

# EDISON CFD를 이용한 원형 실린더 주위의 비정상 유동 해석

Unsteady flow analysis around a circular cylinder using EDISON CFD

김재민<sup>1\*</sup>, 진성호<sup>1</sup>, 김택기<sup>1</sup>, 김문상<sup>1</sup>  
한국항공대학교<sup>1</sup>

## 초 록

원형 실린더 주위의 비정상 유동은 공학적으로 매우 중요한 유동 현상으로서 2차원 원형 실린더 주위의 비정상 유동 현상인 와류 흘림에 관해 수치적으로 계산해 보고 실제 유동 현상과 비교해 본다. 또한 실린더 주위 유동의 와류 흘림 현상이 공학적인 측면에서 어떠한 중요한 역할을 하는지 고찰해 본다.

Key Words : 원형 실린더(Circular Cylinder), 후류(Wake), 비정상 점성유동(Unsteady Viscous Flow), Karman Vortex Street, 와류 흘림(Vortex Shedding), Edison CFD

## 1. 서 론

### 1.1 배경

우리가 살아가면서 삶과 연관되어 발생하는 중요한 자연 현상중의 하나인 유체의 유동 현상은 삶의 질을 개선하기 위해서 정확한 이해가 필요하고 이를 위해서 유체역학 과목은 공학도가 반드시 배워야 할 중요한 학문이다.

기계공학에서 점성유동에 대한 강의는 보통 선택과목으로 분류되어 많은 학생들이 물체 주위의 실제 유동 현상에 대해 제대로 된 개념을 이해하지 못하는 경우가 많으며, 따라서 점성유동 해석의 중요성을 알지 못하고 졸업을 하는 경우가 많다. 즉, 이상 유동으로서 유체역학만을 배운 학생들은 Tacoma bridge의 정확한 붕괴 원인을 이해할 수 없고 이러한 결과는 실생활에서 많은 위험을 초래하고 대처할 수 없게 만든다. 우리는 본 논문에서 2차원 유동인 원형 실린더 주위의 비정상 유동을 CFD 기법을 이용해 해석해 봄으로써 비정상 유동 현상에 대한 중요성을 인식하고자 한다.

### 1.2 와류 흘림 현상

원형 실린더와 같은 뾰족한 물체를 지나가는 유동은 물체 후방에 후류가 생성되고 규칙적인 와류가 생성된다. 후류에서 생성된 와류는 규칙적인 주기를 가지고 물체에서 떨어져 나오는데 이를 와류 흘림이라고 하고, 이런 와류 유동의 배열을 Karman vortex street<sup>(1)</sup>라고 부른다. 주기적인 와류 흘림 현상은 물체에 작용하는 항력과 양력을 주기적으로 발생하게 만들어 물체가 진동을 하게 만든다. 이러한 주기적 진동은 예를 들어 전신주에 연결된 전선에서 소음을 발생시키고 때때로 진동이 상당히 커지게 되면서 물체에 높은 응력을 발생시켜 위험한 상황을 초래할 수도 있다.

## 2. EDISON을 활용한 원형 실린더 주위의 2차원 비정상 유동 해석

### 2.1 유동 해석의 주된 목표

이번 논문의 주된 목표는 CFD 해석 도구로 개발된 EDISON을 이용하여 2차원 실린더 주위의 비정상 점성유동 현상을 관찰하는 것이다. 우선 물리적인 실제 유동과 CFD 해석 결과의 정확성을 확인해 보는 차원에서 레이놀즈수가 150과 300인 유동 조건에서 실제 유동 실험 결과와 EDISON CFD 해석 결과를 비교한다. 그리고 이번 해석에서 가장 중요한 와류 홀림 현상을 레이놀즈수가 150인 유동 조건에서 관찰한다.

### 2.2 수치 해석을 위한 격자 생성 및 해석 조건

Fig 1과 같이 유동 흐름 방향에 수직으로 놓인 원형 실린더 주위에 2차원 격자를 생성하였다. 해석에 사용한 실린더의 경계 조건은 Viscous and adiabatic wall이며 주위의 경계조건은 Inflow/outflow 이고, 실린더와 경계의 반경 비는 1:30이다.

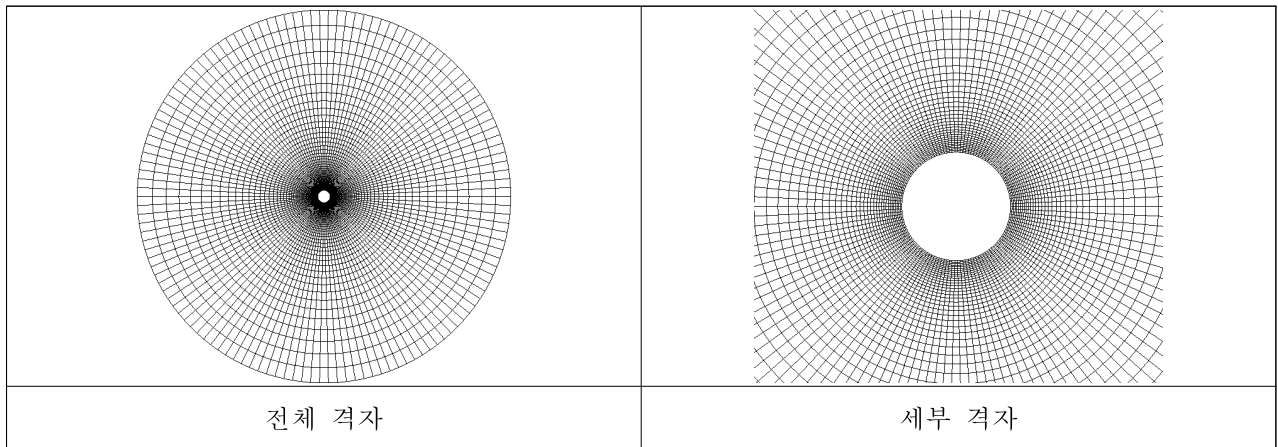
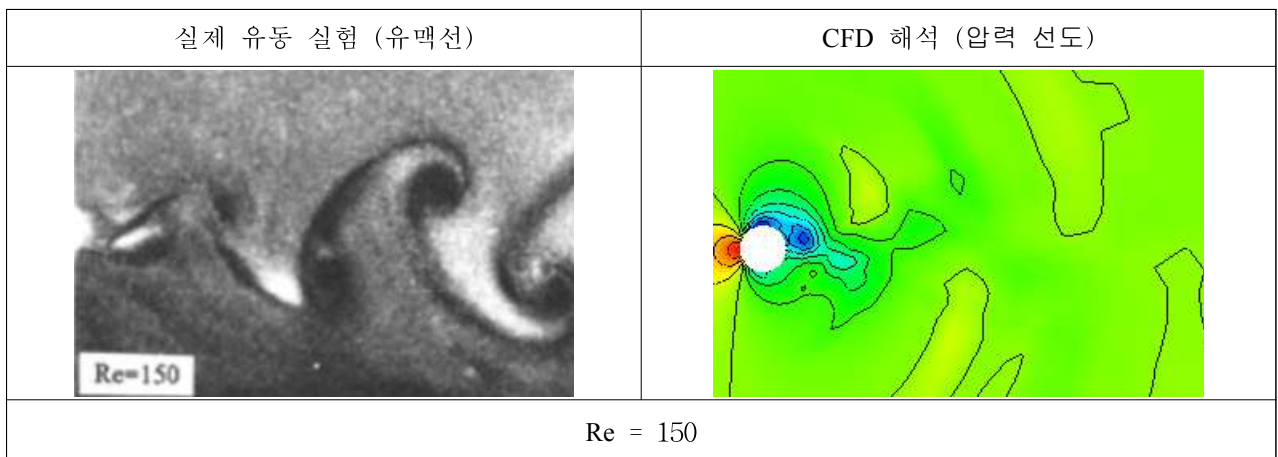
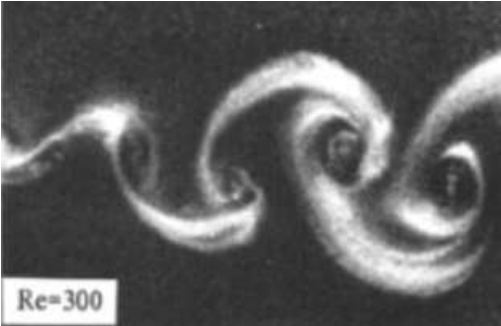
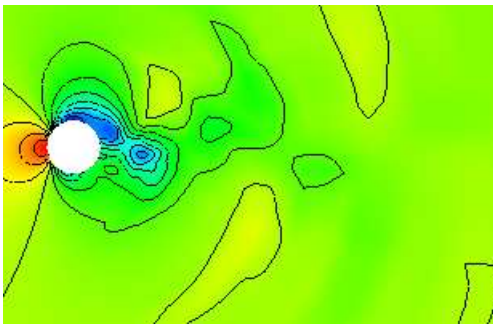


Fig 1. 원형 실린더 주위의 격자

### 2.3 EDISON CFD 해석 결과



실제 유동 실험 (유막선)	CFD 해석 (압력 선도)
	
Re = 300	

(Williamson<sup>(2)</sup>에 의하면 실제 유동 실험 에서는 유동 가시화를 위해 aluminum flake 가시화 방법 이용)

Fig 2. EDISON CFD 해석 결과와 실제 실린더 주위의 유동<sup>(2)</sup> 비교

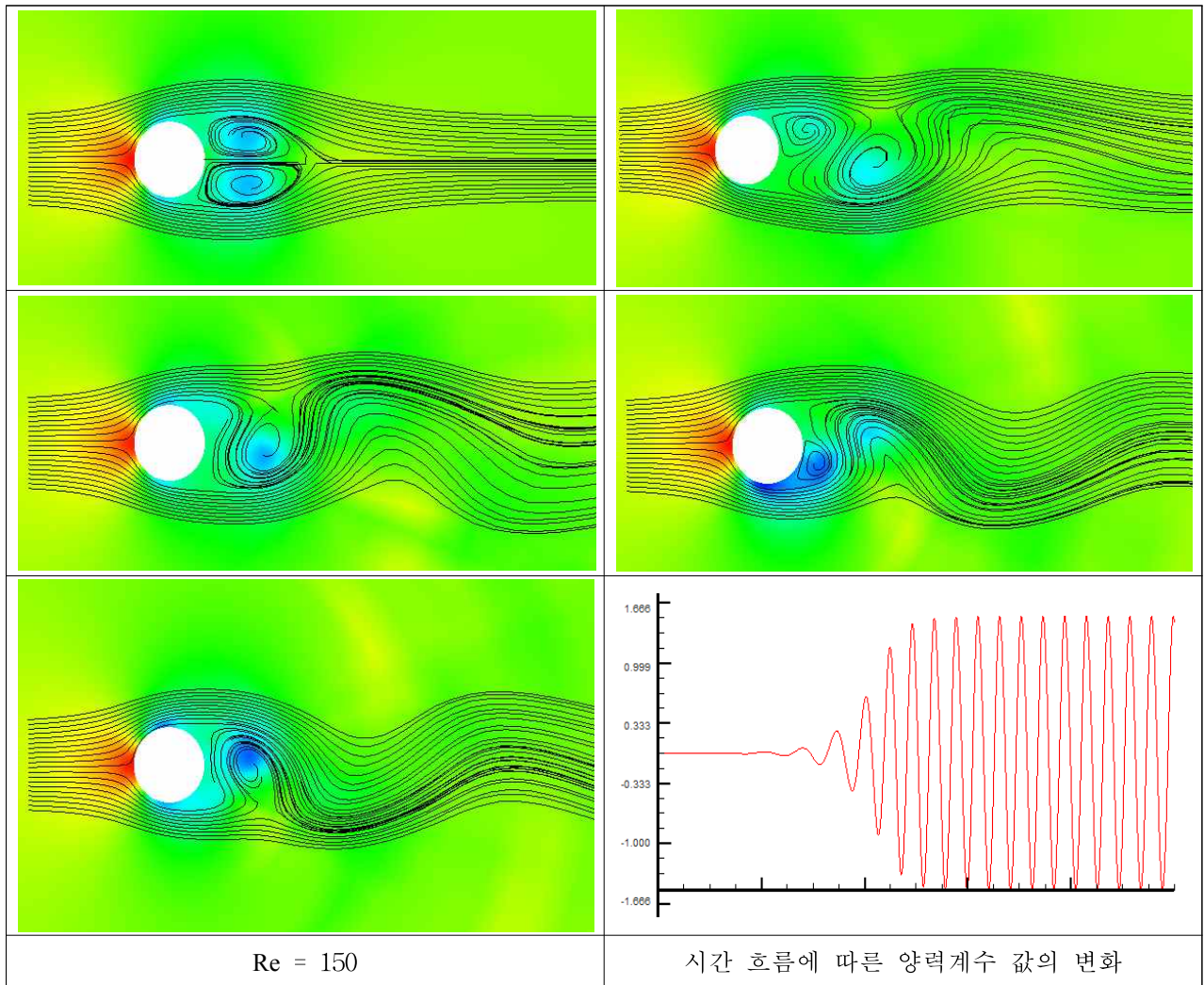


Fig 3. 와류 흘림 관찰

### 3. 결 론

실제 유동 실험에서 가시화된 유동은 유맥선이고 비정상 유동이기 때문에 EDISON CFD에서 제공하는 유선으로는 실험 결과와 CFD 해석 결과와의 유동 현상 비교가 어려웠다. 하지만 압력 선도를 관찰 해봤을 때 실린더 후방으로 진행된 비대칭적인 압력 분포를 발견할 수 있었고 이것이 유출된 비대칭 와류배열로 인한 압력 분포 변화의 물리적 현상이 관찰되었다고 생각할 수 있을 것이다.

이번 논문의 가장 중요한 목적은 와류 흘림 현상을 관찰하는 것이었다.  $Re=150$ 인 비정상 유동에서 해석 결과를 압력 선도와 실린더주위 유선으로 가시화 하여 Fig 3에 나타내었다. Fig 3을 보면 유동의 초반에 실린더 후방에서 안정된 한 쌍의 와류가 형성된 후 위 아래 차례로 번갈아 가면서 실린더에서 떨어져 나가는 것을 관찰할 수 있었다. 즉, 실린더 후방에서 와류 흘림 현상이 일어났으며 이것은 방향이 서로 다른 힘이 실린더 위아래 방향으로 주기적으로 작용한다고 볼 수 있고 실제로 시간 흐름에 따른 양력계수 그래프를 작성한 결과 와류 흘림이 시작됨과 동시에 양력계수 값이 0을 기준으로 진동하였다. 이것은 유체역학적 문제뿐만 아니라 실제 구조물에서 주기적 진동에 대한 응력 해석 문제, 실생활에서 서는 와이어나 케이블의 소음 문제로 발전될 가능성이 있다.

### 후 기

유체의 유동 현상은 완벽히 풀이하기가 불가능 할 정도로 복잡하다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 하지만 하드웨어와 소프트웨어의 발달로 정확도가 우수한 많은 유동 해석들이 컴퓨터로 해석되고 있으며 CFD의 수요는 계속 늘어나고 있다. 따라서 우수한 엔지니어가 되려면 이러한 해석 도구에 익숙해질 필요가 있지만 비용적인 문제로 인하여 대학에서 학생들이 졸업하기 전에 CFD를 직접 다루어볼 기회가 적은 것이 현실이다. 하지만 단순한 해석 도구로서가 아닌 유체유동, 특히 점성유동에 대한 정확한 개념을 이해하기 위한 교육의 도구로서 CFD의 필요성이 점점 더 대두되고 있는 상황에서 EDISON CFD와 같은 web기반 소프트웨어의 개발은 교육을 받는 학생들뿐만 아니라 교과과정을 계획하시는 교수님들도 환영할만한 일이라고 생각한다.

### 참고문헌

- (1) T. Von Karman, 1954, "Aerodynamics: Selected Topics in the Light of Their Historical Development", Dover Books, New york, pp. 89~96.
- (2) C. H. K. Williamson, 1996, "Vortex dynamics in the cylinder wake", *fluid mech*, pp.480.