

反復技法을 사용한 緩傾斜方程式의 數値解析

Numerical Solution of the Mild Slope Equation Using Conjugate Gradient Method

尹 鐘 台*

海岸構造物의 설치나 해안환경 문제를 다룰때 가장 필수적인 것이 그 지역에서의 정확한 파랑자료이다. 波浪은 천해로 전파해 오에 따라 수심 및 지형변화로 인한 廻折 및 屈折을 겪으면서 변하게 되므로 복잡한 지형을 가진 해안에서의 정확한 파랑계산은 용이한 일이 아니다. 이러한 波浪變形에 대한 연구는 Berkhoff(1972)가 緩傾斜方程式을 발표한 후 큰 진전을 보이게 되는데 이로 인해 종래 개별적으로 다루던 굴절과 회절을 함께 취급할 수 있게 되고 파향선이 교차할때 생기는 불합리한 에너지의 集中(caustics)을 해결할 수 있게 되었다. 이 방정식은 상당히 유용하여 섬주위에서의 波浪傳播(Kirby and Dalrymple, 1986), 浮船渠에 작용하는 부력(Tsay and Liu, 1983), 항에서의 파랑스펙트럼 傳播(Pearce and Panchang, 1985), 兩翼防波堤에서의 廻折(Pos and Kilner, 1987)등 다양한 공학적 문제에 적용될 수 있음이 밝혀졌다. 이러한 유용성에도 불구하고 방정식이 非分離 橢圓型이기 때문에 컴퓨터 용량 및 소요시간이 과도하게 커지는 영역에서는 적용하기가 어려워 대부분 근사적인 방법으로 해를 구했다. 이러한 근사기법으로는 크게 拋物型 方程式으로의 변화, Ebersole(1986)의 RCPWAVE 模型, 그리고 EVP(Error Vector Propagation) 模型 등이 있는데 이들은 수치적 어려움을 해결하는 대신 대부분 主傳播方向을 가져야 하고 회절효과는 한 방향에만 국한되던지 혹은 반사파가 무시할 만큼 작아야 한다는 물리적 제약이 불가피해진다. 특히 영역이 사각형이 아니거나 입사각이 크게 변하는 경우엔 모형의 적용이 상당한 어려움을 겪게 된다. 최근에 개발된 형태가 쌍곡형 편미방으로 해석하는 경우인데(Copeland, 1985; Madsen and Larsen, 1987) 물리적인 제약으로 나타나는 사전 가정은 Courant조건으로 인한 작은 시간간격으로 여러 주기에 걸친 시간적분이 요구되고 개방경계의 취급이 까다로워지는 단점이 있다.

이상의 모형들이 부적합할 땐 결국 원래의 완경사방정식을 사용해야 하는데 Gauss소거법으로 만족스럽게 다룰 수 있는 영역은 약 10파장 이내이다. 반면에 반복기법을 사용하면 이와 같은 용량문제를 피할 수 있고 비사각형 영역에도 쉽게 사용할 수 있지만 본 방정식이 일반적인 반복기법의 수렴조건을 만족하지 않기 때문에 사용할 수가 없다. 본 연구에서는 차분된 행렬방정식을 반복기법이 가능하게끔 변환시켜 CG(Conjugate Gradient)기법을 사용하여 해를 구해보았다. Panchang(1991)에 의해 제안된 이 기법을 Ito와 Tanimoto(1972)의 구형 해저지

*경성대학교 토목공학과(Dept. of Civil Eng., Kyung Sung University, 608-736, Pusan, Korea)

參 考 文 獻

- Berkhoff, J.C.W., "Computation of combined refraction and diffraction", 13th, ICCE, pp.471-490, 1972.
- Copeland, G.J.M., "A practical alternative to the mild-slope wave equation", Coastal Eng., Vol.9, pp.125-149, 1985.
- Ebersole, B.A., "Refraction-diffraction model for linear water waves", J. Waterways, Port, Coastal and Ocean Eng., ASCE, Vol.111, No.6, pp.939-953, 1985.
- Kidby, J.T. and R.A. Darlymple, "Modeling waves in surfzones and around islands", J. waterways, Port, Coastal and Ocean Eng., ASCE, Vol. 112, No. 1, pp.78-93, 1986.
- Madsen P.A. and J. Larsen, "An effecient finite-diffrence approach to the mild-slope equation", Coastal Eng., Vol.11, pp.329-351, 1987.
- Panchang, V.G., B.R. Pearce, G. Wei and B. Cushman-Roison, "Solution of the mild-slope wave problem by iteration", Applied Ocean Res., Vol.13, No.4, pp.187-199, 1991.
- Tasy, T.K. and P.L.F. Liu, "A finite element model for wave reflection and diffraction", Applied Ocean Res., Vol.5, No.1, pp.30-37, 1983.
- Peace, B.P. and V.G. Panchang, "A method for the investigation of steady state wave spectra in bays", J. Waterways, Port, Coastal and Ocean Eng., ASCE, Vol.111, No.4, pp.629-644, 1985.
- Pos, J.D. and F.A. Kilner, "A breakwater gap wave diffraction : An experimental and numerical study", J. Waterways, Port, Coastal and Ocean Eng., ASCE, Vol.113, No.1, pp.1-21, 1987.