

조류는 주기가 긴 장파이며 연안해역의 수평스케일이 연직스케일에 비해 상당히 크기 때문에 일반적으로 조류를 연직방향으로 수심평균한 2차원 흐름으로 표현한다. 따라서, 이 연구에서는 수심평균유속을 이용하여 해저지형변화를 예측하고자 한다.

또한, 선박의 투묘에 의한 해저파이프나 해저케이블 등에 손상을 입히는 사고가 발생할 수 있는 빈도가 늘어날 것이며, 이러한 해저구조물의 손상은 막대한 인적·물적 피해를 초래할 수 있으므로 그 손상방지에 대한 적절한 대책이 필요하다.

이 연구에서는 해저 가스파이프라인이 매설된 인천해역에서 조류를 연직방향으로 수심평균한 2차원의 흐름으로 계산하고, 그 유속으로 해저지형변화를 예측하였다. 또한, 실제선박자료를 바탕으로 닻에 의한 해저충격력과 파주깊이를 구하는 실용상 간편한 방법을 제안하고, 이를 인천해역의 가스파이프라인에 적용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 해수유동모델의 계산결과 대상해역에서 최강유속은 최강창조류시 약 2.2kts, 최강낙조류시 약 2.8kts으로 나타난다.
- 2) 유속의 공간구배를 이용하여 해저지형변화를 계산한 결과, 작약도~울도 구간에 매설된 가스파이프라인의 중앙부해역에서 해저침식이 예상된다.
- 3) 선박의 제화중량톤수로 닻의 중량, 해저충격력과 파주깊이를 계산할 수 있는 실용적인 간편한 방법을 제안하였다.
- 4) 위에서 제안한 방법을 대상해역에 적용한 결과 인천해역의 가스파이프라인은 인천해역의 통항선박에 탑재된 닻의 해저충격력과 파주깊이에 대해 안전하나, 해저침식이 진행되는 지역의 가스파이프라인은 닻에 의한 손상이 우려되므로 지속적인 경계와 주의가 요구된다.

앞으로 이 연구결과는 연안해역에서의 선박의 추천항로 지정, 항로의 준설 및 관리계획 등과 해저파이프·케이블 등의 크기(직경), 매설깊이 등의 설계 및 안전성 평가에 기초자료를 제공할 것으로 본다. 향후 연구과제로는 가변경계설정, 유속의 연직분포, 해저저질 침식량의 정량적 평가를 고려할 필요가 있으며, 닻의 충격력과 파주깊이를 실험에 의해 검증한 결과를 도입하여 해저구조물의 안정성 평가를 향상시킬 필요가 있다.

## 4. 2영역 모델을 이용한 선박용 디젤기관의 NO 생성농도 예측에 관한연구

기관공학과 정영훈  
지도교수 최재성

오늘날 디젤엔진은 타기관에 비해 높은 열효율과 내구성, 신뢰성 및 고출력으로 인해 널리 사용되고 있지만 지구 환경에 대한 관심이 고조됨에 따라 대기오염을 유발하는 배기 배출물에 대한 규제가 본격적으로 시작되었다. 따라서 인체에 유해한 배기 배출물 즉 질소산화물 (NOx) 과 미립자와 같은 유해배기가스의 저감을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

특히 해상에서는 2000년 1월 1일 이후 선박에 탑재되는 출력 130kW이상의 디젤엔진이나 주

요한 개조가 이루어지는 출력 130kW 이상의 디젤엔진에 대해 NOx 규제가 적용되고 있다.

그러나 질소산화물과 미립자의 저감방법은 서로 상반되기 때문에 효과적으로 동시에 저감시킬 수 있는 방법의 개발이 어려운 실정이다. 질소산화물을 저감하는 방법 [1] ~ [3]으로는 연소 과정에서 저감하는 전처리방법이 있고 그 종류에는 (1) 연료 분사시기 지연 (2) 배기가스 재순환(Exhaust Gas Recirculation) (3) 연료분사 계통개선 (4) 물을 이용하는 방법등이 있다. 다른 방법으로는 연소가 끝난 배기가스를 촉매를 이용하여 환원시키는 후처리방법이 있으며 그 종류에는 (1) SCR(Selective Catalytic Reduction) 방식 (2) 플라즈마 방식등이 있다. 또한 미립자 저감방법으로는 (1) DPF(Diesel Particulate Filter Trap) 장치 (2) CRT(Continuous Regeneration Trap)장치등이 있다.

디젤기관의 연소는 연료의 분사에 의하여 실린더내에 혼합비가 불균일한 혼합기가 다양하게 형성되기 때문에 디젤연소과정중에 생성되는 연소생성물을 정확히 예측하기는 매우 어려운 과제이다. 이를 해석하기 위하여 많은 연구자들이 노력하여 왔으나 많이 인용되고 있는 해석방법으로는 실린더내를 공간적으로 구분하는 방법에 따라 단일영역모델과 다영역모델로 분류할 수 있다. [3] ~ [5] 단일영역모델에는 연료의 분사상태와는 관계없이 실린더내에 시간적 공간적으로 균일한 혼합비의 혼합기가 존재한다고 가정하고, Wiebe의 연소함수를 이용하는 방법과 연소준비기간 즉 연료의 증발, 혼합과정 등을 고려한 Whitehouse-way 모델 등을 예로 들 수 있다. 다영역모델로는 실린더내를 기연영역과 미연영역으로 구분하는 2영역모델과 공기의 유동을 고려하여 혼합비가 다른 2개 이상의 영역으로 구분하는 다영역모델을 들 수 있다. 각 계산모델들은 장단점을 가지고 있으며 모델이 복잡할수록 많은 실험계수가 요구되고 있기 때문에 목적에 따라 계산모델을 선택하게 된다.

본 연구에서는 대형저속박용디젤기관의 NOx 발생에 관한 기초연구로서 연소실내의 연속과정에서 생성되는 NO 농도의 조성을 예측할 수 있는 프로그램을 개발하고, 이로부터 질소산화물의 배출농도를 정량적으로 예측할 수 있는 수법에 관하여 연구하였다.

NO 생성농도를 예측할 때 가장 크게 영향을 미치는 인자는 연소초기의 최고연소온도이고 이연소영역 가스온도를 지배하는 것은 연료-공기 당량비 즉 산소농도이다. 따라서 연소영역에서 연료-공기 당량비를 어떻게 취급하느냐에 따라 보다 정확하게 NO 생성농도를 예측할 수 있다.

즉 디젤 연소 해석의 가장 간단한 것은 연소실내 가스 전체를 하나의 균일한 가스로 가정한 단일영역 모델이다. 그러나 균일한 단일영역 모델에서는 연소에 의한 온도 및 가스조성이 불균일하고 실린더 전체영역의 평균가스온도에 의한 NOx 및 그을음의 생성을 해석하는 데 적합하지 않다. 따라서 NO를 정확히 예측하기 위해서 연소실을 미연부분(unburned)과 기연부분(burned)으로 나눈 2영역 모델을 이용하여 기연영역내 연소가스온도를 계산하였다.

NO 생성농도의 예측계산에는 열역학적 평형계산과 반응속도를 고려한 비평형계산의 두단계로 나누어서 NO 생성농도를 예측하였다. 즉 평형계산의 결과를 이용한 비평형계산으로 NO 생성농도를 예측하였다.

또한 NO 생성농도는 연소영역 가스온도에 지배되기 때문에 연소영역 연료 - 공기 당량비가 NO 생성농도에 미치는 영향을 분석하고 실측치와 비교하였다.