

금속기계 기구공업

<편집실>

1. 개요

금속제품의 제조공정은 원재료를 필요한 부재와 부품으로 만드는 소재가공부문, 만들어진 부재나 부품의 마감부문, 마감된 부재나 부품을 제품으로 조립하는 조립부문으로 대별되며 이러한 다종 다양한 공정을 거쳐 각각의 금속제품이 생산된다.

공정에서 취급되는 원재료는 불연재이나 공정중에 발생하는 금속분과 냉각제, 윤활유 등의 취급에 따른 화재위험이 있다.

2. 공정

가. 소재가공

1) 주조(casting)

금속이 고온에서 가열되면 용해하는 성질(가용성)을 이용한 것

으로 용해로에서 고온용해된 금속(鎔湯)을 주형에 주입, 냉각하여 일정한 형태의 제품(鑄物)으로 만드는 과정이다.

주조방법은 가장 일반적인 사형주조법, 단시간내에 우수한 제품을 양산하는ダイ캐스팅(diecasting)법, 기타 정밀한 인베스트먼트(investment)법이나 원심주조법 등이 있다.

○ 용해 : 지금(地金)의 종류에 따라 용해로(cupola, 전기로 등)에 필요한 배합률로 용해한다.

○ 주탕 : 용융금속(湯)을 주형에 주입하여 굳힌다.

○ 형제거 : 쇳물이 굳은 후 주위의 주형을 깨뜨려 제거하는 작업.

○ 청정 : 불은 모래를 제거하는 작업으로 샌드블라스트(sand

blast), 솟블라스트(shot blast)방법 등으로 제거한다.

○ 모형 : 주형을 제작하기 위한 목형, 금속형, 합성수지형 및 특수정밀주물에 사용하는 왁스 등 여러 가지가 있다. 주조공정에서의 모형은 동형의 주조품을 양산하기 위해 제작보관 사용하거나 주조공장이 부속작업으로 목형가공 등 모형제작공정을 운영하는 경우도 있다.

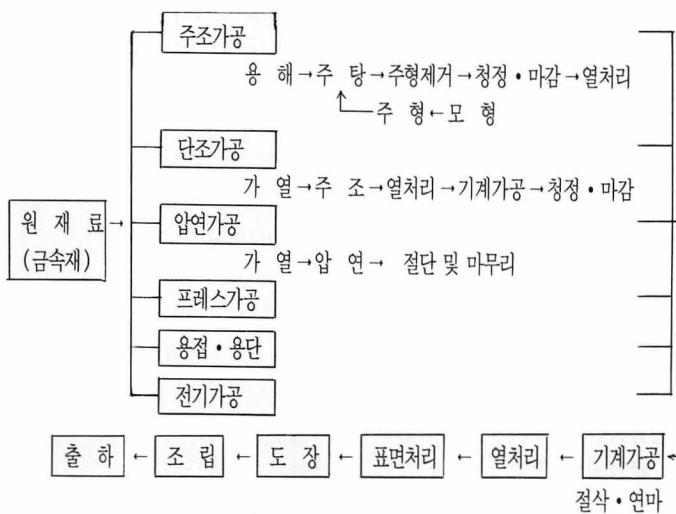
2) 단조

금속에 외부에서 압력을 가한 경우 변형이 남아있는 성질(塑性)을 이용한 가공법으로, 주조는 다양으로 제조가능함과 동시에 재질이 개선되는 장점을 가지고 있으며 형단조법과 자동단조법으로 대별된다. 형단조법은 필요로 하는 형상으로 제작, 상하로 나누어진 금형(dies)사이에 가열된 재료를 넣고 해머, 프레스 등으로 타격, 압력을 가해서 성형하는 방법이며, 자동단조법은 기계해머나 수작업에 의해 소량생산이나 대형제품을 만드는 데에 사용된다.

3) 압연

금속 및 합금의 소성(塑性)을 이용해 상온 또는 고온에서 회전하는 로울러 사이를 통과시켜 판재나 레일과 같은 형재를 성형하는 동시에 재질의 개선을 행하는 작업이다.

압연작업은 금속 또는 합금의 재결정온도(철: 5°C, 동: 200°C, 알루미늄: 150°C) 이상에서 행하는 열간압연과 그 온도이하에서 행하는 냉각압연으로 대별된다.



열간압연으로 하면 큰 변형이 가능하고, 냉간으로 하면 정확한 규격으로 마감하는 것이 가능하며 압연을 몇 번 반복함으로써 제품을 만들어 낸다.

4) 프레스가공

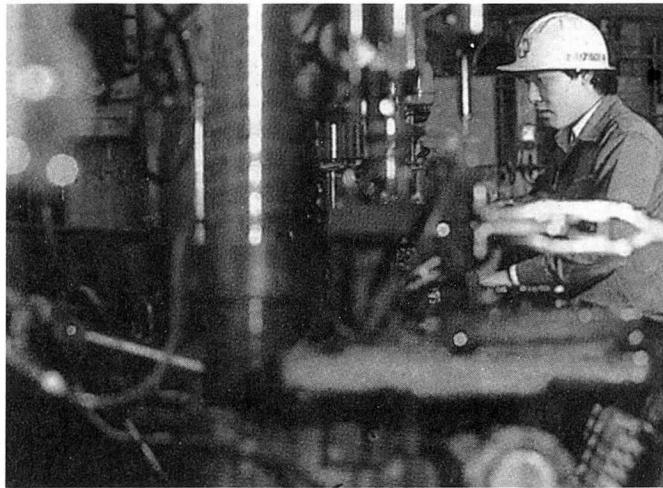
근년에 널리 사용되는 가공법으로 프레스기계를 사용하여 금속판류를 여러가지로 변형가공한다. 프레스가공은 대량생산에 적합하고 제품이 고르며 손실이 적다는 장점을 가지고 있다.

예 적합하여 평면연삭반, 원통연삭반 등이 있다. 연삭가공중 특수한 것으로는 주로 구멍 내면을 마감하기 위한 호우닝(honing) 마감, 가공물보다 연질의 재료로 된 랩(lap)과 가공물표면 사이에 적당한 연마제(산화크롬, 산화철을 석유 등에 혼합)를 바르고 정밀하게 마감하는 랩마감, 적당한 연마제를 가공물표면에 발라서 표면의 청정 또는 마감을 하는 샌드 블라스트(sand blast)가공 등이 있다.

금속판이나 강재의 용단작업에도 가스용단과 아크용단 등이 있다.

7) 전기가공

주로 전해가공과 방전가공이 쓰인다. 전해가공은 전기분해에 의하여 가공재표면을 녹여 성형함으로써 표면마감을 하는 가공법이며, 방전가공은 방전을 이용하여 단단한 가공물에 대하여 높은 가공능률로 구멍뚫기, 홈파기 등의 가공을 하는 방법이다.



5) 기계가공(절삭·연삭)

금속재료를 절삭 또는 연삭에 의해 소정의 형상으로 가공하는 작업으로 바이트(bite)에 의한 절삭가공 및 여석(礪石), 여립(礪粒)에 의한 연삭가공 등이 있다.

절삭가공의 대표적인 공작기계는 선반으로 원통공작물의 내외면 절삭, 정면절삭 등을 행한다. 기타 보울반(ball반), 프레이스반(fraise반=밀링) 등이 있다.

연삭가공은 정밀도가 높은 가공이 가능하고 단단한 재료의 가공

6) 용접, 용단

각종 구조물의 부재접합 등에 널리 쓰이고 있는 것이 용접법이며 고온가열에 의해 두 금속이 접착하는 금속의 용착성을 이용한 것으로 용접법, 날땜법이 있다.

용접법은 용접금속(용접봉)을 이용하여 가열시키는 것으로 열원에 따라 아아크용접, 가스용접, 전자비임 용접 등이 있다. 날땜법은 접합하는 금속 사이에 양금속보다 저융점의 합금을 녹여 접합시킨다.

나. 마감가공

1) 열처리

燒入(quenching), 燒鈍(annealing), 烧戻(tempering)의 열처리는 금속에 열적인 변화를 주어 경도와 강도를 높이는 등 재료 특성의 개선을 목적으로 하며 이 공정은 부품의 마감시 뿐만 아니라 주조, 단조가공시에도 행하여진다.

※ Oil Quenching : 금속의 열처리방법 중 하나로 가열된 재료를 냉각유(quenching oil)에 담그는 방법으로서 웨칭오일은,

○ 대부분 광유를 사용한다. 특수한 경우에는 동식물유나 습윤제를 혼합하기도하는데 낮은 점성을 가져야 한다.

○ 미가열 웨칭에서의 작업온도는 38°C~93°C가 보통이고 이 온도범위 내에서 사용하는 표준 웨칭오일은 인화점 149°C 이상으로 한다. 가열 웨칭에서의 작업은 93°C~204°C가 보통이고 이때의 웨칭오일은 인화점

260°C 이상을 사용한다.

2) 표면처리

표면처리의 목적은 금속재료나 제품에 방부성, 내마모성, 미관을 향상시키기 위한 것으로 시멘테이션(침탄, 시안화, 질화, 금속 시멘테이션), 금속피복법(전기도금, 용융침적도금, 금속용사), 전기화학적 방법(전해세정, 전해산세, 알루마이트가공) 등이 있다.

○ 침탄법 : 철강 표면의 탄소농도를 증가시키기 위해 적당한 열처리를 병용하여 표면에 견고한 경화층을 만드는 방법이다. 고형, 액체, 가스침탄법이 있다.

○ 시안화법 : 청산가리를 원료로 한 시안화제를 써서 경화층을 만드는 방법이다.

○ 질화법 : 암모니아와 같은 질소를 포함한 가스 중에 물체를 가열하고 질소를 표면에 작용시켜 질화철층을 만드는 방법이다.

○ 금속시멘테이션법 : 철강 표면에 다른 금속을 확산에 의해 침투시켜 침투금속과 원래의 금속과의 합금층을 만든다.

○ 전기화학적 방법 : 전해액 중에 피처리물을 양극 또는 음극으로 하고 타극과의 사이에 직류 또는 교류를 통하여 발생하는 가스의 작용 또는 이온의 분리에 의해 세정, 연마, 산세 등을 행한다.

○ 알루마이트(alumite)가공 : 알루미늄제품 표면에 양극산화처리를 행한다.

3) 도장

도장공정은 재료표면의 녹, 기

름제거, 표면평활화 등의 전처리 과정을 거쳐 도장 및 건조 후 필요에 따라 연마기 등을 사용하여 마감함.

다. 조립

최후로 각 부품을 종합적인 조립공정을 거쳐 제품으로 완성하는 과정으로, 조립방법도 제품에 따라 다종 다양하여 나사, 리벳, 용접, 접착제 등을 사용하는 방법이 있다. 완성품은 최종 검사 후 출하된다.

3. 공정의 화재위험과 대책

가. 전 공정의 화재위험

공정중에서의 화재위험은,

① 기계에서의 금속칩(chip) 화재(금속세공에 의한 열 또는 기계, 기구에서의 침마찰이 원인)

② 금속부스러기의 자연산화

③ 산화성의 냉각제, 유후유의 연소

④ 물, 기타 약품과 금속의 반응으로 폭발성 수소와 열방출

⑤ 공작기계 작동을 위한 가열된 유압용 기름 등의 연소

⑥ 건물내에서의 유증기 연소.

⑦ 연소성 또는 폭발성이 있는 금속분.

⑧ 기름에 젖은 바닥은 연소위험이 있으며 이들의 발화원은 담뱃불, 切斷熱, 자연산화반응, 연마, 용접, 용단작업으로부터 가열된 금속입자, 노(爐), 토오치 등

과 같은 뜨거운 표면, 전기적인 스파아크 등에 의해 착화될 수 있다.

나. 공정별 화재위험과 대책

1) 도장공정

금속기계기구공업에서 가장 높은 화재율을 보이고 있으며 그 위험은 각종 인화성 용제의 사용으로 인한 유기용제 가스에 인화, 배기닥트내의 도료가스에 착화하는 등의 화재위험이 높아 작업중 방화관리에 충분한 주의가 필요하다.

2) 주조, 열처리공정

① 로주변에 가연물방지금지. 다만 불가능할 경우에는 불연재 등으로 차폐시설을 설치.

② 옥내에 설치하는 경우는 흙 또는 금속이외의 불연재료로 된 바닥에 설치.

③ 연소에 필요한 공기 및 가공 중에 발생하는 가연성가스나 분진에 대한 환기, 집진조치를 강구.

④ 특히 큐풀라(용선로)의 경우 연돌로 부터의 불티 비산방지조치를 설치.

⑤ 수증기 폭발방지를 위해 바닥면은 물이 체류하지 않는 구조로 하고 지붕, 벽, 창 등은 빗물이 침입하지 않는 구조로 할 것.

⑥ 로의 설치위치는 계단이나 출입구, 피난구의 근처를 피할 것.

3) 오일 퀘칭(oil quenching)
퀘칭 오일의 연소성으로 높은 화재위험이 있음.

가) 퀘칭 탱크

탱크 내에서의 표면화재는 비교적 쉽게 소화될 수 있으나 탱크에서 오우버플로우(overflow)된 기

틈화재는 더욱 위험성이 큼.

① 기름의 표면에서 탱크 상부 까지의 높이(free board) 설계는 열처리물이 최대속도로 유입되는 최대물량을 고려하여야 하며 최고 액면과 탱크의 개구부는 최소 15 cm 이상으로 유지.

② 용적 560 ℥ 또는 액표면적 0.9 m²이상의 탱크에는 오우버플로우 배관을 설치하고 배관은 건물외부의 안전장소 또는 탱크로 유도

③ 긴급한 화재에 대비하여 퀘칭오일을 5분내에 다른 장소로 배출할 수 있는 비상배출설비(emergency drains)설치.

④ 탱크는 불연구조의 건물내에 설치하고 가연성 물질, 동력설비, 중요장비와 격리설치.

나) 열처리물의 이동

적절한 열처리와 안전을 위하여 열처리물을 신속하고 완전한 유입(immersion)이 기본이다.

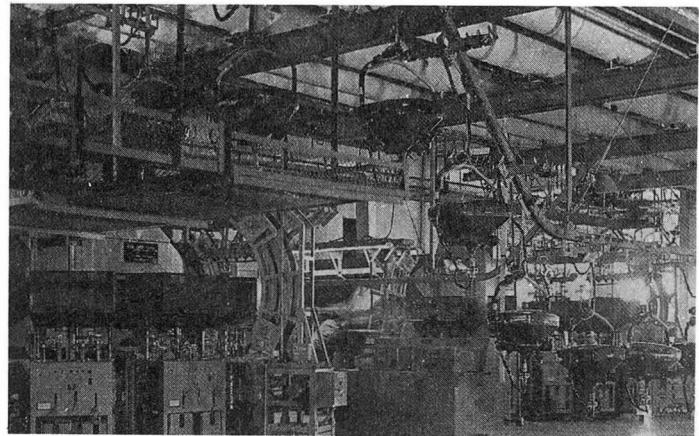
① 유입은 탱크밖으로 퀘칭오일이 넘치지 않고 또한 가능한 한 뒤김이 없도록 한다.

② 부분적 유입은 가장 일반적인 퀘칭오일 화재위험이 되므로 가능한 한 부분적인 유입이 되지 않게 한다.

다) 기름의 온도조정

설계된 범위내에서의 조정은 안전 뿐만 아니라 열처리 공정의 기본이 된다.

탱크의 냉각설계고장은 과열의 위험이 되며 보다 위험한 것은 물이 퀘칭오일 내에 들어갔을 때 가열된 열처리물이 유입되어 보일오우버 현상이 일어날 수 있다.(기



름중의 물 부피가 0.35% 이상이 되면 기름을 교체하여야 함)

① 냉각방법은 탱크 내의 냉각수코일, 외부열교환기, 워터 자켓(water jacket) 등의 방법이 있으며 워터 자켓과 내부 냉각수 코일은 가열성 퀘칭 오일에 사용금지.(기계적인 결함으로 누수 위험성)

② 유면이 너무 낮고 큰 작업량이 탱크에 들어 오면 과열되므로 저유면 감시기를 설치하여 경보를 발하고 작업이 중단될 수 있도록 조치.

③ 표면에서 화재를 일으킬 수 있는 국부과열을 방지하기 위하여 유조내에 자동교반기를 설치, 교반기고장시는 작업이 중단되도록 조치.

④ 퀘칭오일 가열이 요구되는 곳에서는 가열설비와 퀘칭오일의 접촉면이 과열될 위험이 있으므로 가열설비는 유면이 너무 낮거나, 교반기가 고장 또는 유온이 너무 높으면 동작설비가 중단되도록 조치.

⑤ 중앙공급설비는 퀘칭탱크로 기름의 일정한 공급과 교체를 하 고 있기 때문에 기름의 흐름을 잘

감시하여 포오밍(foaming)과 보일오우버를 방지하기 위하여 보충 유는 퀘칭온도가 100°C 이상일 때는 추가하지 말고, 기름온도는 그 인화점의 28°C 이하에서 사용토록 하여야 함.

4) 용접, 용단공정

용접은 제조공정의 하나이며 또한 건축작업이나 기계수리 때문에 현장에서 많이 사용되며 가연물 근처에서의 악조건에서도 작업을 하여야 하는 경우도 있으므로 화재위험이 높다. 용접작업의 출화원인은 용접불티, 용융금속편의 낙하, 역화(불꽃이 호스, 안전기 내로 역류, 발화하는 현상)전도가열, 정전스파크 등이 있으나 용접불티에 의한 것이 가장 많다. 그 원인으로서는 불티가 1,500°C 이상의 고온발화원이며 3~10m까지 광범위하게 비산, 불티가 미세하기 때문에 좁은 통에도 들어갈 수 있는 점 등이다.

① 작업전에는 반드시 사용기기 등을 점검한다.

② 부근의 가연물은 불티가 닿지 않는 곳으로 이동한다.

③ 고압가스 용기는 전도방지

를 위해 금속체인 등으로 고정한다.

④ 건축현장이나 기계수리 등 작업대상물의 이동이 무리한 경우는 부근의 가연물위에 금속판, 아스베스토스판, 방화시트 등으로 틈이 없이 씌운다.

⑤ 사용중인 호스는 타 작업자의 통행을 방해하지 않도록 정리한다.

⑥ 높은 곳에서의 작업시에는 불티가 보다 광범위하게 비산하기 때문에 주의한다.

⑦ 작업종료후에도 발화하는 경우가 있기 때문에 적어도 30분간은 주의한다.

5) 기계가공공정

절삭기계의 경우에는 금속가공재와 바이트와의 접촉에 의한 마찰열이 문제된다. 특히 알루미늄, 마그네슘 등 경합금의 절삭 부스러기는 착화되기 쉬우며 또한 윤활유, 절삭유, 냉각용유 등이 스며든 절삭 부스러기가 퇴적하여 산화발열함으로써 자연발화할 위험이 있다.

절삭기계의 경우에는 금속가공재와 연삭재 사이에서 발생하는 불티가 문제된다. 불티는 1~6m 범위로 비산하고 발생시의 온도는 1,200~1,700°C에 달한다. 다만 급속히 냉각하기 때문에 용접불티에 비하여 열량자체는 적지만 가연성 가스나 미세한 먼부스러기 등이 있으면 발화위험이 있다.

① 주위에 가연물이나 인화성 물질을 두지 말 것.

② 물이나 젖은 모래를 바닥에 뿌려 놓을 것.

③ 불연재의 작업장 또는 부근의 가연물을 차폐.

④ 가능한 한 윤활유, 절삭유 등에는 인화위험이 낮은 수용성 용제(에멜전형과 케미컬형이 있음)를 사용.

6) 기타 공정

가) 전기가공공정 : 단단한 재료를 연마가공하는 전기기공에는 가공액면(백등유 등)이 방전면과 같은 높이로 되면 화재위험이 있기 때문에 가공조의 전면에 합성 수지제의 투명창을 붙이고 내부상태를 감시할 수 있도록 한다.

나) 단조, 압연, 프레스공정 : 단조공정 등에서의 발화건수는 비교적 적지만 각종 가열로가 사용되는 것 외에 압연기에서는 마찰

열이나 마찰에 의한 불티가 발생할 수 있음. 또 유압용 오일, 유후유, 냉각용 오일 등이 사용되기 때문에 여기에서도 발화원과 가연물이 공존하고 있게 되므로 주의가 필요하다.

다) 표면처리공정 : 가능한 한 트리클로로에틸렌액 등 불연성의 가공액을 사용한다.

라) 세정작업공정 : 도장전처리를 위해 금속가공제를 세정하는 것 외에 가공재에 부착한 기계유나 윤활유를 제거하는 등 금속기계기구공장에서는 가솔린, 신나 등을 사용하는 세정작업이 있다. 따라서 스토브, 화로 등의 발화원이 되지 않도록 주의하고 기화한 가스가 축적되지 않도록 환기에도 주의가 필요하다. ⓪

◇금속기계기구공장의

화재안전 지침◇

○ 기계공장건물은 불연구조로 하고 건물규모가 크면 가능한 한 화재 확대방지를 위한 격벽 설치

○ 스프링클러설비의 필요성은 건물구조(특히 바닥이나 지붕) 및 설치에 따른 이익과 철수시의 정밀장비에 대한 수손을 비교하여 신중히 검토되어야 함.

○ 기계장치에서의 소규모화재는 평소 잘 관리된 적합한 소화기로도 비교적 쉽게 진화될 수 있음.

○ 연소하고 있는 금속 또는 금속 분진화재에 대해서는 D급 화재용 소화제가 사용되어야 함.

○ 건물내에 기름이 스며들어 있는 퇴적물 또는 미세한 가연성 금속 입자의 축적에 대하여 규칙적인 점검이 필요.

○ 가연성 오일젠클에 대한 화재

보호대책은 세부적인 화재위험도의 평가를 필요로 함. 가장 효과적인 보호대책중의 하나는 스프링클러소화설비를 설치하는 것이며 경험적으로도 퀸칭탱크 표면화재나 보일오우버에 의해 넓은 지역으로 확산된 화재에 스프링클러설비가 유효함을 보여주고 있음.

○ 퀸칭탱크 표면과 배유구역(排油區域)에 대하여는 이산화탄소 또는 분말소화설비 등의 특별보호대책이 중요하며 어떤 작업에서는 포소화설비가 유효하나 포의 안정성은 사용되는 퀸칭오일의 온도에 의해 결정

○ 퀸칭탱크 주위에는 휴대용 소화기 외에 차륜식 대형소화기 설치.

○ 적당한 간격을 유지한 물분무노즐을 갖춘 소화전은 열처리실의 화재보호를 위한 기본적인 설치로 고려되어야 함.

〈NFPA기준〉