

## Pumping Speed Test Dome에 대한 Monte Carlo 해석

이영규, 이진원

포항공대 기계공학과

## 1. 서론

진공 pump의 pumping speed 측정을 위해서 표준화된 방법은 flowmeter법과 orifice방법이 있다. 어느 방법이든 test dome 내에 test gas를 주입하고 이 개스에 의해서 만들어진 평형압력으로 부터 pumping speed를 구한다. Pump 입구에 도달하는 test 개스의 가장 이상적인 경우는 입구면에서 균일하고 평형분포(cosine law)를 만족해야 하지만, test dome의 기하학적인 형상에 의해서 불균일하고 cosine law도 만족하지 않는다. 본 연구에서는 flow meter 방법에 의한 test dome을 모델로 삼아, Monte Carlo simulation을 통하여 pump 입구에서 test 개스의 분포를 조사하고, baffle이 있는 cryopump(그림 1)를 해석하여 이 분포가 pumping speed 계산에 미치는 영향을 정량적으로 해석하였다.

## 2. 계산방법

그림 1에 나타난 바와 같이 test dome의 test 개스의 입구관을 편의상 dome을 통해서 들어오는 부분을 무시하여 윗면이 열린 실린더로 간주하고, 실린더 밑면을 입구면으로 하여 그 면에서 cosine law를 만족하도록 test 개스를 발생시켰다. 모든 계산은 100000개의 test 개스를 발생시켜서 계산하였고, cryopump의 baffle과 panel 사이의 거리는 특별한 언급이 없는 경우 5 cm 이다. Test 개스는 cryopump의 pumping mechanism에 따라 응축에 의한 type II 개스( $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , Ar)와 흡착에 의한 type III 개스( $H_2$ , He, Ne)로 분류하였고[1] cryopanel의 sticking coefficient(특별한 언급이 없는 경우 1.0)는 균일한 것으로 가정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

Test dome의 개스 입구에서 출발한 test 개스의 pump 입구에서의 incident rate는 입구관의 위치에 관계없이 균일이 아닌 중앙부분에서 크고 바깥쪽으로 갈수록 줄어드는 경향이 있다(그림 2). 개스 입구관의 위치는 큰 영향은 없지만 pump 입구쪽에 있는 것이 균일분포에 가깝다. Type II 개스는 test dome이 있는 경우 pump 입구 중앙부분에서 바깥쪽으로 갈수록 test 개스의 도달률이 적어지므로 panel반경이 클수록 dome이 없는 균일한 cosine 분포에 비하여 capture coefficient가 작고 이 경우 최대 10% 정도 상대오차를 갖는다(그림 3). Type III 개스도 type II 개스와 비슷한 경향으로 보통 크기의 cryopanel일때 약 20%의 상대오차를 보인다(그림 4).

## 4. 결론

Test dome 내의 개스 분자는 pump 입구면에서 불균일하고 cosine 법칙을 만족하지 않는다. Baffle이 있는 typical 한 cryopump를 해석한 결과 pumping speed는 이러한 불균일성과 방향성으로 인해서 이상적인 경우(pump 입구에서 균일하고 cosine 법칙을 만족)보다 type II 개스의 경우에는 약 10%, type III 개스의 경우에는 20% 정도 적은 값을 준다.

## 참고문헌

- [1]. J.W. Lee and Y.K. Lee, Vacuum, Vol. 42,p555,1991

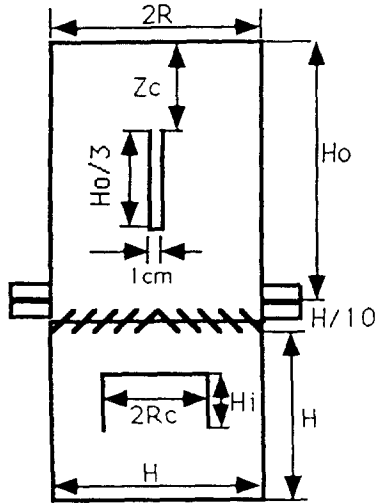


그림 1. Test dome and model cryopump

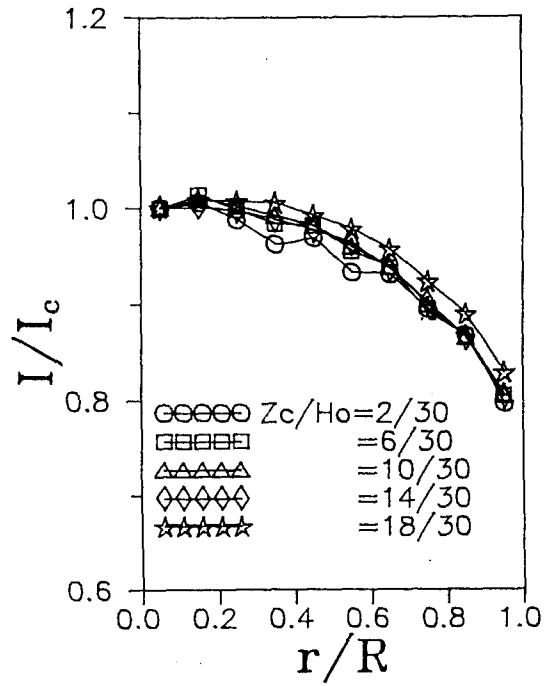


그림 2. Test gas incident rate at pump inlet

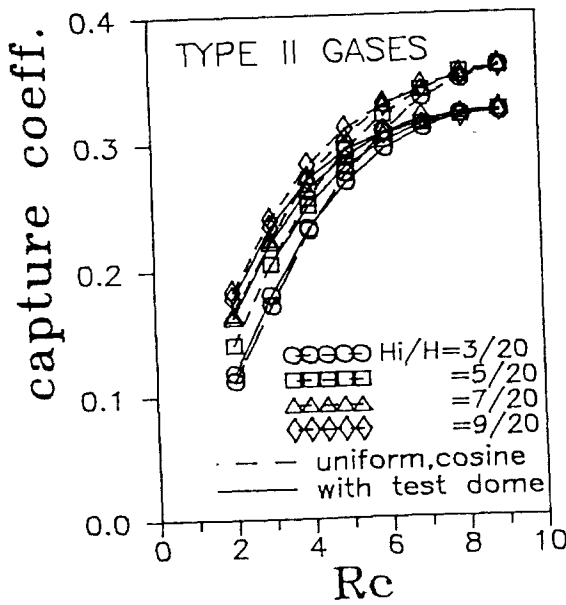


그림 3. Capture coefficient for type II gases

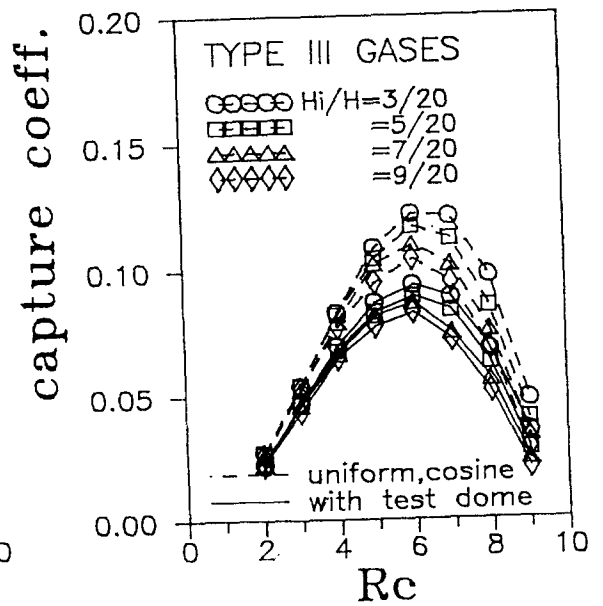


그림 4. Capture coefficient for type III gases