

유해화학물질 도급신고 제도가 화학사고 감소에 미치는 영향 연구

A Study on Contribution to Reducing Chemical Accidents of Reporting for Awarding a Contract of Hazardous Chemicals

김성범¹ · 광대훈² · 정성경³ · 김희태⁴ · 문다희⁵ · 오준^{6*}Sungbum Kim¹, Daehoon Kwak², Seongyeong Jeong³, Heetae Kim⁴, Dahui Mun⁵, Jun Oh^{6*}¹Senior Researcher, Joint Inter-agency Chemical Emergency Preparedness Center, Yeongsanriver Environmental Office, Yeosu, Republic of Korea²Professor, Department of Scientific Criminal Investigation, Chungnam National University, Dajeon, Republic of Korea³Researcher, Joint Inter-agency Chemical Emergency Preparedness Center, Yeongsanriver Environmental Office, Yeosu, Republic of Korea⁴Researcher, Joint Inter-agency Chemical Emergency Preparedness Center, Yeongsanriver Environmental Office, Yeosu, Republic of Korea⁵Researcher Assisant, Department of Climate and Air Quality Research, National Institute of Environmental Research, Republic of Korea⁶Researcher, Joint Inter-agency Chemical Emergency Preparedness Center, Yeongsanriver Environmental Office, Yeosu, Republic of Korea

*Corresponding author: Jun Oh, yohjun@korea.kr

ABSTRACT

Purpose: Since the implementation of the Chemical Substance Management Act, data on the number of occurrences by annual chemical accident in Korea and the contractor's contract data received from the competent authority were used. After the implementation of the contract reporting system, the contribution to the reduction of chemical accidents is summarized by statistical data. The characteristics of each region, month, type and those of similar industries and human life were compared and analyzed. **Method:** 4 years of chemical accident statistics from 2015 to 2018 and since 2003, we have used data from the Chemical Safety Clearing-House (CSC), which provides safety information on cases of chemical accidents. **Results and Conclusion:** The risk of accidents increases as a number of unskilled workers are put into the workplace during the period when the hazardous chemical handling process is temporarily suspended. Through the reporting for awarding a contract, the operators are strengthening the safety management of chemical accidents by educating unskilled workers and wearing personal protective equipment.

Keywords: Chemicals Control Act, Reporting for Awarding a Contract, Chemical Accidents, Turn Around, Handling Facility

요약

연구목적: 화학물질관리법이 시행된 이후 우리나라 화학사고 연도별 발생횟수 자료와 관할기관에 접수 처리된 취급자의 도급자료를 활용하여 도급신고 제도 시행 이후 화학사고 감소 기여도 영향을 통계자료로 정리하여 지역별 특성, 월별 특성, 유사 업종별 상관성, 유형별, 인명피해 등을 비교분석하였다. **연구방법:** 2015부터 2018년까지 4년 동안의 화학사고 통계자료와 2003년 이후 화학사고 사례와 관련 안전정보를 제공하는 화학안전정보공유시스템(Cheical Safety Clearing-house, CSC)의 자료를 활용하였다. **연구결과·결론:** 유해화학물질 취급 공정을 일시 중단하여 작업을 진행하는 기간 동안에 다수의 비숙련 작업자가 작업 현장에 투입되면서 사고 발생의 위험성이 증가한다. 도급신고를 통해 사업자는 비숙련 작업자의 취급자 교육 및 개인 보호장비 착용을 통하여 화학사고 안전관리를 강화할 필요성이 있다.

핵심용어: 화학물질관리법, 도급신고, 화학사고, 정기보수, 취급시설

Received | 26 June, 2019

Revised | 15 July, 2019

Accepted | 30 September, 2019

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

유해화학물질이란 유독물질, 허가물질, 제한물질, 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다. 2012년 9월 불산사고(경북 구미)를 계기로 화학물질과 화학사고에 대한 관심과 대응 방법 및 대책, 예방방법 등의 내용을 포함한 화학물질관리법(이후 화관법)이 2015년 1월 1일부로 시행되고 있다. 화학물질은 인간생활의 편의성, 풍요성, 경제성 등을 제공하여 일상생활 삶의 질 향상과 편리함을 제공하며 산업경제분야 등 다양한 산업 전반에 많은 영향을 미친다. 석유화학 산업의 유해화학물질은 복잡하고 대형화된 구조의 공정을 통해 제조되고 있다. 화학물질을 제조하는 공장은 제품의 품질과 안정적인 공정 운영을 위해 공정 정비 작업과 보수작업을 실시하여 화학물질 생산의 안정성과 효율성을 유지하기 위해 관리와 점검을 실시한다. 화관법 개정 이후 도급인은 수급인이 도급받은 업무를 수행하기 전에 도급계획서 및 화학사고 안전관리계획서 등을 제출해야 하며, 도급인의 준수사항 및 위반 시 행정처분을 받는 등의 규정을 성실히 이행해야 한다. 이러한 도급신고 제도가 도입되면서 화학물질 취급사업장의 안전관리 전반에 영향을 주었다. 화학물질 취급시설에 대한 부분 작업 및 정비 시에는 잔존하는 유해화학물질에 의한 화학사고가 발생할 우려가 있기 때문에 화관법 제31조와 시행규칙 제32조(유해화학물질 취급의 도급신고 등)에 따라 유해화학물질 취급 도급신고를 운영하게 함으로써 화학사고 예방을 위한 안전관리 제도의 일환으로 시행하고 있다. 화관법 개정 전에는 화학사고 발생 시 유해화학물질 취급 도급관련 사항이 규정되어 있지 않아 작업자에 대한 위험성이 잠재되어 있었고 사고 후에도 책임소재의 규명이 어려웠다. 유해화학물질 도급신고 제도는 화학사고로부터 작업자들을 보호하고 공정의 안정적인 운영을 위해 필수적인 제도이다(Toxic Chemicals Control Act, 2017).

따라서 본 연구에서는 화관법이 시행된 이후 우리나라 화학사고 연도별 발생횟수 자료와 관할기관에 접수 처리된 취급자의 도급자료를 활용하여 도급신고 제도 시행 이후 화학사고 감소 기여도 영향을 통계자료로 정리하여 지역별 특성, 월별 특성, 유사 업종별 상관성, 유형별, 인명피해 등을 비교분석해 보았다.

연구 내용 및 방법

연구 내용

유해화학물질 영업자는 유해화학물질의 취급을 도급(하도급 포함)하는 경우 해당 수급인(하수급 포함)이 도급받은 업무를 수행하기 전 명칭, 도급사유, 도급계획 및 화학사고 안전관리계획서 등에 관한 사항을 작성하여 관할 지방환경관서에 신고하도록 규정된 내용과 연관 분석하기 위해 화관법 시행이후 전국 13개 관할기관에 신고 접수된 도급신고 횟수와 내용을 취합하여 정리한 자료 중 2015년 1월부터 2018년 5월까지의 최근 4년간 자료를 활용하여 지역별 특성, 월별 특성, 유사 업종별 상관성, 유형별, 인명피해 등으로 구분하여 분류하여 통계분석에 활용하였다(White Paper of Environment, 2017).

연구 방법

본 연구에서는 연구내용을 바탕으로 정리된 기본 자료인 4년의 자료(2015~2018)와 2003년 이후 화학사고 사례와 관련된 안전정보를 제공하고 발생기간, 사고장소, 사고유형, 원인, 피해현황 등 다양한 조건에 따라서 사례를 검색할 수 있고 통계자료까지 확인할 수 있는 화학안전정보공유시스템(Cheical Safety Clearing-house, CSC)의 자료를 활용하여 도급신고 제도 운영 후 화학사고 감소 기여도 영향을 통계 분석해 보았다(NCIS 2017).

결과 및 고찰

화학사고 발생현황과 도급신고

2015년부터 2018년도까지 4년간 우리나라 전국에서 발생한 연도별 화학사고 발생 건수와 한강·낙동강·금강·영산강·원주·대구·전북 환경청을 포함하여 전국 6개 화학재난합동방재센터 등 전국 13개 기관에서 신고 접수된 화학사고 횟수를 요약하여 Table 1에 나타냈다.

Table 1. Summary of chemical accidents and reporting for awarding a contract by agency the from 2015 to 2018.

Region	Status of reporting for awarding a contact by agency				Percentage (%)
	2015	2016	2017	2018	
Han River (H.R.)	143	198	234	312	10.9
Si-Heung (S.H.)	109	146	158	155	7.0
Nakdong River (N.H.)	67	57	107	110	4.2
Ul-San (U.S.)	217	245	510	557	18.8
Kum River (K.R.)	265	237	312	421	15.2
Seo-San (S.S.)	156	248	319	169	10.9
Yeongsan River (Y.R.)	75	23	35	45	2.2
Yeo-Su (Y.S.)	177	251	346	460	15.1
Won-Ju (W.J.)	21	15	21	29	1.1
Dae-Gu (D.G.)	53	56	105	138	4.3
Gu-Mi (G.M.)	29	99	102	118	4.3
Sae-Man-Geum (S.M.)	39	48	94	91	3.3
Ik-San (I.S.)	27	22	80	99	2.8
Total	1,378	1,645	2,423	2,704	100
Status of chemical accidents					
	2015	2016	2017	2018	
Count	113	78	84	66	
Percentage(%)	33.1	22.9	24.6	19.4	

Table 1 내용을 보면, 화학사고는 지난 4년간 총 341건으로 연평균 약 85건이 발생하였다. 연도별 화학사고는 ‘15년 113건(33.1%), ‘16년 78건(22.9%), ‘17년 84건(24.6%)에서 ‘18년 66건(19.4%)으로 화학사고가 지속적으로 감소하는 경향을 보였다. 유해화학물질 취급의 도급신고 건수는 도급신고 제도가 시행된(‘15.1.1) 이후 총 8,150건이며 ‘15년, ‘16년, ‘17년, ‘18년 각각 1,378건, 1,645건, 2,423건, 2,704건이며 연도별 신고 비율이 16.9%, 20.2%, 29.7%, 33.2%으로 점차 증가한 경향이 나타났다. 우리나라 대표적인 산업단지가 위치한 울산, 여수, 금강, 서산지역의 도급신고 건수는 전체 도급 신고건수의 약 60% 정도를 차지하고 있으며, 석유화학을 주도하는 울산(18.8%), 여수(15.1%), 서산(10.9%) 순서로 전체 도급신고 건

수 중 약 44.8% 정도 비율을 차지하는 수준이다. 또한 익산, 영산강청, 원주지역은 각각 2.8%, 2.2%, 1.1% 으로 낮은 도급신고 비율을 차지하고 있어, 지역적·지리적 특성과 인근 산단 입주기업들의 영향이 반영된 특성이라 말할 수 있다. 이러한 도급신고의 지속적인 증가 원인으로는 화관법의 정착과 유해화학물질 취급사업장의 사고 발생 우려에 따른 화학물질 안전관리 강화에 따른 영향이라고 판단되며 화학사고 발생은 도급신고와 밀접한 관련이 있는 것으로 판단되고 도급신고 건수가 증가할수록 화학사고 발생 횟수는 감소하는 경향을 알 수 있다.

월별 화학사고 발생현황과 도급신고 현황을 각각 비교·분석하기 위해 화학사고는 ‘15~‘18년 통계를 사용하였고, 도급신고는 ‘15.1.1이후로 조사하였다. 도급신고 제도 운영이전 ‘14년 월 평균 8.7건(‘14년 화학사고 104건), 제도 시행초기인 ‘15년은 약 9.5건에서 제도 정착단계인 ‘16년 6.5건, ‘17년 7.3건, ‘18년 5.5건으로 화학사고 발생이 점차 감소하는 추세를 보이고 있다(Kim, 2013). 야외 작업에 어려움이 있는 7월(‘14년 20건에서 ‘18년 6건)과 8월(‘14년 20건에서 ‘18년 5건) 또한 화학사고 발생비율이 급격하게 감소하고 있다. Fig. 1의 그래프를 보면 상대적으로 가을, 겨울에 비해 봄, 여름철이 비교적 화학사고 발생 비율의 영향이 큰 것을 알 수 있으며, 3월부터 화학사고가 증가하여 여름철인 7월에 최대치를 보이다가, 9월부터 큰 폭의 감소를 보이면서 12월에 가장 적게 발생하고 있어 이는 선행된 연구결과의 계절별 화학사고 발생 빈도 특성과 유사한 연구결과임을 알 수 있다(White Paper of Environment, 2017). 봄철 공정 대정비 실시와 해빙기에 따른 안전사고 부주의 등으로 봄철 사고 비율이 높아지는 것으로 판단되며 여름철은 높은 기온과 강한 자외선 및 작업집중도 저하 등의 이유로 화학사고 비율이 높은 것으로 판단된다.

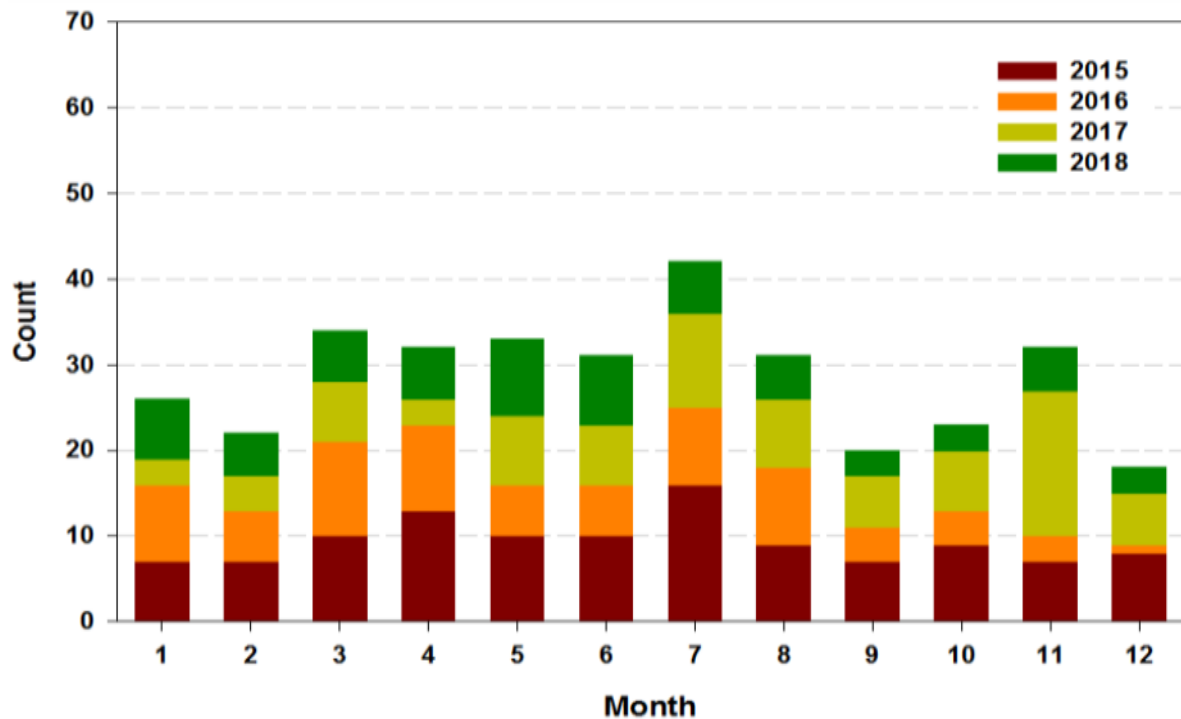


Fig. 1. Status of Chemical accident

Fig. 2는 도급신고 제도 운영 4년('15~ '18년) 동안의 통계자료를 월별 분석한 것으로 전체 도급신고 평균 신고 건수는 564회로 12월 달에 1209회로 가장 많고 9월에 328회로 가장 낮은 신고 횟수를 나타냈으며, 겨울철인 12월과 1월에 급격히 증가하고 여름철인 8월 9월이 가장 적게 신고 되는 특징이 나타났다. 도급신고가 겨울철에 급격하게 증가하는 원인은 여름철 고온작업은 근로자의 작업 집중도 저하와 화관법에서 규정한 개인보호구 착용의 어려움이 상존하고 높은 기온으로 인한 안전사고의 위험성이 높아지는 등의 이유로 인해 정비 등 야외작업을 줄이고 있는 것으로 판단된다. 또한 Fig. 1과 Fig. 2를 통해 나타난 특성을 비교해 보면 도급신고 건수와 화학사고가 발생한 상관관계는 역의 관계를 가지고 있는 것을 알 수 있으며 도급신고 건수가 많아질수록 화학사고 발생건수는 낮아지고, 도급신고가 적어지면 화학사고 발생건수는 증가하는 것을 알 수 있다.

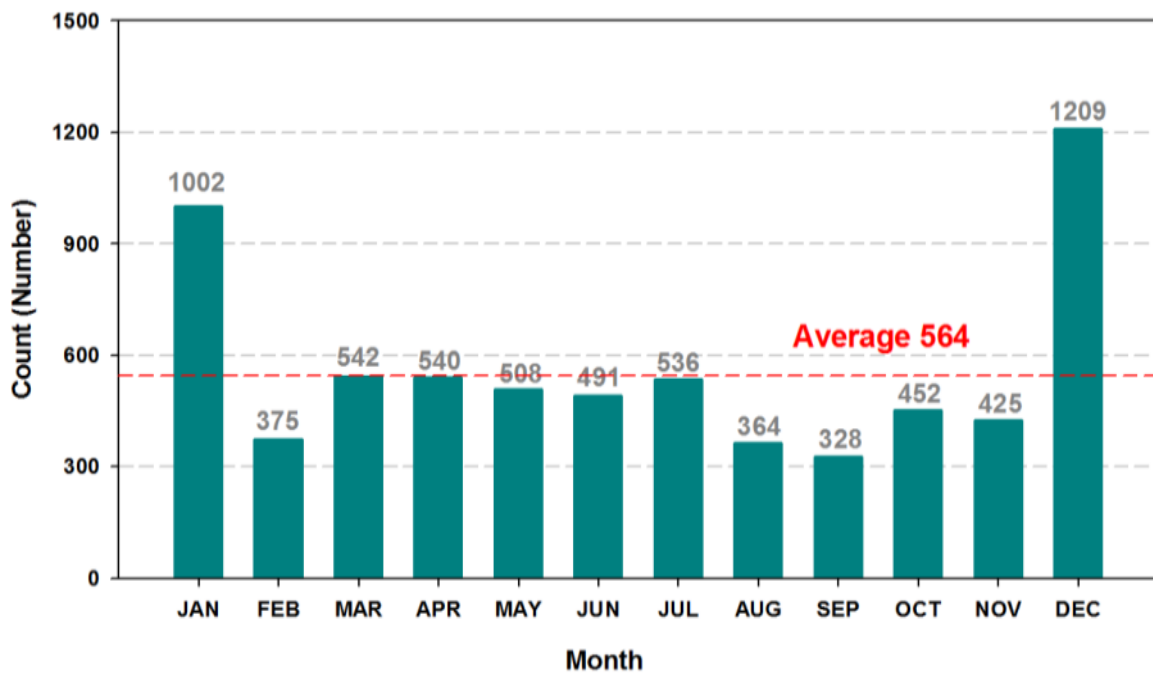


Fig. 2. Status of reporting for awarding a contract (Monthly, '15~'18 year)

석유화학산단의 도급신고와 화학사고 현황

석유화학산단을 관할하는 울산, 여수, 서산 화학재난합동방재센터의 화학사고 발생현황과 도급신고 현황을 비교·분석하였다. Fig. 3은 '15~'18년 화학사고 발생현황으로 서산지역은 '15년 6건에서 '18년 1건으로 큰 폭의 감소를 보였으며, 울산지역은 '15년 9건에서 소폭 감소하다가 '18년 8건을 여수지역은 '15년 5건에서 '18년 5건으로 통계상의 변동은 없었다. 울산지역 화학사고 통계에서 운반차량 사고는 년 평균 1~2건을 차지하고 있는 반면, 여수지역 화학사고 양상은 탱크로리 전복사고가 '15년 1건, '16년 2건, '17년 3건, '18년 4건으로 증가하고 있다. 여수지역의 전체 화학사고 발생통계는 변동이 없으나 유해화학물질 취급사업장에 발생하는 화학사고는 큰 폭의 감소 경향을 보이는 것으로 조사되었다(Kim, 2013).

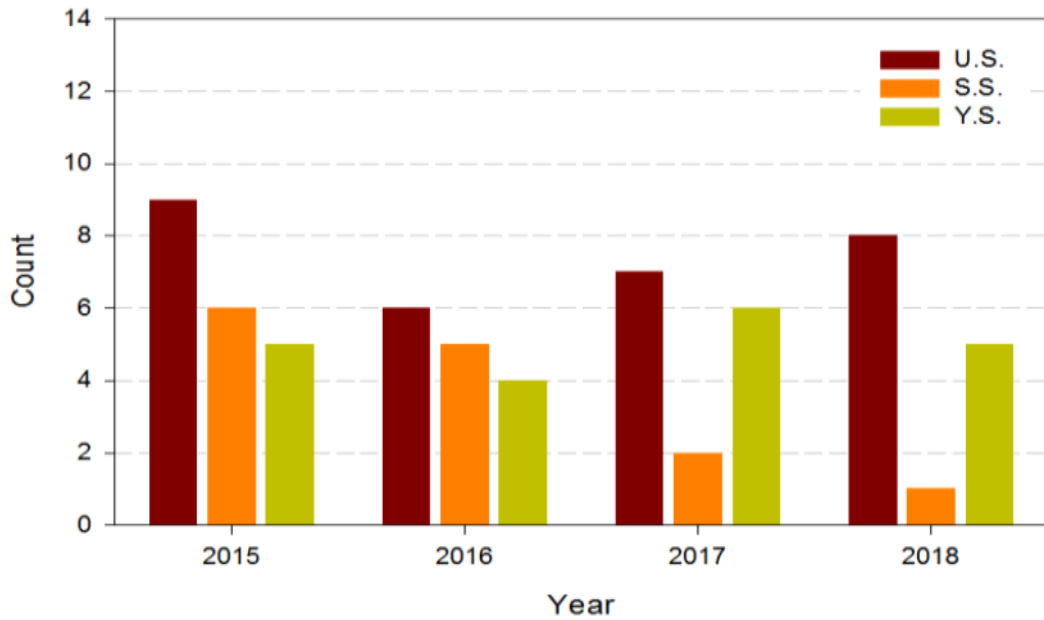


Fig. 3. Status of Petrochemical complex chemical accident

Fig. 4에서 도급신고 현황을 살펴보면 울산은 ‘15년 217건에서 ‘18년 557건, 서산은 ‘15년 156건에서 ‘18년 169건, 여수 ‘15년 177건에서 ‘18년 460건으로 3개 지역 모두 증가폭 차이는 다르지만 전반적으로 증가하는 경향을 확인할 수 있다. 도급신고가 증가한 이유는 화학물질 사고를 사전에 예방하기 위해 취급시설 주변에서 하는 모든 작업(취급시설 교체, 저장 탱크 도장, 배관 보온 등)에 대해 도급신고를 관리하고 있기 때문으로 판단된다.

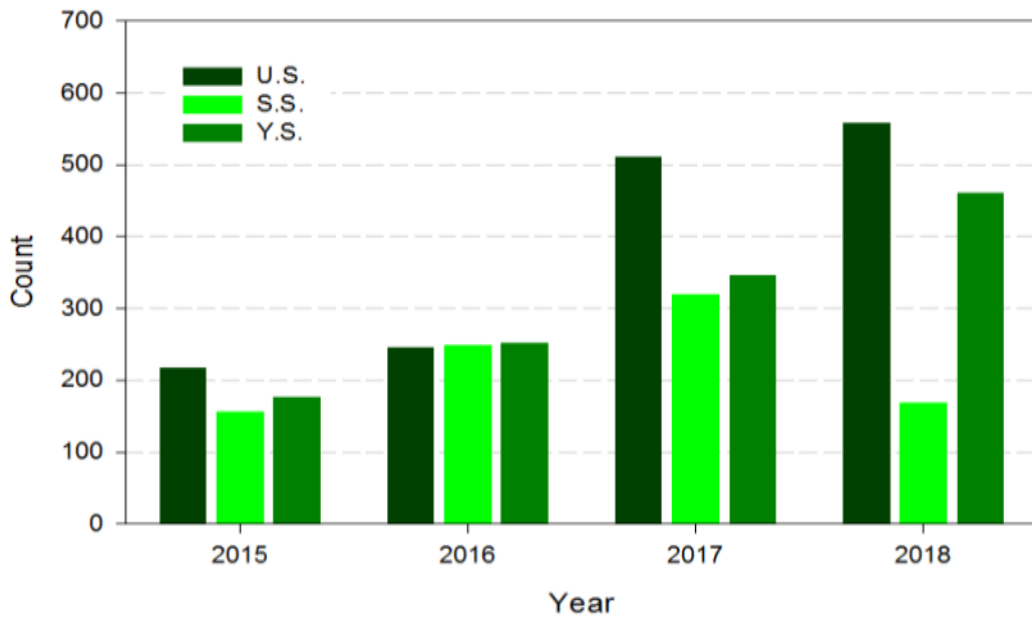


Fig. 4. Status of Petrochemical complex reporting for awarding a contract

화학사고 세부 발생 현황 특성

‘15~‘18년까지 화학사고 신고 접수된 세부 내용을 토대로 작업자 부주의, 취급시설 관리 미흡, 운반차량 사고 등으로 분류하여 발생유형을 분석하여 정리하였다.

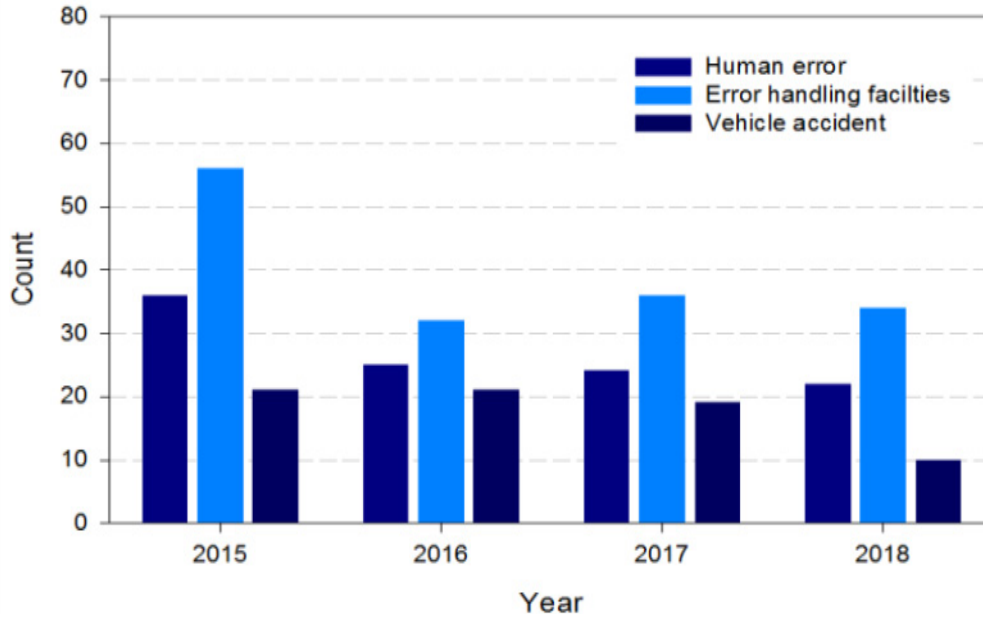


Fig. 5. Causes of chemical accident(‘15~‘18 year)

Fig. 5는 연도별 화학사고 발생유형별로 통계처리를 통해 분석한 그래프이다. 화학사고 발생원인 중 작업자 부주의로 인한 사고는 ‘15년 이후부터 감소하는 것으로 조사되었고, 유해화학물질 취급시설 관리 미흡으로 인한 사고는 ‘15년 기점으로 감소하는 경향을 보였다. 작업자 부주의는 화관법(‘15.1.1)에 규정한 유해화학물질 취급자 안전교육의 의무화와 취급시설 내 자체 안전교육의 강화를 통해 감소에 영향을 주었으며, 취급시설 관리미흡은 화관법에서 운영하는 안전관리제도(장외영향평가-위해관리계획, 안전성평가)와 취급시설 검사 전문기관이 시행하는 유해화학물질 취급시설 설치·정기검사 등의 업무를 통해 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 유해화학물질 운반차량 사고는 지속적인 안전운전 교육과 운반자 간담회 개최, 필수 안전운전 교육 등 화관법 시행이후 안전운전에 대한 운전자 경각심과 사고위험성 전파 등의 노력이 반영된 결과라 판단된다.

Fig. 6은 화학사고 연도별 인명피해 사고 발생 횟수를 정리한 것으로, 화관법 시행된 이후 최근 4년(‘15~‘18년)간 내용을 정리하였다. 요약하면 화학사고 발생에 따른 인명피해는 ‘15년 사망 8명, 부상 121명, ‘16년 사망 7명, 부상 47명, ‘17년 부상 33명, ‘18년 사망 5명, 부상 30명의 현황을 보였다. 화관법 시행이후 사망, 부상 등의 인명피해는 전체적인 화학사고 감소와 더불어 인명피해 또한 줄어드는 것으로 조사되어 도급신고제도 도입에 따른 과도기를 거쳐 안정화 단계로 가면서 인명피해 횟수는 감소한 것으로 판단할 수 있다.

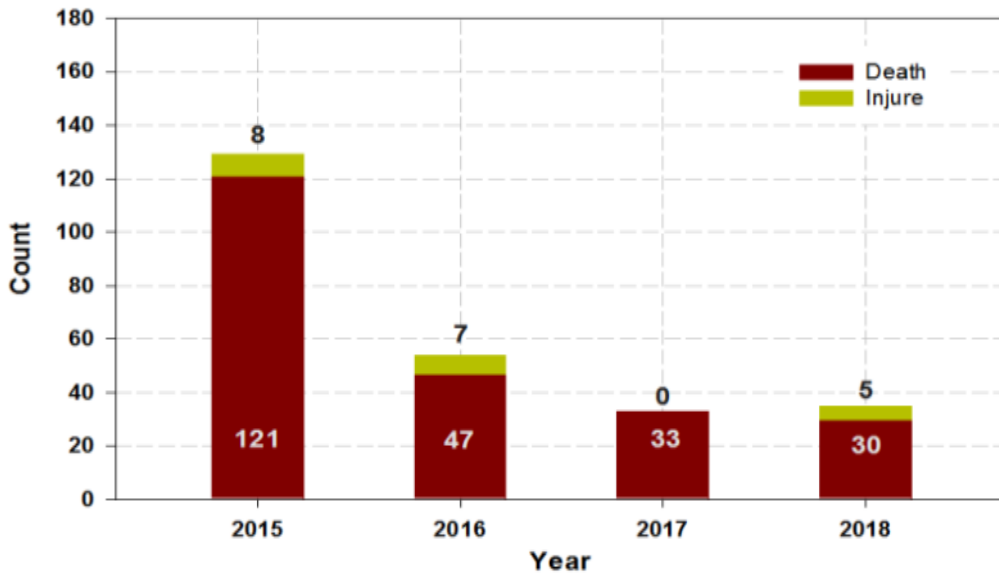


Fig. 6. Status of death and injures by Chemical accident ('15~'18 year)

결론

최근 4년간의 화학사고는 총 341건 발생하였다. 연도별로는 '15년 113건 이였고, 화관법이 정착된 이후인 '16년 78건, '17년 84건, '18년 66건으로 화학사고 발생이 점차 감소하는 경향을 나타냈다.

유해화학물질 취급의 도급을 규제하는 도급신고('15.1.1 시행) 현황을 조사한 결과 지난 4년간 총 8,150건의 신고현황을 보였으며 제도 시행 첫해인 '15년 1,378건, '16년 1,645건, '17년 2,423건, '18년 2,704건으로 매년 증가추세를 나타내고 있다.

석유화학산단을 관할하는 울산, 여수, 서산 지역의 화학사고 발생현황과 도급신고는 화관법 도급신고 제도 시행 이후의 변화양상이 뚜렷하며, 저장탱크 도장, 배관 보온 작업, 취급시설 교체 등의 취급시설과 주변에서 하는 작업에 대해 도급신고가 매년 증가하고 이에 따라 화학사고 발생 횟수는 점차 감소하는 특징을 나타내고 있다.

화관법('15.1.1) 시행 이후 인명피해(사망, 부상)는 '17년 사망자수 0명인 것을 제외하고 '15년 8명에서 '18년 5명으로 사망자가 감소추세를 보였고, 부상자수 또한 '15년 121명에서 '18년 30명으로 급격한 감소현상을 보여주고 있어 도급신고 증가현상과 화학사고의 발생건수 감소현상의 상관성은 매우 높은 것으로 판단된다.

유해화학물질 도급신고 제도가 직·간접적으로 화학안전 관리강화에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. 화학물질 취급시설 유지보수 및 효율성 증대를 위한 작업을 진행할 때 유해화학물질 취급 공정을 일시 중단하여 작업을 진행하는 기간 동안에 다수의 비숙련 작업자가 작업 현장에 투입되면서 사고 발생의 위험성이 증가하기 때문에 도급신고를 통해 사업자는 비숙련 작업자의 교육수료 여부를 확인하고 개인보호장비 착용 등의 관리감독을 통해 화학사고 안전관리를 강화할 필요성이 있다. 또한 화학사고 발생률을 지속적으로 줄일 수 있는 제도로 발전하기 위해서는 도급신고 제도의 신고 간편성과 도급 작업 관리의 효율성 등을 포함하는 방향으로 제도의 개선과 관련 연구가 필요할 것으로 판단된다.

References

- [1] Kim, S.B. (2013). "Accident reduction through self-Prevention plan system operating contribution to research." *korean journal of hazardous materials*. Vol. 1, No. 1, pp. 43-47.
- [2] 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.
- [3] Ministry of Environment. (2017). *Toxic Chemicals Control Act*.
- [4] Ministry of Environment. (2017). *White Paper of Environment*.
- [5] National Institute of Chemical Safety (NCIS). (2017). *Chemical Safety Clearing-house, CSC*.