

화학물질 운반차량 누출사고 처리절차에 관한 연구

A Study on Investigation Procedure of Chemical Spill by Vehicle Transporting Chemicals

Sungbum Kim^{a,1}, Sangjae Lee^{c,2}, Seongkyeong Jeong^{a,3}, Myunghee Lim^{a,4}, Youngil Song^{b,5}, Euisan Ahn^{b,6}, Hoyong Jeong^{b,7}, Najin Kim^{b,8}, Hyunjoo Lee^{b,9}, Sungwoon Choi^{b,*}

^a Yeongsanriver Environmental Office, Joint Inter-agency Chemical Emergency Preparedness Center, Yeosu Jeonnam 596-15, Republic of Korea

^b Chungnam National University, Department of Scientific Criminal Investigation, Daejeon 341-34, Republic of Korea

^c National Institute of Chemical Safety, Accident Response Coordination Division, Yuseong-gu, Daejeon 341-11, Republic of Korea

ABSTRACT

301 cases of chemical accidents occurred during the recent three years('13~'15) recording about 100cases on average in Korea.. Chemical accidents has brought casualties and negative impact on the environment. The chemical accident by transporting vehicles during recent 3 years records 21 on average & takes about 21% of the whole chemical accident. Systematic investigation on chemical accident was needed by corresponding authorities since the transport accident has occurred on the road, all over the nation. For the systematic investigation on the accident scene by the corresponding authorities, the cooperation of transport companies and transport contractor is highly necessary. The investigation of such accident scene was examined and analyzed in this study. Through this study, the results can be basis to analyzed the cause of chemical accident by transporting vehicles and to prepare procedures for on-site investigation and handling systematically.

KEYWORDS

On-site investigation
Procedure
Transporting vehicle
Chemical accident

지난 3년('13~'15)간 화학물질사고는 301건이 발생하였으며, 연평균 약 100건이 집계됐다. 이와 같은 화학사고는 인명과 환경에 많은 피해를 가져왔다. '13년~'15년에 발생한 운반차량 화학사고는 연평균 21건으로 전체 화학사고의 약 21%를 차지한다. 화학물질 운반차량의 사고는 지역에 관계없이 도로상에서 발생하고 있기 때문에, 관계기관의 대응 및 사후처리 등 체계적인 현장조사가 필요하다. 또한 화학물질 운반업자 및 화물주 등의 협조가 절대적으로 필요한 상황이다. 따라서, 본 논문에서는 화학물질 운반차량의 사고발생에 대한 현장조사 및 처리 절차를 조사·분석하였다. 이를 통해 운반차량의 화학사고에 대한 원인을 분석하고 현장조사와 처리절차를 체계적으로 마련하는 기초자료가 될 것으로 판단된다.

현장조사
처리절차
운반차량
화학사고

© 2017 Korea Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-042-821-5294. Fax. 82-042-822-5236.

Email. schoi@cnu.ac.kr

1 Tel. 82-061-690-1620 Email. bumking@korea.kr

2 Tel. 82-042-605-7036 Email. limnokor@korea.kr

3 Tel. 82-061-690-1605 Email. ngfriends8@korea.kr

4 Tel. 82-061-690-1623 Email. mhlim0904@korea.kr

5 Tel. 82-042-821-8048 Email. morning7552@gmail.com

6 Tel. 82-042-821-8048 Email. ahn6728@naver.com

7 Tel. 82-02-870-0271 Email. powerpol@hanmail.net

8 Tel. 82-051-665-0277 Email. bs11178@gmail.com

9 Tel. 82-042-600-6418 Email. lwlhj@hanmail.net

ARTICLE HISTORY

Received Sept. 26, 2016

Revised Dec. 12, 2016

Accepted Dec. 30, 2016

1. 서론

지난 '12년 9월에 발생한 불산사고의 영향으로 화학사고에 대한 인식과 현장대응에 많은 변화를 가져왔다. 또한 '15.1.1 화학물질관리법이 시행되면서 화학사고의 범위가 확대되었고 화학물질 누출로 인한 인명피해 및 환경피해까지도 포함하게 되었다. 화학물질사고는 취급시설에 따라 사업장내에서 발생하는 저장탱크, 보관창고, 이송배관시설과 사업장 밖 도로상에서 이동하고 있는 운반차량 등으로 구분할 수 있다. 이중 화학물질관리법상 취급시설로 구분되는 운반차량에는 방재장비 및 개인보호구와 유해화학물질 운반계획서가 있어야 한다. 그리고, 물질안전보건자료와 대응기관 비상연락망, 이동경로 등을 기록한 서류를 허가관청인 지방환경관서에 제출하고 차량에 비치하고 있어야 한다.

운반차량은 사고발생시 누출부위에서 화학물질이 도로 또는 우수·하수관로 침투될 수 있으므로 신속한 대응활동이 필요한 사고 유형이다. 그러나 운반차량의 사고신고는 대부분이 경찰에 먼저 접수되고 있으며, 또한 사고 시 유해화학물질이 누출되지 않으면 화학사고 대응기관에 전파가 되지 않고 있다. 화학물질 운반차량의 신속한 사고처리를 위해서는 운반차량의 견인 및 사고원인 확인을 위한 현장조사를 동시에 실시해야 한다.

이에 본 연구에서는 운반차량의 화학사고에 대한 신속한 대응을 위해 화학물질의 누출 방재, 2차적인 확산방지, 현장조사 및 사고처리 절차를 검토하였다(Kim, S.B et al., 2015; NICS, 2014; MEV, 2015).

2. 내용 및 방법

2.1. 화학물질 운반차량 사고현황

화학물질 사고는 최근 3년 동안 301건('13년 86건, '14년 104건, '15년 111건)이 발생하였다. 이중 운반차량에 대한 화학사고는 '13년 21건, '14년 22건, '15년 20건으로 연 평균 21건 발생하였다. Table 1과 같이 화학물질 운반차량의 사고는 지속적으로 발생하고 있으며, 전체 화학물질사고의 약 21%를 차지하고 있다(NICS, 2014; MEV and NICS, 2016).

Table 1. Statistics on Vehicle accidents Transporting chemicals

Division	2013	2014	2015	Total
Chemical Accidents	86	104	111	301
Vehicle accident Transporting chemicals (Ration to total numbers)	21(24.5%)	22(21.1%)	20(18%)	63(21%)

2.2. 운반차량 사고장소

'13년~'15년에 발생한 화학물질 운반차량에 대한 사고장소를 조사하였다. 발생 장소 중 고속도로에서 발생한 사고는 25건으로 전체 사고의 39.7%를 차지하였고, 다음으로는 일반도로(국도, 지방도로 등)에서 21건(33.3%), 산업단지 내 도로에서 8건(12.7%), 기타 9건(14.3%)으로 조사되었다. 화학물질 운반차량은 일정 속도이상으로 운행하는 고속도로와 국도, 지방도 등에서 대부분 사고가 발생하였으며 최근 3년간 사고발생 비율은 전체의 73%를 차지하고 있으며, Table 2에서 보여주고 있다(NICS, 2014; MEV and NICS, 2016).

Table 2. Status of death & injures by Vehicle accident Transporting chemicals

Division	2013	2014	2015	Total
Expressway	6	11	8	25(39.7%)
Road(National road, Local road etc)	4	8	9	21(33.3%)
Road belong to Industrial complex (in the workplace)	5	1	2	8(12.7%)
Others(House, Parking lot)	6	2	1	9(14.3%)
Total	21	22	20	63(100%)

2.3. 사고차량 현황

화학물질 운반차량을 유형별로 분류하였으며, 이중 액체 또는 기체를 적재한 탱크로리 차량은 전체 사고의 50.8%(32건)로 나타났다. 다음은 일반트럭으로 운반하는 용기(플라스틱 용기, 드럼통 등)와 폴리프로필렌 재질 등으로 포장된 화학물질이 낙하되어 발생하는 화학사고는 36.5%(23건)로 조사되었고, 컨테이너 차량은 12.7%(8건) 발생하였다. 이상의 조사내용은 Table 3에서 확인 할 수 있다(NICS, 2014; MEV and NICS, 2016).

Table 3. Type of transport vehicles by the Chemical Control Act

Division	2013 year	2014 year	2015 year	Total
Tank lorry	14	9	9	32(50.8%)
Container	3	1	4	8(12.7%)
Truck	4	12	7	23(36.5%)
Total	21	22	20	63(100%)

2.4. 운반차량 사고원인

Table 4에서의 사고원인과 같이 사고의 대부분은 운전자 부주의다. 즉 과속, 졸음운전 등 교통사고로 인해 차량이 전복되거나 또는 운반용기의 파손으로 인해 발생한 사고는 총 47건으로 전체사고의 74.6%를 차지하였다. 운반차량 관리 소홀은 적재용기의 부식과 노후화에 따른 누출과 브레이크 파열 등으로 사고가 발생하였으며 16건, 25.4%를 보여주고 있다. 운반차량의 부적절한 관리에 따른 사고원인을 감소시키기 위해 화학물질관리법에 따라 년 1회 정기검사를 실시하고 있으며, 이를 통해 시설의 개선이 이루어지고 있는 것으로 판단된다(NICS, 2014; MEV and NICS, 2016).

Table 4. Cause of accident by Vehicle transporting chemicals

Division	2013	2014	2015	Total
Bad Maintenance Transporting Vehicle (Loading Containers)	12	4	-	16(25.4%)
Careless Driving (Speeding, Drowsy Driving, Traffic accident)	9	18	20	47(74.6%)
Total	21	22	20	63(100%)

2.5. 운반차량 및 사고처리 현황

전국적으로 유해화학물질 운반으로 등록된 차량은 '13년 기준 3,201대로 파악되었으며, 이후 운반차량에 대한 연도별 통계 자료를 확보하기 어렵다. 이는, 운반업체의 영업상황에 따라 차량등록을 쉽게 이전하기 때문이며, 또한 개인사업자의 잦은 이동 때문이다. 고체형태의 화학물질 운반차량 사고는 물과의 접촉을 차단하고 수거하는 방법으로 진행하고 있으나, 사고처리를 종료하기 전에 운반차량이 이동하는 경우가 자주 발생하여 사고조사에 어려움이 있다. 액체상의 화학물질은 사고현장에 출동과 동시에 1~2대의 사고 화학물질을 이송하기 위한 운반차량 확보를 주문하면서 대응활동에 들어간다. 이상의 운반에 대한 차량 사고처리절차는 Table 5와 같이 진행하고 있다.(NICS, 2014; MEV, 2015; MEV and NICS, 2016).

Table 5. Procedure to investigate Chemical accident by Transporting vehicle

Division	Chemical Accident Procedure
Solid-Phase Chemicals	Blocking to contact with water → Collect Leaking Chemicals → Accident Survey & Investigation(Accident End)
Liquid Phase Chemicals	Isolate Transporting Vehicle → Spill Blockade → Prevention of Secondary Spread → Accident Survey & Investigation(Accident End)

3. 결과 및 고찰

3.1. 유해화학물질 운반차량 안전관리 현황

현재 화학사고 발생은 증가하고 있으며, 그 중 화학물질 운반차량 사고는 3년('13~'15년) 평균 약 21% 이상으로 조사되었다. 따라서, 운반차량에 대한 화학사고 관리강화를 위해 화학물질관리법에서는 유해화학물질 운반차량 운전자 의무교육을 2년에 1회 16시간으로 규정·시행하고 있다. 또한, 차량의 양 측면과 정면에 유해화학물질 표시, CAS(Chemical Abstract Service) No, UN No 등을 부착하도록 규정하고 있어, 운반하는 화학물질에 대한 정보를 확인할 수 있다. 운반계획서는 유독물질을 1회 5톤 이상, 사고대비물질은 1회 3톤 이상 운반할 경우 이동경로와 물질정보, 대응기관 비상연락망, 방재정보 등을 차량 내에 비치 및 관리하도록 규정하고 있다. 운반차량에서 발생한 사고를 확인하기 위한 중요한 정보원으로 활용되는 운반계획서가 현재는 팩스 혹은 E-mail로 제출되어 야간과 주말에는 신속한 확인이 어렵다. 이를 개선하기 위해서는 운반계획서 제출시스템을 on-line화하여 실시간 이동경로 확인과 정보의 접근성을 강화할 필요가 있다 (MEV, 2015; Kim, S.B et al., 2015; NICS, 2014; MEV, 2015).

3.2. 유해화학물질 운반자 사고대응 현황

운반차량 사고발생시 운전자는 초기 사고대응을 위해 중요한 역할을 수행해야 한다. 사고발생시 사고상황을 신속하게 신고하고, 현장에 출동한 초동대응기관에 운반하는 화학물질 정보제공을 해야 한다. 또한, 빈 탱크로리 확보 및 외부로의 화학물질 누출량 조사를 위해 적재량과 이동경로 현황을 확인해 주어야 한다. 화학물질관리법에서 규정한 운전자교육에서 이러한 부분을 고려한 사고발생시 운전자의 현장대응절차 위주의 교육과 실습을 병행하여 실시할 필요가 있다(Kim, S.B et al., 2015; MEV, 2015).

3.3. 대응기관의 운반차량 사고처리 절차

화학물질 운반차량 사고는 운전부주의, 교통사고 등을 통해 전복되는 경우와 차량의 결함으로 누출되어 발생하는 경우가 대부분이다. 운반차량 사고대응 시 누출된 화학물질 확인과 이 화학물질이 물 반응성 즉 맨홀, 우수관거 등으로 유입되어 2차적 사고확대 가능성 등을 확인해야 한다. 사고물질 확인과 동시에 현장대응요원은 누출부위 봉쇄와 확산방지를 위한 방제 작업을 진행하고, 운반차량 관계자에게 빈 탱크로리 확보를 요청하여 사고차량 내 잔류 화학물질을 신속하게 이송조치 해야 한다. 이때, 모든 대응요원은 적절한 개인보호장구는 필히 착용해야 한다. 이러한 사고대응 조치와 더불어 사고지역 주변 차량통제와 주민거주 여부 확인을 통해 추가적인 안전조치 여부를 판단해야 한다. 누출된 화학물질로 인한 주변지역 오염여부 확인과 방재활동에서 발생한 폐기물의 안전처리를 통해 사고를 마무리 할 수 있다. 실제 현장대응 이외에는 이런 사고대응 절차를 확인하기 어렵고, 현장대응요원의 교육·훈련에도 한계가 있다. 이를 개선하기 위해서는 실제 사고현장 상황과 동일한 형태의 구조물을 설치·운영하여 운반차량 누출사고 처리절차와 현장상황 인지를 통해 현장감 있는 교육이 필요할 것으로 판단된다(Kim, S.B et al., 2015; NICS, 2014; MEV, 2015).

4. 결론

화학물질 운반차량 누출사고 발생 시 현장대응 및 조사절차 제도에 기여하기 위해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. '13~'15년 발생한 화학사고는 총 301건이며, 이중 운반차량 사고는 63건으로 연평균 약 21%를 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, 3년간의 화학사고 발생 건수는 증가하는 반면 운반차량 사고건수는 '13년 21건, '14년 22건, '15년 20건으로 일정한 발생건수를 보였다.
2. 화학물질 운반차량 사고 장소는 고속도로가 약 40%, 국도가 약 33%, 산업단지 내 등 기타 장소가 27%로 조사되었다. 일정속도 이상으로 운행하는 고속도로와 국도에서의 사고발생은 많은 인명피해와 환경피해를 가져올 수 있으므로 운행시 주의사항 등에 대한 교육 강화를 제고해야 한다.

3. 사고차량 유형중 탱크로리가 약 51%, 일반트럭 36%, 컨테이너 차량 13%로 조사되었으며, 일반트럭과 컨테이너 차량에 비해 탱크로리는 사고 시 화학물질 누출을 동반함으로 이들에 대하여 사고대응 시 차량유형별 현장대응 절차 및 사고조사 지침이 필요할 것으로 판단된다.
4. 사고원인 중 과속, 졸음운전, 교통사고 등은 운전부주의에 포함되며 '13~'15년 통계에서 차지하는 부분은 약 75%, 차량 및 용기관리 부주의 등의 운반차량 관리소홀은 약 25%로 확인되었다. 이를 바탕으로 현장대응 시 사고유형별 처리절차 마련이 필요하다.
5. 고체 운반차량 사고 시 운반 화학물질의 물과의 반응성을 확인, 대응장비로 수거 및 폐기처리, 액체 운반차량 사고 시 물질 확인과 더불어 빈 탱크로리 차량을 확보와 2차 확산 및 오염방지 후 폐기처리 등 기본절차를 규정하여 사고 시 신속한 대응활동이 이루어 질수 있는 기준마련이 필요하다.

위의 결론처럼 화학물질 운반차량 사고대응 및 처리절차의 효율화를 위해, 운반차량 사고조사 절차를 마련하고 의무화하는 등 관련연구가 지속적으로 이루어져야 한다.

References

- Ministry of Environment. (2015). Toxic Chemicals Control Act.
- Kim, S-B, Lim, M-H, Choi, S-W. (2015). "Comparison of Domestic Chemical Accident Investigation System". Journal of the Korean Society of Disaster Information, Vol.11, No.4, pp.515-519.
- National Institute of Chemical Safety. (2014). Chemical Accident Response Process.
- Ministry of Environment. (2015). Toxic Chemicals Spill Crisis Management Standard Manuals.
- National Institute of Chemical Safety. (2015). Accident Casebook 2014.
- Ministry of Environment·National Institute of Chemical Safety. (2016). <http://csc.me.go.kr>, Chemistry Safety Cleaning-house.