

국내 공작기계산업과 ISO 규격

• 김 주 현 | 국민대학교 기계자동차공학부, 교수
e-mail : kim@kookmin.ac.kr

이 글에서는 국내 공작기계산업의 현황과 문제점을 진단하면서, 공작기계 분야의 국제규격 부합화의 필요성, ISO 국제회의 참가 현황, ISO 전문위원회 활동 등을 소개한다.

공작기계는 기계를 만드는 기계로서 자본재산업의 핵심이다. 따라서 산업구조의 고도화와 제조업 경쟁력 강화를 실현하기 위한 핵심 산업이며, 전·후방 산업 관련 효과가 크다. 또한 규격, 품질, 성능이 다양한 기술집약 산업으로 기술 축적에 장시간이 소요되며, 모방기술의 한계로 단기간에 경쟁력 확보가 어려우며, 엔지니어링을 기반으로 기술 집약도가 높은 고부가가치 산업이다. 공작기계를 포기한 영국과 여전히 기술을 보유하고 있는 독일의 제조업 경쟁력 비교는 공작기계 산업의 중요성을 잘 대변하고 있다.

공작기계 분야는 국제표준화기구(ISO : International Organization for Standardization)에서 국제규격을 제정하고 보급하고 있다. ISO는 1947년에 설립된 민간기구로서 현재 회원국이 140개 국에 이른다. 일반 분야의 표

준을 제정, 보급하고 있으며 현재 13,000여 종의 표준을 보유하고 있다. 우리나라는 1963년에 가입하여 산업자원부 기술표준원이 국내 대표로 활동하고 있다. ISO의 많은 전문위원회 중에서 공작기계를 담당하고 있는 전문위원회가 TC 39이다. 공작기계 분야의 국내간사기관은 한국공작기계공업협회가 맡고 있다.

공작기계 산업 현황

세계 공작기계 산업은 주요 수요 산업인 자동차산업의 호황으

로 '80년대에 급성장하였고 '90년대에 이르러 생산 최고치를 기록하였다. '90년대에는 대체 수요기로 후반기 이후 소폭 증가하는 추세이다. 세계 공작기계 생산은 일본과 독일의 선도 아래 상위 5개국이 총 생산량의 약 70%를 점유하고 있는 실정이다. 유럽 50%, 아시아 40%, 미국 10%로 대별될 수 있다.

최근 공작기계 기술은 가공시간 단축을 통한 생산성 향상과 고품질의 가공을 위한 고속·지능화, 생산공정의 합리화를 위한 단일장비의 다기능·복합화, Open

표 1 공작기계 세계 생산 점유율 (단위 : %)

구분	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
상위5개국	69.7	71.2	69.1	71.4	72.6	70.8	68.6	69.8
일본	23.8	24.8	23.7	26.5	24.4	21.8	23.9	22.0
독일	18.9	20.0	19.5	18.0	20.9	22.0	18.8	20.8
이태리	8.1	9.0	9.7	9.1	10.0	10.8	10.4	11.5
미국	13.4	12.3	11.7	13.3	12.2	10.8	9.6	8.2
중국	5.5	5.1	4.5	4.5	5.1	5.4	5.9	7.3
한국	3.0	3.2	3.1	2.3	1.3	2.1	4.6	3.8

NC의 적용으로 수요자의 다양한 요구에 부응하기 위한 개방화, 부품 조달 및 A/S 등의 사용자 위주의 network화, 절삭유 사용의 감축을 통한 환경 친화적인 방향으로 기술혁신을 지속하고 있다. 또한 최근에는 차세대 신개념 공작기계인 병렬기구를 이용한 공작기계의 개발 및 상품화를 추진하고 있다.

국내 공작기계 산업을 보면, 국내 시장규모는 19억 달러로 세계 7위, 수출은 4억 1,000만 달러로 세계 10위, 수입은 9억 3,000만 달러로 세계 6위로서 49.1%를 수입에 의존하고 있다(2001년 기준). 우리나라의 경쟁력을 살펴보면 전략품목인 NC 선반 및 머시닝센터의 경쟁력은 선진국과 비교하여 설계기술에 있어서는 다소 미흡하나 가격은 비교 우위에 있다.

국내 공작기계 산업이 당면하고 있는 여러 문제점에서 중요하게 고려되어야 할 것이 높은 수입 의존도와 매출액 대비 R&D 투자저조이다. 우리나라 공작기계 총수요 중에서 수입의존도가 49.1%이고, 수출비중이 경쟁국가에 비하여 낮은 실정이고, 수출지역이 미국과 유럽 등지에 편중되어 이 지역 경기변동의 영향이 크다. 또한 기술제휴로 개발한 이후 자체 개발이 필요할 때의 R&D 투자가 저조한 실정이다. 특히 수입선다변화 제도 해제('99) 이후 일본의 기술이전 기피현상으로 기술제휴도 어려운 실정이다. 이에 따라 차세대 기술개발보다는 기존 제품의 상품

화 및 개선 등의 단기 기술개발에 치중하고 있다. 또한 중국이 수년 후에 공작기계 경쟁국가로 급부상할 것으로 예상되어 국제경쟁에서 살아남기 위한 전략 수립이 시급한 실정이다.

공작기계의 국제표준

공작기계 산업의 높은 수입의존도를 해결하고 기술선진화를 이룩하기 위해서 필요한 것이 표준화 활동이다. 세계 경제질서는 냉전체제 붕괴, WTO 출범, 디지

털·네트워크화 등 정보혁명에 따른 세계화의 촉진으로 경제활동의 탈국경화현상이 급진되고 있다. 또한 국제 시장의 지역주의, 지역통합 현상에 적극 대응하고 향후 TBT(기술상 무역장벽) 해소를 위한 상호인정협정(MRA)에 대비하여야 한다. 선진 각 국에서는 이중 검사의 배제, 무역절차 간소화 등으로 국제경쟁력 제고를 위하여 다자·양자간 상호인정협정 체결이 정착 단계에 와있다.

세계 경제의 탈국경화현상 속

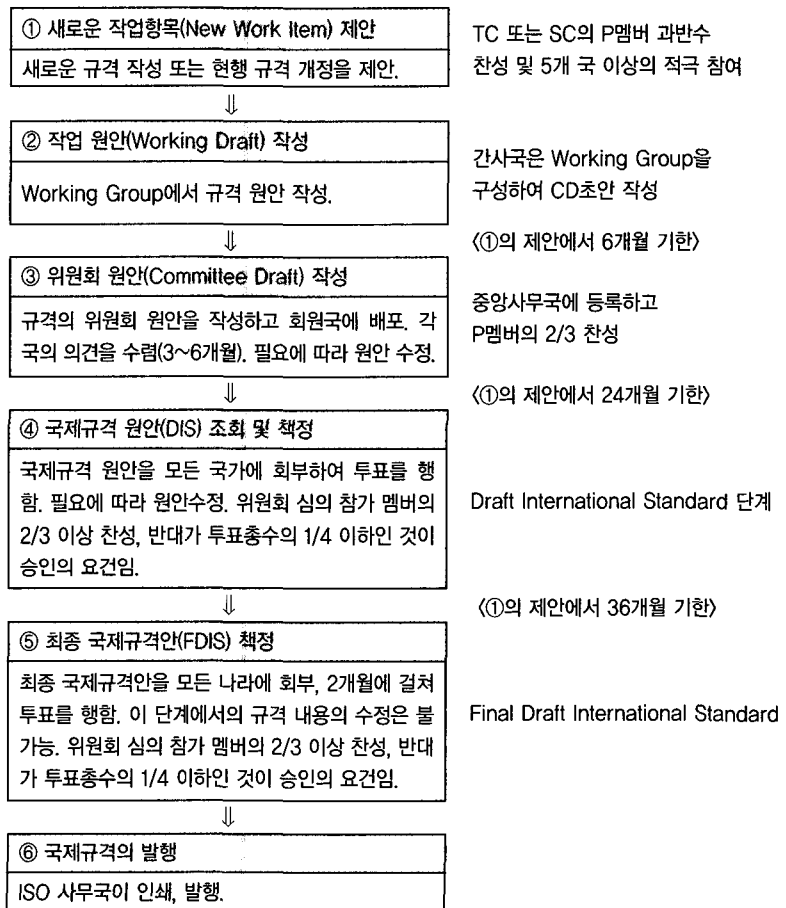


그림 1 국제 규격 제정 절차

에 국내 업계의 KS 규격 활용도는 점차 감소되고 있으며, 세계시장은 ISO 등의 국제규격의 요구가 점차 증가하여 각 국에서 ISO 품질인증시스템 적용 및 ISO 규격에 의한 시험평가를 요구하는 경우가 많아졌다. 특히 유럽은 "유럽적합성"을 의미하는 CE 마크제도를 운용하여 유럽지역 수출시 CE 마크 부착을 의무화하고 있다. 따라서 선진국 수준의 표준화 시스템 구축과 세계시장의 통합에 따른 전략적 표준화 활동의 전개가 필요하다. 이미 선진국에서는 생산에 필요한 기본적인 기술은 특허로 보호하고 있지만, 판매 및 이용을 위해 알려야 할 기술은 표준화로 공개하고 있다. 상품의 Life Cycle이 짧아져 표준화를 한 다음에 개발 및 생산에 들어가서는 국제시장에서의 경쟁력 확보가 불가능한 실정이다. 표

준 진행과 동시에 상품화 달성을 하고 있는 것이다. 다시 말해서 선진국의 표준화 전략변화는 생산능력경쟁 판매경쟁 표준화경쟁의 시대로 가고 있다.

이와 같은 세계 시장의 변화에 따라 국내에서도 기술표준원과 한국공작기계공업협회가 주축이 되어, 공작기계 분야의 표준화 활동에 많은 관심을 가지고 있다. 국제표준화 활동 강화를 위하여 전문위원회(TC/SC) 참여 확대, 국제 간사국 적극 수입, TC/SC 회의의 국내 유치 등을 추진하고 있고, 이를 위하여 매년 많은 예산을 확보하고 있다. 또한 공작기계 분야의 KS 규격을 ISO 규격으로 부합화하려는 노력을 추진하고 있다. 현재 공작기계 KS 규격은 "NC선반 시험 및 검사방법" 등 109개 품목을 제정하였는데, 이중 ISO 부합화 대상과제는

약 50여 종이다. 이밖에도 기업간 부품공용화를 통하여 품질향상, 원가절감, A/S 용이성을 달성하기 위하여 부품 표준화에 대한 관심 또한 높아지고 있다.

ISO TC 39 (공작기계 분야) 현황

ISO는 최고기관인 총회를 비롯하여 이사회, 중앙사무국, 기술관리부 등의 조직으로 구성되어 있다. 기술관리부(TMB :

Technical Management Board)는 ISO 정관에 따라 ISO의 기술적 업무에 관한 전반적인 책임을 맡는 조직이다. 기술관리부 아래에 있는 조직으로 기술위원회, 분과위원회, 작업반이 있다. 기술위원회(TC : Technical Committee)는 간사기관, 의장 및 간사, 회원국으로 구성되어 있고, 위원회안, 국제규격안 등을 작성한다. 분과위원회(SC : Subcommittee)는 기술관리부의 비준을 거쳐 기술위원회에서 신설되어, 규격개발을 담당하게 된다. 기술위원회 또는 분과위원회는 특정 작업을 위해 작업반(WG : Working Group)을 설치할 수 있다. 작업반은 개인 자격으로 임명된 전문가로 구성되며, 전문가는 공식대표가 아닌 개인 자격으로 활동한다.

ISO TC 39는 공작기계 분야에 관한 국제표준화기구(ISO)의 기술위원회이다. TC 39와 관련된 규격은 142개에 달하며, 이 중에서 TC 39의 책임 하에 직접 제정된 ISO 규격은 43개이다. 현재 정회원(P-member)으로 가입되어 있는 나라는 미국, 일본, 프랑스, 이탈리아, 스위스 등 21개국이다. 준회원국(O-member)은 불가리아, 헝가리, 오스트리아 등 20개국이다. 우리나라는 1998년 4월 7일 정회원으로 가입하였다. TC 39의 분과위원회인 TC 39/SC 2에는 2000년 3월 8일 정회원으로 가입하였으며, 나머지 분과위원회는 2002년 2월 8일 정회원으로 가입하였다. 이탈리아가 TC 39의 간사기관을 내놓

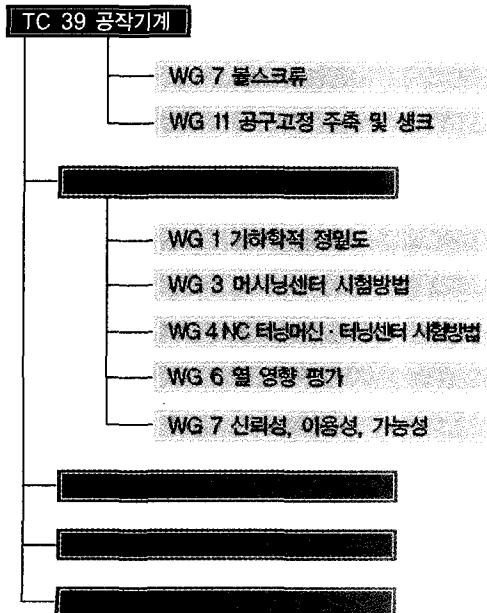


그림 2 SC39의 SC 및 WG

으면서 올해부터 스위스 SNV가 TC 39의 간사기관을 맡고 있다. TC 39/SC 2의 간사기관은 미국 ANSI, TC 39/SC 4는 독일 DIN, TC 39/SC 6과 SC 8은 이탈리아 UNI가 맡고 있다.

국내 공작기계 산업을 살펴보면, 국내 시장규모는 세계 7위, 수출은 세계 10위, 수입은 세계 6위의 규모(2001년 실적)로 세계적으로 중견 수준의 공작기계 산업국이다. 그럼에도 불구하고 그동안 TC 39 관련 국제회의의 참가 실적이 전무하는 등 국제무대에서의 활동이 부진하였던 것이 사실이다. 이에 따라 국제표준의 중요성을 인식하고 국제표준화 활동 강화를 통하여 국제사회에서 우리 공작기계 산업의 입지를 확고히 하기 위하여 체코 프라하에서 개최된 “금속절삭공작기계의 시험방법”에 관한 TC 39/SC 2 회의에 참석하게 되었다.

TC 39 국제회의

체코 TC 39/SC 2 회의

체코 프라하에서 2002년 4월 15일부터 4월 19일까지 TC 39/SC 2회의가 개최되었다. 이때 참가한 나라는 체코(3명), 한국(3명), 일본(3명), 미국(3명), 영국(3명), 독일(2명), 스위스(1명)이고, 위원장은 미국 AMT에서, 간사는 미국 ANSI/NIST에서 참가하였다. 비회원국인 대만에서도 1명이 참석하였다. 이 때 논의된 안건들은 다음과 같다.

○ 새로운 작업항목(new work item)

- ISO 230-8 진동시험
- 작업 원안(working draft)
 - ISO/WD 230-7 회전 주축 시험
 - ISO/WD 13041-2 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 2부 수치제어에 대한 기하학적 시험
- 위원회 원안(committee draft)
 - ISO/CD 230-2 공작기계 검사규격 - 2부 수치제어축의 위치결정 정확도 및 반복정밀도 측정
- 국제규격 원안(draft international standard)
 - ISO/DIS 13041-1 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 1부 수평형에 대한 기하학적 시험
 - ISO/DIS 13041-4 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 4부 직선 및 회전축의 위치결정 정확도 및 반복정밀도 측정
 - ISO/DIS 13041-7 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 7부 최종 시편의 정확도
 - ISO/DIS 13041-8 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 8부 3차원 윤곽 가공 평가
 - ISO/DIS 13041-10 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 10부 열 영향 평가
- 규격검토
 - ISO 1701-2:1997 높이조절 가능한 작업대를 가진 밀링머신의 시험방법 - 정밀도

- 시험 - 2부 수평형
 - ISO 1701-3:1997 높이조절 가능한 작업대를 가진 밀링머신의 시험방법 - 정밀도 시험 - 3부 수직형
 - ISO 2407 : 1997 수평형 내부원통연삭기의 시험방법 - 정밀도 시험
 - ISO 2423:1982 높이조절 가능한 암을 가진 레이디얼 드릴링머신 - 정밀도 시험
 - ISO 3070-0:1982 수평형 보링 및 밀링머신의 시험방법 - 일반적인 소개
 - ISO 3070-2:1997 수평형 보링 및 밀링머신의 시험방법 - 2부 작업대형
 - ISO 3070-3:1997 수평형 보링 및 밀링머신의 시험방법 - 3부 바닥형
 - ISO 6545:1992 기어호빙머신의 시험방법 - 정밀도 시험
 - 규격정기개정
 - ISO 230-1:1996 공작기계 검사규격 - 1부 무부하나 정삭 조건에서의 기하학적 정밀도
 - ISO 230-3:2001 공작기계 검사규격 - 3부 열영향 평가
 - ISO 230-4:1996 공작기계 검사규격 - 4부 수치제어 공작기계의 곡선가공 시험
- 우리나라가 체코 프라하에서 개최된 공작기계 분야 국제표준화 회의에 처음 참가한 것에 대하여 각 국에서는 크게 환영하는 분위기였으며, 우리나라가 전 세계 공작기계 산업에서 차지하고 있는 비중을 감안할 때 향후에도 지속적으로 적극적인 활동을 하여

줄 것을 요청하고 있다. 특히 일본의 경우 동남아시아가 표준화 활동을 주도적으로 이끌어 가기를 희망하고 있기 때문에 우리나라의 참석으로 동남아시아 주변국의 투표단 수가 증가하는 것에 대하여 매우 고무적으로 평가하고 있다. 이는 대만에서 참석한 대표단도 공감할 하고 있는 내용이기도 하다.

스위스 TC 39/SC 2 회의와 차기 회의 일정

스위스 취리히에서 2002년 9월 24일부터 9월 27일까지 개최된 TC 39/SC 2 회의의 안건은 다음과 같다.

○ 작업 원안

- ISO/WD 230-8 공작기계 검사규격 - 8부 진동 측정

○ 위원회 원안

- ISO/CD 230-2 공작기계 검사규격 - 2부 수치제어축의 위치결정 정확도 및 반복정밀도 측정

- ISO/CD 230-3 공작기계 검사규격 - 3부 열영향 평가

○ 국제규격 원안

- ISO/DIS 13041-1 수치제어 터닝머신 및 터닝센터의 시험방법 - 1부 수평형에 대한 기하학적 시험

○ 차기 회의 개최지로는 TC 39/SC 8 회의가 2002년 10월 말에 일본 동경에서 열릴 예정이다. TC 39/SC 2 회의는 보통 일년에 두 차례 열린다. 미국이 간사국으로 있으면서 분과위원회 중에서 가장 활동이 활발하다. 이미 2002년에

체코(프라하)와 스위스(취리히)에서 두 번 열렸고, 2003년에는 5월에 독일(프랑크푸르트)과 10월에 일본(나라)에서 열릴 예정이다. 2002년 10월에 일본에서 열리는 SC 8 회의에 대하여, 일본 대표단 측에서는 미국 및 유럽 국가들의 표준 선점에 대응하기 위한 협력을 협의하기 위하여 사전에 우리나라를 방문하고 싶다는 의견을 제안하였으며, 우리 대표단은 이에 동의하였다.

우리나라는 2003년에 TC 39 회의를 유치할 예정이다. 기술표준원에서 2003년 TC 39 회의를 제주도에서 하기로 하고 일단 예산을 확보한 상태이고, 한국공작기계공업협회에서도 많은 지원을 약속하고 있다. 현재 TC 39 간사국인 스위스에 유치 신청을 한 상태이고 다른 나라로부터의 신청이 없는 상태이므로 일단 호의적인 입장을 보이고 있다.

우리의 대응 방안

최근의 공작기계 분야 국제표준은 고도로 발전해 가는 기술수준을 반영한 기술참고서와 같은 성격으로 변모해가고 있어 표준이 기술을 선도해 나아가는 대표적인 분야로 되어가고 있다. 이에 따라 국제표준 활동의 실적과 국가표준의 국제규격 부합화 정도가 각국의 기술수준을 평가하는 척도가 될 것으로 판단된다. 따라서 우리나라도 공작기계 산업의 국제화를 앞당기기 위해서 지속적인 국제 활동이 요구된다. 특히

공작기계 안전성 규격의 제정 분위기가 확산되고 있으며, 이 규격의 제정은 향후 공작기계에 대한 기술 장벽으로 확대될 가능성이 크므로 국내 산업계에 불이익이 없도록 시작 단계부터 적극적으로 참여하고 대응하여야 할 것으로 판단된다. 현재 우리나라가 국제표준위원회(TC/SC)의 의장이거나 간사를 맡고 있는 경우는 오직 8건으로 세계 22위에 해당된다. 미국의 322건, 독일의 271건, 영국의 259건, 프랑스의 219건, 일본의 78건에 비하면 형편없는 현황이다. 우리나라의 산업 규모로 볼 때 향후 국제경쟁력을 갖추기 위해서는 지속적인 관심과 장기적인 전략 수립이 필요하다.

회의에 참석하는 각국의 대표단들은 공작기계 국제 표준화 분야의 전문가들이다. TC 39 회의에 참가하는 대부분의 참가자들이 보통 10년이 넘게 참석하고 있다. 20년이 넘은 사람들도 있다. 그 동안의 규격 제정의 과정을 누구보다도 잘 알고 있는 공작기계 규격에 관련한 전문가들인 것이다. 우리도 늦은 감은 있지만 이제라도 이 분야의 전문가를 발굴하여, 표준화 관련 국제회의에서 국내 공작기계 산업을 대변하고 급변하는 공작기계 기술에 대한 정보를 습득하여야 하겠다. 이렇게 함으로써 국제회의에서 우리나라 공작기계의 위상은 높아갈 것이다. 또한 국제 표준화 전문가 육성을 위한 교육이 필요한 것은 물론이다. 무엇보다 중요한 것은 국제 표준화 활동의 지속적이고 적극적인 참여이다. 이를 위

해서는 국가적, 제도적, 조직적, 재정적 차원의 지원이 필요하다.

대기업이나 연구소에서 근무하는 공작기계 분야의 민간전문가의 발굴 및 활용을 극대화할 수 있는 방안이 필요하다. 회의에 참석한 스위스, 영국, 일본 대표단을 보면 공작기계 분야의 세계적인 기업에서 온 사람이 꼭 한 명씩 있다. 국내에서는 표준화에 대

한 기업의 인식 부족으로 공작기계 표준화 관련 국제회의에 기업에서 참여하는 경우는 거의 없는 실정이다. 기업보다는 대학, 협회, 연구기관 등에 주로 의존하고 있다. 국제회의에 참여하기 위해서는 많은 비용이 드는 것이다. 그러나 우리의 무관심 속에 제정된 규격으로 인하여 이후에 발생할 불이익을 생각하면 기업

에서의 많은 관심이 필요하다. 특히 국제규격 제정은 1국 1표의 투표로 이루어지므로 국가 수가 많은 유럽 국가들의 의도대로 ISO 규격이 제정되는 사례가 빈발하고 있다. 유럽이 ISO의 TC/SC 중에서 66%를 담당하고 있다는 것을 간과하지 말아야 한다.

기계용어 해설

□ 공압구동기(Pneumatic Impulsive Actuator)

공압구동기는 공압의 입력에 의한 압력의 변화로 실린더 내의 질량체의 움직임에 기반을 둔 구동용 액추에이터로서 구조가 간단하지만 실린더의 질량, 질량체의 질량, 실린더 외부의 마찰력, 실린더와 질량체 사이의 마찰력의 관계에 의해 움직임의 방향, 크기가 결정되는 독특한 구동기이다. 올바르게 설계하지 않으면 움직임의 방향, 크기를 원하는 데로 맞추기 어렵다는 단점이 있지만 구조가 단순하여 미끄러운 환경 내에서의 탐사 로봇이나 우주의 무중력 상태와 같이 외부의 저항력을 얻기 어려운 환경에서 응용범위가 넓은 구동기이다.

□ 블리드 오프 회로(Bleed-off Circuit)

유압 작동기(hydraulic actuator)로서 선형운동을 하는 유압 실린더와 회전운동을 하는 유압모터의 속도제어 시스템에는 유압회로 내에 통과 유량을 조절하는 유량제어밸브(flow control valve)의 위치에 따라 미터 인(meter-in), 미터 아웃(meter-out) 그리고 블리드 오프(bleed-off)방식 등 세 가지 회로가 일반적으로 사용된다.

구체적으로 미터 인 회로는 유압실린더 또는 모터의 입구 측에 설치된 유량제어 밸브로서 피스톤 또는 모터의 전전속도를 조절하는 회로를 지칭하

며, 작동기의 출구 측에 유량제어 밸브가 설치되면 미터 아웃 회로 그리고 작동기 입구에 병렬로 유량제어 밸브가 설치되어 간접적으로 공급유량을 조절함으로써 속도조절을 하는 경우를 블리드 오프 회로라고 각각 지칭한다.

□ 쌍롤형 박판주조(Twin Roll Strip Casting)

쌍롤형 박판주조는 두 개의 맞물려 돌아가는 롤에 용강을 주입하여 바로 열연코일을 생산하는 방법으로서 기존의 연속주조 공정에서 슬라브를 만들고 이 슬라브를 열간압연 과정을 통해 열연코일을 만드는 방법에서 열간압연 과정을 생략하고 용강으로부터 직접 열연코일을 생산하는 주조법이다.

□ 인치웜(Inchworm)

인치웜이란 자벌레의 영문표기에서 유래된 것으로 자벌레의 이동원리에 기반을 둔 생체모방형(bio-mimetic) 운동을 설명하고자 할 때 사용하는 용어이다. 자벌레는 몸통의 길이를 늘였다 줄였다를 반복하며, 여러 복잡한 환경을 효율적으로 이동해 간다. 이러한 자벌레의 이동 원리는 환경이 복잡하거나 지지점이 불확실할 경우 매우 효과적인 경우가 많다. 그러나 환경이 매우 부드러운 경우 이동의 효율이 떨어진다는 단점을 지니고 있다.