



鑄物工場의 管理(1)

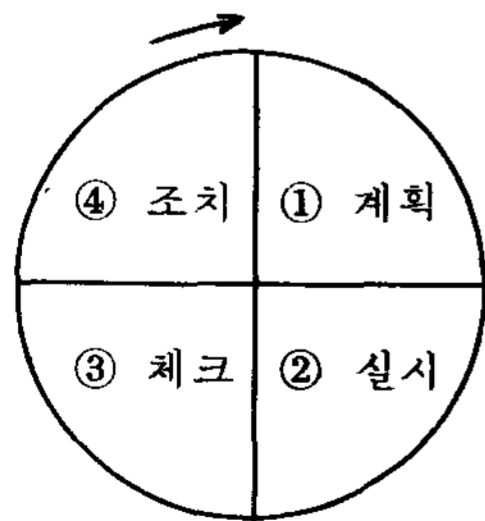
—作業環境과 安全管理—

編輯室

이번호부터 鑄造教室은 「鑄物工場의 管理」로 李鍾南 教授(高麗大學校) 著 鑄造工學(普成文化社發行)의 第15章 工場管理에 대하여 4회에 걸쳐 편집게재 하고져 합니다. (編輯者註)

“관리”라는 말이 자주 쓰이기 때문에 무의식중에 무심히 사용하는 경우가 많다. 그러나 관리라는 말에는 다음과 같은 뚜렷한 네 가지 내용이 담겨 있다. 이러한 내용이 담겨 있지 않는 것은 관리라고 할 수 없다.

목표를 세워서 이것에 도달하는 계획이나 대책을 수립하고, 그에 따라 실시하여야 한다. 행동의 결과를 검토해서 그것이 예정대로 목표를 벗어나 있을 때에는 수정조치를 취하고 목표를 달성할 수 있도록 노력한다. 마지막으로 실시한 결과를 반성해서 목표를 정하는 방식, 계획을 수립하는 방식, 실시의 방법, 검토하는 방식에 문제가 없었는가 어떤가를 검토하고 그 다음의 문제에 대해서는 그 문제 처리에서 얻어진 지식을 살려서 한층 진보한 처리 방법을 연구하여 실시한다. 이러한 일련의 활동을 관리라고 한다. 여기서는 주조공장에서 중점적으로 관리해야 할 작업환경과 안전관리, 품질관리, 열관리 및 주조공장의 기계화 등에 대하여 기술하기로 한다.



- ① 일의 계획을 세운다. (계획)
- ② 계획대로 실행한다. (실시)
- ③ 실행한 결과를 조사한다. (체크)
- ④ 결과를 보고 계획을 수정한다. (조치)

그림. 1 관리의 사이클

1. 작업환경과 안정관리

1.1. 작업환경

일반적으로 주물공장에 대한 이미지는 다른 제조공장에 대한 이미지와는 달리 그렇게 좋다고 할 수 없다. 근래에 일본에서 행한 면접청취법에 의한 이미지에 대한 조사결과를 보면 이런 사실이 뚜렷하다. 그런데 주물공장에 대한 연상은 주물공장의 이미지로서 일반사람들의 의식중에 독특한 환상을 갖게 한다. 그래서 극도로 나쁜 작업환경이라는 직접적인 이미지는 갖지 않고 약간 나쁘다는 추상적인 이미지를 갖고 있어 육체노동자로서 나쁜 환경속에서 새까맣게 되어 일하는 정경을 머리 속에 그리고 있을 것이다. 요컨대, 일반사람들에게 주물공장이란 것은 대기업이 아니고 깨끗한 공장도 아니라는 이미지가 머리 속에 박혀 있는 실정이다. 그러나 이와 같은 전업메이커에 있어서의 현실을 가지고서 모든 주물공장이 더럽다고 믿어버리는 것은 문제이다. 일관메이커 중에는 이미 공장의 청정화에 상당한 정도까지 성공을 거두고 있으며 더우기 환경의 개선에 최선을 다하고 있는 공장이 많다는 것도 사실이다. 대기업은 더욱 깨끗한 주물공장의 실상을 알리기 위해 계몽을 하여야 되겠고 동시에 저변에 맴도는 주물공장에 대한 인상을 흐리게 하고 있는 전업메이커의 수준향상을 위하여 과감한 노력이 필요하다. 그리하여 일반사람들의 주물공장에 대한 「어둡고 먼지투성이 인데다 뜨겁고 시끄러워서 인간이 일할 수 없는 곳」이라는 이미지를 조속

히 해소시켜야 한다. 또한 이미지조사결과를 하나만 더 소개하여 여러분에게 참고가 되도록 하고자 한다. 이 조사에서 보면 공장에 따라 다소의 차이는 있으나 개선을 요한다고 지적한 사항으로서 작업환경, 작업공간 등의 있다. 요컨대, 주물공장에 있어서의 현저한 문제점으로서 작업환경, 작업공간, 작업자세, 작업부담 및 작업시간 등의 작업조건과 안전문제가 큰 과제로서 그의 중대성이 지적된 셈이다. 그래서 작업환경에 있어서의 몇 가지 문제점과 개선대책에 관해서 기술하기로 한다.

(1) 온도, 습도, 기류 및 복사열

주물공장에 있어서의 공기상태, 대기의 청정도, 온도, 습도, 이동속도 등은 그의 장소사용 목적에 따라 가장 적합한 상태로 유지하는 것, 다시 말해서, 사람의 생리적, 심리적 조건 및 재료나 제품 및 기계설비에 대한 조건을 가능한 한 만족한 상태로 유지함으로써 생산능률의 향상에 기여케 할 필요가 있다.

(2) 조도

조도에 대해서는 채광과 조명의 양측면에서 고려하는 것이 보통이다. 채광은 적도의 광선을 충분히 투사시키는 것으로서 계절, 시간의 변화 및 개구부(측창 또는 천창)의 크기, 위치 등에 따라 조도는 변화한다. 조명은 전반조명과 국부조명의 병용에 의하여 채광의 보조역할을 하게 된다. 즉 채광의 조도는 일정화가 어려운데에 반하여 조명은 일정한 조도를 얻기 쉽고 비교적 조명설계가 자유스럽다. 채광이나 조명의 설계에 있어서 작업자의 일 자리에 필요한 조도를 얻음으로써 작업능률의 향상에 기여케 하는 동시에 심리적(명랑한 기분), 생리적(눈의 피로)으로 효과를 가져오도록 하지 않으면 안된다. 따라서 건물과의 관계 등을 심분 고려한 설계를 하여야 한다.

(3) 소음

주물공장은 대체로 소음이 많다고 볼 수 있다. 여기에 어느 한 회사의 주요공정도에서 발생하고 있는 음원의 질과 양을 주파수분석과 유해하다고 생각되는 음원의 작업중 폭로시간을 측정한 결과는 표 1과 같다. 소음(진동 포함)의 문제를 해결하는 방책으로서의 공구의 개선, 공정의 재편성에 의한 음압, 기준이 높은 공정의 집중, 격리, 집

진기 등의 환경설비의 방음대책, 개인의 보호구 개발과 보급 철저 등을 생각할 수 있다.

(4) 분진

주조공장에서의 분진문제는 특히 중소기업에서는 지극히 당연한 문제로서 받아들이고 있다. 어느 주물공장을 가더라도 통로에는 흙이 쌓여 있어 흙위를 걷는 상태라고 할 수 있다. 오히려 통로에 흙이 밟히지 않으면 이상한 느낌을 줄 정도이다. 이러한 흙이 분진의 한 구성요소임은 말할 것도 없다.

일반적으로 주물공장의 분진은 제 2종 분진으로서 허용한도는 일본산업위생학회에 의하면 5 mg/m^3 로 되어 있다. 어느 공장의 조사결과를 보면 용해공정 $12.5 \sim 14.2 \text{ mg/m}^3$, 모래빚수 $13.0 \sim 36.0 \text{ mg/m}^3$, 주탕 11.5 mg/m^3 용해재투입시 28.7 mg/m^3 , 천정주행크레인의 운전석 $22.0 \sim 38.0 \text{ mg/m}^3$, 마무리(fin제거) 작업장의 작업중은 $133.0 \sim 217.0 \text{ mg/m}^3$ 라는 높은 값을 나타내고 있다.

1.2. 안전관리

주물공장에서 일어나는 안전사고는 용탕에 의한 화상이 가장 많고 후처리공정에서의 철분에 의한 눈의 부상과 크레인 및 기타 시설물에 의한 사고가 가끔 있다. 부상의 순위를 신체상 부위별로 살펴보면 눈, 손, 다리 및 허리 등의 순으로 되어 있고 이 중에서도 철분에 의한 눈의 부상은 눈의 시력을 해치기 때문에 대단히 위험한 사고이며 손 및 다리의 부상도 역시 용탕에 의한 화상이 대부분이다.

여기서 한 가지 지적하고 싶은 점은 주탕물을 취급하다가 허리를 다치는 경우가 종종 있는데 작업자가 한번 허리를 다치고 나면 완쾌하기가 대단히 어렵기 때문에 주의하지 않으면 안된다. 따라서 매일 아침 작업이 시작되기 전에 전부 모여서 간단한 체조를 하여 몸을 가볍게 푸는 것이 좋다. 이렇게 하면 허리를 다치는 사람이 많이 줄어들 수 있다.

작업자의 안전은 ① 근로자의 생명과 신체보호, ② 공장의 재산보호, ③ 생산능률의 향상, ④ 국가경제 개발에 기여한다는 뜻에서 절대로 소홀이해서는 안된다. 특히 안전사고는 작업자나 경영관리자의 정신상태와 밀접한 관계가 있으므로 다음과 같은 점에 유의하여야 한다.

① 안전에 대한 무관심

- ② 개인의 태도 불량과 정신적 동요
- ③ 자존심, 배타성, 경솔, 나태 등의 성격 결함
- ④ 판단착오, 과로
- ⑤ 불화, 빈곤, 채권 등의 사생활의 불안과 사회에 대한 불만
- ⑥ 교육불만 및 기술 부족

사고의 원인을 살펴보면 불완전한 행동으로 인한 것이 88%, 작업조건으로 인한 것이 10% 그리고 천재지변으로 인한 것이 2%의 순으로 나타나고 있으므로 작업자의 교육과 훈련으로서 사고를 미연에 방지하도록 노력해야 한다.

따라서 안전사업의 예방을 위한 교육으로서 ① 안전에 대한 인식의 고취, ② 사고예방에 대한 인식 고취, ③ 사고예방조치의 중요성에 대한 인식, ④ 책임의 소재를 인식케 하고 책임감을 갖도록 해야 한다.

구체적인 방안으로는 안전계획수립을 위한 조직의 활동강화로서 ① 사고기록 검토, ② 작업분석, ③ 안전점검, ④ 안전사고의 분석, ⑤ 안전에 대한 토의를 실시하여야 한다.

그러면 좀더 구체적으로 안전에 관한 대책을 살펴보기로 한다.

(1) 안전관리의 일반사항

- ① 작업장은 정리정돈을 잘 해야 하며 적당한 넓이를 가져야 한다. 정리정돈이 잘 된 작업장은 작업을 할 때에나 재료의 운반에 있어서도 불필요한 노력의 낭비가 없고 비상시에 대피하기에도 용이하다.
- ② 만일의 사고를 대비하기 쉬운 위치에 대피장소를 만들고 작업자에게 대피훈련을 실시한다.
- ③ 용해작업은 항상 위험을 수반하고 있기 때문에 관계가 없는 자는 작업장에 출입을 금지시킨다.
- ④ 작업은 일관하여 한 사람의 작업자 또는 감독자의 지휘에 따라야 하며 교체할 때에는 인수인계를 분명히 해야 한다.
- ⑤ 작업자의 방화복, 헬멧, 얼굴가리개, 발덮개, 안전화 등의 방화장비를 착용한다.
- ⑥ 핏트 안으로 절대로 물이나 기름이 흘러 들어가지 않도록 해야 하고 노의 주위에서 실수하는 일이 없도록 해야 하며 용해장에 물은 절대 금물이다.

⑦ 될 수 있는 한 용해 중에는 노에 가까이 가지 말아야 하고 또한 노의 상부에 몸을 내밀어서는 안 된다.

⑧ 용탕이 흘러나와도 보이지 않는 경우가 있다. 핏트에는 출입구를 2개소에 설치하는 것이 좋다. 점검이나 기타 부득이한 사유로 노의 아래에 들어가는 때에는 전원을 끊고 반드시 다른 작업자에게 연락하여 두 사람이 한 조가 되어 들어가는 것이 좋다. 한 사람이 들어가는 경우에는 만일에 사고가 발생하여도 발견이 늦어지는 때문이다.

⑨ 만일 사고가 발생하는 경우에 단혀서 잠겨버리는 일이 없도록 하기 위하여 출입구는 2개소에 설치하며 자물쇠는 붙이지 않는다.

⑩ 알루미늄이나 마그네슘과 같은 고온의 발열반응금속에 대해서는 금속화재용 소화제와 건조한 모래를 준비하든지 건조한 용제 등을 사용한다든가 하는 것이 좋다.

(2) 시설의 관리

① 노가 설치되어 있는 부분(특히 노체 앞의 핏트)의 지면은 벽돌 또는 모래를 파상으로 깔고 항상 건조한 상태로 한다. 라이닝파손에 의한 용탕의 누설 또는 긴급히 탕을 버리지 않으면 안되는 경우에 안전확보와 후처리를 용이하게 하기 위해서이다.

② 유압관이 새는 것이 없는가 오일 탱크에 규정량의 오일이 들어 있는가 확인한다.

저주파유도로 중 대개의 경우가 노체경동 유압방식을 채용하고 있는데 박킹류가 마모하여 경동실린더에 의해 오일누출을 발생하는 경우가 있다. 비산용액이 오일에 인화될 위험이 있으므로 즉시 오일을 제거하여 누유된 부분을 수리하지 않으면 안된다. 이 경우 오일 탱크의 유량이 부족하면 경동속도가 늦던가 경동불가능하게 되므로 오일보급을 잊지 말아야 한다.

③ 항시 용탕을 받을 예비래들 또는 스타팅 블럭(starting block) 용 형을 예비하여 놓을 것, 노전에서 탕을 버리게 하는 것은 후처리도 큰 일이므로 가능한 한 피하지 않으면 안된다. 그렇기 때문에 노내용탕을 받을 수 있는 정도의 용기를 준비하는 것이 바람직하다.

④ 클리인 타워(clean tower)의 팬(fan) 및

표. 1 A사의 주요직장에 있어서의 소음의 주파수분석값

[단위: dB]

No. 직 강	발 생 원 (기계장치·공구)	주 파										추정위치 또는 음 원으로부터의 거 리			비 고
		all pass	31.5	63	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	16,000	추정위치 또는 음 원으로부터의 거 리	비 고	
1	조형 rammer	106	98	93	100	100	98	95	96	107	104	85	작업자의 귀	상형조형	
2	"	104	99.5	96	100	100	100	98	95	103	100	88	"	하형조형	
3	형발취 vibrator	120	80	85	98	106	106	100	102	100	101	74	"		
4	혼사 sand mill	95	86	85	87	87	86	88	79	72	65	50	"	조형 1용	
5	틀해체 shake out(조형 1)	115	115	110	109	108	104	102	95	94	84	65	"	가동중	
6	" shake out()	95	82	87	90	88	88	87	84	84	77	57	"	정지중	
7	" shake out(조형 2,3)	104	84	96	92	97	88	82	90	78	67	81	"		
8	" knocking m/c()	115	116	116	119	114	110	102	100	99	93		"		
9	shot blast 기계본체	104	98	94	98	96	94	92	86	85	80	62	계단블	기계본체중앙	
10	shot blast 작업위취	96	86	88	92	92	89	85	82	80	75	54	작업자의 귀		
11	마무리 정치식 grinder	95	68	73	80	87	87	84	83	86	80	62	귀, 음으로부터 1m		
12	" 수동식 grinder	115	83	88	89	95	98	104	108	113	102	84	작업자의 귀	물품에 따라	
13	"	109	65	68	73	76	83	83	90	94	83	66		반영하는 쪽	
14	용선로집진기	105	89	105	95	97	97	94	90	84	73	55	집진기 fan	물품의 반영	
15	암소음 냉각치중앙	94	85	84	86	90	83	80	79	76	70	64	지상 1.4m	이 없는 쪽	
16	"	93	85	90	88	85	84	79	72	57	54	-		조업중	
17	사무소	83	79	75	74	75	73	67	53	47	-	-		일체휴식중	

(주) 표 중 4,000, 2,000Hz의 수치에서 — 이 있는 것은 폭로시간 30분에 대한 허용한계를 초과한 것임.

전기실팬 (fan) 은 특히 하기에 사용 빈도가 많으므로 시동을 확인할 것, 더우기 전기실 내는 항상 청소하여 놓을 것, 용해시 카아본 (barbon) 사용의 기회가 많기 때문에 카아본퇴적에 의한 전기 쇼트 (short) 등의 위험이 있다.

⑤ 비상용의 노경동조작 및 각종 경보장치의 가동점검을 정기적으로 해야 한다. 비상용으로 비상용 엔진을 사용하는 경우는 가솔린의 유무를, 디젤발전기를 사용하는 경우는 배터리충전의 유무를 확인하여 부족할 때는 충족함과 동시에 가동점검도 함께 실시할 필요가 있다.

(3) 냉각수의 관리

① 냉각수가 규정의 수압 및 유량을 나타내고 있는가 확인한다.

냉각수의 부족은 라이닝 (lining) 의 과열을 초래하기 때문에 코일절연테이프가 타던가 수온상승에 의해 징가탭 (tap) 의 사용불능 등 조업에 중대한 지장을 미치는 원인이 된다. 또한 용탕을 전량 출탕 후에도 노벽은 적열되어 있으므로 코일의 냉각은 계속하지 않으면 안된다. 용해시와 같은 양의 냉각수로는 과잉냉각되든가 라이닝균열의 원인이 된다. 항상 적당한 냉각을 명심하지 않으면 안된다.

② 연속조업시에는 문제가 없으나 조업을 쉬었다가 시작하는 경우 냉각수코일의 접속부에 누수가 발생하든가, 수조에서의 흡인관에 먼지 또는 토사가 막히든가, 물의 빨아올림이 감소하는 것이 있으므로 조업시작시는 각부를 반드시 점검할 필요가 있다.

③ 조업중에는 정기적으로 코일수온계에 의해 냉각수의 온도확인할 것. 수온계의 릴레이 (relay) 가 작동하는가 안하는가, 릴레이접점의 위치가 정상인가 아닌가를 함께 확인한다.

④ 저수조의 수량을 일정하게 유지해야 한다. 수량의 감소는 수온상승의 원인이 되므로 자동보급장치가 설비되어 있지 않은 저수조는 정기적으로 수위를 확인할 필요가 있다. (특히 여름철).

또한 클레인 타워 (clean tower) 및 저수조에 상황에 따라 3~4개월에 1회 청소한다.

⑤ 코일 내의 청소는 수질에 따라 3~6개월에 1회 행할 것 (공업용수를 사용하고 있을 경우

는 스케인이 부착되기 쉬우므로 특히 필요하다), 철분, 토사 등이 코일에 가득 차면 냉각효과의 감소, 코일의 전해부식 등이 일어나므로 코일 내의 항상 깨끗하게 하여 더럽히면 안된다.

⑥ 정전시에 대비하여 비상용 냉각수의 테스트를 정기적으로 하여야 한다.

(4) 라이닝의 관리

① 신설한지 얼마 안되는 저주파유도로의 경우 라이닝과 코일 계절에는 접촉이 잘 되지 않기 때문에 노내를 항상 일정온도로 유지될 수 있으므로 라이닝의 팽창수축은 거의 없지만 매일 냉재조업을 하지 않으면 안되는 경우 가열냉각에 의한 팽창수축이 반복되든가 코일 및 계절의 체부에 대응할 수 없고 균열이 발생하므로 대책으로서는 조업종료 후의 노내온도강하를 극력 지체키 위해 극간의 틈을 봉하고 냉각수는 절연히 탄화하지 않는 정도로 감소한다. 만일 균열이 발생한 경우 폭 2mm 정도의 것이라면 팽창에 의해 자연히 막혀지므로 보수할 필요는 없지만 2mm 이상이면 주위와 같은 내화재로 보수하지 않으면 안된다.

② 냉재용해 개시 전에 반드시 라이닝의 용손결손상황을 관찰하여 국부보수가 가능하면 실시할 것. 슬래그 라인은 특히 국부적으로 손상되므로 보수할 필요가 있다.

③ 축로 전에 코일절연테이프의 파손이 없는가 확인할 것, 절연테이프파손부에 쇳물의 멧힘이 부착하여 코일과의 사이에서 아아크가 비산하여 코일에 구멍이 생기고 냉각수가 세차게 솟아오른다고 하는 사고 예도 보고되어 있으며 절연불량부는 완전히 절연테이프를 감아서 고칠 필요가 있다. 코일부의 냉각수 누수는 대참사에 관계가 있으므로 즉시 단수하고 동시에 출탕하지 않으면 안된다.

④ 용해조건에 따라서는 라이닝에 슬래그가 부착하여 노지름이 적어지든가 스타팅 블럭 (starting block) 의 장입불능, 전기압력의 저하, 용해속도의 감소라는 문제가 일어난다.

저주파유도로의 발열에너지는 라이닝이 얇으면 크므로 슬래그부착은 용해량의 감소에도 관계가 있다. 부착 혹은 용손 등에 의한 노지름의 변화는 전기압력에 따라 추측할 수 있는데, 이것은 평균적인 변화의 추리이며 라이닝 전체는 거의 변화가 없더

라도 국부적으로 큰 부착 또는 용손이 있으면 그것과 같은 체적만큼 전체가 평균으로 변화한 것과 똑같은 전기적 부하가 나타나기 때문에 라이닝의 수명판정에 지장을 초래한다. 부착물은 용점이 높은 산화물이며 통상의 용해온도에서 녹이는 것은 곤란하므로 부착하지 않는 용해방법을 확립함과 동시에 부착한 경우는 그것이 성장하지 않게 완전히 기계적으로 제거하는 것이 간절히 요망된다.

⑤ 건식축로인 것도 소결용해 중에 내화재에 함유된 수분에 의해 용탕의 누설접지릴레이가 작동할 수가 있으므로 내화재의 스탬프 (stamp) 전 건조에는 충분히 유의할 필요가 있다.

(5) 용해재료의 관리

유도로에는 교반작용이 있으므로 용탕 중에 장입하는 재료는 용탕 중으로 말려들어간다. 중유나 코우크스로에서는 표면에서 일어나는 폭발일지라도 유도로에서는 재료가 용탕 중에 말려들어가서 용탕 중에서 폭발하므로 그 피해가 크다.

① 관이나 밀폐용기를 사용하지 말 것.

관을 프레스한 것은 밀폐용기로 되기 쉽다. 밀폐용기 중의 수분이나 개스는 폭발의 원인이 된다. 이러한 것은 2개로 절단하여 수분을 함유하지 않는 것을 확인하여 사용하여야 한다. 절단하는 때에도 전단 (shear) 시에는 절단부가 찌부러지므로 좋지 않다. 끈은 관이라 하더라도 용탕에 돌입하면 상단으로부터 증기가 열개스를 뿜어내기 때문에 관의 끝에 신체를 가까이 하여서는 안되며 끈은 관이라 하더라도 속이 완전히 채워진 것이 아니면 가능한 한 사용하지 않는 것이 좋다.

② 수분을 함유하지 않을 것.

습기있는 재료나 물을 담았던 상자모양의 것을 사용하지 않을 것. 재료를 옥외에 보관하는 것은 별개의 문제이다. 차가운 재료나 녹슨 재료는 건조한 것처럼 보여도 수분이 포함되어 있다. 아연의 잉고트도 마찬가지이며 이러한 재료는 예열한 다음 사용함이 좋다.

③ 청정하여 사용할 것.

녹슬거나 오염된 재료는 수분을 함유하는 외에도 슬래그 (slag) 를 많이 생성시켜 절립의 형성이나 개스의 발생에 의한 사고의 원인이 되기 쉽다. 특히 녹슨 기계절삭분은 슬래그와 기계절삭분이 경단

처럼 뭉쳐져서 상황이 나빠진다.

④ 약품용기 등이 혼입되지 않을 것.

장입재료 중에 약품용기가 혼입되어 있는 탓으로 용탕이 천정까지 튀어 올라서 천정에 구멍을 뚫어 놓은 예가 많다.

⑤ 휘발성물질을 포함하지 않을 것.

휘발성물질을 포함하는 재료는 물론이거니와 유류가 부착된 재료는 개스나 불꽃이 발생하는 위험이 있으므로 사용하지 않는다.

⑥ 벧짚 등도 위험한 것임.

벧짚, 보리짚 등이라도 용탕 중에 말려들어가면 연소하여 심하게 개스를 발생하므로 위험하다.

(6) 조업상 안전관리

① 스타팅 블록 (starting block) 을 장입할 때 토사 등은 될 수 있는대로 떨어뜨려야 한다. (슬래그 (slag) 가 많은지 라이닝의 침식 또는 부착에 의해 조업불가능으로 될 위험이 있기 때문이다.) 또한 그 크기는 내정보다 작고 여유를 갖는 갖는 장입 가능한 크기로 한다. 노지름과 거의 같은 크기는 열팽창에 의해 라이닝을 파손하거나 행킹 (hanging) 을 일으키기 쉽다.

② 리프트 마그네트 (lift magnet) 를 사용하여 재료를 운반하는 경우에는 전류를 절단한 후에도 잔류자기에 의해 부착하고 있는 재료가 낙하할 위험이 있다. 또한 정전시에는 흡인한 재료가 떨어지므로 리프트 마그네트는 작업자의 머리 위로 지나지 않도록 레이아웃 (layout) 을 고려할 필요가 있다.

가능하면 정전보호장치를 함께 설치하는 하는 바람직하다.

③ 투입재료에 조금이라도 수분이 부착하면 폭발을 일으키므로 수분부착재료는 장입하지 말 것.

프레스 스크랩 (press scrap), 파이프 (pipe), 자케트상의 것이므로 수분이 봉입되어 있는 것은 특히 위험하다.

④ 주철선반설을 장입할 때 용융하여 있는 부분이 완전히 덮여 있으면 행킹 (hanging) 상태로 되며 주철선반설에 부착되어 있는 절삭유 등에 의해 폭발할 우려가 있다. 더우기 다량의 주철선반설 모래가 붙은 리턴 스크랩 (return scrap) 을 용해하면 슬래그량이 많아지므로 탕면이 보이지 않게 되며 용탕온도가 상승하여 노벽을 녹이는 경우가 될 염려

가 있다. 따라서 탕면을 관찰할 수 있도록 해둘 필요가 있다.

⑤ 용탕의 적은 상태에서 정격탭 (tap) 이상으로 과열하는 것은 라이닝 (lining) 의 용손, 용탕산화 전력손실을 유발하므로 응고점에 가까운 온도에서 전량 용해한 후 과열하는 것이 바람직하다.

⑥ 재료투입시 용탕이 비산하는 경우가 있으므로 조작하는 장소 및 각종 미터류는 용탕의 비산으로부터 방어하여 두는 것이 바람직하다.

⑦ 용탕취급 중에 반드시 착용된 보호안경 및 발을 보호하는 방구를 착용할 것, 또한 용탕 중에 냉각된 철봉을 돌입하면 안된다.

⑧ 용탕을 래들 1 개에 충만하면 안된다. 또한 래들을 운반하는 통로는 정리하여 둘 것.

1) 재료의 장입

① 재료를 장입할 때에는 전원을 끌 것.

만일 물이나 이물질이 포함된 재료를 전원을 끄지 아니하고 교반작용이 일어나고 있는 상태에서 장입하면 재료는 교반작용에 의해 용탕 중에 말려 들어가서 용탕 중에서 순간적으로 폭발한다. 재료를 장입하고 나서 스위치를 넣는 때에도 끝 때의 경우와 마찬가지로 주의하여 넣어야 한다.

② 버킷 (bucket) 등을 사용할 것.

재료를 장입함에 있어서는 될 수 있는대로 버킷이나 콘베이어 슈트 등을 사용하여 노력을 절약함과 아울러 노에 가까이 가지 않을 수 있다.

③ 맨손으로 투입하지 말 것.

만일 손으로 장입하는 경우에는 형겼으로 된 큰 장갑을 사용하여 화상, 부상 및 감전사고를 방지하도록 한다.

④ 재료를 던져 넣지 말 것.

용탕에 재료를 던져 넣으면 용탕이 튀어올라 타인에게 부상을 주기 쉽다.

⑤ 기계절삭분에 유의할 것.

기계절삭분이나 박판은 전자력 때문에 노벽에 끌려 달라붙으므로 아래쪽으로 녹아내리지 않아서 걸림을 형성하기 쉬우므로 처음부터 장입하지 말고 출탕시에 가서 용탕면을 장입한다.

그러나 이때에도 다량을 한꺼번에 장입해서는 안 된다.

기계절삭분을 다량 장입하는 경우에 그 위에 무

거운 스크랩을 얹어 놓으면 절삭분말이 청정되고 건조된 때에는 절삭분말은 순조롭게 녹아 내려서 용해시간을 단축할 수 있는 점도 있으나 만일 걸림이 형성되어 이것이 떨어지는 때에도 위에 얹혀 있던 무거운 스크랩이 용탕 중에 떨어지게 되므로 용탕을 비산시키는 수가 있다. 동합금의 기계절삭분 위에 아연 잉곳트나 무거운 회수재를 얹어놓는 때에도 마찬가지이다. 기계절삭분을 장입하는 때에는 반드시 탕면이 조금은 보이는 정도로 장입하도록 한다.

⑥ 알루미늄의 첨가에 주의할 것.

⑦ 용제 (flux) 의 첨가에 주의할 것.

붕사와 같은 결정수를 함유하는 용제는 용탕 중에 말려들어가지 않도록 전원을 끄고 나서 장입하여야 한다.

⑧ 가탄재의 첨가에 주의할 것.

가탄재는 통상 남은 용탕 위에 대량의 경우에는 종이로 된 푸대에 넣은 채로 투입한다. 물론 건조한 것을 사용해야만 하며 전원을 끊고 장입하는 편이 안전하다. 실제로는 출탕 후에 전원을 넣기 전에 잔탕 위에 장입한다.

⑨ 아연은 예열하여 장입할 것.

아연은 100~150°C로 예열한 것을 소량씩 용탕면에 장입한다. 특히 용탕온도가 높은 때에는 용탕면에 뜨게 장입할 것이며 용탕 중에 말려들어가지 않도록 해야 한다. 말려들어가면 용탕 중에서 폭발적으로 기화되어 용탕을 비산시킨다.

2) 용해에 관한 유의사항

① 장입재료의 걸림 등을 만들지 않을 것.

특히 소형로는 걸림의 형성이 쉬우므로 용해 중에는 걸림이나 얽힘이 생기지 않도록 고형물이나 탕면을 적당히 쭈셔 준다.

② 감전을 방지할 것.

노 내를 쭈셔 주기 위한 막대 등은 예열건조한 것을 사용하고 반드시 안전화와 형겼으로 만든 대형 장갑을 사용하여 감전을 방지한다.

③ 노 내에 온도나 성분의 불균열이 생기지 않도록 할 것.

④ 걸림이 발생할 때에 주의할 점.

탕면에 걸림이 발생한 때에는 즉시 막대로 구멍을 뚫어야 한다. 구멍을 뚫는 순간에 개스나 용탕

이 큰 소리와 함께 튀어나오는 수가 있으므로 주의해야 하며 걸림이 발생한 노를 약간 경사지게 하여 용탕으로 걸림의 한쪽 끝을 녹여내던가 또는 전원을 끄고 약간 냉각시킨 후에 구멍을 뚫는 것이 좋다.

⑤ 필요 이상으로 탕온을 높이지 말 것.

필요 이상으로 탕온을 높이지 않는다. 이것은 재료의 장입량과 전력의 투입량을 조합하여 용해시간을 추정하는 것도 가능하지만 대부분 경험적으로 결정한다. 탕온을 필요 이상으로 높이지 않는 것은 라이닝의 수명연장에도 매우 중요한 의미를 갖는다.

⑥ 노벽에 슬래그가 부착한대로 두지 말 것.

노벽에 슬래그가 부착한대로 방치하면 개스발생의 원인이 될 뿐만 아니라 노실의 내경이 작아지는 때문에 전력도 그만큼 낭비된다. 슬래그는 용탕에 떨어져 들어가게 끓어내던가 출탕한 직후에 아직 굳어지지 않았을 때 떨어내며 또는 주철의 경우에는 용탕온도를 높여 슬래그를 용융시키기도 한다.

⑦ 통상적인 것이 아닌 합금에는 주의할 것.

통상적으로 많이 쓰이는 합금이 아닌 것을 만들 때에는 왕왕 분출사고를 일으키는 수가 있으므로 주의한다.

⑧ 노의 뚜껑을 할 것인가의 여부

노뚜껑은 열손실을 적게 하기 위하여 필요하고 용탕이 적은 경우 튀어오르는 것을 방지하기 위해서는 하는 편이 좋다. 그러나 지금까지의 예를 본다면 용탕의 분출사고가 발생한 때에 노뚜껑이 없는 경우에는 용탕은 상방으로 날아 오르기 때문에 작업자는 약간의 용탕방울만을 맞으며 대피할 틈이 있었으나 반대로 뚜껑이 되어 있는 경우에는 뚜껑의 틈새로부터 사방으로 광범위하게 용탕이 분출하여 노뚜껑이 파괴되었고 부근에서 일하던 작업자는 대피할 틈이 없었다. 그러므로 노뚜껑은 하지 않는 편이 좋은 것에 틀림없다. 적은 분출이라면 노뚜껑으로 억제하는 것도 가능하지만 저주파로의 조업에서의 관례로는 노의 뚜껑은 하지 않는 것으로써 노에서부터 떼어두는 것이 안전하다. 실제로는 저주파로에서 활동 등을 용해하는 경우에 용해속도가 빠르므로 재료의 장입이 황망하여 노의 뚜껑은 할 틈이 없으며 최후의 승온 가열시에만 뚜껑을 해 두는 예가 많다.

3) 출탕

① 우선 스위치를 끌 것.

② 합부로 용탕에 접근하지 말 것.

출탕중에 용탕이 넘쳐 흐르는 수가 있고 래들의 건조가 불충분하여 용탕이 튀어오르는 수도 있으므로 용무없이 출탕중에 노나 래들에 가까이 가지 말아야 한다.

③ 정리 정돈을 잘 할 것.

용탕의 운반경로는 정리 정돈하여야 한다.

④ 노를 경동시키는 때에는 한번 더 노의 상부를 점검할 것.

노를 경동시키는 때에는 노의 위에 물건이 놓여 있지 않은지, 노는 닫혀 있는지, 위쪽에 호이스트 등이 부딪히거나 할 물건은 없는지 확인한다.

⑤ 노의 핏트 속으로 떨어져 들어가지 않도록 주의할 것.

노가 경동하여 있는 동안에는 플랫폼의 노가 있던 부분에 구멍이 나 있으므로 그 곳으로 떨어져 들어가지 않도록 주의한다.

⑥ 노의 원위치 복귀시에 끼여 들어가지 않도록 주의할 것.

노체가 경동상태로부터 원위치로 돌아갈 때에는 노와 플랫폼과의 사이에 옷자락 등이 끼여 들어가지 않도록 주의한다.

4) 기타

① 운전중에는 전기실에 들어가지 말 것.

운전중에 계원의 지시없이 전기실에 들어가서는 안된다. 혼자서 들어갔다가 만일 사고가 난다 해도 실외에 있는 사람들은 알 수가 없으므로 두 사람이 한 조가 되어 들어가야 하며 전기실에 들어갈 때에는 입구에 표찰 등으로 표시해 두어야 한다. 사람이 들어가 있는지를 모르고 스위치를 넣었기 때문에 가운데 사람이 감전되어 기계에 말려 들어가는 사고는 너무 흔해서 일일이 셀 수도 없을 정도인데 발견이 늦어지는 때문에 구조가 불가능한 일이 많다. 특히 「용해작업자는 전기실에 출입금지」이다.

② 운전중에는 통전부분에 손대지 말 것.

운전 중에는 수냉케이블 코일, 기타의 통전부분에 손을 대지 않는다.

③ 콘덴서는 전원을 끊어도 위험한 것.

콘덴서는 전원을 끊었어도 잔류하전이 있어 그것을 방전하기 때문에 방전저항이 붙어 있더라도 안심해서는 안되며 방전용으로 방전시킨 후에 접촉한다.

④ 회로 개폐기를 끊을 때.

회로개폐기의 조작을 제어반의 스위치로 반드시 전원을 끊은 후 행한다.

⑤ 인터록크는 만지지 말 것.

⑥ 표시등을 과신하지 말 것.

⑦ 통전 중에 노체에 손댈 때에 주의할 것.

통전 중에 노실이나 출탕구 등에 손을 대는 때에도 건조한 장갑을 사용하고 출탕구의 보수 등에는 고무장갑을 사용함이 좋다. 특히 축노 후 얼마동안은 내화물이 충분히 건조되어 있지 않으므로 누설 전류가 흐르고 있는 경우도 있으므로 주의를 요한다.

⑧ 유압에 주의할 것.

노체정동용의 유압은 고압을 사용하므로 그 누출 부위에는 가까이 가지 않는다. 피부에 날아와 부딪히면 구멍을 뚫어 놓는 수가 있다. 기름으로 인한 화재가 일어나지 않도록 주의해야 한다.

(7) 긴급사고에 대한 대책

유도로의 운전 중에 긴급조치를 필요로 하는 경우는 용해에 관한 것을 제외하고는 정전, 단수, 탕의 누출, 탕의 분출 및 폭발 등이다. 정전이나 단수는 직접적으로 노의 사고와는 별개의 것이므로 미리 마련해둔 방법으로 처치하면 정전등이 회복되었을 때 대개는 용해를 속행할 수 있게 된다. 기타 폭발사고는 그때의 주의조건에 따라 판단하여 처치하지 않으면 안되며 어떻게 하는 것이 가장 좋은 것이라고 정해져 있는 방법은 없으나 일반적인 것에 관하여 설명하고자 한다.

1) 정전과 단수

일단 정전되면 정전이 회복되어도 노의 전원은 자동적으로 들어오지 않는 것을 알아야 하며 정전되면 동시에 단수되는 것이므로 냉각수회로를 즉시 예비회로(상수도, 톱, 펌크, 엔진 펌프 등)에 교체하여 급수한다. 정전 중의 통수량은 규정량의 3/4이 좋다. 단수의 허용시간은 노 중의 용해상태나 내화재의 침식상태, 노의 크기 등에 의해 변화하지만 용탕이 가득 들어 있는 때에는 5분 정도이다.

단수시간이 길어지면 특수단면의 구리관으로 흐르고 있던 코일 중의 냉각수가 열 때문에 증발하여 물의 출구로부터 증기가 취출하고 코일을 절연하고 있던 절연물이 다시 팽택이 난다. 이 상태로 단수가 회복되어 물이 통하기 시작하면 망치로 두드리 는 것과 같은 격렬한 소리를 내며 흐리기 시작하며 사용 전에 코일의 전압테스트와 수압테스트를 행하여야 한다. 예를 들면, 단수가 장시간 계속되는 때에도 즉시로 용탕을 출탕시켰다 하더라도 노의 남은 열 때문에 코일이 상해 있는지도 모르기 때문에 코일의 테스트를 행하지 않고 사용해서는 안된다.

노 내에 용탕이 있을 때 냉각수를 흐르게 하는 상태로의 용탕의 온도강화는 라이닝이 새것일 때에는 1시간당 1톤로에서 약 100°C, 5톤로에서 약 50°C, 8톤로에서 약 40°C, 12톤로에서 약 30°C 이다. 따라서 용탕이 있을 때에 정전되면 냉각수의 흐름을 확인하여 노뚜껑으로써 보온하면서 회복을 기다리는 것도 좋다. 다만 정전시간이 길어져서 노 내에서 용탕을 굳어버리게 해서는 좋지 않다. 정전이 그 정도로 길어지면 용탕이 응고하기 전에 출탕하여야 한다. 또한 재료가 용해도중에 정전된 경우에도 노의 내부에서 재료를 응고하게 하는 것만은 극력 피하여야 한다. 그 이유는 다음에 용해하는 때에 가서 라이닝을 손상시키기 때문인데 만일 노 내에서 용탕이 응고되고 버린 경우에는 정전회복 후 용해를 시작할 때 극히 약한 전력으로 가열하기 시작하여 장시간(예를 들면, 10시간 전후) 걸려서 용해하도록 한다.

2) 탕의 누출

용탕이 새어나오는 것을 발견하기 위하여 누출경보장치가 설치되어 있지만 이것을 절대적으로 믿어서는 안되며 절연물이 타서 생기는 팽택, 연기, 소리, 작업대의 아래에 새어나온 용탕의 빛 등으로 발견해야 한다.

이상이 발견되면 즉시 제어반에서 전원을 끄지 않으면 안되나 다만 이때 냉각수 펌프의 운전까지 중지시키지는 않았는가를 점검한 후에 노체의 점점에 들어간다.

노를 조사하여 어느 곳에서도 용탕이 새어나오지 아니하고 다만 절연물이 연소되어 생기는 냄새만이나거나 연기가 나는 것 뿐이라면 즉시 출탕하도록

한다. 용탕은 직접 출탕하여도 좋으나 나중의 상황이 매우 큰 문제가 되므로 될 수 있는대로 래들에 받는 것이 좋다. 출탕 후 노 내부를 점검하여 용탕이 침투한 상황을 조사해 보면 아마 틀림없이 라이닝을 손상시켰을 것이다.

노체로부터 밖으로 용탕이 누출되는 때에는 출탕할 수 없을 정도의 격심한 누출이 아닌 한 즉시 출탕하도록 한다. 물은 끄고 출탕하는 편이 안전하지만 물을 끊으면 출탕 후의 노의 남은 열로 인하여 절연물이 타서 구리관과 코일의 접속부가 상하고 고무호오스는 수증기에 망가져서 나중의 피해가 커지므로 출탕이 끝나는데로 즉시 통수하여 두어야 한다.

용탕의 누출이 극심한 때에는 우선 작업자의 안전을 고려하여 용탕은 그대로 내버려 두고 피한다.

물은 끊었다 하더라도 코일 속에 남아 있는 냉각수 때문에 언제 수증기폭발이 일어날지는 알 수 없는 일이므로 자세를 낮추고 될 수 있는대로 노 앞으로는 가지 않도록 하여 대피한다. 코일이 파괴되어 물이 흘러나와 용탕에 접촉하면 수증기폭발을 일으키지만 노의 크기에 의해서도 정도의 차이는 있으나 용탕이 천정까지 튀어오르는 것과 같은 큰 현상은 드물고 사람의 한걸 정도로 튀어오른 예가 있다. 이때 물을 끊어 두지 않았으면 수증기폭발을 몇번쯤 일으키는 사이에 뚫어진 구멍 부근의 용탕이 물에 냉각되어서 응고하게 되므로 물은 용탕중으로 들어가지 않게 되고 밖으로 흘러 나와서 촉발이 수습되는 수도 있다. 탕의 누출이 큰 때에는 좌우간 전기와 물을 끊고 대피하도록 한다.

점점을 위하여 핏트 내에 들어가는 때에는 언제 용탕이 누출하여 출구를 막아버릴는지 알 수 없으므로 주의하여야 한다.

3) 돌발적인 분출 또는 폭발

냄새나 연기로 예지할 수 없는 돌발적인 분출의 경우에는 본능적으로 피해야 한다. 그 때문에 대피장소는 사고를 가상하여 미리부터 결정해 둘 필요가 있고 대피 훈련도 해 두어야 한다.

전원을 끊는다. 우선 대피하고 전원을 끊어야 하

며 대피할 때에는 비상용 벨을 눌러서 대피하도록 함이 좋으며 대피 후 제어반에 가까이 있지 않더라도 우선적으로 전원을 끊는다. 이때에는 냉각수펌프도 함께 정지되어 버린다는 점에 유의하여야 한다.

물을 통하게 할 것인지의 여부에 관해서는 판단을 요하지만 분출이 1회로 끝나고 말았다면 아마 원인은 용해물에 있을 것이므로 물은 통하게 하는 것이 좋다. 다만 분출물이나 폭발이 계속하여 일어난다면 수증기폭발과 같은 노에 기인하는 사고로 추정되므로 물은 통해서는 안된다.

일반적으로 돌발적인 분출은 용해에 기인하는 것이 많으므로 그때에는 전원을 끊는 방법에 의해 냉각수펌프도 정지시켜 버리고 물을 통하게 하는 처치를 해야만 한다.

4) 화재의 소화

튀어오르는 용탕에 의해 화재가 일어난다. 건축물의 화재는 그에 대비하여 비치한 소화기로써 충분하다. 물이 사용될 수 있는 경우와 사용할 수 없는 경우가 있고 높은 곳의 화재도 일어날 수 있다.

그러므로 방화설비는 일반적인 것으로 다루어서는 안되며 특수한 화재로서는 마그네슘이나 알루미늄이 연소하여 일어나는 금속 화재이다. 이때에는 적은 양의 모래를 뿌려도 SiO_2 부터 산소를 취하여 연소를 계속한다. 금속화재인 경우에는 실수를 임금하고 TEC(염화반류 51%, 염화나트륨 20%, 염화칼륨 29%의 공정물로 백색 분말), 기타 금속화재용 소화재를 대형소화기로부터 압축개스로 분사하거나 다량의 건조한 모래를 병용하는 것이 효과적이다. 또 비치된 용제를 다량으로 사용하는 것도 하나의 방법이지만 반드시 건조한 것이어야만 한다. 용제는 용융에 의한 냉각효과가 피막생성에 의한 질식효과가 있다.

실제의 금속화재는 흔히 건물화재로 옮겨가기 때문에 건물화재에 사용하는 물, 탄산가스, 드라이 케미칼, 기타 소화제를 기피하는 금속화재는 고도의 소화기술을 필요로 하므로 부단한 연구와 준비가 필요하다. (다음호 계속)