

캐나다 국립연구원(NRCC)탐방기

노호성 / 이화학시험실 연구원

1. 머리말

97년 10월 26일 ~ 11월 2일 사이에 연수한 캐나다 국립연구원(NRCC: National Research Council of Canada)의 간단한 소개와 그곳의 일원인 건축연구소(IRC: Institute for Research in Construction)내 화재시험소(NFL: National Fire Laboratory)에서 수행하고 있는 Fire Risk Management Program 연구업무에 대해서 쓰고자 한다.

2. NRCC 에 대한 소개

NRCC(National Research Council of Canada: 캐나다 국립연구원)은 1916년에 설립되어 1930년대 초까지 정부 자문기관으로 활동했으나 2차대전 동안에 연합국 승리를 위해 연구, 개발업무를 수행하면서 급속히 성장했다. 1950년대와 1960년대에는 과학 기술 분야의 확장에 기여 했으며, 1970년대와 1980년대에는 산업시설에 도움을 주는 연구에 초점을 맞추어 중요한 역할을 하였다. 80년대 중반에는 기술발전과 부가가치 창출을 위해 전략적 제휴를 맺는데 중점을 두고 있다. NRCC의 역할은 과학과 기술 활동, 수행 그리고 연구 개발에 투자, 전문 지식을 발전시키는 데 있다. NRCC의 연간 예산은 약 6억 캐나다 달러의 연간 수입을 포함, 약 40억 캐나다 달러이다. 근무인원은 4000명 가량 된다. NRCC의 연구소 및 기술 센터는 캐나다 전역에 위치하여 있으며

약 16개의 연구소가 11개 지역에 위치하고 있다. 또한 CISTI(Canada Institute for Scientific and Technical Information), NRC Research Press, IRAP(Industrial Research Assistance Program), CTN(Canadian Technology Network)이 있어 수 천명의 고객에게 도움을 주고 있다. 특히 NRCC는 자국내 산업체들의 경쟁력 강화를 위해 다양한 분야의 연구개발을 전략적으로 지원하고 있는데 그 분야는 다음과 같다.

- 생물학(biotechnology)
- 건설(construction)
- 정보통신(information & telecommunication)
- 제조(manufacturing)
- 항공우주 연구(aerospace research)
- 해양개발(offshore development and ocean engineering)

- 측정 기준(measurement standard)

그중 화재와 관련있는곳은 건설연구소(Institute for Research in Construction)내의 화재시험소(National Fire Laboratory) 인데 그곳의 연구 업무를 알아보고자 한다

3. 주요 업무

- Fire Risk Management Program

현재 캐나다 국립연구원(NRCC) 건축연구소(IRC)내 화재시험소(NFL)에서 진행중인 Fire Risk Management Program은 능동적 방화(Active

Fire Protection) 연구, 건축내화(Fire Resistant Construction) 연구, 사무실과 주거용 건물에 대한 화재안전(Fire Safety Performance for Office and Residential Buildings) 연구, 공장건물에 대한 화재안전(Fire Safety Performance for Light Industrial Buildings) 연구의 4개의 분야로 나뉘어 연구업무가 수행되고 있으며, 이를 통하여 화재평가의 방법론에 대한 캐나다의 National Building Code 제정을 위한 기초자료의 제공, 공장 및 일반 건축물의 화재안전에 대한 비용 절감 및 환경친화적 기술의 제공, 화재피해비용의 최소화를 위한 기초이론 및 기술적 방법의 제공 및 이에 대한 기본자료들을 Canadian Fire Centre에 제공하여 정리하는 것을 목적으로 하고 있다. 또한 각 분야에 있어서 캐나다 산업체 및 학계, 해외 유사기관 및 연구소와의 연구협력도 활발하게 진행되고 있다. 각 분야에서 기수행 및 현재 진행중인 주요 연구업무는 다음과 같다.

1) 능동적 방화 (Active Fire Protection) 연구 분야

(1) 주요 연구진

Andrew K. Kim, Ph.D - Senior Research Officer
Joseph Z. Su, Ph.D - Research Associate

(2) 주요 수행 연구

□ 화재확대시 스프링클러 수막작용에 의한 유리창호의 방화대책 연구

화재발생시 유리창호 등에 대한 연소확대 및 파괴를 방지하기 위하여 스프링클러에 의한 수막형성을 통하여 화재시 온도상승 및 열 작용을 억제하여 연소확대 및 파손을 방지하기 위한 연구로 화재시 각유리부재에 대하여 각기 다른 열전도율의 차이로 인한 파괴 및 다른 재료와 맞닿아 있는 유리부재에 있어 각 재질에 따른 상이한 열전달 현상으로 인한 유리창호의 파괴가 우려되므로 이를 방지하기 위하여는 화재초기에 있어 유리창호 부분에 수막형태로 일정한 비율로 충분한 살수량을 제공할 필요가 있는데, 이를

위한 효과적인 스프링클러 시스템의 개발을 위한 시험장비 및 시험방법을 조사하며, 이를 통한 단일 및 다중 스프링클러 시스템에 의하여 보호할 수 있는 최대한의 유리창호 크기, 살수되는 물의 양 및 살수비율, 적절한 살수 형태 등을 결정하고자 하는 것을 연구의 목적으로 하고 있다.

□ FTIR, GC/MS를 사용한 가스 측정 및 화재역 제시함에 있어서의 Ion Selective Electrode Methods에 대한 연구

할로젠 가스를 사용한 실제 화재진압에 대한 실험연구로 FTIR(Fourier Transform Infrared) 기술을 사용하여 가스성분과 발생량 등을 실험중에 모니터 하며, 실험후 GC(Gas Chromatography) 및 MS(Mass Spectroscopy), ISEs(Ion Selective Electrodes)를 이용한 가스의 분석을 통하여 이들 결과와 FTIR의 실험결과를 비교분석하여 적절한 가스 샘플링 방법과 가스측정과 분석에 있어서 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있는 장비의 선택을 연구의 목적으로 하였다. 현재까지의 연구 결과 FTIR 측정 방법은 화재시험중 복합적인 화학요소의 분석, GC/MC 측정방법은 유기적 성분의 분석에 효과를 나타내었으며, ISE 측정방법은 간단한 F과 Cl의 분석에서, 또한 GC/MC와 ISE 측정방법은 시험중에 있어서의 가스분석과 시험후의 측정, 그리고 제한된 데이터가 주어질 경우에 효과가 나타나고 있다.

□ HFC-227ea 와 HCFC Blend A를 사용한 실제 화재 실험연구

121㎡의 공간에 있어서 HFC-227ea와 HCFC Blend A를 사용한 실제 화재억제 현상에 대한 연구로 현재까지의 연구에서 12%로 압축한 HCFC Blend A와 7.6%로 압축한 HFC-227ea의 경우 위의 공간에서 효과를 나타냈다. 실험에서 발생한 주요한 성분으로 HCFC Blend A, HFC-227ea에서 HF(Hydrogen Fluoride), HCl(Hydrogen chloride)가 있으며, 가스발생량은 성분의 압축비율, 가스 방출시간 그리고 화재규모에 영향을 받고 있음이 나타나고 있다.

□ 순환방출식 미세 물분무 시스템의 성능향상에 대한 연구

할론가스의 대체 방안으로 제시된 미세 물분무 시스템의 성능평가를 위하여 화재 크기, 종류, 장소 등의 조건을 달리한 실제화재실험을 통한 연속방출식 및 순환방출식 미세 물분무 시스템의 성능비교평가를 실시하고 이를 통하여 순환방출식 미세 물분무 시스템이 소요시간과 물분사량에서 화재진압의 효율성이 높다는 결론을 도출하며, 시스템의 성능 향상을 위한 산소분사 비율의 증대 및 순환방식에 있어서의 기계적 혼합방식 등의 시스템의 성능향상방안을 제시하고 있다.

(3) 주요 관련 논문

- Andrew Kim: Protection of Glazing in Fire Separations by Sprinklers.
- Andrew Kim, Joseph Z. Su, Jack R. Mawhinney and Malgosia Kanabus-Kaminska: Full-Scale Fire Testing of HFC-227EA AND HCFC Blend A, by Sprinklers.
- Andrew Kim, Bogdan Z. Dlugogorski: An Effective Fixed Foam System Using Compressed Air.
- J. R. Mawhinney, B. Taber, J. Z. Su: The Fire Extinguishing Capability of Mist Generated by Flashing of Super-Heated Water.
- Zhigang Liu, Andrew Kim, Josep Z. Su: Improvement of Efficacy of Water Mist in Fire Suppression by Cycling Discharges.

2) 건축내화 (Fire Resistant Construction) 연구 분야

(1) 주요 연구진

- Mohamed A. Sultan, Ph.D
- Senior Research Officer
- Venkatesh Kumar R. Kodur, Ph.D
- Research Officer

(2) 주요 수행 연구

□ 고성능 콘크리트를 이용한 HSS 기둥에 대한 연구

고성능 콘크리트를 이용한 HSS 기둥의 문제점, 특히 내화성에 대한 문제점을 해결하기 위하여 보강재를 콘크리트에 혼합시켜 제작한 HSS 기둥의 내화성능을 시험하고 이를 이용하여 HSS 기둥의 내화설계를 위한 적절한 지침을 제공하는 것을 연구의 목적으로 하고 있다.

□ 내화재 피복 및 콘크리트 피복 처리된 철골기둥에 대한 연구

Malaysia UTM과의 공동연구로 진행중이며, 건축물에 사용되는 내화재 피복 및 콘크리트 피복 처리된 철골기둥에 대한 시험비용 및 소요시간의 절감을 위하여 이들 기둥에 대한 실제 내화시험을 실시하여 각각의 내화성을 평가하고 이를 기초로 내화재 피복 및 콘크리트 피복처리된 철골기둥에 대한 내화성 예측 프로그램을 개발하는 것을 연구목적으로 하고 있다.

□ 고성능 콘크리트의 내화성상에 대한 연구

고성능 콘크리트는 보통콘크리트와 비교할 때 그 강도의 우수성에도 불구하고 화재에 노출될 경우 콘크리트의 균열 및 심지어 폭발 현상이 발생하는 경우가 많으므로 이러한 단점을 보완하기 위하여 고성능 콘크리트 기둥의 내화실험을 통한 고성능 콘크리트 내화성 모델 개발에 필요한 기본 데이터 확보를 연구 목적으로 하고 있다.

□ 고성능 콘크리트 기둥성능 향상에 대한 연구

Taiwan NCTU와의 공동연구로 진행중이며, 고성능 콘크리트의 열적·기계적 성능의 향상을 위한 시험체를 제작하고 이에 대한 평가시험을 실시하여 이를 통한 고성능 콘크리트 기둥의 물리적 연산식을 산출하고 이를 통한 컴퓨터 모델의 개발을 목적으로 하고 있다.

□ 철제 및 목재 스티드 벽체에 대한 내화성능도

델에 대한 연구

현재 캐나다에서 건축물의 칸막이 벽으로 널리 사용하고 있는 철제 및 목재 스테드 벽체에 대한 내화성 시험에 대한 소요비용 및 시간의 단축을 위하여 철제 및 목재 스테드 벽체에 대한 재하 및 비재하 내화시험을 통하여 이들 벽체의 내화성능을 예측하기 위한 수학적 모델을 개발하고 이를 통하여 궁극적으로 이에 대한 컴퓨터 예측모델의 개발을 연구목적으로 하고 있다.

(3) 주요 관련 논문

- V. K. R. Kodur and T. T. Lie: Evaluation of Fire Rectangular Steel Columns Filled with Fibre-Reinforced Concrete, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 24, No. 3, 1997.
- V. K. R. Kodur: Behaviour of High Strength Concrete-Filled Steel Columns Exposed to Fire, Annual Conference of Canadian Society for Civil Engineering.
- T. T. Lie, D. C. Stringer: Calculation of the Fire Resistance of Steel Hollow Structural Section Columns Filled with Plain Concrete, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 21.
- Mohamade A. Sultan: A Model for Predicting Heat Transfer through Non-insulated Unloaded Steel-Stud Gypsum Board Wall Assemblies Exposed to Fire, Fire Technology, Vol. 32, No. 3, 1996.

3) 사무실, 주거용 및 공장 건물에 대한 화재현상 연구(Fire Safety Performance for Office, Residential and Light Industrial Buildings)

(1) 주요 연구진

David Yung, Ph.D - Head

George Hadjisophocleous, Ph.D
- Senior Research Officer

Gary D. Lougheed, Ph.D
- Senior Research Officer

(2) 주요 수행 연구

□ FiRECAM™ 개발 연구

건물내 거주자의 안전과 건물에 대한 화재안전대책에 필요한 비용 및 화재시 발생하는 손해의 감소를 목적으로 NRC(National Research Council of Canada)내 Insitute for Research in Construction part중 National Fire Laboratory에서 2001년 까지 완성하고자 현재 개발중인 위험-비용 평가 프로그램인 FiRECAM™(Fire Risk Evaluation and Cost Assessment Model)은 기본적으로 예상되는 모든 화재현상에 대한 건물내 거주자의 안전 및 건물의 화재안전대책, 예상되는 화재로 인한 손실에 접근하는 것을 목적으로 하고 있다.

FiRECAM™의 기본개념은 예상되는 인명의 손실(ERL: expected risk to life) 및 예상화재비용(FCL:fire cost expection)의 두가지 결정요소를 기본으로 화재안전설계에 응용하는데 여기서 ERL은 1년마다 사망하는 인명의 예상치, FCL은 능동적·비능동적 화재안전비용, 능동적 화재안전시스템의 유지비용 및 예상되는 화재로 발생할 수 있는 손해비용 등을 총괄하는 개념이다. FiRECAM™에 있어서는 이 두가지 개념을 서로 분리시켜 적용하여 인명에 대한 손실을 금전적 개념으로 파악하는 위험을 감소시키고 이를 통하여 위험과 비용의 개념을 분리시켜 적용할 수 있도록 고려하고 있다.

기본적으로 FiRECAM™에서는 화재시나리오의 발생 가능성을 예측하기 위한 통계적 데이터와 시간에 의존하고 있는 화재확대 현상의 예측을 위한 수학적 모델을 사용하고 있다. 이러한 화재 시나리오들로부터 화재의 발전 속도 및 피난요소들이 계산되어 이에 따라 인명에 대한 위험도가 산출되게 된다. 하나의 화재시나리오의 발생가능성에 의하여 복합적으로 발전한 화재시

나리오에서 산출된 인명에 대한 위험도는 결과적으로 그 발생 시나리오에 대한 위험도의 평가를 가능하게 하며 궁극적으로 그 건물에 있어서의 화재에 대한 모든 위험요소를 평가할 수 있게 한다.

현재 개발중인 FiRECAM™은 현재는 프로그램의 기초연구에 이어 아파트와 사무실 건물에 대한 실제응용단계에 이르러 있으며, 앞으로 다른 종류의 건물에 적용할 수 있도록 개발중이다.

□ 아파트 화재시 거주자의 반응모델에 대한 연구 (FiRECAM™ 부속 모델)

FiRECAM™에 대한 부속 모델로 주거용 아파트 화재시 거주자의 반응에 대한 기본 정보를 제공하기 위한 목적으로 개발중. 본 모델의 경우 화재진행모델(Fire Groth Model)에서 얻어지는 각 화재 단계에 대한 자료를 기초로한 PIA 과정에 의하여 분석이 진행되며 이를 통하여 화재시 건물내 거주자가 피난 등의 행동을 취하기 전까지의 반응 정보와 피난행동전까지 지연되는 시간에 대한 정보의 제공 등이 목적이다.

□ 화재시 연기유동성 모델에 대한 실험연구 (FiRECAM™ 부속 모델)

FiRECAM™에 대한 부속 모델로 다층 건물에 있어서 화재시 연기위험도를 산출하기 위한 단순 컴퓨터 모델의 정확성을 파악하기 위하여 NRCC내 smoke tower(10층)에서 실제 화재실험을 실시한 결과 연기유동 모델에서 산출된 데이터와 실제 실험결과가 서로 근접하다는 결론을 도출하고 있다

□ 아파트 및 사무실에 대한 화재진행 모델 연구(FiRECAM™ 부속 모델)

아파트 및 사무실의 화재시 화재진행상태를 도출하기 위한 1차원 컴퓨터 모델로 산소소소의 조건에 따른 화재의 특성과 공간규모에 따른 화재성상의 파악도 가능한 FiRECAM™의 부속모

델로 개발중. 또한 현재까지 진행된 연구결과에 의하면 다양한 화재시나리오하에서 CO, CO₂의 위험도 및 화재특성 등의 파악도 가능하다.

□ 아트리움의 연기배출 효율성 모델에 대한 연구

기존의 연기배출 효율성의 조사연구 및 실험에 의한 데이터와 표준 연기유동 식에서 산출된 데이터. 그리고 컴퓨터 모델링에 의하여 산출된 데이터와의 비교 분석을 실시하여 이를 통한 아트리움의 연기배출 시스템의 효율성 모델을 제작하고 이를 통한 이들 시스템의 설계에 필요한 지침을 제공하는 것을 연구의 목적으로 하고 있다.

□ 스프링클러 설비를 갖춘 사무실 건물의 화재 규모 산출에 대한 연구

스프링클러 설비를 갖춘 일반적인 사무실 건물에서 스프링클러 시스템에 의하여 보호될 수 있는 화재의 상황 및 규모 등을 조사하고 이를 기초로 하여 실제 화재 실험을 실시하여 화재은 도상승 및 CO 발생의 억제 등에 필요한 적절한 스프링클러 시스템의 설계조건을 제시하고 자유 배치된 사무실 공간에 있어서의 연기발생 및 유동에 대한 각종 화재시나리오의 검토를 통하여 일정 공간에 대한 연기통제 시스템에 있어서의 스프링클러 시스템의 적용성을 파악하고 있다.

□ 스프링클러 설비를 갖춘 사무실 건물에 대한 실제 화재실험 연구

스프링클러 설비를 갖춘 일반적인 사무실 건물에 대한 화재특성의 파악을 위하여 3m×3m 크기의 공간에 1.2m 높이의 칸막이를 설치하고 책상, 의자, 테이블, 서류함 등의 사무집기를 비치한 사무실 공간을 제작한후 7번의 실제 화재실험을 실시하여 이를 통한 화재규모 따른 여러 가지 요인들이 미치는 영향 및 스프링클러 시스템의 작동효율 등을 조사하며, 또한 화재시나리오에 따른 사무집기의 종류 및 배치 등에 의한

화재상황의 변화와 이에 따른 스프링클러의 작동 상황 그리고 스프링클러의 작동시간 및 온도 감소율, CO 발생분포와 연기유동에 대한 파악도 시도하고 있다.

(3) 주요 관련 논문

- D. Yung, G. V. Hadjisophocleous, G. Proulx, J. k. Richardson : A Description of the Probabilistic and Deterministic Modelling used in FiRECAM™.
- D. Yung, G. V. Hadjisophocleous, G. Proulx : To Use of FiRECAM™ to Identify Cost-Effective Fire Design Option for a Large 4-Storey Office Building.
- Akihiko Hokugo, David Yung, George Hadjisophocleous : Experiments to Validate the NRCC Smoke Movement Model for Fire Risk-Cost Assessment.
- George Hadjisophocleous, David Yung : Parametric Study of the NRCC Fire Risk-Cost Assessment Model for Apartment and Office Buildings.
- David Yung, George Hadjisophocleous : A Model for Calculating the Probabilities of Smoke Hazard From Fires in Multi-Story Buildings, Journal of Fire Protection Engineering, No. 4(2), 1992.
- H. Takeda, David Yung : Simplified Fire Growth Models for Risk-Cost Assessment in Apartment BuildingsFOR., Journal of Fire Protection Engineering, No. 4(2), 1992.
- Gary D. Lougheed, George Hadjisophocleous : Investigation of Atrium Smoke Exhaust Effectiveness.
- Gary D. Lougheed : Expected Size of

Shielded Fires in Sprinklered Office Buildings.

- Gary D. Lougheed : Full Scale Fire Tests for Sprinklered Offices.

4. 맺음말

이상으로 NRCC 와 화재시험소의 주요 연구 업무에 관해서 간략하게 알아보았다.

세계적으로 유사한 기관들이 상호 협력하고 있고 신기술개발에 앞장 서고 있을 때이다. 따라서 그에 따른 능동적인 대처가 필요 할때라고 본다. NRCC에 관해서 관심있는 사람을 위해 화재시험소 주소와 인터넷 홈페이지 주소를 공개한다. 인터넷으로 방문해 보기를 바란다. 홈페이지 주소는 다음과 같다.



<http://www.nrc.ca>

주 소: National Fire Laboratory

Institute for Research in Construction
National Research Council of Canada
Ottawa, Ontario, Canada K1A0R6