

DBD 플라즈마 구동기를 이용한 2차원 모델의 플라즈마 유동제어 풍동시험

윤수환* · 김태규**†

Wind Tunnel Test of 2D Model for Plasma Flow Control using DBD Plasma Actuator

Su Hwan Yun* · Taegy Kim**†

ABSTRACT

DBD (Dielectric Barrier Discharge) plasma actuator was designed for aerodynamic drag reduction using plasma flow control, and the drag reduction was measured by wind-tunnel tests using 2D test model. At the zero wind velocity, the plasma flow control had no effect on the drag reduction because the flow separation and surface friction drag were not occurred. At the wind velocity of 2m/s, 9.7% of drag was reduced by the flow separation control. The drag reduction decreased as the wind velocity increased.

초 록

플라즈마 유동제어를 통한 공기저항저감을 위해 DBD(Dielectric Barrier Discharge) 플라즈마 구동기를 설계하였고, 2D 시험모델의 풍동시험을 통해 항력저감을 측정하였다. 풍속이 없는 경우에는 유동박리 및 표면마찰저항이 존재하지 않으므로 플라즈마 유동제어를 통한 항력저감도 없었다. 2m/s의 풍속에서 유동박리제어를 통해 항력이 9.7%까지 감소됨을 확인하였으며, 풍속이 증가할수록 항력저감은 감소하였다.

Key Words: Aerodynamic drag reduction(공기저항저감), Active flow control(능동유동제어), Dielectric barrier discharge(유전체장벽방전), Wind tunnel test(풍동시험)

1. 서 론

최근 고유가시대가 도래하면서 자동차, 선박, 철도, 항공기 등의 연료절감을 위해 공기저항을 감소하기 위한 노력들이 활발히 이루어지고 있다. 기존의 형상개선을 통한 수동적인 방식을 통한 공기저감은 한계가 있으므로 능동적인 공기저항 저감기법이 필요한 실정이다.

* 한국철도기술연구원, 고속철도연구센터

** 조선대학교 항공우주공학과

† 교신저자, E-mail: taegy@chosun.ac.kr

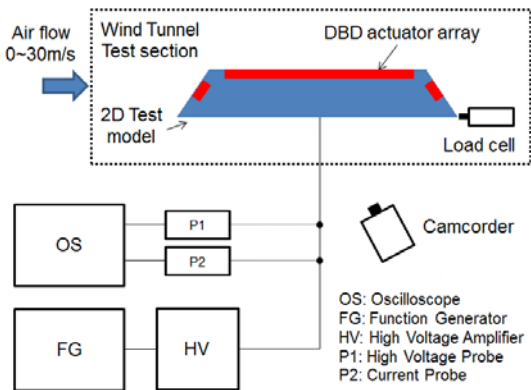


Fig. 1 Schematic of wind tunnel test facility for plasma flow control

최근 능동적인 유동제어를 위해 플라즈마를 발생시켜 가속된 플라즈마 입자와 가스와의 충돌을 통해 유동을 제어할 수 있는 기법이 개발되었다[1]. 플라즈마를 가속시키기 위해 주로 DBD (Dielectric Barrier Discharge) 플라즈마 구동기가 사용된다. DBD 구동기를 이용하여 난류 경계층제어를 통한 표면마찰저항 저감이나, 유동박리제어를 통한 항력발생을 억제할 수 있다.

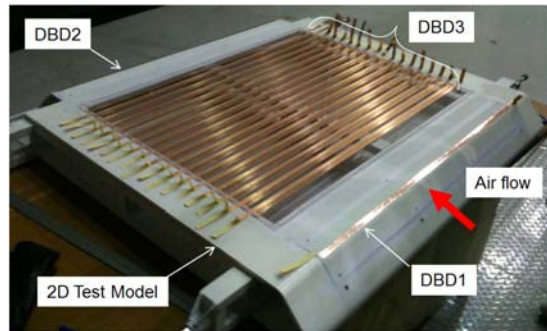
본 연구에서는 플라즈마 유동제어를 위한 DBD 구동기 어레이를 설계하고, 2D 모형의 풍동시험을 통한 항력저감을 검증하였다.

2. 실험

Figure 1은 플라즈마 유동제어 시험을 위한 풍동시험장치의 개략도를 보여주고 있다. DBD 플라즈마 어레이를 2D 시험모형의 표면에 부착한 후, 풍동에 장착하였다. Figure 2는 시험모형에 DBD 플라즈마 구동기를 부착한 모습이다. DBD1, DBD2는 각각 상류와 하류의 유동박리제어를 위해 1세트를 부착하였으며, DBD3는 표면경계층제어를 위해 17세트를 부착하였다.

3. 결과 및 토론

풍동시험을 통해 DBD 플라즈마 구동기에서 발생하는 유속에 의한 추력발생은 없었다. 풍속



DBD1: Upstream flow separation control
DBD2: Downstream flow separation control
DBD3: Surface boundary layer control

Fig. 2 DBD plasma actuators attached on the 2D test model

이 없는 경우에는 유동박리 및 표면마찰저항이 존재하지 않으므로 DBD 플라즈마 구동기에 의한 항력저감 효과도 없었다. 풍속이 존재할 경우, 유동박리제어를 통해 항력이 최대 9.7%까지 감소됨을 확인하였으며, 풍속이 증가할수록 항력저감율은 감소하였다.

4. 결론

본 연구에서는 플라즈마 유동제어를 통한 공기저항저감을 위해 DBD 플라즈마 구동기를 이용하였다. 2D 시험모형의 유동박리제어와 표면경계층제어를 위한 DBD 플라즈마 구동기 어레이를 설계하였고, 다양한 풍속에서 2D 시험모형의 풍동시험을 통해 플라즈마 유동제어를 통한 항력저감을 검증하였다.

후 기

한국철도기술연구원의 '레일방식 초고속철도(500kph급 이상) 핵심기술 개발'의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. E. Moreau, "Airflow control by non-thermal plasma actuators," J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 40. 2007, pp. 605-636.