

돈분 집수조 산소결핍 문제 해결에 대한 연구 방향

박 태 성

■ 추진배경

최근 축산 양농 농가의 논문집수조에서 많은 근로자가 사망하는 인명재해와 막대한 경제적 손실이 발생하고 있는 바, 이에 대한 재해예방 대책을 마련하고, 전국 축산농가에 보급함으로써 안전관리의 기반을 조성하고자 추진하였다.

산업안전 측면에서 우리나라 축산농가 특징은 사업주와 근로자들의 산업안전 보건 의식과 그 이행에 극히 저조하며 근로자 대부분이 고령화이거나 학력수준이 낮고 작업 환경이 우리나라 축산농가의 전형적인 작업방법을 이행하고 있으며 더군다나 대부분의 사업장들이 산업재해 보상보험에 가입하지 않은 상태로 사업중이므로 근로자 사망 등의 인명재해가 발생시 대처방안이 전무한 상태로 확인되었다.

■ 필요성

따라서 축산농가 사업주 및 근로자들의 안전의식 재고와 안전보건상의 유해위험성을 확인하고 그 대응책을 마련하여 사업장 자율안전을 유도하고 근원적 안전성을 확보함으로써 축산농가 근로자 인명존중과 경제적 손실을 사전에 방지하며 우리 한국산업안전공단에서는 그동안 제조업 및 건설업종에서 쌓아온 여러 가지 재해예방기술을 축산농가에 적용 지원함으로써 적용 지원함으로써 여러 산업분야에 확산 보급시킬 수 있는 필요성이 요구된다.

■ 법적근거

축산농가에 대한 재해예방활동을 실시할 수 있는 법적근거를 살펴보면 먼저 축산관련 법의 경우 축산법 제3조(축산 발전시책의 강구) 및 오수·분뇨 및 축산폐수 처리에 관한 법률 제25조(축산폐수 처리시설의 설치)에 의한 환경 오염방지, 축산물 생산비 절감 및 유기농 기반조성에 그 목적을 두고 있으나, 산업안전보건법은 법제24조(보건상의 조치)동법 시행규칙 제3장(산업내 안전보건교육), 동법 안전규칙 제327조~제344조(전기로 인한 위험방지), 제 439조~제451조(추락에 의한 위험방지) 및 동법 보건규칙 제188조~제195조(산소결핍 위험작업시 조치 등)에 의한 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업

한국산업안전공단

환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건유지증진 및 사업장의 경제적 손실방지에 그 목적을 두고 있다.

■사업추진경과

가. 재해현황

(’98.9월말 공단

전산통계)

| 구분 | 계 | ’96 | ’97 | ’98 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 재해자수 | 155 | 80 | 46 | 29 |
| 사망자수 | 14 | 2 | 6 | 6 |

○ ’98년 기준재해율 0.99%(전업종의 약 3배), 사망만인율은 20.5%(전업종의 13.6배)이었으며, 우리 공단에서 직접 재해조사한 사망자수가 10명이나 되었다.

나. 재해특징

돈분집수조에서 발생하는 재해는 거의 사망재해로서 한 작업장소에서 다수의 사망자가 동시 발생하고 근로자 뿐만 아니라 사업주 자신이 사망하는 것으로 확인되었으며, 또한 다수 사망으로 인하여 재해발생 즉시 TV등 언론에 보도되는 특징이 있었다.

다. 사업장 및 근로자수 현황

o 사업장수 : 총 1000개소(추정)

| 사업장수 | 구분 | 기준 |
|------|--------------|----------|
| 144 | 산재보험 가입 사업장 | 공단 전산 |
| 856 | 틈밥 축사 자동화 시설 | 축산분뇨처리공정 |

-’98.3월 대한양돈협회기준에 의하면 축산양돈단지 규모가 전국 86개소, 사육규모 별 가수수가 26970개소로 확인되었으나 산재보험에 가입한 사업장수는 144개소에 불과한 것으로 나타났다.

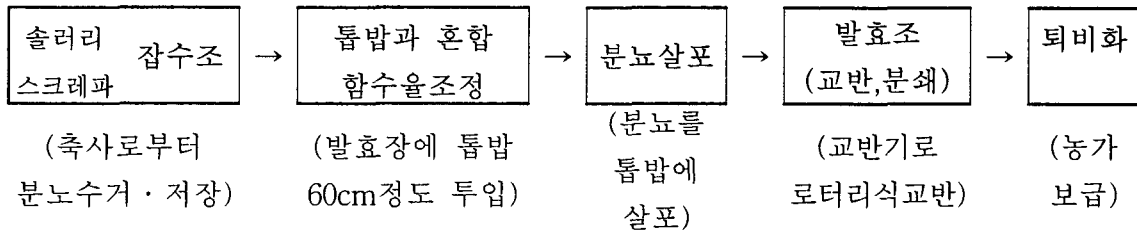
o 근로자수 : 총 2930명

| 구분 | 계 | 30인 이하 | 30~44인 | 50인 이상 |
|------|------|--------|--------|--------|
| 근로자수 | 2930 | 1582 | 695 | 653 |
| 백분율 | 100 | 54.0 | 23.7 | 22.3 |

-30인 미만 규모 사업장의 근로자수가 54.0%이며, 50인 이상 사업장수가 11개소이나 점유율이 22.3%가 되었다.

라. 분뇨처리 공정 및 유해위험 요인

o 분뇨처리공정



o 유해위험요인

- 밀폐형 집수조(집수조 상부에 맨홀만 있음)
 - Pump 안입 Hose 막힘 청소시 메탄가스(CH4)가 발생
 - 맨홀 입구에서 Pump작업시 스킴이 균열되면서 메탄가스(CH4)가 발생
 - 장기간 동안 형송된 스킴 제거시 메탄가스(CH4)가 순간 발생
 - Pump인입 Hose투입구의 오물·찌꺼기 제거시 메탄가스(CH4)가 발생
 - 수중 Pump를 끌어낼 때 작업자세 불균형으로 추락
- 개방형 집수조(집수조 상부가 대기에 개방)
 - 집수조 상부 지상 Pump설치장소 작업공간 협소로 추락
 - 수중 Pump 청소 점검시 부부의로 집수조내로 추락
- 공통요인
 - 집수조내부 정기점검 청소시 산소결핍으로 인한 질식
 - 집수조 개구부 주변에 안전난간대 미설치로 추락
 - 작업전 메탄가스(CH4)농도 및 산소농도 미측정
 - 작업중 산소호흡기 또는 송기마스크 등 보호구 미착용

o 재해예방대책

- 밀폐형 집수조

- 메탄가스(CH₄)발생 억제용 분뇨분사펌프 설치
- 집수조 상부 맨홀(콘크리트 슬라브의 경우)대각선 방향에 환기 FAN설치
- Pump 작업자 위치에 Fresh Air를 강제 공급
- 맨홀(Pump 인입 Hose)주변을 SUS Grating으로 덮개 설치
- 내부청소 및 스크 제거시 급배기 환기장치를 충분히 가동한 후 작업 또는 작업중에 계속 작동
- Pump 인입 Hose투입구 쪽의 집수조 바닥에 폭기시설 설치
- Pump취급을 원활히 하기 위한 Chain Hoist 설치 사용
- 기타 지상 Pump사용시의 대책안 적용

- 개방형 집수조

- 집수조 상부를 콘크리트 슬라브로 1/2이상 덮고 상부에 Pump 설치사용
- 집수조 상부 전체를 철구물 또는 Sus Grating으로 덮고 Pump설치사용
- Pump인입 Hise상부에 flexible 흡기 Duct를 이용한 방폭형 배기장치 설치, 이때 배기장치는 Pump작동과 동시에 작동이 가능한 전기적 연동장치 구조를 사용
- Blower를 이용한 집수조 바닥에 폭기(산소공급)시설 설치

- 공동예방대책

- 분뇨 이송펌프를 집수조와 별도 장소에 설치 가동
- 청소·점검 및 오물 제거시 집수조 내부 충분한 환기 실시
- 집수조 개구부 주변에 안전난간대 설치
- 작업전 메탄가스(CH₄) 및 산소농도 측정
- 작업시 산소호흡기 등 보호구 지급·착용
- 작업 감시자 지정 및 작업 지휘감독

■ 시범사업장 운영

o 개요

업종 특성상 축산 양돈농가의 엄격한 방역 관계로 사업장 출입이 어려워 실태 파악에 많은 시간이 소요되고 사업주와의 접촉이 거의 불가능한 상태이었으나 본 시범사업장은 사망재해가 발생한 사업장으로서 사업주가 자율적으로 설비개선에 대한 의지를 갖고 시범사업장 선정 운영에 적극 협조하여 실시하게 되었다.

o 사업장 현황

| | | | | |
|------|-----------------------|--------|--------|----------------|
| 관리번호 | 의정-98-01 | | 대표자 | 정철영 |
| 사업장명 | 교향 양돈 영농조합법인 | | 산재성립번호 | 330-20-02060 |
| 주소 | 강원도 강릉시 주문진읍 교향리 산223 | | 전화번호 | 0391)661-4579 |
| 업종 | 축산양돈업 | | 주요생산품 | 양돈 |
| 근로자수 | 계 : 16 | 남 : 15 | 여 : 1 | 사육두수 16000두 |

o 재해사례

- 재해개요

1998.6.23 17:36분경 분뇨 집수조에서 피재자들이 분뇨이송 PUMP모터 수리작업중 PUMP모터가 놓여있는 작업발판에서 피재자가 돈분집수조 내부로 추락하여 메탄가스(CH4)에 질식사자, 이를 구조하려고 동료 작업자들이 집수조 내부로 들어가다 메탄가스(CH4)에 질식 사망(5명)한 재해임

- 재해발생원인

- 안전난간대 및 작업발판 미설치
- 작업전 산소 및 메탄가스(CH4)농도 미측정
- 작업전·작업중 내부 환기 미실시
- 근로자들에 대한 특별안전교육 미실시
- 작업감시인 및 안전담당자 미지정

- 재해예방대책

- 높이90cm이상의 안전난간대 및 충분한 작업발판 설치
- 작업전 산소농도 및 메탄가스(CH4)농도측정
- 작업전·작업중 집수조 내부 호나기 실시
- 산소결핍·질식재해예방 특별안전교육 실시
- 사고시 대피방법, 응급처치·보호고 사용방법 등
- 산소결핍 장소에 관계자의 출입금지 안내 및 안내표지
- 작업감시인 또는 안전담당자를 지정하고 작업지도

■중점추진 안전화 대책

o 문제점 및 개선대책

시범사업장의 돈분집수조에 대한 작업환경 및 공정상 문제점과 개선대책을 아래와 같이 요약할 수 있으며 특히 분뇨처리 공정에 대한 개선으로는 SCUM(부유 고형물)발생

을 억제하는 것이 최선의 방법이였으므로 이에 대한 개선을 중점적으로 실시하였다.

개선전 문제점으로

- 집수조 내부 스킴층 하부에 메탄가스(CH₄)상존
- 펌프 작업시 스킴층 균열로 메탄가스(CH₄)다량발산
- 분뇨 이송펌프를 집수조 상부에 설치사용
- 펌프정비 등 이상발생시 집수조 상부에서 작업
- 집수조 주변에 안전을 미설치 상태인 것으로 확인되어

개선방안으로

- 펌프실 별도구획 설치
- 집수조 상부에 환기장치 설치
- 스킴층 생성방지를 위한 고압 분사노즐 설치
- 펌프 흡입라인에 스트레이너 설치
- 집수조 상부에 GRATING설치
- 집수조 주변에 안전을 설치 및 출입금지 표지판 부착 등을 실시하게 되었다.

o 분뇨처리공정 개선으로 인한 분뇨처리 효율향상으로 환경오염 방지

하지만 현재까지 발생한 재해 사례를 보면 매년 6월말경에 발생한 것으로 개선결과 충분한 기간을 두고 효과분석을 통한 철저한 안전관리가 되도록 보완조치 되어야 할 것으로 예상된다.

끝으로 어려운 여건 속에서도 시범 사업장으로 협조하여 주신 교항양돈단지 정철영 단지장님과 시공에 적극 참여하여 주신 (주)필텍 라필찬 사장님께 깊은 감사드립니다.

o 공정개선

집수조 표면 SCUM(부유 고형물)에 대한 메탄가스(CH₄)발생 억제를 위한 고압분사 PUMP를 설치하여 집수조 바닥 부분의 노를 SCUM(부유 고형물)표면에 분사하여 생성된 SCUM(부유 고형물)를 파괴할 수 있도록 작업공정을 개선하였다.

즉, 기존의 경우 SCUM(부유 고형물)하부에 있는 노만 발효조건조장으로 이송하여 상부층에는 계속 SCUM(부유 고형물)층이 두껍게 형성되어 메탄가스(CH₄)발생율이 상당히 높았으나, 공정개선으로 상부층의 분해된 SCUM(부유 고형물)이 우선적으로 발효 조건조장으로 이송시키고 노는 집수조 내에서 충분히 발효시키면서 이 노 부분을 SCUM(부유 고형물)파괴용으로 집수조내에서 CIRCULATION할 수 있도록 하였다.

o 중점추진내용

| 구분 | 개선전 | 개선후 | 비고 |
|--------------------|---|---|-----------------------------------|
| 분뇨처리설비 (스컴제거설비) | 펌프(수중펌프)등의 설비가 집수탱크의 상부 또는 액중에 있어서 작업자의 접근이 빈번함 | 펌프 등의 주요설비가 발생개스로부터 격리된 집수탱크 외부 별도의 펌프실에 설치 | 집수탱크의 개스발생지역에 작업자의 출입이 불필요 |
| 안전울 | 안전울 불비 | 잠금장치가 부착된 안전울 및 출입금지표판 설치 | - |
| 환기장치 | 환기장치 불비 | 환기장치 설치 | 펌프 가동시 작동되게 연동 구조 |
| 안전보호구 | 산소호흡기 등 안전보호구 불비 | 집수탱크 내부 출입시 산소 호흡기 착용 | 공단 지급 |
| 기타 | - | 집수조 상부에 Grating설치 펌프 흡입라인에 strainer설치 | 집수조 상부에서 비상시 작업대로 활용 흡입라인 막힘방지 |

■ 기대효과

- o 돈분집수조 분뇨처리 공정중의 유해위험작업에 대한 근원적 안전성 확보
- o 축산양돈 농가 사업주 근로자 및 유관기관 관련자들에 대한 재해예방의식 고취
- o 농업 및 기타 업종 등에 대한 산재예방활동 확산보급을 위한 기반 조성