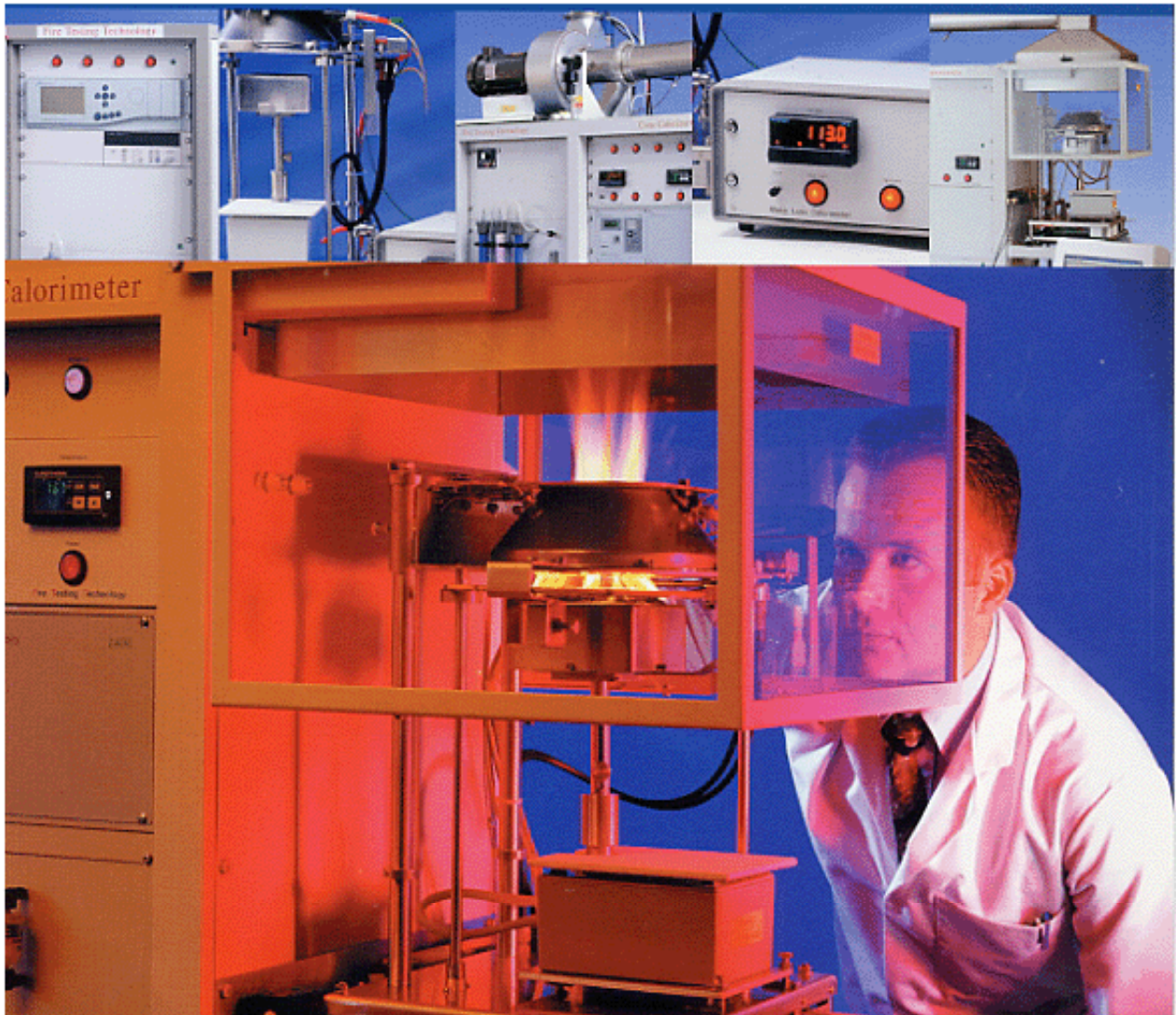


Cone Calorimeters

(ISO 5660 ASTM 1354)

» The most comprehensive bench scale fire test



서울시 강남구 삼성동 159번지 코엑스 2층 B-6호 135-731 TEL:(02)551-8394~7 FAX:(02)551-8398

web: www.kobistq.co.kr E-Mail: kobistq@ktnet.co.kr, kobislk@kornet.net



KOBIS TRADING CORPORATION.

FTT Cone Calorimeter

"Cone Calorimeter"라는 이름은 Dr. Vytenis Babrauskas가 NIST에서 개발한 bench scale oxygen depletion은 $100\text{kW}/\text{m}^2$ 까지의 flux를 가지고 test specimen($100\text{mm}\times 100\text{mm}$)을 조사하기 위해서 Dr. Vytenis Babrauskas가 사용했던 원뿔 형의 heater 모양에서 유래되었다. FTT Cone Calorimeter는 가장 아담하고 사용자가 편리하게 사용 및 작동 할 수 있도록 제작되었다. 이 기계는 국제 규격을 만족시키고 있다.(ISO 5660, ASTM E 1354, ASTM E 1474, ASTM E 1740, ASTM F 1550, ASTM D 5485, ASTM D 6113, NFPA 264, CAN ULC 135, BS 476 Part 15 포함).

전체 시스템은 다음으로 이루어져 있는데:



› **Conical Heater**- $100\text{kW}/\text{m}^2$ 의 heat output과 함께 230V에서 5000W로 rate된 cone의 형태로 되어있다. 수평과 수직시험에서 사용되고, 3 type K thermocouple과 3-term(PID) temperature controller를 써서 온도 조절이 이루어 진다.

› **A Split Shutter Mechanism** -테스트하기 전에 샘플을 보호한다. 이것은 초기의 mass 측정이 된 후 operator가 테스트를 시작하기 전에 시스템을 체크하기 위한 추가적인 시간을 갖는지 확실히 하는 것이다. 이런 추가 시간은 샘플을 쉽게 발화하도록 하기 위해서 매우 중요하며, shutter mechanism이 작동하지 않는다면 종종 너무 빨리 발화한다.

› **Specimen Holders**-수평과 수직 시험에서 50mm 두께까지의 $100\text{mm}\times 100\text{mm}$ specimen용.

› **Load Cell**-mass 측정은 0.1g의 정밀도와 2kg의 총 무게 range를 가진 strain gauge load cell을 거쳐 처리된다. 이동 damage를 피하기 위해서 빠른 전자 tare 설비와 기계적인 stop을 설비하면 안정한 결과를 주게 되고 수명이 오래간다.

› **Spark Ignition**- 안전 차단 장치와 함께 10kV spark generator가 설치되어 있다. shutter mechanism과 연결한 lever가 자동으로 igniter의 위치로 이동한다.

› **Exhaust System**-수명이 오래가도록 stainless steel로 만들어졌다. 이것은 hood, gas sampling ring

probe, exhaust fan(최소한 0.1g/s에서의 resolution에서, 0-50g/s에서 조절할 수 있는 flow control이 달린), orifice plate flow measurement(Thermocouple과 Differential Pressure Transducer)로 이루어져 있다. 표준 작동은 nominal 24 l/s이다.

› **Gas Sampling**-particulate(미립자) filter, 냉각 cold trap, pump, drying column, flow control로 이루어졌다.

› **Oxygen Analysis**-0-25%의 range와 standards를 따라서 실행하는 Paramagnetic oxygen analyser로 10~ 90% response time이 10초 이내이다.

› **Smoke Obscuration**-main과 reference(compensating) photo detector를 가지고 photodiode와 0.5mW Helium Neon laser를 써서 laser system과 함께 측정된다. alignment cradle과 0.3, 0.8 neutral density filter와 함께 calibration하기 위해서 공급된다.

› **Heat Flux Meter**-specimen의 표면에서 irradiance level을 측정하기 위해 사용하며 일년에 한번씩 calibration한다.

› **Calibration Burner**-순도 99.5%의 methane을 써서 기계가 측정한 heat release rate를 calibrate하기 위해서 사용한다.

› **Data Acquisition/Switch Unit. 120 single-ended** 또는 48 double-ended 측정까지 할 수 있는 6½ digit(22 bit) internal DMN과 함께 3-slot cardcage를 두드러지게 한다. 250 channel까지의 scan rate는 standard처럼 115kbaud RS 232와 PCI GPIB와 이용될 수 있다. reading은 자동으로 시간을 나타내며 정전이 된 후에라도 데이터를 남겨두는 비소멸성 50,000 reading memory에 저장될 수 있다.

› **Windows Software**-[ConCalc]메뉴와 함께 menu-bar에 기초한 “user friendly”. 영어, 불어, 독어, 스페인어, 일어를 포함하여 대부분의 언어에서 이용할 수 있다. 또한 “hint lines”이 있어서 사용 중 Software의 고장을 사용자가 자가 진단 할 수 있다.

Options

› **Carbon Dioxide and Carbon Monoxide**-NDIR gas analysers

› **Hydrogen Chloride**-가열한 supply line과 gas analyser

› **Controlled Atmosphere Attachment**-잘 번진 불에서 발견되는 저 산소 공기 중에서 specimen을 테스트하기 위해, 또는 가스의 반응 억제물질의 효과를 연구하거나 다른 동적 조절된 대기 환경을 연구하기 위해서 사용한다.

- › **Protection Doors**-위험한 샘플에서 나온 연기로부터 operator를 보호하기 위해서, 자연스럽게 테스트 지역을 환기하고 샘플을 위한 자유 환경을 제공한다.
- › **Cone Corrosimeter**. ASTM D 5485에 따라 조립되고 연소물에 대해 부식 가능성이 있는지 평가하기 위해 쓰인다.

Dual Cone Calorimeter

현대의 모든 heat release rate측정은 oxygen depletion calorimeter를 사용한다. 크고 작은 두 열량 측정에서 양적 oxygen, carbon monoxide와 carbon dioxide 측정에 쓰이는 analysis와 instrumentation은 특성이 같다. 그러므로 한 세트의 instrumentation이 두 테스트에 쓰일 수 있다. 일반 gas analysis 기계를 수용함으로써, main Cone Calorimeter housing은 분리된 analysis rack 속으로 Large Scale Calorimeter(예 ISO 9705, Furniture Calorimeters, Cable Propagation Rigs, SBI Apparatus)에 필요한 더 높은 용량 pump와 gas handling filtration(여과)이 Dual Cone Calorimeter를 개발하였다. Analysis rack은 Cone Calorimeter Large Scale Calorimeter 둘 다에 편리하게 쓸 수 있다.



Cone Calorimeter를 사용할 때, analysis rack은 Cone Calorimeter unit과 함께 위치한다. Large Scale Calorimeter의 사용을 위해서 rack이 필요할 때 이 부분은 Cone frame으로부터 분리되고 power에 연결하여 더 큰 calorimeter의 sampling line을 위해 새로운 위치로 이동된다.

FTT Dual Cone Calorimeter는 Cone Calorimeter의 통상 단일 용도의 이점을 모두 갖고 있고 다음을 포함하여 National and International Standards를 모두 충족시킨다. : ISO 5660, ASTM E 1354, ASTM E 1474, ASTM E 1740, ASTM F 1550, ASTM D 5485, ASTM D 6113, NFPA 264, CAN ULC 135, BS 476 Part 15:-

- › **ISO 5660-1** 만들어진 생성물로부터의 heat release의 rate(Cone Calorimeter 방법).
- › **ASTM E 1354** oxygen consumption calorimeter를 써서 물질과 생성물을 위한 열과 눈에 보이는 smoke release
- › **ASTM E 1474** bench scale oxygen consumption calorimeter를 써서 비치한 가구와 mattress(매트리스) 성분이나 합성물의 heat release rate의 측정

Mass Loss Calorimeter



가연성, mass loss 작동에 보다 많은 관심이 있는 사람들 또는 예산이 한정된 사람들을 위해서 FTT는 Cone Calorimeter로부터의 완전한 fire model인 Mass Loss Calorimeter를 제공하고 있다. 적절한 후드 아래서 이 장비를 사용하면 specimen 반응을 관찰하고 mass change를 측정하는 동안에, Cone Calorimeter에서 사용된 것들과 같이 정확한 노출 조절 하에서 user가 열 노출 조사를 실행할 수 있게 해 준다. thermopile을 포함하는 flux가 그 unit에 추가될 수 있다. methane burner

를 써서 calibrate하면 thermopile output은 heat release의 양을 재는데 쓰일 수 있다. 이것은 현재 ISO TC 61(plastics) 위원회에 의해 개발된 새 International Standard ISO 13927을 따르는 것이다.

FTT Mass Loss Calorimeter는 Cone Calorimeter 부품을 추가하면 언제든지 full 또는 partial Cone Calorimeter가 되도록 향상될 수 있다. chassis, ductwork와 fan, smoke analysis instrumentation, mass flow measurement와 oxygen depletion 장비는 모두 나중에 추가될 수 있다.

Modelling With Calorimeter data

일찍이 미국과 스웨덴에서 실행됐던 작업은 Cone Calorimeter가 model을 위해서 훌륭한input data를 얼마나 잘 산출하는지 보여 주었다. EUREFIC project가 Cone Calorimeter data로부터 벽 lining 물질을 위한 Room Corner(ISO 9705)의 훌륭한 예언을 증명한 후에 European Commission은 작은 scale calorimeter 테스트로부터 끝낸 구성물의 실행을 예언하기 위한 model을 개발하기 위해서 몇몇 큰 multi-lab 연구 project에 투자했다. 이것은 Furniture를 위한 CBUF(Combustion Behaviour of Upholstered Furniture Project), 전선을 위한 FIPEC(Fire Performance of Electric Cables), 철도 차량을 위한 FIRESTAR project를 포함하는 것이다.

현재 FTT사는 product standard와 진보적인 연구 조사를 위한 참신한 개발에 따라 물질과 product 둘 다를 테스트 할 수 있는 Cone Calorimeter를 공급하고 있다. 또한 FTT사는 모든 크기의 product가 full scale로 테스트 될 수 있는 더 큰 calorimeter를 개발하고 있다. FTT사 연구원들은 bench scale calorimetry와 fire 발달 rate를 예언하기 위한 flame-spread data를 사용하는 세계 선도 연구팀과 계속해서 협력하여 연구, 제품개발을 하고있다.

Flexibility with FTT Calorimeters

FTT calorimeter는 고객에게 최대로 사용 또는 작동할 수 있도록 upgrade된 호환 가능한 module을 갖도록 디자인되었다. 다양한 analyser들이 우리 시스템 내부에 장착 될 수 있고 또한 주요 component 자체는 여러 가지로 사용할 수 있다. 작은 entree level mass Loss Calorimeters(ISO 13927)는 ISO 5660-2에 따라 연기를 측정하기 위해 광범위하고 또한 full Cone Calorimeter가 되도록 좀 더 개발된 spare calorimeter furnace model로써 사용될 수 있다. Dual Cone Calorimeter의 analysis system이 보다 큰 Large Calorimetry로 사용될 수 있다. IEC 60332-3같이 duct로 된 거의 모든 기계들은 Dual Cone Calorimeter로부터 rack과 FTT사가 제공한 duct insert를 쓰면 큰 calorimeter에 쉽게 변환될 수 있다. 후자는 필수적인 gas sampling, temperature and mass flow probe를 적용하여 시험할 수 있다.



The Cone Calorimeter

Cone Calorimeter는 가지각색으로 미리 설치된 조건 아래서 테스트 될 물질의 중요한 실제 fire 특성을 측정하기 때문에 fire testing 분야에서 가장 중요한 bench scale 제품이다. 연구원이 직접 이런 측정을 사용할 수 있고 또는 fire 발달을 예언하는 데 쓰이는 상관이나 수확상의 모델 속으로 input하기 위한 데이터로 쓰일 수 있다. 측정된 특성은 다음을 포함하는데:

- › Rate of heat release(kW/m²)
- › Time to ignition(sec)
- › Critical ignition flux
- › mass loss rate(g/s)
- › smoke release rate
- › Effective heat of combustion(MJ/kg)
- › Rate of release of toxic gas release (e.g carbon oxide)

Heat Release Rate는 fire 크기, fire 성장 rate와 그 결과로써의 관련 연기와 유독성 가스의 release의 양을 표시하기 때문에 물질과 product의 fire 위험을 평가하는데 필요하다. 1980년대 미국 NIST(구 NBS)에 있는 Dr. Vytenis Babrauskas와 그의 동료들이 oxygen depletion calorimetry(열량 측정)를 써서 모든 scale에서 heat release를 측정하는 방법을 개발하기 전까지는 전통적으로 측정하기가 매우 어려웠다. 물질이 Babrauskas's Cone Calorimeter에서 테스트되는 반면에 큰 물품은 product calorimeter에서 테스트되었다.

FTT contribution to development of calorimetry

1980년대 중반에 FTT director Stephen Grayson과 Stephen Upton은 그것에 기초한 international test standard를 개발하는 것을 돕기 위해서 Babrauskas와(Cone Calorimeter를 발명한) 그의 다른 동료들과 함께 일했었다. 그들은 또한 European prototype(표준)과 Stanton Redcroft의 공업용 Cone Calorimeter를 디자인했다. 1990년대 초에 Stephen Grayson과 Vytenis Babrauskas는 calorimetry text book "Heat Release in Fires"에서 calorimetry에 대한 세계적인 지식을 모았다.

1989년 이래로 FTT는 full scale calorimeter를 세계적으로 선도하는 제조자가 되었다(예 Furniture Calorimeter와 ISO 9705 Room Corner test). 1993년에 FTT Cone Calorimeter의 소개는 그 때의 현행 상업 체제의 약 절반 가격으로 시장에 새 세대 공업 장비를 제공했던 것이다. 이것으로 calorimetry가 대부분의 실험실 예산의 범위내에 들었고 그리고 FTT는 계속해서 이 시장의 주요 sector를 제공했다. 나중에 FTT는 새 Cone 2000과 Dual Cone 2000을 시장에 내놓았다. 이 기간 내내 FTT 과학자와 엔지니어들은 몇 가지 calorimetry research project를 이끌었고 International, European, ASTM, British Standardisation 그룹에 폭넓게 기여했다.

FTT 그룹은 Cone Calorimeters를 30개국 이상의 거래처에 100대 이상 공급했다. 우리의 전문 calorimetry 디자인 엔지니어들은 우리 제품을 새로운 개발에 통합하고, production 엔지니어들은 세계적으로 가장 숙련된 cone 건축자이며, 전문 서비스 엔지니어 팀은 5 대륙 모두에서 FTT calorimeter가

신속히 유지되도록 책임지고 있다.

Applications

현재 fire 연구를 가장 선도하는 그룹들은 물질의 특성에 대한 데이터의 가장 중요한 소스 그리고 완제품의 fire 반응을 예언하기 위해 쓰이는 model에 대한 input data의 소스 둘 다로써 cone calorimeter를 사용하고 있다. International standard는 장비 기술한 것을 공포했고 몇몇 국가 표준화부는 현재 완제품의 성능을 평가하는데 있어서의 Cone Calorimeter 사용에 대한 product standard를 공포했다.


- › Furniture(ASTM E 1474)
- › Wall lining materials(ASTM E 1740)
- › Prison mattresses(ASTM F 1550)
- › Electric Cables(ASTM D 6113)
- › Railway rolling-stock applications(BS 6873)
- › Maritime applications(IMO)

Principle of measurement

이 기술은 oxygen의 양에 바로 비례하는 연소하는 물질에 의해서 방출된 열이 연소 과정에서 쓰인 것을 경험적으로 관찰하는 것에 기초한 것이다. 대부분의 연료가 3.1×10³ kJ/kilogram라는 산소 소모를 발생시키는 것으로 알려졌다. exhaust duct와 air의 부피 측정 flow에서 산소의 정확한 concentration의 측정은 heat release rate가 계산될 수 있는 산소 소비 rate를 제공한다. Cone Calorimeter에서 방출된 heat의 rate는 다음과 같이 주어진다.

$$\dot{q} = (13.1 \times 10^3) 1.10C \sqrt{\frac{\Delta P}{T_e}} \frac{(0.2095 - X_{O_2})}{(1.105 - 1.5 X_{O_2})}$$

Where \dot{q} = Rate of heat release (kW)
 C = Orifice plate coefficient ($\text{kg}^{1/2} \cdot \text{m}^{1/2} \cdot \text{K}^{1/2}$)
 ΔP = Pressure drop across the orifice plate (Pa)
 T_e = Gas temperature at the orifice plate (K)
 X_{O_2} = Measured mole fraction of O_2 in the exhaust air (no units)



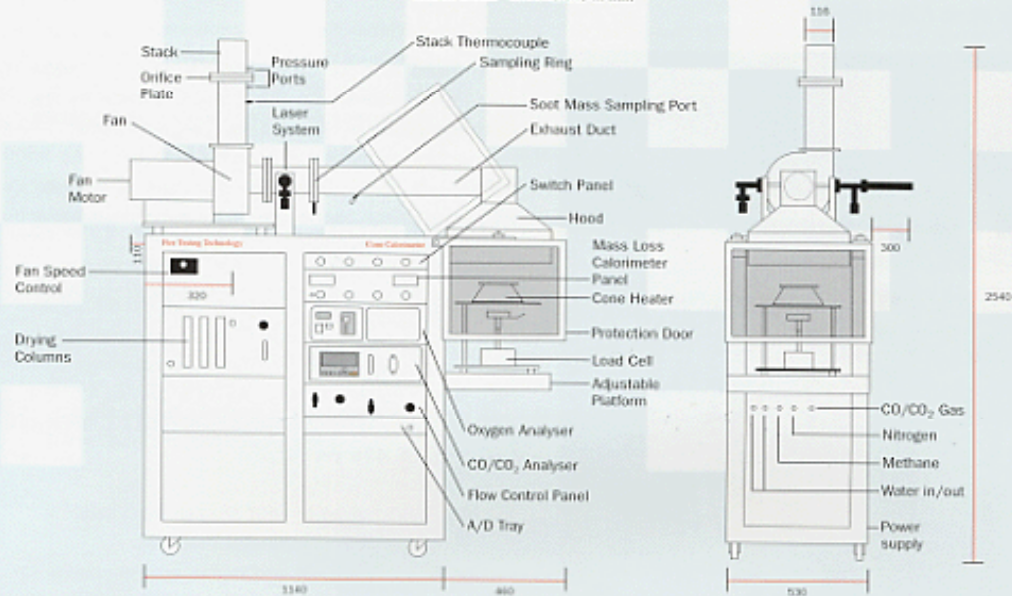
Specifications Utility/Service Requirements :-

Electric: 230V, AC, 30A, 50/60 Hz. Single Phase
Water: 250 kPa (35 psi)
Exhaust Extraction: 250-500 l/s

Standard Gases: Oxygen-free Nitrogen
 Methane (UHP99.5%)
Optional: CO 0.85%, CO₂ 8.5%

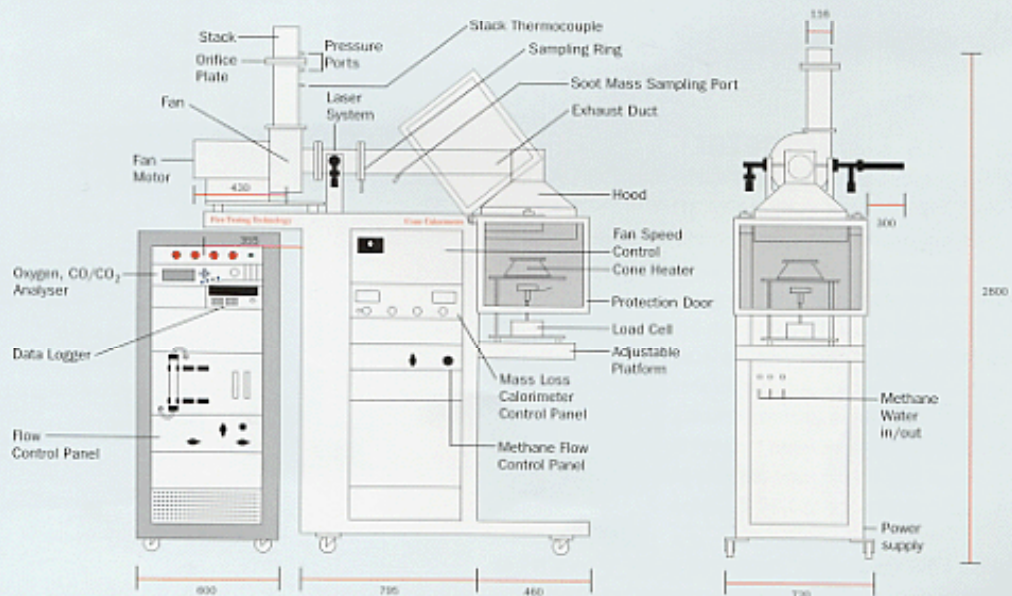
Standard Cone Calorimeter

Not to Scale - Dimensions in mm



Dual Analysis Cone Calorimeter

Not to Scale - Dimensions in mm



서울시 강남구 삼성동 159번지 코엑스 2층 B-6호 135-731 TEL:(02)551-8394~7 FAX:(02)551-8398

web: www.kobistq.co.kr E-Mail: kobistq@ktnet.co.kr, kobislk@kornet.net