

세계의 위험의식과 그 대응

안전과 위험 또는 리스크의 정의 등을 소개하고 유럽, 미국과 일본이 재해방지에 관해 어느 정도 대응하고 있는지에 대하여 소개한다.

1. 위험과 안전의 관계

[위험이란, 안전이란] 위험이란, 위험한 것과 해로운 것을 일으킬 우려가 있는 것이고, 안전이란 위험한 것이 아닌, 사물이 손상, 손해, 위해를 받지 않는, 또는 받을 염려가 없는 것으로 정의되고 있다. 안전과 위험의 경계가 명확하다면 안전인지 위험인지는 양자간에 구분되는 것이 당연하고 안전 측에 있으면 되는 것이다.

문제는 상기의 정의에서 「우려가 있다」라든가 「염려가 있다」로 표현되는 불확실성이다. 이 불확실성이 안전을 알기 어렵게 하고 있다. 경계선이 명확한 것은 결정론적 안전으로 지칭되고 애매성이 남은 것은 확률론적 안전으로 취급되어진다.

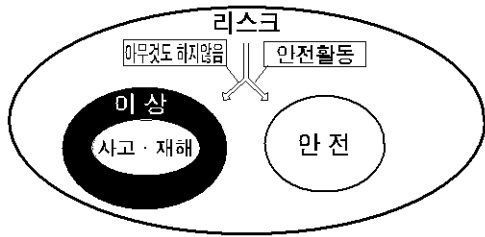
[절대안전의 정체] 현재 안전론의 주류는 뭐니 뭐니해도 절대안전이라는 사고방식이다. 사고를 일으켜서는 안 되는 것이다. 그러나, 실제로 사고는 일어나고 있다. 어떤 처분을 받을까 하는 것이 염려되지만 결국 법적인 위반이 아니면 어쩔수 없는 것이 된다. 이것으로 절대안전의

의미를 대신할 수는 없지만 세계 대부분의 국가는 이 견해로 규제를 하고 있다. 말하자면 법규제가 절대안전을 뒷받침하는 것은 아니라는 것이다.

[안전의 구조] 여기에서 일반인들이 상상하는 안전의 구조를 살펴보고자 한다. 보통시민은 자신들이 평소에는 안전한 곳에 있고, 가끔 운이 나쁘면 사고를 당하고, 더욱 운이 나쁘면 재해를 당한다고 생각하고 있다. 그림1에서 처럼 안전은 당연하고 사고를 당하는 것은 이상한 것이라고 생각하고 있다. 정말 그럴까? 본인은 그렇지 않다고 생각한다. 현대 공업화 사회에서는 시민생활에 있어서도 다소의 리스크는 피하기 어려운 것이 사실이다. 그러나, 시민의 대



[그림 1] 일반적으로 생각하는 안전구조



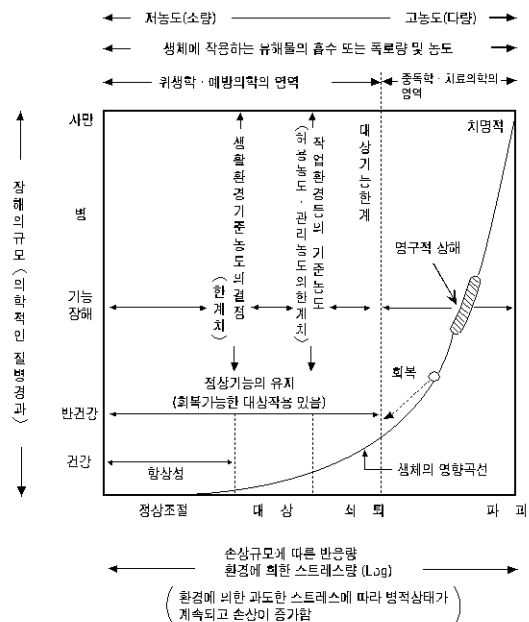
[그림 2] 리스크와 안전활동

부분이 자신은 안전하다고 믿을 수 있는 것은 보이지 않는 곳에서 많은 사람들이 안전을 위한 노력을 하고 있기 때문이다.

즉, 그림2에서 보여지듯이 안전을 위한 노력 덕분에 처음에는 안전의 영역에 있을 수 있지만 만일 이 노력을 게을리 한다면 그림2의 이상, 사고, 재해영역으로 돌입하게 된다.

[결정론적 안전의 예] 각종 안전대책을 수립할 때에는 이 결정론이 도움이 된다. 예를 들면 인화성 가스를 기상(氣相)에서 반응시키려고 할 때 그 기체의 폭발한계를 알면 유용한데, 한계치를 알면 안전한 농도에서 실시할 수 있기 때문이다. 가연성 액체의 인화점을 측정할 때는 인화점을 밑도는 농도에서 액체를 취급하면 안전하게 작업할 수 있다. 또 생활환경과 작업환경에 유해한 화학물질이 존재할 때에도 각각의 환경에 있어서 한계치가 명확하면 안심하고 생활할 수 있고 활동할 수도 있다. 그것을 나타낸 것이 그림3이다. 이 그림의 가로축은 화학물질의 양을 그리고 세로축은 신체에 미치는 영향을 나타내고 있다. 인간에게는 신진대사 능력이 있어 유해물질이 신체에 침투해도 그것을 무해화하여 배출할 수 있다. 그림에서는 물질량이 증가함에 따라 신체에의 영향도 증가하여 결국에는 죽음에 이르는 상태를 표시하고 있다. 그러나 물질량이 적어지게 되면 신체는 정상으로 돌아온다.

여기에는 2개의 한계치가 표시되어 있다. 양이 적은 쪽이 일상생활 중에 가령 신체에 침투해도 회복 가능한 것이고, 양이 많은 쪽은 매일 근로 중에 침투해도 괜찮은 한계치를 나타내고 있다. 전자는 생활환경 기준농도라 불려지고 후자는 작업환경 등의 기준농도(허용농도라고도 함)라고 불려진다. 어쨌든 이들 기준치가 명확하면 이들 수치 이하가 되도록 각각의 환경을 유지하면 되는 것이다.



[그림 3] 환경에 의한 스트레스가 인체에 미치는 영향

[확률론적 안전의 예] 그러나 같은 유해성을 받아들여도 발암성의 경우는 모양이 상이하다. 발암성물질은 체내에 축적되는 양이 많을수록 발암율이 높지만, 아무리 적은 양이라도 수치는 낮지만 발암가능성은 존재한다. 이것이 위의 경우와의 차이점이다. 현재 사용되고 있는 기준 중의 하나는 평생 그 물질을 섭취한 경우 10만인에 1인 폴로 암이 되는 물질을 발암성

세계의 위험의식과 그 대응

물질로 보고 있다. 확률론적 안전에서 또 하나 자주 거론되는 것은 자동차 사고이다. 일본전체 도로 교통사고의 사망자는 연간 약 1만 명이다. 그러므로 사망확률은 10^{-4} /년이 된다. 이 수치는 매년 거의 변하지 않고 특히 교통사고 줄이기 캠페인이 맹렬히 전개되고 있지도 않으므로 국민이 암암리에 인정하고 있는 수치라고 생각할 수도 있다. 만약 이 수치가 사회적으로 허용된 수준이라고 하면 10^{-5} /년의 사회에 있어서는 자동차에 대해서는 충분히 안전한 사회라고 말할 수 있다. 이처럼 허용리스크가 결정되면 리스크가 그 이하의 상태에 있으면 안전한 것으로 취급한다. 리스크를 이용하는 사고방식과 절대안전의 사고방식은 안전에 대한 인식이 전혀 다른 것이다. 이처럼 리스크가 평가되는 것에 따라 안전수준이 명확하게 되고 노력목표도 확실하게 된다. 또 각종 리스크를 줄이는 대책도 제안할 수 있다. 절대안전의 사고방식과 비교하면 합리적이라고 할 수 있지 않은가!

[안전에의 노력] 안전은 하늘에서 떨어져 내려오지도 않고 땅에서 솟아나지도 않는다. 현대 공업화 사회에서는 리스크가 있는 것은 보통으로, 아무 노력도 하지 않고 안전이라고 하는 것이 오히려 이상한 것으로 취급된다. 안전을 획득하기 위해서는 지혜와 노력과 금전이 필요하다. 더구나 최근처럼 개혁의 속도가 빠른 때에는 비록 한때 어떠한 안전수준에 도달해도 그것이 계속된다는 보장은 없다. 안전을 확보하기 위한 활동에는 끝이 없고 영원한 활동이 요구된다. 이것이 안전의 본질적인 속명인 것이다.

[기술자의 이론] 수년동안 많은 사고와 재해로 인해 기업과 행정의 이론결여가 지적된 예가

많다. 이것은 기술자의 이론과도 상통하는 중대한 문제이다. 미국의 전문기술자(Professional Engineer)협회는 자신들의 기본강령에서「기술자는 그 전문직의 의무를 수행함에 있어서 공공의 안전, 건강 및 복리를 최우선으로 하도록」이라고 요구하고 있다. 그리고 상사가 이론에 위배되는 것을 요구할 때에는 저항하도록 하고 필요하면 직접 경영자에게 호소할 것을 권고하고 있다. 그러나 우리가 그렇게까지 해서 이론을 지켜야 할 것인가는 생각해 볼 문제이다.

[보통국가의 안전] 일본의 안전신화는 이미 붕괴되어 보통국가가 되었다. 보통국가라고 하는 것은 안전과 물이 공짜가 아닌 나라를 말한다. 최근에는 수질오염이 심해지고 수돗물을 먹을 수 있었던 시대는 지났고 유료가 아니면 물, 그 자체를 먹을 수 없게 되었다. 이미 보통국가가 되었다는 뜻이다. 이러한 나라에서 안전을 유지하기 위해서는 ①우선 대처할 수 있는 것에는 철저한 대처를 ②그것이 불가능한 것에는 예측과 리스크 관리를 철저히 하고 ③독립 다중방호 시스템을 정비하여 피해를 극소화 할 필요가 있다. 그리고 ④막대한 비용을 들여 안전을 위한 노력을 할 필요가 있다. ⑤이렇게 하여 자본을 투자하고, 노력을 지불하여 얻은「안전」이야말로 진정한 안전인 것이다.

2. 리스크 어세스먼트

지금이야말로 리스크를 평가하고 안전을 우선시하여 획득한 시대이다. 여기에서는 리스크 어세스먼트에 대하여 생각해 보고자 한다.

[Hazard와 리스크] 우리가 보통 위험이라고 부르는 것은 Hazard인 것이다. 이것은 인체에

의 위해와 재산손실에 대한 잠재적인 위험을 지칭한다. 그러므로 위험이라고 하는 것은 단순히 「우려」에 지나지 않고 어느 정도로 현재화 되는가는 명확하지 않다. 이에 반해 리스크는 (Hazard가 발생하기 쉬운 정도)×(Hazard의 크기)로 정의된 것으로 위험이 정량적으로 평가된 것이다. Hazard가 어느 정도로 구체화, 현실화 되는지 알 수 없고 극히 애매한 것인데 반해 리스크는 정량적으로 가치가 주어진다. 그러므로 리스크를 감소시키기 위한 수단과 목표치를 설정할 수 있으므로 구체적인 안전활동이 가능하다. 「절대안전」이라고 하는 애매한 목표 하에서는 이러한 활동은 불가능하다.

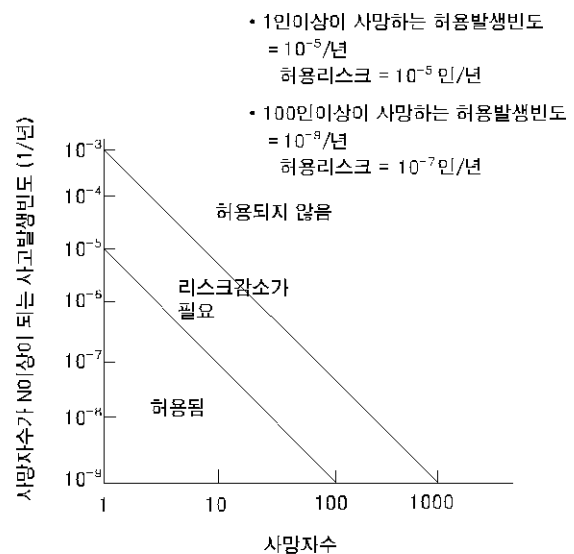
[리스크 어세스먼트의 절차] 리스크 어세스먼트의 절차는 다음과 같다. ①리스크의 목표를 설정한다. ②Hazard를 동정(同定)한다. ③사고발생확률을 산정한다. ④재해의 크기를 평가한다. ⑤리스크(개인리스크 / 사회리스크)를 평가한다. ⑥그 리스크가 허용될지를 판단한다. 허용된다면 목표달성인 것이다. ⑦허용되지 않는다면 리스크를 낮출 수 있는 대책을 세워 실행한다. ⑧이하, 이것을 반복한다.

[대표적인 리스크 어세스먼트] 지금까지 실시된 대표적인 리스크 어세스먼트에는 다음과 같은 것이 있다.

- ①1975년 미국 원자력시설의 원자로에 관한 안전연구(WASH-1400): FTA와 ETA를 체계화 함.
- ②1978년 영국 켄베이섬에서의 LNG시설 건설.
- ③1982년 네덜란드의 라인문드지역에서 화학플랜트 건설시의 리스크 어세스먼트 등

여기서 상기 ⑤항에서 언급했던 용어인 개인 리스크와 사회리스크를 설명해 두고자 한다. 우선, 개인리스크로 이것은 사고에 의해 플랜

트 주변에 살고있는 사람의 잠재사망률을 말하며 플랜트 주변의 지도상에서 등고선(등리스크선)으로 표시된다. 한편, 사회리스크는 사고에 의해 발생하는 사망자수와 그 피해를 발생시키는 사고의 발생빈도를 말하며 네덜란드에서의 일례로서 사고발생빈도(F)와 피해자수(N)의 관계가 그림4에서 F-N곡선으로 표시된다. 이 내용은 그림3에도 표시되어 있다. 또 개인사망률을 대상으로 한 안전기준으로서 역시 네덜란드의 예를 들면 연간 개인사망률 10^{-8} 이하로는 허용하지만 10^{-8} 이상으로는 허용하지 않는다. 그 동안은 개선을 하여 가능한 한 개인사망률을 낮추는 것이다.



[그림 4] 네덜란드의 리스크기준 예

3. 화학산업에서의 대사고와 그 후의 대응

화학산업이 발생시킨 대사고와 각국이 그 후 에 취한 대응을 생각해 보고자 한다.

[화학산업에서의 대사고] 1974년 영국 Flixborough에서 사이크로 핵산이 대량으로

세계의 위험의식과 그 대응

누설되어 폭발, 제어실에 있던 27명을 포함, 총 28명이 사망했다. 6개의 반응기 중에 1개에 구멍이 생겨 떼어낸 후 남은 5개의 반응기를 충분한 검토도 하지 않은 채 가배관으로 연결시켜 사용하였기에 이것이 파손되어 사고를 일으켜 5km 이상 떨어진 주민에게까지도 피해를 주었다.

1976년 이탈리아의 밀라노 근교의 세베소에서 소독제 제조과정에서 발생하는 부산물인 다이옥신이 대량으로 유출, 지역을 광범위하게 오염시켰다. 원인은 근로자가 퇴근시에 마무리를 소홀히 했기 때문이었고 피해자가 22만 명에 이르렀다. 직접 사망자는 없었지만 그 참사는 세계에 널리 알려졌고 이 토지에서 자란 풀을 먹은 가축 수만 마리가 사망하였다.

1984년에는 인도의 보팔에서 미국 유니온·카바이드의 인도 자회사에서 관리부실로 농약의 중간물질이 대량으로 방출되어 사망 2,500명, 부상자 20만 명에 이르는 화학산업 역사상 최악의 사고가 발생하였다.

1988년에는 북해유전의 굴착 플랫폼에서 화재가 발생하여 미처 대피하지 못한 167명이 사망하였다.

[사고후의 대응] Flixborough 및 세베소의 사고에 충격을 받은 EC(유럽 공동체, 현재 : 유럽 연합, EU)는 1982년 세베소지령이라 불리는 유해화학물질을 취급하는 화학공장 규제지령을 공포하고 이것을 한층 더 강화하여 1996년 세베소Ⅱ지령으로 공포하였다. 그 내용은 중대 사고방지를 위한 방침 책정/도미노효과의 고려/안전보고의 작성/시설·장치 등의 변경관리/긴급시 계획의 책정/사고후의 장치이다. 게다가 관청에는 물론이고 인근주민에게도 공개되는 안전보고의 내용으로 다음 사항이 요구되

었다. 안전관리 시스템/시설의 정보/설비의 정보/리스크 분석과 예방법/사고의 극한화 대책, 그리고 조직과 그것을 구성하는 인원/중대사고에 대한 인식과 평가/시설과 장치의 조업관리/프로그램과 인사이동을 포함한 변경관리/리스크 감소목표의 달성도 관리/안전활동에 대한 감사와 반복 등이 포함되었다.

[영국에서의 대응] Flixborough 사고 후 영국은 화학산업에 대한 규제를 HSE(건강안전청)으로 일원화하여 성과를 거두고 있다. 1974년 정부는 ALARP의 개념을 제시하였다. 이것은 공장의 리스크를 As Low As Reasonably Practicable(합리적으로 실행 가능한 한 낮게 한다)라고 하는 것으로 공장을 평가하여 ALARP 영역에서 이익을 얻을 수 있으면 받아들이고 그리고 도저히 허용할 수 없는 높은 리스크를 가진 영역이라면 수용하지 않을 계획이었다.

영국은 이것에 기초하여 완전히 새로운 발상으로 수립한 「안전기본법 1974」(HSW법)을 제정하고 또한 1982년 「위험유해물질 취급시설 신고규칙」(NIHHS규칙)을 시행했지만 세베소의 사고에서 EC로부터 세베소지령이 발령되지 않았기에 이것을 변경하여 「공장의 중대사고 재해억제 규칙」(CIMAH규칙)을 1984년에 제정하였다.

[미국에서의 대응] 미국에서는 보팔에서의 사고를 교훈 삼아 주민들의 요구를 받아들여 환경보호청은 「긴급시 계획 및 지역사회 알 권리법」을 1986년에 제정하였다. 이것은 SARA TitleⅢ로도 불리는 법률로 주민에게는 공장에 대한 알 권리가 있다는 것으로 사고/재해시에는 주정부가 개입하는 것을 주요내용으로 하고 있다.

안전·환경문제에 대응하는 것은 OSHA(노동안전건강국)과 EPA(환경보호청)이다. 전자는 주로 사업소내의 재해방지를 후자는 위험물질 유출에 따른 외부로의 영향방지를 각각 담당하고 있다.

OSHA는 1992년 Process Safety Management규칙(PSM)을 제정, 실시하였다. 여기에는 다음과 같은 항목이 규정되어 있다. ①종업원의 참가 ②Process 안전정보의 정비 ③Process 위험해석 ④운전매뉴얼 ⑤종업원의 교육·훈련 ⑥협력사와의 심사와 훈련 ⑦시운전 전의 안전확인 ⑧기기의 건전성 확보 ⑨화기작업허가 ⑩변경관리 ⑪사고조사 ⑫긴급시 대응 계획.

한편, EPA는 Risk Management Program 규칙(RMP)을 제정하여 실시하였다. 이것은 설비에서의 위험물질 유출에 따른 리스크 어세스먼트의 실시를 중심으로 하고 있고 화재, 폭발, Fireball, 독성가스 확산에 의한 영향을 대상으로 하고 있다. 기업에 ①실행에 직면한 관리시스템 ②Hazard Assessment의 실시 ③사고방지 프로그램 ④긴급시 대응 프로그램의 책정을 요구하고 또한 1996년에 Hazard Assessment를 실시할 것을 요구하였다. 그 내용은 위험물 시설을 최악의 경우를 상정하여 외부로의 재해 영향 범위를 유출량(용기와 배관내의 전체량), 수립한 안전대책, 풍속 1.5m/s, 대기안정도 : 안정, 유출높이 : 지상, 대기온도 : 과거 3년 간의 최고온도로 할 것을 요구하고 있다.

[플랜트 안전에 대한 미국 민간 단체의 대응] 미국에서는 상기의 규제 이외에도 민간단체에 의한 각종 지침이 발표되고 있다.

1985년 미국 화학공학회가 「화학공정안전센터」(CCPS)를 설립.

1988년 미국 석유학회에서 공정위험에 대한 지침발표.

1989년 CCPS에서 같은 지침발표

1990년 업계 단체에서 공정안전규칙 발표

1993년 CCCP 안전 감사지침 발표

[아시아에서의 리스크 어세스먼트] 아시아에서는 한국이 1996년 OSHA의 PSM규칙을 가장 먼저 도입하여 법제화하였다. 또 말레이시아에서는 같은 1996년에 영국의 CIMAH규칙을 도입하여 법제화하였다.

[EPA의 Hazard Assessment에서의 한계치] EPA는 각 재해모드에서의 어세스먼트의 결과와 허용 한계치로서 다음의 내용을 제시하고 있다.

1) 폭풍압 : 1 psi

2) 방사강도 : 5kW/m² 30분

3) 유해가스 : 물질마다 규정

이것들을 대상으로 하는 것은 학교, 병원 같은 공공시설과 주택, 조수보호구역이나 수원 같은 환경보호 대상물이다.

[일본에서의 대응] 일본에서는 1973년부터 1975년에 걸쳐 석유콤비나트에서 사고가 빈발하였다. 1974년 고압가스보안협회는 「콤비나트 보안·방재기술지침」을 발표하였고 1975년에 정부는 「석유콤비나트등재해방지법」을 제정, 시행하였다. 1976년에는 노동성이 「화학플랜트에 관계된 Safety Assessment에 관한 지침」을 발표, 1978년부터 1983년에 걸쳐 통산성은 「콤비나트 지구의 방재 Assessment」를 각지에서 실시하였다. 1994년 소방청은 「석유 콤비나트 방재 Assessment의 책정지침」을 발표하였고 2000년에는 「석유 콤비나트 방재 Assessment 지침」을 발표하였다. 2000년에 노동성은 「Safety Assessment지침」을 개정하였다.

4. 결론

지금까지 안전과 위험 또는 리스크의 정의를 소개하고 유럽, 미국과 일본이 재해방지에 관해 어느 정도 대응하고 있는지에 대하여 살펴보았는데 리스크 어세스먼트를 수행하고 그것을 리스크 매니지먼트로 발전시키는 것이 주류가 되고 있다.

여기에서 현재 유럽·미국·일본의 리스크 어세스먼트의 현상을 간단하게 정리해 보면 다음과 같다.

- (1) 유럽 : 정량적 리스크 어세스먼트가 요구된다. 플랜트의 신규 입지시에 사업자 스스로가 허용수준 이하인 것을 입증한다.
- (2) 미국 : 최악의 사례로 사업자가 결정론적으로 재해를 상정하여 그것에 기초한 플랜트의 안전화, 긴급대책을 책정한다.

(3) 일본 : 행정의 콤비나트 지구 전역을 대상으로한 방재 어세스먼트를 실시하여 방재계획에 반영시킨다. 주민에게는 반드시 정보가 제공되지는 않는다.

본래 리스크 어세스먼트라고 하는 것은 리스크를 예견하여 사전에 대책을 실행해야 하는 것이지만 현실은 역시 사후수습형 대책이 되고 있다. 이것을 어떻게 하면 사전대비형으로 할 수 있는가가 문제해결의 관건이다. 원래 리스크를 다루는 것은 신의 영역이다. 그러나 현재와 같이 리스크를 인간이 평가하여 제어할 수 있도록 되면 이것은 정말로 신들에게의 반역이 될 것이다. 우리들이 정말로 리스크를 제어하여 무사고, 무재해 사회를 실현할 수 있을까? ☹

— フェスク(2002.2)

— 번역: 경영기획부 대리 유성기

| 위험관리정보회원 신규 가입자 명단 (가입기간 : 2001.10 — 2002.4) | | | | | |
|---|-----------|------------|-------|-----------|------------|
| 회원번호 | 가입일자 | 회 원 명 | 회원번호 | 가입일자 | 회 원 명 |
| G0956 | '01.10.30 | 조호성 님 | G0966 | '02.02.28 | 김백근 님 |
| J0035 | '01.11.08 | 이수삼 님 | P0523 | '02.02.28 | 대우자동차(주) |
| S0046 | '01.12.03 | (주)파라다이스 | P0524 | '02.03.13 | 명진기업 |
| P0519 | '01.12.10 | 태석개발(주) | J0036 | '02.03.14 | 한국소방안전협회 |
| G0957 | '01.12.12 | 민철기 님 | P0525 | '02.03.15 | 청암대학교 |
| G0958 | '01.12.28 | 윌로엘지팜프 | P0526 | '02.03.18 | 고려대학교 안산병원 |
| G0959 | '02.01.18 | 이정락 님 | P0527 | '02.03.18 | SK케미칼 |
| G0960 | '02.01.20 | 최진선 님 | G0967 | '02.03.20 | 김양수 님 |
| P0520 | '02.01.22 | (주)쌔스 | G0968 | '02.03.25 | 박흥훈 님 |
| P0521 | '02.01.22 | 손용준 님 | J0037 | '02.03.26 | 맹현철 님 |
| G0961 | '02.01.23 | 이정석 님 | P0528 | '02.03.26 | 신광산업 |
| G0962 | '02.01.25 | 황인주 님 | G0969 | '02.03.26 | 이영팔 님 |
| G0963 | '02.01.28 | 박성빈 님 | P0529 | '02.04.02 | 롯데월드 |
| S0047 | '02.01.28 | 팬아시아페이퍼 | G0970 | '02.04.12 | 홍경표 님 |
| P0522 | '02.01.29 | 삼성전자 구미2공장 | J0038 | '02.04.15 | 이영수 님 |
| G0964 | '02.02.05 | 하나은행 별관 | G0971 | '02.04.17 | 유안준 님 |
| G0965 | '02.02.18 | 박미라 님 | G0972 | '02.04.24 | 이기덕 님 |

♣ 위험관리정보회원 가입을 진심으로 축하드립니다 ♣