

비해 매우 낮은 비율(예 1/100)을 나타낸다. 이러한 접촉조건에서 두 물체 I, II 사이의 가능한 경계면 열전달 경로는 다음과 같다.

- (1) 물체 접점을 통한 전도.
- (2) 두 표면 사이의 공간에 내재되어 있는 유체층을 통한 전도 또는 대류.
- (3) 서로 마주보는 표면 사이의 복사.

그런데 경계면에서의 유체층의 평균 두께는 두접촉면의 기하학적 조건(평면도, 거칠기 등)에 의해 결정되지만, 대체적으로 매우 작은 값(1~20 μ)을 나타낸다. 이러한 유체층에서의 Gr 수의 계산에 의하면 유체층을 통한 열전달은 전도현상에 지배적으로 위존하며 상대적으로 대류의 영향은 매우 작게 나타나고 있다.

또한 복사 열전달의 효과는 경계면의 평균온도 값의 크기에 따라서 다른 인자들에 대한 상대적 중요성이 결정되며, Bardon⁽²²⁾의 연구에 의하면 상온의 범위에서 구한 복사에 의한 상당 con ductance 값은 전도에 의한 con ductance 값에 약 3/1000에 해당되고 있다. 또한 Fenech & Rose- now⁽²³⁾에 의하면 600°C 미만의 경계면 온도 범위에서는 복사에 의한 효과는 전체 전열량의 약 1% 미만으로 나타나고 있다. 이러한 열전달 현상으로 인하여 물체 I, II 사이의 경계면 열전달 경로는 다음의 두 과정에 집약된다.

- (1) 고체 접촉점을 통한 열전도
- (2) 경계면 유체층을 통한 열전도

이러한 접촉경계면의 열전달 구조로부터 주어진 경계면의 열접촉 저항을 이론적으로 계산하는 때에는 다음의 과제에 대한 해결이 요구된다.

- 접촉경계면의 기하학적 모델의 설정
- 위의 설정된 모델에 대한 열전달 해석
- 실제접촉면에 대한 각 관련 인자의 크기를 결정

2.2 모델의 설정

Cetinkale & Fishenden 은 다음과 같은 가정조건을 적용하여 해를 구하였다. 접촉점은 전체 접촉경계면에 균일하게 분포되어 있는 것으로 가정한다. 이 경우 접촉하고 있는 두 물체는 그

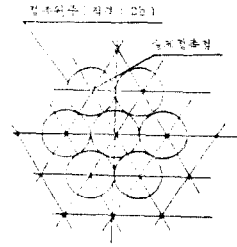


그림 2 접촉점의 이상적인 분포

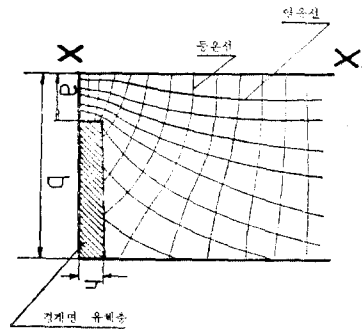


그림 3 접촉구조의 모델(X-X' : 접촉원주의 축)

림 2에서 보는 것과 같이 직경 2b의 두 개의 원주가 축 중심점에서 접촉하고 있는 원주들이 균일하게 분포된 것으로 볼 수 있다. 그리고 이들 각 원주의 둘레 표면을 따라서는 서로 단열 상태로 생각할 수 있다. 이 결과 그림 3에서 도시한 바와같이 원주의 접촉구조와 그 내부의 온도분포상태로 단순화 할 수 있다. 즉 접촉점의 직경은 2a의 원형단면을 이루고, 유체층의 평균 두께는 h로 각각 균일하다.

그림 3의 열접촉구조의 모델에 대한 열전달 해석을 수치해석 및 해석적 접근을 통한 접촉면 thermal conductance α_i 는

$$\alpha_i = \frac{K_f}{h} + \frac{aK_s}{b^2 \tan^{-1} \left(\frac{b}{a} \sqrt{1 - \frac{K_f}{\alpha_i h}} - 1 \right)} = \frac{1}{R_i}$$

여기서 K_f : 유체층의 열전도율
 K_s : 물체 I, II의 조화평균 열전도율

$$\frac{1}{K_s} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} \right)$$

h : 유체층의 상당 두께
 R_i : 열접촉 저항

에 대해서는 상수 ϵ, ϕ, ζ 에 대한 실험적 결정이 필요하며 보다 복잡한 관계가 예상이 된다. 이러한 표면조건에 대해서는 오히려 Bardon, 또는 Fenech & Rorenaw 등의 해석모델이 보다 접근된 결과를 나타내고 있는 것으로 알려져 있다. 이상에서 언급된 해석의 결과들은 모두 접촉경계면에서 접촉축을 전제조건으로 하고 있으며 그 반면에 선반, 밀링등에 의한 선접촉에 접근된 표면형상에 대해서는 Padet⁽⁴⁾의 모델이 보다 접근된 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다.

참 고 문 헌

(1) Cetinkale T.M. and Fishenden M.; Thermal Conductance of Metal Swcfaces in Contact,

Generaldis Cussion on Heat Transfer, Proceedings of Inst. of Mech. Eng. and ASME. London, p. 271, 1951

(2) Bardon J.P.; Contribution à l'étude du Transfert de Chaleur au Contact de deux Materiau, Thèse de Doctorat ès Sciences. Poitiers, France, 1962

(3) Fenech H. and Rosenow W.M.; Prediction of Thermal Conductance of Metallic Surfaces in Contact, Journal of Heat Transfe, Vol. 85, No. 1, p.15, Feb, 1963

(4) Padet J.P.; Etude du Transfert de Chaleur à Travers une Couche de Structure Hétérogine. Thise de Doctorat is Sciences, Poitiers, France, 1969

토 막 소 식

플라즈마를 이용한 폐기물 처리공정 개발

미 웨스팅하우스 일렉트릭사와 필로리시스 시스템사는 플라즈마를 이용 유독한 폐기물을 처리하는 공정을 개발하였다.

이 공정은 5,000°C까지 올라가는 웨스팅하우스의 플라즈마 토오치를 연소실 입구에 설치 유독한 폐기물이 통과할 때 고온의 플라즈마를 이용 분자 조직을 재 구성함으로써 처리하기 쉽고 무해한 화합물로 분해 시키는 공정이다.

이 공정의 특징은 모든 장비와 공정 제어 및 감지기기들이 45피트의 이동 트레일러에 설치되어 있으므로 상수도과 하수도 시설이 있는 곳이면 어느 곳이라도 작동이 가능한 이동 플라즈마 기기는 운송과 처리에 드는 비용이나 어려움 없이 화학 폐기물을 현장에서 처리할 수 있고, 첨단 컴퓨터장비는 모든 폐기물이 안전한 부산물로 전환되는지의 여부와 기계가 안전하며 효율적으로 가동 되는가를 계속 확인할 수 있다. 또한 이 시스템이 미국 EPA 요구 기준을 능가하는 처리 능력을 갖추고 있음이 증명되었다.

이와 같이 높은 효율성과 낮은 비용을 겸비한 웨스팅하우스 플라즈마 시스템은 미국과 캐나다에서 매년 3천 3백만톤씩 발생하는 유독 폐기물 처리에 매우 적절한 시스템으로 기대되고 있으며 앞으로, 군용 화학 및 생물 농약 등 각종 폐기물 처리 이외에도 귀중한 금속 조각의 효율적인 재생 및 가스 스트림의 황과 질소의 산화 방지 그리고 전기화로 재처리 등에도 이용될 것으로 전망된다.



웨스팅 하우스의 플라즈마 토오치