서 관심있는 주요산업 기술에 대한 종합적이고 신뢰성있는 분석정보의 수요가 증대하고 있으나, 실제 연구·분석기관들을 통한 공급은 미미한 상태이며, 특히 용접기술분야의 경우는 그 실적이 매우 저조한 실정이다. 따라서 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서는 최근 시장성, 기술성 면에서 분석이 필요하다고 여겨지는 용접기술분야 중 급변에 특집으로 선정된 '용접구조물의 열처리기술'에 대하여 학술정보동향과 특허정보에 대한 분석을 수행하였다. 큰 연구는 국가정책수립자에게는 국가연구개발 자원의 효율적 활용과 연구개발의 성공가능성을 높일 수 있는 기초분석 자료를 제공하고, 정보획득 및 분석에 한계가 있는 기업 및 연구기관의 기획 및 전략수립자들에게는 기업의 사업계획 또는 연구개발 계획 수립시 객관적이고 충실한 정보를 제공하는 데 그 목적이 있다.

1.2 연구범위

현대의 고도화된 산업사회에서 용접을 비롯한 제조기술의 발달은 제품의 생산성과 품질을 더욱 향상시키고 있으며, 세계 각국은 수출품의 가격 경쟁력에 직접적인 영향을 미치는 생산성을 증대시키기 위한 생산기반기술의 개발을 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 최근 용접구조물의 안정성 향상과 신뢰성 확보와 관련하여 용접구조물의 열처리기술을 포함한 용접시공기술의 중요성이 한층 더 높아지고 있는 추세이며, 용접열처리기술은 용접구조물의 품질을 향상시키는 중요한 공정중의 하나로서 제품의 질을 결정하는 요인으로 인식되고 있으며, 대형 용접구조물의 제조산업이 발달할수록 제조과

정에 용접열처리공정의 사용은 점점 확대되고 있다. 현재 우수한 기술력을 바탕으로 세계시장 점유율에서 우위를 차지하고 있는 우리의 조선, 자동차, 중화학설비 산업은 점차 치열해지고 있는 세계시장에서 살아남기 위하여 고품위 용접공정시스템의 개발을 통한 생산성 향상과 엄격한 신뢰성 확보 측면의 요구를 만족시킬 수 있는 용접열처리기술의 개발에 투자를 할 필요성이 더욱 강조되고 있다. 본고에서는 조선, 자동차, 중화학설비 산업 등에서 용접구조물을 제작할 때 용접부의 기계적 성질을 개선하고 용접부의 품질을 향상시킬 목적으로 사용되는 용접열처리기술을 범위로 하여 우리나라에서 수행되고 있는 기술개발과 특허 동향을 조사하고 분석하였다.

1.3 연구방법

본고는 조선, 자동차, 중화학설비와 같은 용접구조물의 제작을 위한 시공과정에 적용되고 있는 용접열처리기술을 분석대상으로 하였다.

제 2장 기술동향에서는 한국과학기술정보원(KISTI)이 보유하고 있는 문헌과 최근 해외발표 저널 등을 통해 용접열처리 기술의 연도별, 국가별 연구개발동향에 대해 종합적인 정보분석을 수행하였다.

제 3장 특허정보분석에서는 용접열처리기술에 관해 조사된 국내의 특허정보를 대상으로 한국과학기술정보연구원에서 개발한 분석시스템을 이용하고 특허맵핑(Patent Mapping)을 행하여 20여년간의 특허흐름 추이와 최근의 특허동향, 특허출원인 동향 등을 분석하였다. 그리고 분석결과를 통하여 기술의 우위현황 및 기술의 분포도 등을 기술분야별 등으로 세분화·체계화하고, 도식화된 그래프를 이용하여 특허정보의 동향을 다각적으로 분석하였다. 한편 용접구조물의 열처리공정

기술에 관한 특허정보분석은 한국과학기술정보연구원 (<http://www.kisti.re.kr>)에서 제공하는 국내의 특허 정보 데이터베이스를 활용하였다.

2. 용접열처리 기술동향

2.1 기술일반

용접열처리는 용접이음부의 건전성을 확보하기 위하여 통상 용접 전에 실시하는 용접예열처리와 용접이 끝난 후 실시하는 용접후열처리로 크게 구분되며, 이 중에서 통상적인 '용접후열처리'를 의미하는 용접후열처리는 용접시공과정에서 용접부에 발생한 용접 잔류응력을 제거하고 용접부의 기계적 성질을 높일 목적으로 적절한 온도(일반적으로 변태점 이하의 온도)에서 용접부를 가열한 후 냉각하는 기술로서 다음과 같이 구별된다.

- 광의 : 용접후 용접부 또는 용접구조물에 행하는 열처리의 총칭으로 응력제거어닐링, 용접후의 노르말라이징, quenching & tempering, 고용화열처리 등의 열처리를 포함한다.
- 협의 : 응력제거어닐링(stress relief heat treatment)은 용접후열처리의 대표적인 기술로서 각국의 규격과 기준은 여기에 따른다.

2.2 용접 예열처리

2.2.1 목적

용접예열처리는 용접부에서 저온균열이 발생하기 쉬운 재료에 대하여 용접을 시작하기 전에 피용접물 전체 또는 용접부 부근의 온도를 올리는 열처리로서 다음과 같은 목적으로 실시한다.

① 용접작업성의 개선

열전도가 큰 재료와 후판재료의 경우 용접예열에 의한 입열량의 증가로 용접모재를 충분히 용융시켜 주며 용접 groove내에 묻어 있던 오물과 수분을 예열로 제거하여 용접부에 기공(blowhole)이 발생하는 것을 방지한다.

② 용접금속과 용접열영향부의 균열방지

용접예열의 최대효과는 용접 저온균열 감수성이 높은 고장력강, 고탄소강, 합금강 등을 용접할 때 용접부의 냉각속도를 느리게 하여 용접부의 경화를 방지하고 확산성 수소를 방출시켜 용접부의 저온균열을 방지하는데 있다. 이 경우 경화성이 높은 강재일수록 Table 1과 같이 높은 용접예열온도를 채택한다. 이를 보면 Cr-Mo 강재는 Cr양이 증가할수록 용접예열온도가 함께 증가하는데 대표적인 2 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo 강의 경우 용접예열과 용

Table 1 각종 재료의 용접예열온도

재 료	예열온도(°C)	재 료	예열온도(°C)	재 료	예열온도(°C)
HT 50	20~100	1Mo 강	100~200	청 동	150~200
HT 60	60~100	18Cr 강	100~200	5Cr-1Mo	250~350
HT 70	80~150	Mn-Mo강	150~250	9Cr-1Mo	250~400
HT 80	100~180	1Cr-1Mo	150~250	13Cr-1Mo	250~400
주 강	20~100	1 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo	150~300	Mn-Mo-Ni	150~250
주 철	150~300	2 $\frac{1}{2}$ Cr-1Mo	200~350	TS403.410	150~200

접중의 pass간 온도는 200°C 이상이 필요하다. Martensite계통 stainless steel의 경우에는 350°C의 용접예열과 용접후열처리가 필요하며 ferrite계 stainless steel의 경우에는 재료 자체의 경화성은 없으나 용접후 연성이 부족하기 때문에 100~150°C 정도의 예열이 좋다. Cr-Mo 강과 austenite계 강재와의 이종재료를 결합하는 경우에는 austenite 강측은 예열하지 않고 층간온도도 낮게 하며 가능하면 Cr-Mo 강측을 예열한다.

③ 용접부 잔류응력/변형 감소 및 연성 개선

용접예열에 의해 용접부 부근의 온도구배를 낮게 하면 용접변형과 잔류응력이 감소하게 된다.

2.2.2 용접예열온도를 결정하는 방법

① 냉각시간을 고려한 실험식 이용법

용접열사이클 중 800~500°C 온도범위의 냉각시간이 용접부의 성질과 용접균열에 영향을 주며, 강판 두께에 대응하여 적절한 예열온도와 용접입열의 크기를 결정해야 한다.

② 균열감수성 지수(Pc, Pw) 이용법

예열온도에 영향을 미치는 인자는 모재의 경화성, joint 종류, 모재두께와 joint의 구속상태, 용접방법, 용접입열량, 용접금속강도, 적층법, 용접재료의 흡습상태, 기온과 습도, 가열방법 등이 있으며 이들의 영향을 고려한 용접균열 감수성 지수(Pc) 개념을 도입하여 예열온도를 정량적으로 취급할 수 있다. 고장력강의 경우 저온균열에 영향을 미치는 인자, 즉 균열감수성 조성(P_{CM}), 판두께, 용접금속의 수소량들로서 용접균열 감수성 지수(P_c)를 정의하고 이를 균열발생의 관점에서 예열온도와 상관관계를 맺을 수 있다.

$$T_o(^{\circ}C) = 1440 P_c - 396$$

$$P_c = P_{cM} + \frac{t}{600} + \frac{H}{60}$$

여기서 t: 판두께(mm), H: 용접금속의 확산성 수소량(cc/100g),

2.2.3 예열방법

① 가열장치

gas burner와 전기저항선 발열체 (strip heater)가 일반적으로 사용되며

적외선 heater, 유도가열, 국부가열 furnace 등이 사용된다.

② 가열형식

일반적으로 국부예열을 실시하며 전체예열을 하는 경우도 있다. 국부예열의 가열범위는 용접선을 중앙에 두고 각각 50~100mm 정도로 가열하고, 온도측정은 용접선으로부터 30~50mm 지점에서 측정한다.

③ 온도측정 :

optical pyrometers, gas thermometers, thermoelectric pyrometers, resistance thermometers, radiation pyrometers, 재료표면의 color change 검사, temperature crayons, cones, pellets, liquids 등이 사용된다.

2.3 용접 후열처리(Post Weld Heat Treatment : PWHT)

2.3.1 목적과 효과

① 용접 잔류응력의 완화

고온가열시 creep과 응력이완에 의해 소성변형이 생기거나 내부 strain의 회복과 재결정에 의한 조직변화가 잔류응력의 완화 요인이다.

② 용접부의 균열방지

후열처리에 의한 용접열영향부의 확산성수소의 반출 때문에 용접후 급냉에 따른 용접균열을 방지하는 효과가 있다.

③ 용접변형제어: 형상 및 치수의 안정, ④ 용접금속의 연성 증가

⑤ 파괴인성의 향상, ⑥ 함유 gas 제거, ⑦ creep 특성 개선

⑧ 부식에 대한 저항성 향상, ⑨ 피로강도 개선

2.3.2 시공방법

용접 후열처리 작업은 작업대상물의 종류와 크기에 따라 i) 가열로(furnace) 내부에서 실시하는 노내 용접 후열처리, ii) 가열로내 또는 가열로의 전체 용접 후열처리가 불가능하거나 실용적이 아닌 경우에 배관 및 원통형 용기 등 원주의 일정폭을 가열하는 방법인 국부가열 용접 후열처리, iii) 대형 구형 저장탱크 등 가열로내부에서 용접 후열처리를 실시하는 것이 불가능한 경우 실시하는 가열로의 전체 용접 후열처리 또는 내부가열 용접 후열처리 등의 형태로 실시한다.

① 노내 응력완화 후열처리

이 방법은 구조물 전체를 노 내에 넣어 실시한다.

가열 또는 냉각시의 속도 $R(°C/hr)$ 은 $R \leq 200 \times 25/t (°C/hr)$ 여기서 t는 판 두께(mm), 즉 25mm에 대해 $200°C/hr$ 보다도 빨리 가열하거나 냉각하지 않도록 한다. 또한 노내에서는 가열중 구조물의 온도차는 $30°C$ 이내로 한다.

유지 온도 또한 재질의 종류별로 차이가 있으나 일반적으로 재질이 갖고 있는 임계온도 보다 $50°C$ 정도 낮은 $600\sim700°C$ 에서 행하여지고 있다. 후열처리시는 응력완화균열이 발생하지 않도록 구조 불연속부인 펠렛 용접부 등에 대해서 충분한 관리가 필요하다.

② 국부 가열 응력 완화 열처리법

큰 구조물의 경우는 노내 후열처리가 곤란하기 때문에 용접부 근방에 대해서 국부가열에 의해 후열처리가 행하여진다. 이 경우에는 용접선을 중심으로 약 250mm의 범위 또는 용접부의 판 두께의 12배 이상이며, 관의 원주 이음부에서는 비드폭 3배 이상의 범위를 가열한다. 가열온도, 유지시간, 가열 및 냉각속도 등은 전술한 노내 후열 처리에 따른다. 국부 가열처리를 위한 열원으로는 전기, 가스, 중유 등이 이용되고 있으나, 가열부의 온도는 가능한 균일하게 되는 구조로 하여야 한다.

③ 로외 전체 용접 후열처리

본 열처리 방법은 대형 구조물을 대상으로 하고 또한 현지에서 열처리를 행하기 때문에 이 방법을 적용할 경우에는 균일한 가열, 보온, 온도관리, 열 팽창 및 안전에 대해 세심한 관리가 요구된다.

용접물 전체를 가열하기 때문에 팽창, 수축 변형 및 열응력을 충분히 고려하여 용접물 전체의 건전성을 해치지 않는 계획, 시공이 필요하다. 주로 대형 용접물을 대상으로 하기 때문에 균일한 가열 및 보온을 유지해야 하며, 큰 열량을 노외로 발생시키기 때문에 안전과 환경측면에서 특별한 주의가 필요하다. 열효율 및 온도의 균일화를 위해서 방열 및 보온 대책을 확실히 하여야 하며, 용접물 이외의 지주 및 가접 부위로 열의 이동에 따른 온도 불균일을 방지하기 위해서 연결부의 보온에 특히 유의하여야 한다. 분할해서 열처리를 행할 경우 가열 중첩부위는 통상 150cm 이상으로 하는 것이 좋다.

2.4 국내외 학술정보

한국과학기술정보원(KISTI)에서 서비스하고 있는 기술분야의 대표적인 데이터베이스인 COMPENDEX DB를 이용하여 1993년 이후에 수록된 용접구조물의 열처리 기술에 관한 국내·외 기술문헌을 조사하여 연도별 문헌발표 동향과 주요 국가별 문헌발표 현황을 분석하였다. COMPENDEX는 공학분야의 국제적인 출판사인 Engineering Information Inc.의 The

Engineering Index Monthly(Ei)지를 컴퓨터 가독형으로 만들어 DB화한 것으로서 COMPENDEX의 가장 큰 특징은 현재 세계 각국에서 만들고 있는 4,000여종의 온라인 DB중에서 공학전반에 관하여 수록한 몇 종 안 되는 DB중의 가장 대표적인 DB라 할 수 있으며, 특히 기계공학, 재료, 플랜트, 건설공학 등에 관한 정보는 다른 DB보다 광범위하고 많은 양의 데이터를 수록하고 있으며 특정주제와 관련하여 폭 넓게 각 분야에 대해 정보를 검색할 수 있는 장점을 지니고 있다. Fig. 1은 용접구조물의 열처리기술의 연구개발에 관하여 해외 간행물에 수록된 문헌발표 동향을 연도별로 나타낸 그림으로서, 전반적인 문헌발표의 동향은 통계수치가 불완전한 2003년을 제외하면 1993년도 이후 10년간 연평균 68편 내외의 문헌발표를 보이며 용접부의 열처리기술에 관하여 연구 자료가 꾸준히 발표되고 있음을 알 수 있다. Fig. 2와 Fig. 3은 1998년도 이후에 10편 이상의 기술문헌을 발표한 상위 9위까지 주요 국가

별 문헌발표 현황으로서 연구문헌을 발표한 저자들의 소속기관이 속해 있는 국가들을 파악한 자료이다. 지난 6년간 용접구조물의 열처리기술 관련 연구자료를 많이 발표한 국가들을 살펴보면, 중국이 64편으로 가장 많고 그 다음은 미국이 56편, 일본과 독일이 각각 49편과 47편, 프랑스가 35편이며 캐나다와 영국, 한국, 그리고 이탈리아는 12~16편 등의 순서로 나타났다. 이를 보면 중국, 프랑스, 독일 등은 2000년대 들어서면서 용접구조물의 열처리기술에 대한 문헌발표가 매우 활발함을 나타내고 있으며, 우리나라는 매년 2편 정도로 용접구조물의 열처리기술에 대한 문헌발표가 매우 미약함을 보이고 있다. 한편 1990년대 초반까지 E. O. Paton 용접연구소를 중심으로 용접구조물의 아크용접에 관해 활발한 연구활동을 보였던 러시아와 우크라이나의 문헌발표가 COMPENDEX DB에서 수집이 안 되는 것을 볼 때 1990년대 후반부에 이들 국가에서 용접구조물의 열처리기술과 관련된 연구개발 활동이 국가적인 경제난 때문에 크게 퇴조한 것으로 판단된다.

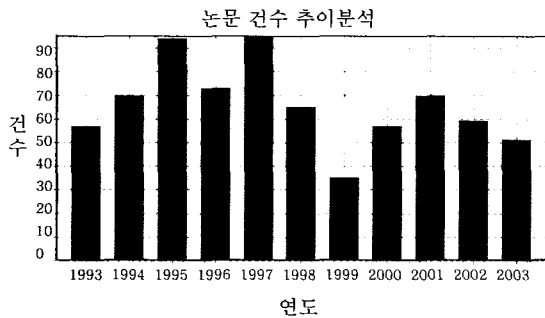


Fig. 1 연도별 문헌발표 동향

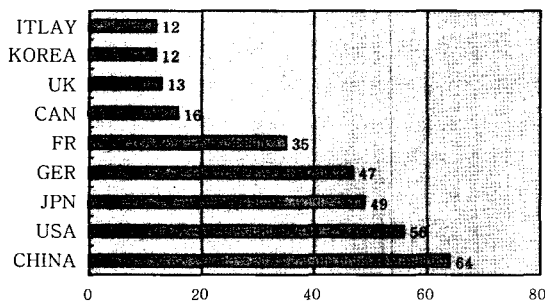


Fig. 2 주요 국가별 문헌발표 동향

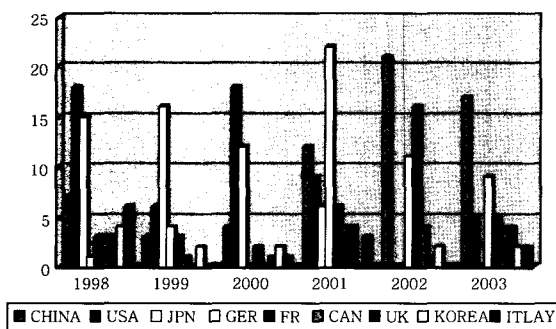


Fig. 3 주요 국가의 연도별 문헌발표 동향

3. 용접열처리 기술에 관한 국내 특허동향분석

3.1 개요

용접열처리에 관한 국내 특허동향을 파악하기 위해 한국과학기술정보원(KISTI)에서 서비스하는 한국공개특허DB KUPA를 이용하여 용접열처리에 관한 특허 326건을 조사한 다음, 노이즈(검색 키워드로 추출은 되었지만 검색결과가 내용과 상이한 것)를 제거하여 최종적으로 관련도가 높은 68건을 추출하여 특허분석을 실시하였다.

3.2 연도별 출원현황

1982년도 1건의 출원을 시작으로 소폭의 증가와 감소를 반복하면서 해마다 증가하는 경향을 나타내고 있으며(Fig. 4), 1998년부터 급격하게 증가되어 1998년에서부터 2001년 사이에는 평년보다 많은 국내특허

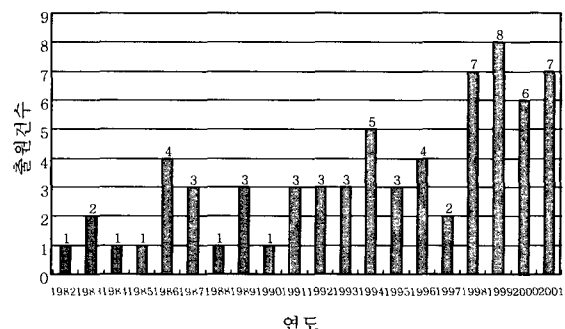


Fig. 4 연도별 출원 추이

가 출원되었다.

또 연도별 출원추이를 내국인 출원과 외국인 출원으로 구분하여 살펴보면(Fig. 5), 1986년, 1995년, 1997년의 3개년을 제외하면 1982년부터 2001년까지 내국인 출원건수가 외국인 출원건수보다 많아 대체로 국내 용접열처리에 관한 기술은 국내 기술이 주도하고 있음을 알 수 있다. 특히 1998년 이후에는 내국인 출원건수가 월등히 많다.

3.3 출원인·발명자 현황

출원인을 국적으로 구분하여 살펴보면(Fig. 6), 국내 출원인이 54건을 출원하여 80%로, 외국 출원 14건으로 20%로 나타났으며, 미국, 일본, 프랑스 순으로 특허를 출원하였다.

2건 이상의 특허를 출원한 상위 10개사의 출원현황을 살펴보면(Fig. 7), (주)포스코가 17건으로 가장 많

은 특허를 출원하였으며, 그 다음이 포항산업과학연구원(RIST)으로 11건을 출원하였다. 그 밖에 현대자동차(주)가 4건을 출원하였고, 기아자동차(주) 등이 2건씩을 출원하였다. 특히 (주)포스코와 포항산업과학연구원이 9건의 특허를 공동 출원한 것으로 나타나 동일 그룹 2개사의 기술개발이 협력관계에서 이루어짐을 알 수 있다.

2건 이상의 특허를 발명한 사람의 출원현황을 살펴보면(Fig. 8), 홍병득이 5건으로 가장 많고, 그 다음이 신정철로 3건의 순서이며, 백응률, 김종규, 윤병현 등도 각각 2건씩의 발명을 하였다. 홍병철과 신정철이 3건을 공동으로 발명하여 이 둘 두 사람은 상당수의 기술개발을 공동으로 수행하고 있음을 알 수 있다.

3.3 기술별 특허동향

용접 후열처리에 관한 특허를 제품종류, 용접방법, 열처리방법, 모재종류별로 분류하여 특허동향을 분석하였다(Table 2). 규소강을 클래딩한 후 균질화(또는 용체화)처리하는 특허가 5건으로 가장 많았으며, 탄소강(또는 고장력강) 구조물을 전극소모식 가스실드 용접방법인 GMA 용접(또는 CO₂ 가스 아크용접)한 후 응력 제거 어닐링하는 특허와, 탄소강(또는 고장력강)을 저항용접한 다음 균질화(또는 용체화)처리하는 특허가 각각 3건이 출원되었다.

3.3.1 제품종류

용접 후열처리에 관한 특허를 제품종류별로 구분하면(Fig. 9), 강관/조관/금속관이 13건으로 가장 많고, 그 다음이 산업구조물과 자동차부품으로 각각 8건씩 출원되었다. 그 밖에 금형/공구/제철물이 7건, 용접시공 프로그램/소프트웨어가 5건, 규소강이 5건 출원되었다. 또 이들 제품별 출원현황을 연도별로 살펴보면(Fig. 10), 강관/조관/금속관은 1991년부터 1995년 사이에 출원이 집중되어 있으며, 산업구조물의 경우는 1999년

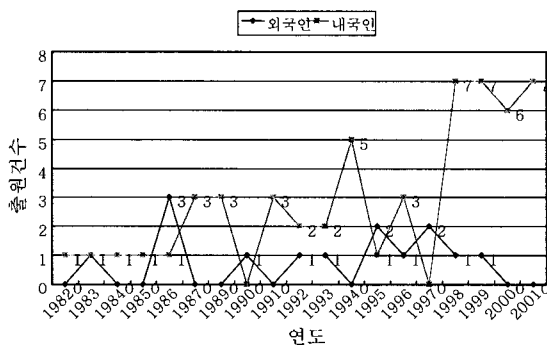


Fig. 5 국적별 연도별 출원 현황

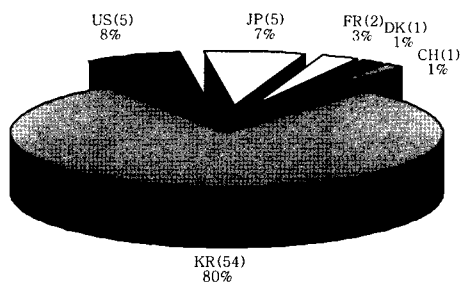


Fig. 6 출원인 국적 현황

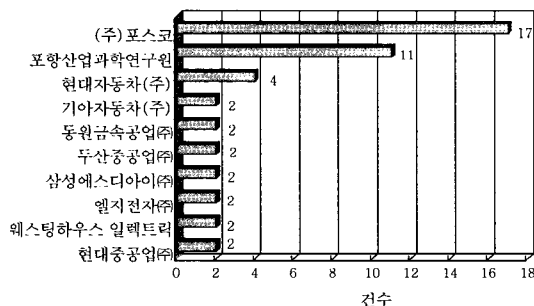


Fig. 7 주요 출원인 출원건수

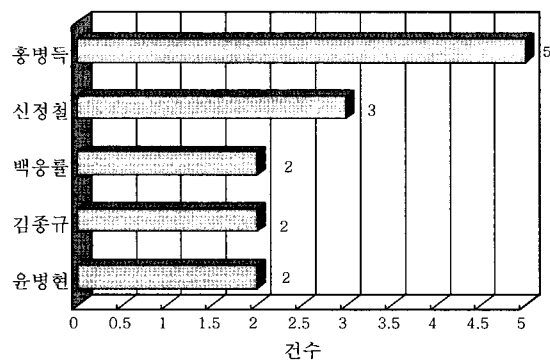


Fig. 8 주요 발명자의 특허건수

Table 2 기술분류표

분류	세분류	분류	세분류
제품 종류	강관/조관/금속관	열처리 방법	응력제거 어닐링
	산업구조물		균질화처리/용체화처리
	자동차부품		노멀라이징
	제철물/금형/공구		균질화처리→급랭→ 템퍼링
	용접시공 프로그램/소프트웨어		기타
	고규소강		
	기타		
용접 방법	피복아크용접	모재 종류	탄소강/고장력강
	서브머지드아크용접		비철금속(Al, Ti 등)
	TIG용접/플라즈마 아크용접		Cr-Mo 강
	전극소모식 가스실드아크용접		스테인리스강
	초음파용접/마찰용접		공구강(금형용강/공구 용강 등)
	플라즈마 육성용접/ 클래딩		기타
	레이저용접/전자빔용접		
	저항용접		
	기타		

가장 많고, 그 다음이 전극소모식 가스실드 아크용접 13건, 저항용접 10건, 플라즈마 육성용접/클래딩 7건, 피복아크용접 5건, 서브머지드 아크용접 5건 등이 순서이다.

이들 용접방법별 출원동향을 연도별로 살펴보면(Fig. 12), TIG 용접/플라즈마 아크용접은 1986년에 3건이 출원된 후 출원건수가 감소되었다가 1998년부터 증가하기 시작하여 2000년과 2001년에 3건이 출원된 패턴을 보이고 있다. 전극소모식 가스실드 아크용접은 1984년 1건이 출원된 이후 1991년까지 출원이 없다가 1992년부터 1건씩 출원되기 시작하였으며, 1995년과 1996년을 제외하면 매년 1건 이상씩 출원되었다. 저항용접은 1987년 1건을 제외하면 1990년까지 출원이 없었으며, 1991년 이후에는 거의 매년 1~2건씩 출원되었다.

3.3.3 열처리방법

용접 후열처리 방법별로 살펴보면(Fig. 13), 용접후 응력제거 어닐링에 관한 특허가 31건으로 가장 많고, 다음이 균질화/용체화처리에 관한 특허로서 21건이 출원되었다. 그 밖에 균질화처리→급랭→템퍼링에 관한 특허가 11건, 노멀라이징에 관한 특허가 2건 출원되었다.

이들 특허의 연도별 출원현황을 살펴보면(Fig. 14), 용접후 응력제거 어닐링은 1983년부터 1987년까지 매

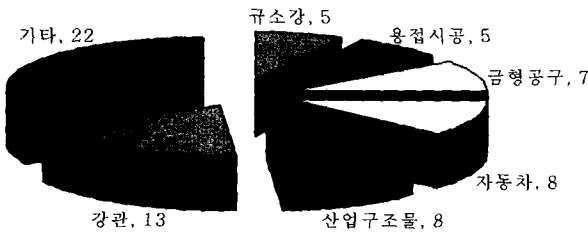


Fig. 9 제품종류별 출원 현황

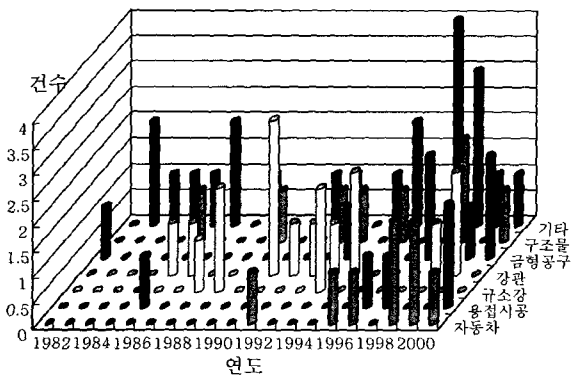


Fig. 10 제품종류별 연도별 출원 현황

에만 2건이 출원되었을 뿐 1986년부터 2001년까지 간헐적으로 1건씩 출원되었다. 자동차 부품은 1992년의 1건을 제외하면 1995년까지 출원이 없다가 1996년부터 출원되기 시작하였다.

3.3.2 용접방법

용접 후열처리에 관한 특허를 용접방법별로 살펴보면(Fig. 11), TIG 용접/플라즈마 아크용접이 20건으로

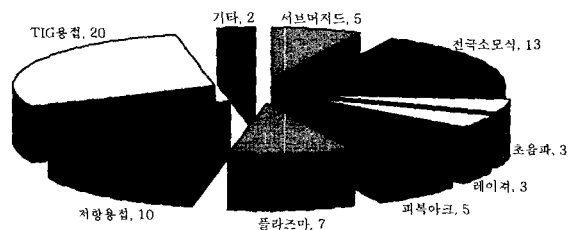


Fig. 11 용접방법별 출원 현황

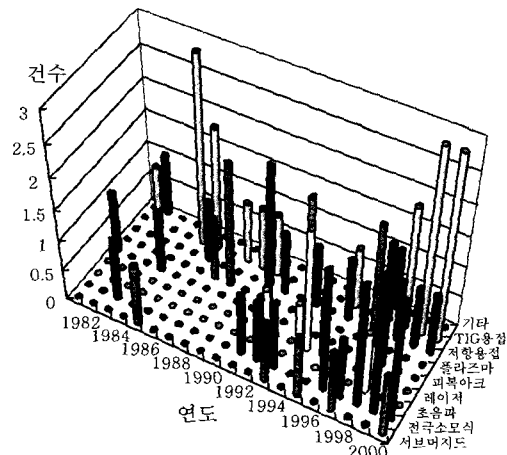


Fig. 12 용접방법별 연도별 출원 현황

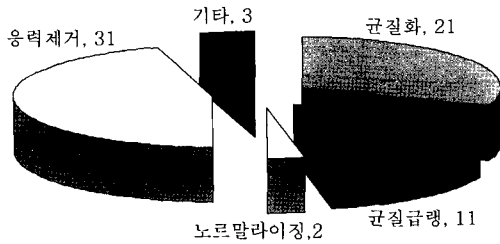


Fig. 13 용접후 열처리방법별 출원 현황

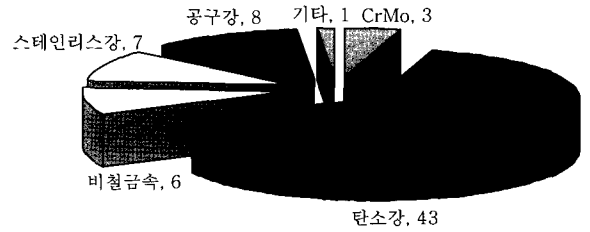


Fig. 15 소재 종류별 출원현황

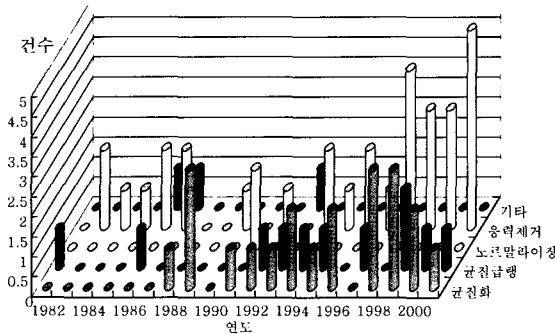


Fig. 14 용접후 열처리방법의 연도별 출원 현황

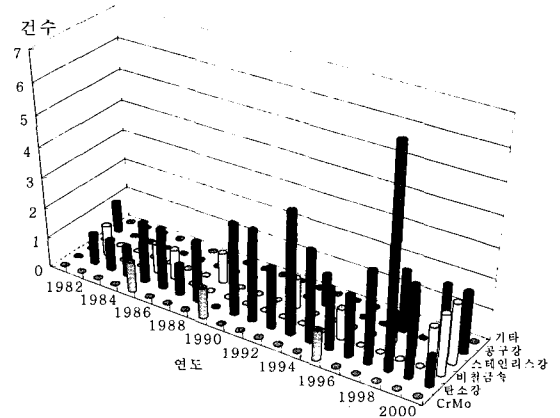


Fig. 16 소재 종류별 연도별 출원현황

년 1~2건의 출원을 보이다가 1988년부터 1993년까지 간헐적으로 1건씩 출원될 정도로 출원이 저조하였으며, 1994년부터 출원이 증가하기 시작하여 1998년 이후에는 매년 3~5건의 특허가 출원되었다. 용접후 균질화/용체화처리는 1987년까지는 출원이 없다가 1988년 1건을 시작으로 1990년을 제외한 매년 1~3건의 출원을 보여 1988년 이후 기술개발이 지속적으로 이루어졌음을 알 수 있다. 용접후 균질화처리→급랭→템퍼링은 1982년의 1건과 1986년의 1건을 제외하고 1991년까지 특허 출원이 거의 없었으며, 1992년부터는 1996년과 1998년을 제외한 매년 1~2건의 특허가 출원되어 연구개발이 활발한 편은 아니지만 1990년대 초반부터 지속적인 개발이 이루어졌음을 알 수 있다.

3.3.4 모재

용접의 대상인 모재를 합금별로 탄소강/고장력강, 비철금속(티타늄, 알루미늄, 니켈 등), Cr-Mo강, 스테인리스강, 공구강으로 분류하여 출원 동향을 살펴보면 (Fig. 15, 16), 탄소강/고장력강이 43건으로 가장 많았으며, 다음이 공구강 8건, 스테인리스강 7건, 비철금속 6건의 순서이다. 탄소강/고장력강은 1983년 1건을 시작으로 소폭의 증가와 감소를 거듭하면서 1994년에 1건이 출원된 이후 일시적으로 감소되었다가 다시 증가하여 1999년 7건으로 최고값을 나타낸 후 다시 감소되는 양상을 보이고 있다. 공구강은 1998년, 2000년, 2001년에 2건의 특허가 출원되었을 뿐 다른 해에는 1

건 이하의 저조한 출원을 보이고 있으며, 특히 1997년 이전에는 거의 출원이 없는 것으로 나타났다. 스테인리스강은 1997년 이전에는 출원이 거의 없다가 1998년부터 매년 1건씩 출원되다가 2001년에 와서 2건이 출원되었다.

3.3.5 주요 출원인 특허동향

① (주)포스코

Table 3과 같이 17건의 특허를 출원하였으며, 그 중에서 규소강을 클래딩한 후 균질화(또는 용체화)처리하는 특허를 5건, 탄소강(또는 고장력강) 구조물을 전극소모식 가스실드 아크용접한 후 용력제거 어닐링하는 특허 2건 출원하였다. (주)포스코는 제품으로는 규소강을, 용접방법으로는 클래딩을, 용접후 열처리방법으로는 균질화처리/용체화처리를, 모재로서는 탄소강/고장력강을 사용한 것으로 나타났다.

② 포항산업과학연구원

Table 4와 같이 11건의 특허를 출원하였으며, 그 중에서 규소강을 클래딩한 후 균질화(또는 용체화)처리하는 특허를 3건 출원하였다. 제품으로는 규소강을, 용접방법으로는 클래딩을, 용접 후열처리방법으로는 균질화처리/용체화처리를, 모재로서는 탄소강/고장력강을 사용한 것으로 나타나 (주)포스코와 같은 양상을 보이고 있다.

Table 3 (주)포스코 출원 특허의 기술별 내역

대분류	세 분류	출원건수
제 품 종 류	규소강	5
	강관/조관/금속관	3
	용접시공 프로그램, 소프트웨어	2
	산업구조물(발전설비/압력용기 등)	2
	자동차 부품	1
	제철 롤/금형/공구	1
	기타	3
용 접 방 법	클래딩	5
	전극소모식 가스실드 아크 용접	4
	저항용접	3
	TIG용접, 플라즈마 아크용접	3
	서브머지드 아크용접	1
	초음파용접/마찰용접	1
열처리 방 법	균질화처리/용체화처리	7
	응력제거 어닐링	5
	균질화처리→급랭→템퍼링	3
	노르말라이징	1
	기타	1
모 재	탄소강/고장력강	13
	스테인리스강	3
	공구강	1

Table 4 포항산업과학연구원 출원 특허의 기술별 내역

대분류	세 분류	출원건수
제 품 종 류	규소강	3
	강관/조관/금속관	2
	용접시공 프로그램/소프트웨어	1
	제철 롤/금형/공구	1
	산업구조물(발전설비/압력용기 등)	1
	기타	3
용 접 방 법	클래딩	4
	전극소모식 가스실드 아크 용접	2
	저항용접	2
	서브머지드 아크용접	1
	초음파용접, 마찰용접	1
	TIG용접/플라즈마 아크용접	1
열처리 방 법	균질화처리/용체화처리	4
	응력제거 어닐링	3
	균질화처리→급랭→템퍼링	2
	노르말라이징	1
	기타	1
모 재 종 류	탄소강/고장력강	8
	공구강	2
	비철금속	1

③ 현대자동차(주)

Table 5와 같이 현대자동차(주)는 4건의 특허를 출원하였으며, 그 중 3건이 자동차 부품에 관련된 것이고, 1건은 금형/공구 관련 특허이다. 용접방법으로는 전극소모식 가스실드 아크용접을 가장 많이 사용하였으며, 용접 후열처리로는 응력제거 어닐링을 가장 많이 실시하였다. 소재로는 탄소강/고장력강을 주로 사용하였다.

4. 결 론

한국과학기술정보원(KISTI)에서 서비스하고 있는 기술분야의 대표적인 데이터베이스인 COMPENDEX DB를 이용하여 용접구조물의 열처리기술에 관한 국내·외 기술문헌의 연도별/국가별 현황과 한국공개특허 데이터베이스인 KUPA DB를 이용하여 국내 특허동향을 분석한 결과를 개괄적으로 정리하였다. 용접부의 열처리기술은 용접구조물의 품질과 사용연한을 향상시키는 중요한 공정중의 하나로 인식되고 있으며 특히 현대의 산업설비, 선박, 건축구조물 등 용접으로 제작되는 각종 구조물들이 대형화, 다기능화되어지고 있는 추세에 비추어 이와 같은 용접구조물의 제조과정에 핵심 시공기술로 사용되는 용접부 열처리기술에 대한 수요가 많을 것으로 전망된다. 현재 우리나라의 수출주력품이고 부가가치가 높은 조선산업과 중화학설비산업의 경우 용접구조물의 열처리에 대한 기술개발이 활발하고 다수의 결과물이 특허출원 되어 있는 국내 금속소재 산업과 자동차 산업에 비해 상대적으로 실적이 뒤져 있으므로, 따라서 국내 조선산업과 중화학설비 제조산업, 그리고 건축산업의 용접구조물 품질을 높일수 있도록 용접열처리기술에 대한 연구개발 활동을 촉진하고 이를 위한 연

Table 5 현대자동차(주) 출원 특허의 기술별 내역

대분류	세 분류	출원건수
제 품 종 류	자동차 부품	3
	제철 롤/금형, 공구	1
용 접 종 류	전극소모식 가스실드 아크 용접	2
	초음파용접/마찰용접	1
	TIG용접/플라즈마 아크용접	1
열처리 종 류	응력제거 어닐링	2
	노르말라이징	1
	균질화처리/용체화처리	1
모 재 종 류	탄소강/고장력강	3
	공구강	1

구개발사업에 국가의 적극적인 지원을 강화할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 한국과학기술정보연구원 DB (KUPA/JEPA/USPA/EUPA/COMP/BIST/DIGS)(<http://www.kisti.re.kr>)

2. 대한용접학회, 기계학회 학회지 목록 DB
 3. TWI, Manual of CSWIP, 1997
 4. SLV-Duisburg, Materials and their behaviour during welding, 1999
 4. AWS DB (<http://www.aws.org/>)
 5. 한국철강협회, 스테인레스강의 용접, 1999
 6. AWS, Welding Metallurgy, 4th Edition, 1994



- 김환태(金桓泰)
- 1952년생
- KISTI 전문연구위원
- 기계소재분야 기술동향분석
- e-mail : htkimm@kisti.re.kr



- 길상철(吉相哲)
- 1958년생
- KISTI 기술동향분석실
- 금속분야 기술·특허정보분석
- e-mail : kilsc@kisti.re.kr