

셋째, 항만가치를 평가하기 위해 항만전문가집단으로부터 추출된 항만가치 평가속성은 지금까지 고려되지 않았던 환경·어메니티 요인(Environment & Amenity Factor)을 포함하여 항만 시설·입지 요인(Facilities & Location Factor), 물류서비스 요인(Physical Distribution Service Factor), 도시·지역경제적 요인(City & Economic Factor), 인적·제도적 요인(Human & System Factor) 등 다섯 가지 속성으로 분류하였다.

둘째, 이 연구에서는 항만이용자 및 항만전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 추출된 항만가치 평가속성의 중요도를 분석하였는데, 1. 항만시설·입지 요인 > 2. 물류서비스 요인 > 3. 인적·제도적 요인 > 4. 도시·지역경제적 요인 > 5. 환경·어메니티 요인 순서로 나타났다. 이는 항만가치평가에 있어서도 여전히 항만시설·입지와 물류서비스 요인이 중요시되고 있음을 알 수 있었다. 그러나 비록 하위이지만 도시·지역경제적 요인과 환경·어메니티 요인의 비중이 33%나 되어 이러한 요소에 대한 적극적인 고려가 이루어지고 있음도 확인할 수 있었다.

셋째, 평가속성별 개념상의 중복성을 고려한 평가방법인 HFP를 이용하여, 실제 동북아시아 6대항만의 항만가치를 평가한 결과는 1위 고베항, 2위 요코하마항, 3위 카오슝항, 4위 부산항, 5위 광양항, 6위 상하이항 순서로 나타났다. 이 결과 일본 및 대만이 우리 나라의 항만에 비하여 항만가치가 우수하다는 것을 알 수 있었다. 특히, 어떠한 평가속성에서도 우위를 차지 못한 부산항이 동북아시아 중심항으로 우위를 확보하기 위해서는 미래지향적인 개발여건이 미흡한 현재 부산 북항의 기능을 대신할 부산신항만 개발계획이 순조롭게 진행되어야함을 알 수 있었다.

넷째, 이 연구에서는 항만가치 평가와 별도로 부산항이 긴급히 보완해야할 항만가치 평가속성을 질문하였는데, 그 순위는 1. 물류서비스 요인 = 인적·제도적 요인 > 3. 항만시설·입지 요인 > 4. 도시·지역경제적 요인 > 5. 환경·어메니티 요인의 순서로 나타났다. 이러한 결과는 중요도 순위와 비교해 보았을 때, 부산항은 시설 확충보다 인적·제도적 요인, 즉 항만관리제도 및 항만노무공급제도 등의 개선이 더 긴급하다는 것을 보이고 있다. 현재 부산항은 항만관리의 효율성을 위하여 PA제도의 도입을 추진하고 있지만 각 부처간의 의견대립으로 인해 PA설립에 난항을 겪고 있다. 하지만 이러한 항만전문가집단의 의견을 잘 인지하여 원래의 취지에 어긋나지 않는 올바른 제도의 시행이 신속하게 이루어져야함을 제시하였다.

결론적으로, 연안통합관리가 시행되고 있는 가운데서, 우리 나라 항만이 지속적으로 발전해 나가기 위해서는 항만시설 및 물류서비스 수준의 향상뿐만 아니라 상대적으로 그 중요도가 낮게 나타나고 있는 환경·어메니티 요인 등 모든 항만가치 평가요인들을 고려한 종합적인 항만 개발 계획을 세워야 할 것이다.

## 5. 엔진 흡입·압축과정의 유동해석을 위한 난류모델의 평가

기계공학과 김재곤  
지도교수 박권하

엔진 실린더 내부의 유동특성은 불꽃 점화기관의 경우에 점화성능과 화염 전파속도에 영향을 미치며, 압축 착화기관의 경우 분무 연료분포와 증발 및 혼합에 중요한 영향을 미치는 등 화염

특성 및 엔진성능을 지배하는 중요한 인자이다.

엔진의 유동계산에서 가장 널리 사용되는 것은  $\kappa-\epsilon$  난류모델이다. 이 모델은 적용이 간단하며 복잡한 유동의 경우에도 예측성이 우수하지만, 강한 압력구배나 곡률효과에 의하여 부가적으로 생성되는 변형률과 실린더 내 유동과 같이 난류 시간스케일과 길이스케일이 계속적으로 변하는 유동에 대한 적절한 모사가 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 압축성 효과를 난류 소산을 방정식의 생성항에 포함시킨 수정  $\kappa-\epsilon$  모델들이 제안되었다.

Watkins(1977)는 최초로 피스톤 운동을 고려한 엔진 실린더 내 유동에 맞는  $\kappa-\epsilon$  난류모델을 유도하였으며, Reynolds(1980)는 이 모델에 급속 변형이론을 적용하여 난류 소산을 방정식의 수정하였다. Morel과 Mansour(1982)은 축방향 압축에 유동의 경우 소산을 방정식의 상수항(C3)이 음이 되는 것이 물리적으로 타당함을 지적하였다. 이 후에도 많은 연구자들에 의하여 수정 모델이 제안되었는데, Wu 등(1985)은 난류 길이스케일과 시간스케일을 분리하여  $\kappa-\epsilon-\tau$  모델을 발표하였으며, Wilson(1993)은 적분 스케일의 에디로부터 매우 작은 크기의 에디까지 적절히 모사할 수 있는 격자 크기의 한계를 극복 할 수 있는 RNG 방법(Renormalization Group Method)을 제시하였으며, 이후 많은 연구자들이 이를 복잡한 유동분야에 적용하고 있다.

본 논문에서는 이러한 모델 중 비교적 널리 사용되고 있는 기본  $\kappa-\epsilon$  모델,  $\kappa-\epsilon$  Watkins 모델,  $\kappa-\epsilon$  Reynolds 모델,  $\kappa-\epsilon$  Morel and Mansour 모델,  $\kappa-\epsilon$  El Tahry 모델,  $\kappa-\epsilon-\tau$  모델,  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델을 엔진 유동에 적용하여 흡입초기 및 흡입과정, 압축과정 및 압축말기에 어떠한 특성을 갖는지, 그 예측결과를 실험치와 비교하고 적절한 모델을 제시하고자 한다.

난류모델을 수행한 결과 흡입초기에는 모든 모델이 유사한 유동장을 나타내고, 흡입중기에서 압축말기까지는  $\kappa-\epsilon-\tau$  모델,  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델, Modified  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델(Modified  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델은  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델에서 Time Step을 1/4로 수정한 모델이다.)이 제2와유동, 제3와유동을 잘 예측하고, 특히 Modified  $\kappa-\epsilon$  RNG 모델은 압축말기에서 실린더 하단 중심축부쪽에 새로운 제4의 와유동을 생성하여, 다른 모델에 비해 가장 잘 예측하는 모델이다.

## 6. PIV에 의한 가정용 냉장고내의 유동특성에 관한 연구

기계공학과 김진영

지도교수 이영호

5만년부터 인류는 동굴에서 얼음과 물이라는 최초의 냉각 물질을 이용하였으며, 중국인은 처음으로 음료수를 차고 맛있게 만들었다고 기록되어 있다. 그 뒤 1834년 퍼킨스(Jacob Perkins)에 의하여 기계적 냉동기인 증기 압축식 냉동기가 최초로 개발되었고, 1870년 독일 린데(Carl von Linde)는 열역학 제2법칙에 의한 암모니아를 이용한 오늘날의 증기 압축식 냉장고를 발명하여 사용되어지고 있다. 그리고 최근에는 생활 수준의 향상에 따라 에너지 소비가 증가되어가고 있고, 에너지부족현상 및 환경문제 등에 따른 에너지 소비에 대한 제품의 규제가 전 세계적으로 강화되어가고 있다. 그 중에 냉장고 내의 흐름이 순조롭지 못하면 냉기유동의 효율 저하는 물론 에너지 소비가 커지고 냉장고 내의 온도분포에 여러가지 문제를 야기시킨다. 일반적으로 가정용 냉장고는 음식을 영하 18℃ 이하로 보관하는 냉동실과 3~5℃의 음식을 저장하는