

산업용 로봇의 특수 용도 적용 대상 분야 및 기술 개발 사례

張 幸 男

現代重工業(株) 로봇 事業部

I. 국내 로봇 도입의 전망

국내 산업계에 산업용 로봇이 도입될 당시 생산 수단으로서 널리 확산될 것이고 생산성 제고에 획기적인 효과 때문에 사업개선에 크게 도움이 될 수 있을 것이라고 기대 하였으나 실제 도입후 많은 문제를 경험한 때가 있었다.

이로부터 10여년이 지난 지금은 로봇을 이용한 자동화시스템의 도입은 일반화 되었으며 효율적인 공장 자동화의 기술경쟁이 곧 시장에서 사업의 경쟁과 직결되는 상황에 있어 일반 기업인들의 이 분야에 관한 인식과 기술수준이 급속히 발전되고 있다.

산업용 로봇의 국내 보유 대수는 금년 들어 약 만대에 이를 것으로 추산되며 현대 중공업에서만 작년말에 2,000대를 훨씬 상회 공급하였다. 적어도 2000년에는 국내의 로봇 수요가 1조원 생산 규모로 성장할 것으로 예상된다.

세계의 가동 로봇 60% 이상을 차지하고 있는 일본은 현재 32만대가 가동중이다. 매 4년마다 산업용 로봇의 장기 수요 예측 조사가 작년 1993년에 실시되었던 바 근래 80년대에 2자리 숫자로 성장일로에 있던 수요 증가가 90년대에는 한 자리수로 줄어들고 92년에는 산업의 불경기 영향을 받아 전년 대비 28.9%의 수요 감소로 나타났음에도 불구하고 93년 이후에는 다시 전년 대비 8.2% 전후로, 2000년에는 16만대 정도의 성장을 예견하고 있다.

사회적 환경 변화로 2005년에는 2조억엔의 시장 규모로 전망하고 있는 이유는 고령화와 인구감소 및 노동시간 단축에 의한 노동력의 부족이 첫째 이유가 될 것이며, 일본의 인구는 2010년에 현재의 1억 2천만이 8,500만명선으로 줄어들 것이라는 예측도 있다.

II. 기술의 발전 추세

국내에서도 로봇을 먼저 도입한 산업이 자동차, 가전제품등 제조공장의 가공 및 조립 모회사가 주도 하였으나 모회사는 부품 협력회사와 그룹을 형성하여 기술적 유대 강화 및 기술수준의 제고에 의하여 중소기업에 로봇의 보급이 크게 확산 되어질 것으로 전망된다.

이러한 추세에 따라 SUPPLIER는 엔지니어링 서비스를 강화하여 사전 기술제공과 사용기술의 교육 서비스 등의 작업량이 늘어날 것이며 저가의 모델을 개발하여 고령자나 여성, 임시 종업원들도 쉽게 익숙하게 사용할 수 있도록 기술 개발이 되어져야 할 것이다.

특히 소위 3D 종류에 속하는 작업은 작업환경 또는 방법이 신체의 건강에 직접 영향을 주는 위험 요소를 안고 있어 보충 기능 인력의 확보가 심각하여 제조업 분야에 근본적인 차질이 우려되는 시급한 문제이다. 로봇의 적용, 응용기술의 개발로 이러한 문제가 우선 해결 되어야 할 과제이다.

이러한 문제는 특히 원소재를 이용한 초기 공정에서 분진이나 가스발생, 발열, 악취 또는 진동속에서 고기능을 요하거나 중량물의 연속반복, 가공공정 작업의 자동화가 이에 속하며 당사에서 적용한 대표적인 사례를 소개 하고자 한다.

III. 특수용도 기술개발 사례

1. 유리 제조 공정의 유리액 감아떼기 로봇 시스템
유리 제품 제조는 작업자가 특수 도구를 사용하여

전기로 내의 적정한 양의 유리액을 감아 떼내어 성형을 위한 금형에 유리액을 떨어 뜨리고 성형 작업을 수행함으로써 제품 생산이 이루어 진다.

본 생산 작업 환경은 전기로 상에서 발생하는 복사열 속에서 3-4Kg 특수 도구로 장시간 수동 반복 작업 및 유리 원소재인 규사 혼합물의 분진 등으로 열악한 생산 작업 환경 이었으며, 장기간 경험에 의한 고도의 숙련을 요하는 기술때문에 유리액 적정량 감아 떼기의 불량으로 유리 내부 결함 및 제품 외형부의 과다 돌기 발생 등의 제품 불량률이 많았고, 최근 국내 사회적 환경 변화로 숙련공의 인력 문제 해결이 사실상 어려운 상황에 처해 있었다. 이와같은 상황에 부응하여 로봇 활용에 의한 자동화 검토가 필연적 이었으며 당사에서 현장 수동 작업 공정을 로봇에 의한 자동화 시스템으로 개발 적용 하므로써 앞에서 언급된 문제 해결이 가능하였다.

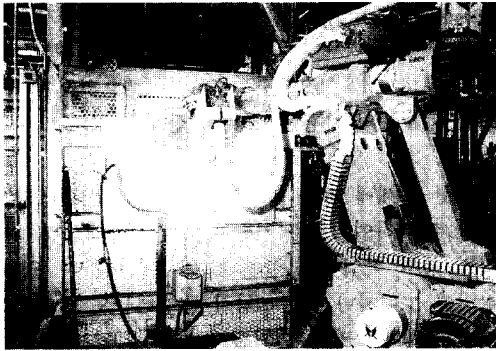


사진 1. 유리 제조 공정의 전기로 상에서 유리액 감아떼기의 로봇 작업 장면

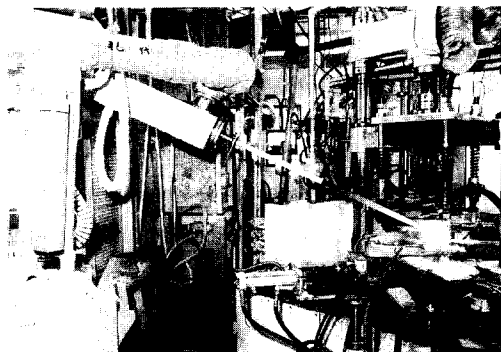


사진 2. 유리 제조 공정의 금형에 로봇에 의한 유리액 공급 장면

본 자동화 시스템 <사진 1>, <사진 2>의 핵심 개발 기술로서는 전기로 상의 적정한 유리액을 감아떼고 금형에 공급 하기위한 로봇용 SERVO제어 구동의 TOOLING장치 개발하여 장시간 제품 생산에 따른 전기로 내의 유리액면 높이 변화에 대한 대응하는 기술 등이다.

본 공정 자동화 효과로서 주야 숙련공 2명이 절감되며, 제품 불량률 20%이상의 대폭 감소 및 설비 가동 시간 연장으로 품질 및 생산성 향상을 가져왔으며 열악한 작업 환경 개선은 물론 생산 관리 측면에서도 생산 효율이 크게 증대 되었다.

2. 철강 제조 공정의 용강 측온 로봇 시스템

철강 제조 시스템의 연주 과정을 보면 먼저 제강 공장에서는 정련되어진 용강을 LADLE 장치를 통하여 TUNDISH의 용기에 담고, TUNDISH의 용강은 아래의 노즐을 통하여 생산 장비에 의해 빌레트, 슬라브 등의 제품 생산이 이루어 진다.

이과정 동안에 TUNDISH내의 용강의 온도 및 산소 농담은 철강 제품 생산에 직접적인 영향을 주므로 적정 시간마다의 용강내의 온도, 산소 농담 및 성분 분석은 양질의 철강을 제조하는데 중요한 작업이다.

본 측온 작업 환경은 작업자가 특수복을 입고 작업이 이루어져야할 정도의 강한 복사열과 측정봉을 용강에 삽입시 순간적으로 밖으로 튀어 나오는 용강 불꽃, 금방 작업복이 검은색으로 변할 정도의 다분진으로 열악한 작업 환경이었고, 측정 위치로부터 측정 HOLE까지의 거리가 멀어 작업자의 측정봉 사용이 매우 힘든 작업이었으며, 제품 생산에 따른 용강 깊이 변화에 대응하여 측정봉을 적정한 용강 측온 깊이 에 넣는것이 필요하나 숙련공의 지감으로서 측온 작업을 함으로서 측정 데이터의 신뢰성이 저하될 우려도 있었다.

본 문제 해결을 위하여 관련 업계에서 주변 수동 작업 여건을 감안하여 다양한 자동화 방법을 검토하였으며 로봇에 의한 자동화가 적합함을 인식, 당사 연구진과 공동으로 본 시스템 개발을 착수, 현장 적용을 완료하였다.

본 자동화 시스템<그림 1>의 핵심 개발기술로서는 1.2M의 긴 측정봉과 PROBE의 조립 작업, 용강 깊이 변화에 대응한 로봇의 침적 깊이 제어, 철강 생산의 우선 작업을 위한 측온 작업중의 로봇 원점 복귀의 기술 등이었다.

본 공정 자동화 효과로서는 용강의 측정 깊이 및 측정 주기의 자동 제어로 측정 데이터 신뢰성 향상, 고온, 고열, 다분진의 열악한 작업 환경 개선 및 인건비 절감, 용강의 온도 및 산소 농도의 적정 관리로 제조된 제품의 품질 향상의 기대효과를 거둘수 있었다.

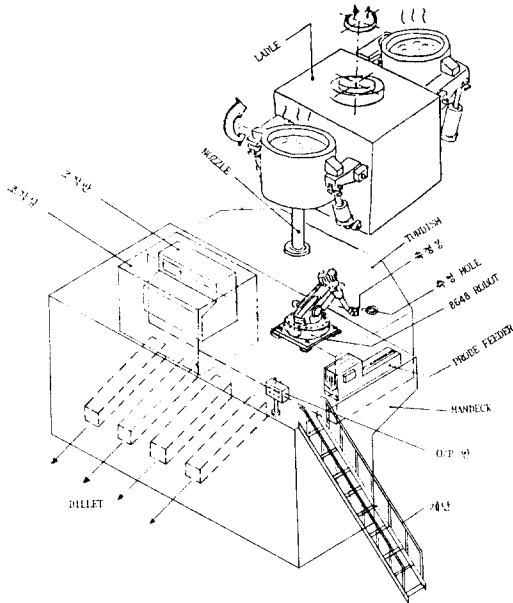


그림 1. 철강 제조 공정의 용강 측온 로봇 시스템의 전경도

3. 주강 주물품 제조 공정의 절단 로봇 시스템

주강 주물품 제조 공정에서 수 천년전부터 주물사를 이용한 고전적인 제품 생산 방법에서 아직까지 벗어나지 못하고 있으며 제조 작업의 특성 및 낮은 생산비 등으로 제조 공정에서의 자동화 기술의 발전이 상당히 늦어지고 있다고 사료된다.

최근 3D 환경에서 작업 기피가 사회적 문제로 야기되어 본 제조 공정의 작업 인력 수급에 심각한 문제로 대두되고 있으며 본 제조 공정중 후처리 공정(주물사 제거, 절단 등)에서의 자동화는 점진적으로 이루어 가고 있다. 당사에서 개발 적용한 후처리 공정에서의 주물품 절단 자동화 시스템은 주물사에 의해서 제조된 콘테이너 부품인 EDGE부품이 6개 달려있는 주강 주물품으로서 가스 절단기를 사용하여 60mm두께×124mm높이의 절단면을 자동 절단, EDGE와 탕구 부

분을 자동 분리 시키는 시스템이다.

본 생산 공정의 작업 환경은 공장 내부에 주물사에 의한 주조 공정이 있어 때때로 공장 바닥에 물을 뿌려 가면서 생산 작업할 정도로 주물사의 분진으로 가득하며 주조의 가스 발생 및 분진으로 악취가 심하며 작업자는 마스크를 착용하여 작업을 할 정도의 극악한 작업 환경이었다.

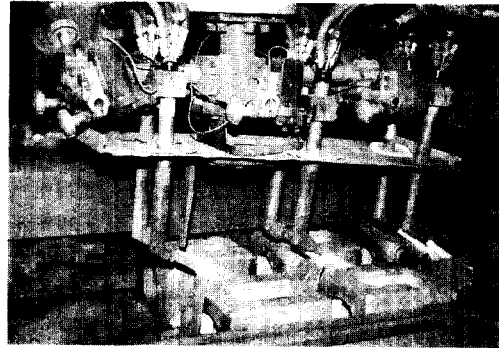


사진 3. 주철 주물품 제조 공정의 GAS 절단을 위한 진입 장면

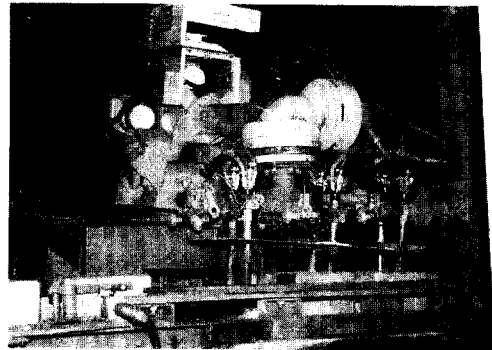


사진 4. 주강 주물품 제조 공정의 GAS절단 완료 단계의 장면

이와같은 작업 환경 개선을 위하여 당사에서 적극 자동 시스템 개발에 나섰으며 초기 절단 작업성이 우수한 PLASMA절단 로봇을 채용, 현장 시험적용을 하였으나 PLASMA절단기의 강한 고주파로 작업 시스템에 영향을 주게되어 양산 자동화 시스템에 문제가 있었으며 다소 절단 효율이 낮은 GAS절단 로봇을 적용하여 자동화 생산 작업이 가능케 하였다.

또 관련 업계에서 생산량 증가로 추가 자동화 시스템 도입 요구가 있어 초기 적용 시스템을 제거하고 6개의 EDGE 제품을 한번에 절단 가능한 로봇 시스템(사진 3)〈사진 4〉을 구축. 완전 자동화하여 큰 성과를 거두었다. 본 공정 자동화 효과로서는 주야 수작업시 6명×3교대=18명의 작업 인원이 소요 되었으나 자동화로 5명의 작업 인원이 소요되어 12명의 인원 절감 및 작업의 정도 제고로 공정 단축의 효과를 가져왔으며 극악한 작업 환경 개선은 물론 생산 관리 측면에서도 생산 효율이 크게 증대 되었다.

4. 내화 벽돌 제조 공정의 PALLETIZING 로봇 시스템

본 생산 공정은 내화 벽돌 성형기에서 성형되어 밴트 콘베이어를 타고 나오는 제품을 지정된 적재 방식에 따라 PALLET에 제품을 적재하고 적재된 PALLET를 건조로를 통과하므로서 완제품 생산이 이루어진다. 본 생산 작업 환경은 성형사에 의한 분진, 5-10Kg 벽돌을 장시간 수동으로 단순 반복 적재 작업, 현대의 성형기 당 3명의 외관상 과다 생산 요원이 필요한 가혹한 작업 환경이었다. 본 공정에서 인원 절감 및 작업 환경 개선 측면에서 자동화 시스템 도입의 필요성을 인식, PALLETIZING 기능을 갖고 있는 로봇 시스템 활용 및 대차 LINE 자동화 시스템(사진 5)〈사진 6〉을 구축하므로서 상기 문제점 해결이 가능하였다. 본 자동화 시스템의 핵심 기술로서는 다양한 작업물의 GRIPPING을 위한 SERVO제어 구동 기구 및 진공 흡착 TOOLING장치 건조로의 열풍을 제품에 골고루 통과할 수 있도록 적절한 적재 간격 유지 기술, 다단 적재의 작업물이 무너지지 않도록 하는 PALLETIZING 기술 등이다.

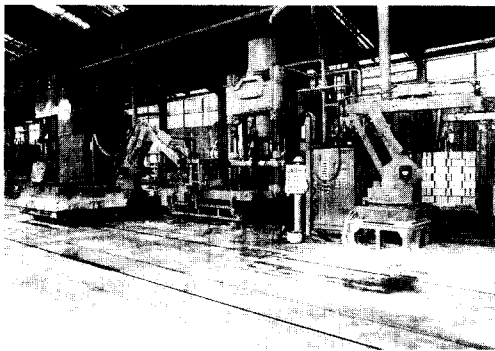


사진 5. 내화 벽돌 제조 공정의 로봇 시스템의 작업 전경

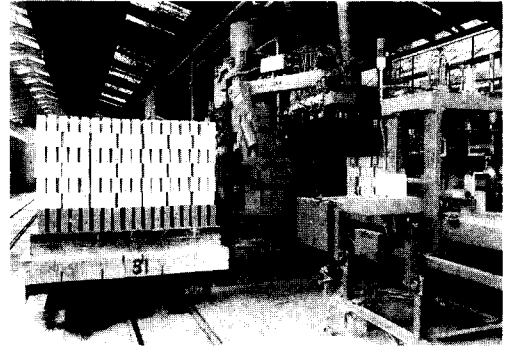


사진 6. 내화 벽돌 제조 공정의 로봇 작업 장면

본 공정 자동화 효과로서는 수동 작업시 2대 성형기×2교대×3명=12명의 작업 인원이 소요되었으나 2대 성형기 동시 자동화로 4명의 작업 인원이 소요되어 8명의 인원 절감 및 가혹한 작업 환경의 개선, 지게차로 이용하여 기존 PALLET에서 대차로의 적재하던 방식을 로봇이 바로 대차에 작업물을 적재하므로서 지게차 운전 횟수가 대폭 감소 및 성형 시간 단축으로 생산성 향상을 가져왔다.

5. 알루미늄 주물품 제조 공정의 디버링 로봇 시스템

본 제조 공정은 다이캐스팅 장비에 의해서 주물 제품 생산하므로서 주물사를 사용한 주철 주물품 생산 공정에 비해 작업 현장은 매우 깨끗하며, 제품 정도도 양호하며 강성이 약하여 후처리 공정에서의 자동화 시스템 구상도 용이한 생산 기술 측면의 장점을 갖고 있다.

후처리 공정에서는 불필요한 탕구, 탈출구, 상하 금형의 틈사이에서 발생하는 돌기(BUR) 등을 제거하여야만 다음 가공 공정에서의 작업 가능하다. 탕구 및 탈출구 등은 전용 장비에 의해 쉽게 제거 가능하나 돌기 제거 작업(디버링 작업)은 작업자가 작업물을 핸들링하면서 망치, 줄, 막대기, 그라인더, 및 특수 공구 등을 다양하게 사용하여 복잡한 돌기 라인을 따라 제거 작업을 하여야 하므로 작업량이 많고 단순 작업이다. 따라서 주변 장비 및 공구의 소음, 인체에 해로운 CHIP의 발생, 단순 작업 등으로 인한 악환경 및 작업의 권태감 때문에 작업의 기피 현상이 초래되어 품질 개선 측면 보다 경제성 및 작업 환경 개선 측면에서 자동화의 필요성을 인식하게 되었다.

당사에서 알루미늄 주물품의 디버링 자동화를 위해

서 약 1년에 걸쳐 개발 테스트를 실시하여 각종 현장 작업 조건 산출 및 로봇 TOOLING 장치를 개발 완료하였으며 처음으로 알루미늄 주물품 AUTO TRANSMISSION CASE 제품에 시스템(사진 7)〈사진 8〉을 적용하였다. 본 시스템의 핵심 개발기술로서는 작업물 오차 및 반력 흡수, 일정 절삭력을 제공하는 FLOATING TOOLING 장치 개발, 본 시스템에의 작업에 적합한 디버링 공구 선정 및 절삭유에 의한 자동 CHIP 제거 기술 등이다.

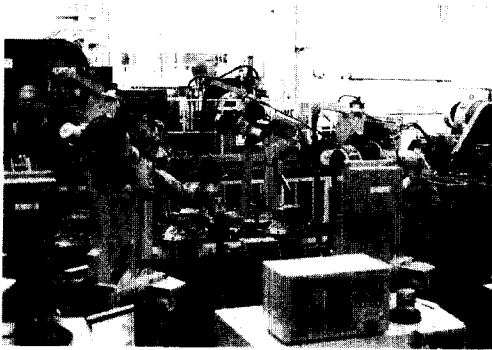


사진 7. 알루미늄 주물품 제조 공정의 DEBUR-RING로봇시스템의 작업 전경

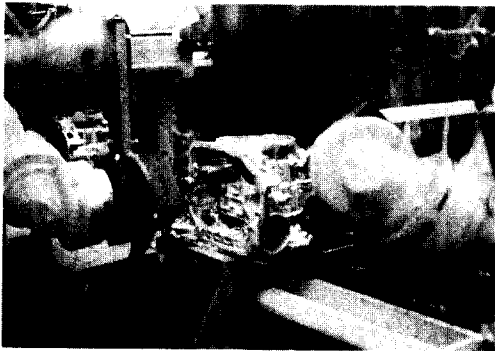


사진 8. 알루미늄 주물품 제조공정의 DEBURRING로봇 작업환경

본 공정의 자동화 효과로서는 수 작업시 12명에서 5명으로 작업 수행 가능하며 6명의 인원 절감, 인체에 해로운 CHIP을 자동제거, 단순 노동 및 작업의 권태감에 의한 작업 기피 등의 문제도 해결 가능케 하였다.

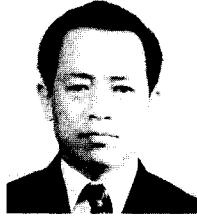
IV. 맺음말

자동화 설비의 개발은 대상 작업물의 형상 및 물성, 가공성, 품질기준을 정확히 이해하여야 하고 수동 작업 과정의 공법과 기법을 작업 단위별로 철저히 분석하고 이해하여야 한다. 설비의설계 구상은 이러한 자료를 바탕으로 진행한다.

자동화 도입에는 사전 조건의 조성이 필요하므로 공급자와 사용자와는 긴밀한 협의와 공조 합의가 필요하며 이에 따라 자동화율의 수준이나 효율이 달라진다. 이러한 기반이 불충분하여 자동화 도입이 실패하는 사례가 있음을 간과 할수 없다. 제품의 설계가 자동화에 맞도록 고려되어야 하거나 제품의 규격화 표준화를 위한 사전고려와 공장의 설비 배치 및 자동화 설비운영자의 적절한 조직운영 등은 사용자가 노력하여야 할 문제이다.

가장 일반적인 자료로 구성하여 경제적인 설계를 만족하면서도 자동화의 첫째 생명인 신뢰성을 어떻게 확보하느냐가 기술의 성패를 좌우할 것이다. 보전이 쉽고, 쉽게 사용기술을 익힐수 있어야 함은 물론이다. 자동화의 설비 공급 사업은 고객확보를 위한 시장 경합이기전에 고객발굴, 고객창조의 기술개발사업이다. Ⓢ

筆者紹介



張 幸 男

1941年 11月 6日生

1967年 2月 한양대학교 기계공학과 졸업

1973年 10月 ~ 현재 현대 중공업 (주)로봇 사업담당