

이중 슬롯 전개판의 정적 안정성 해석

박경현 · 이주희 · 현범수* · 배재현**
 부경대학교 · *해양대학교 · **백경공업(주)

서론

본 연구에서는 CFD 프로그램인 Fluent ver.5.1을 사용하여 이중 슬롯 전개판의 정적 안정성을 해석하고 회류 수조를 이용한 모형 실험 결과와 비교 검증해 봄으로써 이중 슬롯형 전개판의 역학적 특성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 모형 실험

부가 양력 장치인 슬롯의 영향을 관찰하기 위하여 제작한 이중 슬롯 만곡형 전개판은 현장(Chord) 200mm, 길이 340mm, 종횡비(aspect ratio) 1.7, 만곡도(camber ratio) 0.13이고 슬롯의 두께는 현장의 2%이다.

실험에 사용된 회류 수조는 수직 순환형 회류수조로써 크기는 L11,500×W2,300×H4,200(mm)이고 유속 범위는 0~1.0m/s, 유속 편차는 0.8m/s±6% 이내이다. 삼분력기(LMC-3505-5, 日章電氣)를 사용하여 다음과 같이 양력 계수(C_L), 항력 계수(C_D) 및 회전 모멘트 계수(C_M)를 구하였다.

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad ; \quad C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} \rho S V^2} \quad ; \quad C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} c \rho S V^2}$$

여기서 L 은 양력, D 는 항력, c 는 현장, ρ 는 물의 밀도, S 는 전개판의 면적, V 는 유속이다.

2. CFD를 이용한 수치 해석

CFD 소프트웨어로 Fluent ver. 5.1을 사용하였다. Fluent는 유한체적법(FVM, Finite Volume Method)에 의한 범용 CFD 코드로 다양한 유체역학적 해석 모델이 개발되어 있는 대표적인 범용 소프트웨어이다.

3. 실험 조건

수조 모형 실험과 CFD 수치 해석에서 전개판의 정적 안정성을 파악하기 위하여 받음각에 따른 회전 모멘트를 측정하였으며, First Slot의 위치를 0.1C로 하고 Second Slot의 위치를 0.5C, 0.6C, 0.7C로 달리하였을 때와 Second Slot의 위치를 0.6C로 하고 First Slot의 위치를 0.1C, 0.2C, 0.3C로 달리 하여 각각의 모델에 따른 유체역학적 특성을 파악하였다.

4. 해석 방법

전개판의 정적 안정성을 평가하기 위해 이중 슬롯 만곡형 전개판의 안정적인 조건을 나타내면 다음과 같다.

$$C_{MCG} > 0 \quad \text{at} \quad C_L = 0$$

$$\frac{dC_{MCG}}{dC_L} < 0 \quad ; \quad \frac{dC_{MCG}}{d\alpha} < 0$$

여기서 C_{MCG} 는 전개판의 압력 중심이고 C_L 은 양력, α 는 받음각이다.

결과 및 요약

본 연구는 전개판의 안정성 평가와 부가 양력 장치의 개발을 통한 양항비의 개선을 위해 이중 슬롯 만곡형 전개판에 대한 모형 실험과 CFD 수치해석법을 실시하여 영각의 변화에 따른 전개판 중심에서의 회전 모멘트를 분석하였다. 슬롯의 두께와 위치를 달리하였을 때의 회전 모멘트 계수의 측정 결과는 Table 1과 같다. 이중 슬롯형 전개판은 받음각 25° 에서부터 안정성을 나타내었고 이때 대부분의 날개 단면들이 최대 양력 계수를 가짐을 확인할 수 있었다.

Table 1. Moment coefficient according to location of slot

Attack angle	location of slot				
	0.1C, 0.6C	0.2C, 0.6C	0.3C, 0.6C	0.1C, 0.5C	0.1C, 0.7C
15°	0.69	0.67	0.69	0.61	0.68
18°	0.83	0.86	0.87	0.75	0.82
20°	0.97	0.95	0.97	0.87	0.88
22°	1.05	1.04	1.05	0.90	0.83
25°	1.05	1.19	1.22	0.84	0.77
27°	0.74	1.16	1.18	0.80	0.68

참고 문헌

- 권병국(1993) : 전개판의 유체역학적 특성에 관한 연구, 수산학 박사 학위 논문.
 박경현, 이주희, 현범수, 배재현(2001) : 단일 슬롯 만곡형 전개판의 유체역학적 특성에 대한 연구, 한국어업기술학회지 37(1), 1~8.
 박창두(1994) : 오타보드의 유체특성에 관한 연구, 수산학박사 학위 논문.
 장지원, 서두옥(1982) : 어구공학, 신한출판사, 116~143.