

火災와 機械工學的 側面에서 본 研究開發*

朴 伊 東**

I. 序言

전자매체나 인쇄매체를 통하여 화재가 발생한 사실을 알게되거나 혹은 불이난 현장을 본 사람들은 곧잘 “불은 정말 무서운 거야”한다. 혹은 홍수가 진 사실과도 곧잘 비교하여 “물이 무서우냐?, 불이 무서우냐?”고 물이나 불이나 할 것 없이 발생하면 무서운것은 틀림이 없다. 무서운 것은 두가지 모두 틀림이 없는데 물은 될 수 있는대로 낮은 곳으로 침수를 하여 피해를 주고 불은 위로 올라가면서 피해를 준다. 특히 불은 위로 올라 가면서 소각시키고 질식시키고 파괴시키는 이중삼중의 피해를 준다. 그런데 대부분의 화재를 진압시키는 것은 물이다. 언급한것과 같이 불은 위로 올라오려고 하고 물은 아래로 내려가곤 하는데 물은 불을 진압하는데는 기술이 있기 마련이다. 물론 불을 진압 하는데는 물만으로 하는것은 아니다. 물 이외도 공기를 차단시키는 화학적 방법등 여러가지가 있을 수 있다.

그러나 우리가 미국의 캘리포니아의 산악에서 화재가 발생한 것을 소방비행기를 동원하여 소방용수를 살포하는 것은 TV를 통하여 자주보곤 한다. 이와같이 국소적인 화재를 제외하고는 대형화재나 개방된 화재에는 98%가 물을 사용할 수 밖에 없다. 뿐만 아니라 물은 상비로 준비가 쉬워서 인체에 무독성이기 때문에 취급이 언제나 용이할 수 있도록 소방차에 만차를 하고 기다린다.

이와같이 물과 불은 우리인간에게 아주 유용하면서도 언제나 재앙을 줄 수 있는 요소이기에 우리 과학에서는 많이 연구를 하고 있다. 특히 눈자는 수질분야가 아닌 물의 이용분야를 좀 공부를 하고 있기 때문에 화재에 이용되는 소방용수의 이용방안에 대하여 관심이 있게 되어 이와같이 발표할 수 있는 기회가 주어진 것 같다. 언급한 것과 같이 소화나 소방에 물만이 이용되는 것은 아니고 화학적, 전기적 및 기계장치 등 여러가지 방안이 있겠으나 여기서 기계공학적인 측면이라고 제안 하였기에 기계공학적인 측면에서 주로 취급되어야 할 관련 연구분야에 관하여 언급하고자 한다.

II. 研究開發

우리나라에서는 화재나 소방목적의 연구개발이 거의 진행되어지고 있지 않은 것으로 알고있다. 적어도 기계공학측면에서의 연구개발은 눈자가 알고있는 범위에서는 전무한 것으로 알고 있다. 물론, 기계공학 분야가 아닌 다른분야에서는 연구개발이 진행되고 있을 수 있다.

특히 여기서 언급하고 싶은 것은 공학적, 즉 과학기술적인 측면에서의 연구가 과학자만이 수행되어야 한다는 오해이다. 공학 내지는 기술이란 학자만의 독무대가 아니다. 장비를 이용하는 자는 언제나 그것을 다루고 있는 한은 기술자이고 공학자라고 제안한다. 그런데 우리나라에서 화재가 발생하면 수사당국에서는 발생원인만 조사하고 그것도 인위적인 발생원인만 조사하고 수사를 종결짓기가 일수이다. 그러나 물적 손실을 수반하는 인명피해 등의 화재나 재해는 물리적인 원인과 대책을 연구

* 本稿는 1991. 4. 3 科學技術會館 2層 會議室에서 本學會의 第17回 學術講演會에서 發表한 것임.

** 成均館 大學校 機械工學科 教授 · 工博, 本學會 副會長

하여야 마땅한 일이다. 특히 화재발생요인을 많이 간직한 정유및 석유화학공장 등에서는

화재 발생을 공개적으로 연구하지 않고 그대로 종결짓는 사례가 많다고 들었다.

여기서 공개적으로 연구개발이 되어야 할 기계공학분야와 연계되는 몇가지 연구분야만을 열거해보면 다음과 같은 것으로 집약이 될 수 있을 것이다.

1. 소화 Pumping System
2. 고층건물과 저층건물 용소화장비
3. 소화용수의 특성(온도)
4. 화염 pattern
5. 바람의 영향
6. Pipe내의 유동특성
7. Valve류의 작동문제
8. 기계설비 문제와 각종소화장비
9. 소화시의 오염과 인명피해문제

위의 연구분야에 다음과 같은 설명을 추가할 수 있다. 즉

○ 소화 Pumping System 연구

소화용수를 압력을 높여서 고압력으로 소화용수를 공급할 필요도 있을 것이고 저압력으로 압력보다 물의 양 즉 소화용수를 많이 공급할 필요가 있을 것이니 그것을 구분해서 Pumping System을 개발하여야 한다. 현재는 화재 만 발생하면 Pumping System을 고려할 필요도 없이 소방용수를 공급만 하면 되게 되어있으나 System을 연구개발 하면 소화효율도 올릴 수 있고 또한 소화용수도 절약할 수 있다.

뿐만 아니라 소화용 hose의 연결방법 또한 연구 대상이 된다. hose에 대한 재질은 여기서 논하지 않고서도 연결 방법이 소화용수의 공급에 많은 영향을 주고 있다. 이는 hose내를 유동하는 소화용수가 hose내에서 마찰등으로 인하여 압력강하를 유발하며 이는 Poiseuille유동이되기 때문에 장시간 Pumping하기에는 역시 문제가 생길 수 밖에 없다. 이것도 일정한 장소에 고정시켜서 Pumping하는것이 아니고 소방수가 이동시켜 가면서 사용해야 하니 더욱더 연구가 필요하다.

○ 고층건물과 저층건물용 소화장비 연구

현재 한국에서 사용하고 있는 소방용장비는 고층건물용이나 저층건물용이나 별로 차이나는 것은 없고 단지 고층건물에는 고가 다리를 이용하는 것으로 알고 있다. 부가해서 고층건물용으로는 헬기를 동원하여 소방용수를 살포하는 외에는 별다른 차이가 없다. 그러나 엄밀히 말하면 고층건물에는 소방용수의 속도는 낮고 차라리 압력이 높은 소방용수가 필요한 반면, 저층건물에는 압력이 낮고 비교적 소방용수의 속도가 높아져 소방용수의 양이 많은 것이 필요한데 이것도 구별없이 그대로 사용하고 있는데 이것 또한 연구개발되어 소방차에 장착되어 있는 Pump가 고층건물용과 저층건물용으로 구분되어 직열연결과 병열연결이 가능하도록 되어야 할 것이다.

소방용 Pump의 진동 또한 문제된다. 소방차엔진의 진동과 Pump의 진동이 공진을일으키며 그 진동은 완전히 실패가 되어 버리는 상황이 된다. 이와같은 공진 이외에 소방 hose를 자주 이동시키기 때문에 맥동현상과 Surging현상이 발생하기 마련이다.

○ 소화용수의 특성(온도)연구

물론 이 연구는 국소적으로 제한된 공간의 소화용수의 연구가 되겠지만 극히 제한된 공간에 있어서는 소화용수의 온도조절이 소화에 지대한 영향이 있다. 미국의 경우 National Science Foundation (미국의 과학재단)에서 미국의 유명대학에 소방용수 온도조절에 연구비가 많이 지출되고 있다. 이는 두가지 경우가 있다.

첫째는 소방차에 항상 저온 소방용수를 준비하고 있는 경우와 화재경보를 통보받고 소방차를 시동, 출발하면서 소방용수의 온도를 극저온으로 급격히 냉각시키는 방법이다. 이는 또한 냉각수의 높은 밀도의 물을 Pump하여야 하기 때문에 역시 Pumping System의 연구가 병행되어야 한다.

○ 화염 Pattern연구

현재 미국에서 화재에 관한 연구중에서 가장 많이 연구하고 있는 연구 과제에 속한다. 이는 건물내의 화염 Pattern과 건물외의 화염 Pattern으로 구별된다. 건물내나 실내화염은 가연성 물질과

직접관계가 있으며 이는 제한된공간이기 때문에 화염의 발전단계가 층류, 천이, 난류의 순으로 이전되어 가기 때문에 이와같은 화염 Pattern에 맞추어서 소화작업을 하여야 할 것이고 또한 이 화염 Pattern 이 건물내 또는 실내에서 다른 구조물에 미치는 영향을 연구하여야 한다. 이는 구조물의 연소로 인하여 파급되는 영향이 대단히 크기 때문이다.

건물의 화염 Pattern 또한 가장 중요한 것은 다른 건물에 미치는 영향을 고려해야 하기 때문에 조속히 파악되어야 한다. 화염 Pattern에 따라서 다른 건물로 전파될 수 있는 대형화재의 요인이 되기 때문이다. 다음의 바람의 영향에서 언급하겠지만 화염 Pattern은 풍력과 풍량, 그리고 바람방향에 결정적으로 영향을 받지만 화염 Pattern은 화염 Source에 의해서 많은 변화를 하기 때문에 동시에 연구가 되어야 한다.

○ 바람의 영향 연구

이 연구는 전철의 화염 Pattern연구와 병행연구되어져야 하는 연구인데 불과 바람은 절대적인 인과관계가 있다. 화염 Source에서 화염이 발생하기만 하면 그 이후는 화염 Pattern에 결정적인 요소가 되는 것이 가연성물질과 공기 또는 바람이다.

물론 실내의 국소화재에는 바람보다 공기가 더 결정적인 요소가 되겠으나 실의 건물외나 산불등은 바람의 힘이 화염 Pattern과 화재의 규모를 결정하게 된다.

유전시설이나 정유시설이 많은 외국에는 그 시설의 배치를 결정함에 있어서 바람의 영향을 꼭 참작하고 있다. 이는 지난번 걸프전쟁때 이라크나 쿠웨이트의 정유및 유전시설의 화재를 보고 느낀 바있듯이 바람의 방향과 강도를 연구함은 화재와 아주 직결된다 하겠다.

○ Pipe내의 유동특성 연구

화재가 발생한 건물내의를 막론하고 Pipe내의 유동은 화재발생과 동시에 많은 변화를 가져오기 때문에 대단히 중요한 연구대상이 된다.

Pipe재질의 종류에 따라서 또는 Pipe내의 작동유체의 종류에 따라서 뿐만 아니라 정착된 시설물

등에 따라서 여러방면의 문제가 발생할 소지가 많다. 특히 화재라는 것은 일단 발생하면 고온을 유발시키는 사고이기 때문에 그 고온으로 인한 Pipe내의 작동 gas또는 액체가 2차적으로 변질, 변형을 가져오는 것은 물론이고 2차적으로 유발되는 많은 변화들을 동시에 연구해야 한다.

최근 미국의 MIT에서는 비단 화재로 유발된 Pipe내의 유동의 연구에 국한 하지 않고 기본적으로 Pipe내와 바깥사이의 온도차로 인한 급격한 유체의 압력및 속도변화 즉 수격작용에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 원자력발전소의 고온용 Pipe가 화재로 인하여 손상을 입거나 Pipe내외의 급격한 온도차로 유발되는 사고를 막기위한 연구가 미국 Electric Power Research Institute(통칭 EPRI)에서 진행되고 있다.

특별히 화학공장등의 Pipe에서는 인체에 유해한 유체가 유출될 수 있기 때문에 특별한 주의를 요할 뿐만 아니라 그 gas나 액체가 가연성인 경우는 보다 더 큰 대형 화재를 유발 할 수 밖에 없는 아주 중대한 원인이 되는 것이다.

○ Valve 작동 연구

물론 전술한 유독유체의 유출을 방지할 수 있는 자동 Valve등이 장치되어 있기는 하지만 그 자동 Valve들이 화재가 발생하면 그 작동도 한계에 이르게 된다. 그러나 이와같은 Valve들이 그 한계에 왔을때 충분히 그 한계를 극복할 수 있도록 개발되어야 한다. 물론 현대화된 공장에서는 비상 Bell이나 Warning System을 통하여 사전에 예방할 수 있도록 개발되어 있으나 아직까지 개발의 여지가 많음은 자타가 인정하고 있다.

비상이나 안전목적으로 장착되어 있는 Valve들이 명실공히 비상이나 안전목적으로 작동유체의 유출이나 기계 작동등에 제동을 걸리게 작동되는 역할외에도 Pipe내의 유동의 급격변화를 제어하고 고온에도 견디어내어 Pipe내의 유동을 자동 정상화하는 연구도 병행되어야 한다.

○ 기계설비 문제와 각종소화장비

현대 건물에는 공기조화 장치나 냉동장치가 장치되어 있음은 물론이고 냉동공장등에는 Ammonia

나 Freon gas 등을 많이 사용하고 있는 반면 이 설비들이 화재가 발생하면 큰 영향을 줄 수 있는 요소가 되기 때문에 연구의 대상이 된다.

그리고 현재 개발된 각종 소화 장비가 많이 있기는 하지만 위에서 언급한 바 있는 화염 Pattern을 고려한 연구가 필요하며 계속 개발할 여지가 남아 있다. 예를 들면 Spinkler의 설치위치와 그로부터 분사되는 분사 Jet각도 등이 새롭게 연구되어야 할 대상이다. 비단 건물내나 실내의 소화장비 뿐만 아니라 소방차를 포함 소화용 Pump나 소화전 등의 연구도 그 일부가 된다.

○ 소화시의 오염과 인명피해문제

오염이나 인명피해문제는 여기에서 다루어야 할 내용은 아니지만 소화 때문에 오염이 더 발생하고 인명피해가 더 많이 생기지 않도록 최소화 할 필요가 있다. 최근 지구 온난문제, 오존층파괴 및 공해문제 전세계가 그 억제정책이나 연구개발에 전력을 경주하고 있는데 화재때문에 발생하는 환경오염을 최소화할 수 있는 연구도 병행되어야 한다.

그리고 인명피해 문제는 소방수를 포함해서 어떠한 인명도 피해를 입어서는 안되겠지만 여기 언급하는 것은 소방장비 때문에 소방수의 인명피해가 있어서는 안되겠으니 소방수의 신체적인 피해를 입지 않도록 하는 소방장비가 개발되어야 되겠다고 강조하는 바이다.

Ⅲ. 結言

본론에서 언급한 것들이 모두 상식적인 이야기 같다. 그러나 상식적이고 사회의 정의에서 발상된 보편 타당한 내용들이 실현되고 있지 않음은 어느 사회에서나 마찬가지다.

더욱이 우리나라 사람들은 더하다. 미국 사람들은 자동차를 몰고 가다가 고장이 나면 본인이 직접 고장원인을 확인하고 손질하려고 한다. Radio나 TV도 마찬가지다. 그러나 우리나라 사람들은 우선 자기는 손을 떼고 수리소에 연락한다. 이는 여러가지 이유나 유래가 있겠으나 기계 문명이 발전된 오늘날에는 기계 다루는 사람이 직접 Engineer가

되는 마음가짐으로 그 기계를 다루어야 한다. 우리나라도 이와 같은 상식적이고 사회정의의 보편적인 통념으로 접근되고 있음은 희망적이라고 하겠다.

물론, 본론에서 필요하다고 지적한 연구개발 내용들이 필요 없을 수도 있다. 이 필요 없을 수 있다는 것은 사고예방을 100%하여 화재를 100% 예방할 때의 발상이다. 그렇다고 화재예방을 100%하는 연구가 선행되어야 하지 않겠느냐는 반문이 생길 수 있다. 당연히 사고예방을 100%해야 한다는 목표를 가지고 연구개발도 하여야 한다. 그러나 첨단예방 장비가 개발되지 않고 기존의 예방장비로서 예방을 잘하기 위해서는 훈련의 반복만이 필요할 뿐이다. 화재발생 이후의 피해를 최소화 하는데는 과학기술을 기본 바탕으로 하는 소방관계 장비의 연구개발만이 선행되어야 한다. 물론 화재발생 후에도 피해를 최소화 하는데는 교육훈련도 큰 몫을 차지하나 그는 어느 한계가 있게 마련이다.

위에서 연구개발의 방법론은 언급하지 않고 단지 연구개발의 필요성의 문제만 제기했을 뿐이다. 여기서 지적한 연구개발의 내용들이 기계공학분야에 국한한 것처럼 되었으나 사실은 기계공학분야에만 국한된 것이 아니다. 기계 공학분야의 연구를 진행하기 위해서는 전자공학, 전기공학, 구조역학, 신소재 그리고 자동화장비등의 첨단기술의 지원이 없이는 절대로 이루어지지 않은 것이며 그들의 관련 연구도 병행되어야 한다.

화재진압이 잘되지 않으면 소방관계부처는 무엇을 했느냐고 질책을 하고는 그대책으로 소방관의 약간의 증원으로 해결을 해 왔는데 이제는 그와 같은 해결방법을 탈피하여 인원의 증가와 비례하여 최신의 소방장비를 갖추는데 예산을 아끼지 말아야 할 것이다. 이 최신의 소방장비를 계속해서 외국에서 도입 할 수만은 없다. 이 최신의 소방장비를 개발할 수 있는 우리 과학자의 인적자원은 국내에 충분히 있으니 기초공학적인 연구에서부터 첨단소방장비에 이르기까지 개발할 수 있도록 적극 연구비에 투자할 것을 권한다. 그렇게하여 우리도 소방장비와 기술을 자립화 및 최신화하여 화재로 인한 피해를 극소화하여 복지사회를 이룩 하는데 일익을 담당할 뿐아니라 더 나아가서 외국에 수출하여 외화 획득의 기회까지 되었으면 기대한다.