

2차원 연직 흐름장에 대한 흐름 및 압력 분포 분석

김효섭¹⁾, ○윤석준²⁾

1. 서론

해류에는 여러 가지의 종류가 있다. 해안을 따라 흐르는 연안류(wave-induced current), 바람에 의한 취송류(wave-driven current), 수온차나 해류의 경사에 의한 해류(ocean current), 조류(tidal current) 등으로 나눌 수 있다. 이러한 흐름들은 해안 시설들에 영향을 주며 크고 작은 변형들을 발생시킨다. 부유사의 이동 및 압력의 변형에 의한 예가 대표적이라 할 수 있다. 흐름의 형태를 분석하고 알기 위하여 많은 연구자들이 수리모형 실험 및 수치모형 실험을 통하여 연구를 하고 있다. 그 중에서 2차원 연직 방향에 대한 흐름 및 압력의 분포를 계산할 수 있는 2차원 연직 수치모형(2DV)에 대하여 연구하였다.

2. 수치모형실험

본 실험을 위하여 기존의 KU-2DVF-01(Kim 등, 1994) 수치모형을 사용하였다. 이 수치모형은 x, z 방향에 대한 흐름 및 압력의 변화를 계산하고자 만들어 졌으며, 모형의 지배방정식은 연속방정식과 수평방향과 수직 방향의 2차원 레이놀즈 방정식이다. 또한 Hirt 등(1975)이 제안한 SOLA기법을 이론적 기초로 하여 제작하였다. 그러나 SOLA와는 다른 형태의 수치 계산방식을 채택하여 제작되었으므로 같은 모형이라고 하기는 어렵다. 난류 마감의 경우는 혼합거리 가정을 사용하였다.

수치모형을 두가지의 저면 단면 형태에 적용하였다. 각 경우의 저면 단면은 <그림 1>, <그림 2>와 같다. 두 경우 저면의 한 주기당 수평길이는 17.5 cm, 연직길이는 14.0 cm로 일정하다. 첫번째 경우는 단면의 형태를 거의 극단적인 삼각형의 형태, 두번째 경우는 삼각형의 봉우리 형상에 약간의 경사를 취한 형태이며, 적용한 파랑은 주기가 2.5초, 파의 वे도속도 진폭 50.3 cm/s이다.



그림 1 Shape 1

1 정희원 · 국민대학교 건설시스템공학부 부교수, 공학박사, 02-910-4698(E-mail : hkim@kookmin.ac.kr)
2 정희원 · 국민대학교 건설시스템공학부 석사과정, 02-910-5057(E-mail : new174@korea.com)

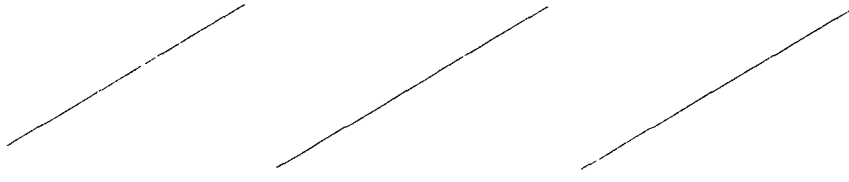


그림 2 Shape 2

3. 적용결과

수치모형실험의 결과를 이용하여 두 가지의 다른 저면 단면형태에서 위상에 대한 파랑류장과 압력 분포도를 비교하였으며, 시간에 따른 항력변화(그림 5)를 각각의 형태에 대하여 비교하여 나타내었다. 각 형태에 대한 평균항력은 Shape 1이 전단응력/유체밀도 단위로 $0.02 \text{ (m}^2/\text{sec}^2)$ 이며, Shape 2는 $0.023 \text{ (m}^2/\text{sec}^2)$ 로 비슷한 결과를 나타내었다.

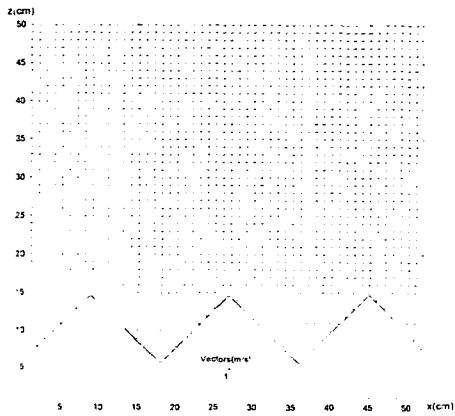


그림 3-1 Shape 1에서 0도 위상에 대한 파랑류 벡터도

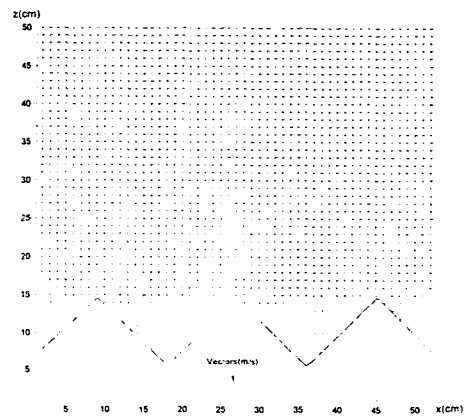


그림 3-2 Shape 1에서 180도 위상에 대한 파랑류 벡터도

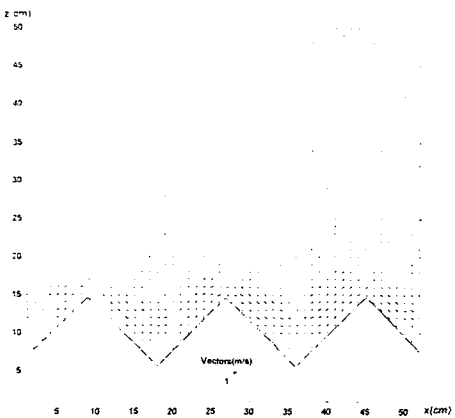


그림 3-3 Shape 1에서 270도 위상에 대한 파랑류 벡터도

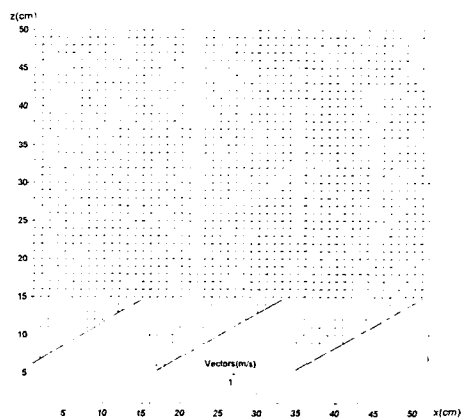


그림 3-4 Shape 2에서 0도 위상에 대한 파랑류 벡터도

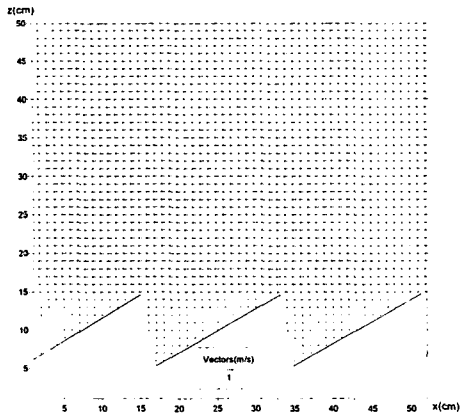


그림 3-5 Shape 2에서 180도 위상에 대한 파랑류 벡터도

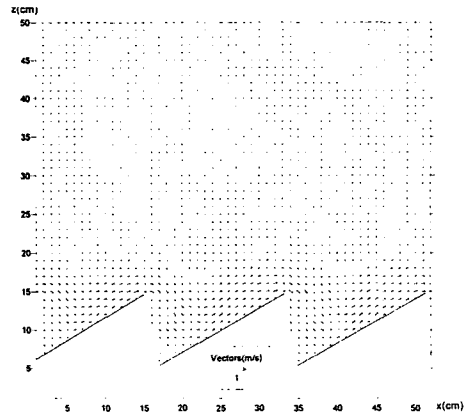


그림 3-6 Shape 2에서 270도 위상에 대한 파랑류 벡터도

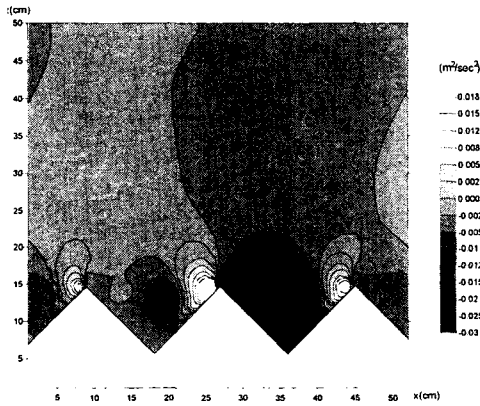


그림 4-1 Shape 1에서 0도 위상에 대한 압력 분포도

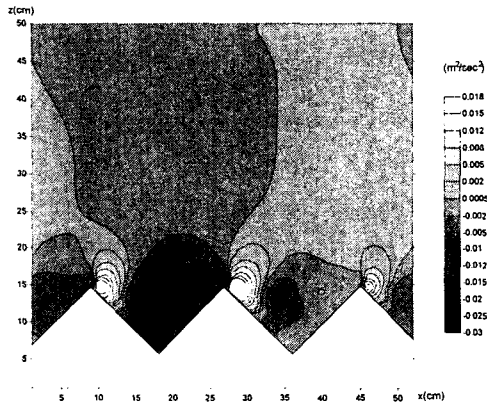


그림 4-2 Shape 1에서 180도 위상에 대한 압력 분포도

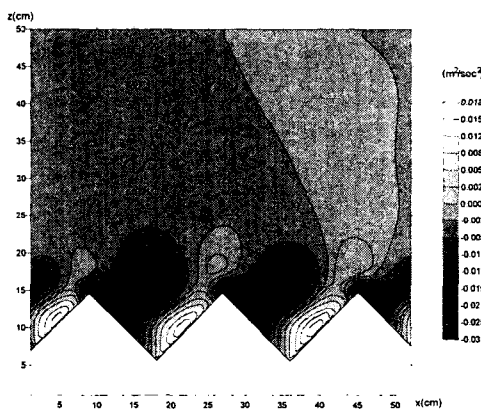


그림 4-3 Shape 1에서 270도 위상에 대한 압력 분포도

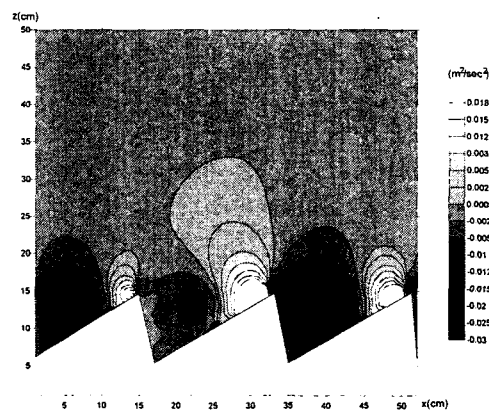


그림 4-4 Shape 2에서 0도 위상에 대한 압력 분포도

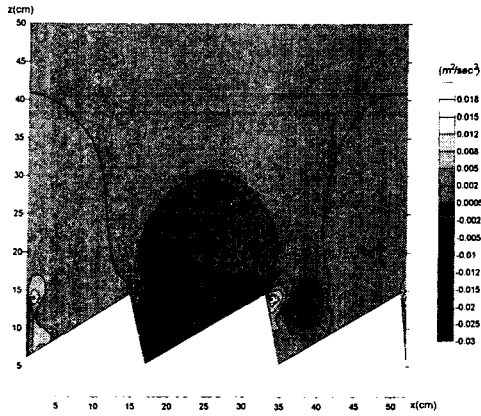


그림 4-5 Shape 2에서 180도 위상에 대한 압력분포도

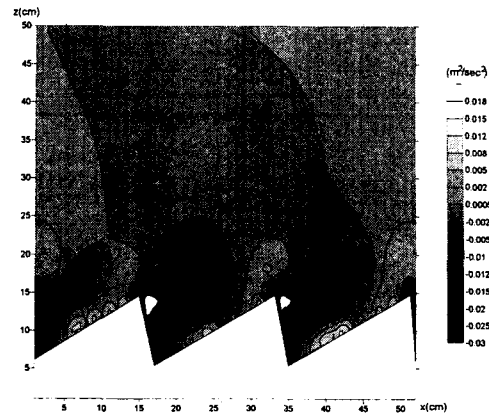


그림 4-6 Shape 2에서 270도 위상에 대한 압력분포도

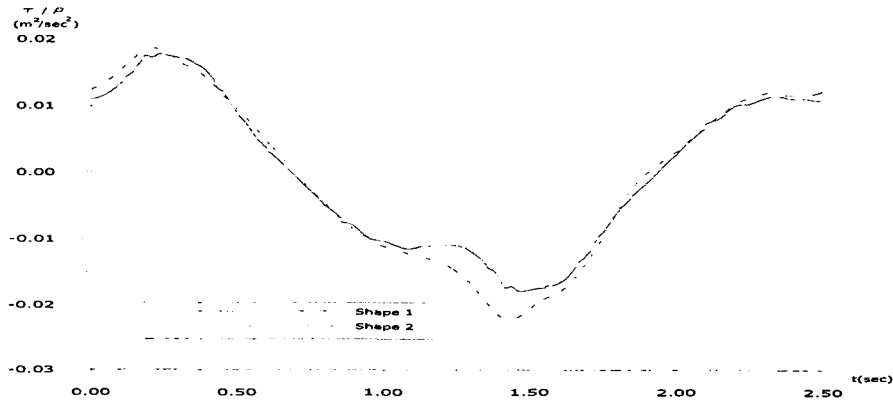


그림 5 시간에 따른 항력의 변화

4. 결론

동일 파랑 조건에 대하여 두가지 형태의 저면 형상에 대하여 파랑류 분포와 압력분포 및 형상 저항력을 비교하여 보았다. 형상 저항력은 Shape 1의 경우가 Shape 2의 경우에 비하여 $0.003(\text{m}^2/\text{sec}^2)$ 정도 작은 결과를 보였다. 특히 1.5 sec 부근의 항력의 크기는 Shape 1에 비하여 Shape 2의 저항력이 크고, 저항력 값이 0.25 sec 부근의 항력과 비슷한 차이를 보여야 하지만 오히려 더욱 증가하였다. 이는 삼각형 형태에 비하여 경사를 가진 단면이 파봉의 변화가 증가하여 마찰력이 증가하였고, 이로 인하여 저항력이 늘어난 것으로 보인다. 본 실험의 결과를 종합하여 본다면 저면 형상 저항력은 저면 형상의 기울기(Hr/Lr)에 의하여 영향을 받음을 알 수 있다.

5. 참고문헌

1. Hirt, C.W., Nichols, B.D. and Romero, N.C. 1975. SOLA A numerical solution algorithm for transient fluid flows, Los Alamos Scientific Laboratory of the Univ. of California.
2. Kim, H., O'Connor B.A., Shim Y. 1994. Numerical modelling of flow over ripples using SOLA method, 24th International Conference on Coastal Engineering, ASCE, pp. 2140-2154.