

59. 파 · 구조물 · 지반의 비선형 동적응답해석을 위한 직접수치해석기법의 개발

토목환경공학과 김 창 훈
지도교수 김 도 삼

연안구조물을 설치할 때 지반의 안정성 해석에 있어서 가장 중요한 문제점으로 파랑의 존재를 들 수 있다. 해저지반은 파랑에 의한 반복하중을 받는 특성을 가지므로 지진과 같은 육상에서의 지반 거동과는 상당히 다른 특징을 갖는다. 지난 10여년 동안 파 · 구조물 · 해저지반의 상호간섭에 대한 연구에 발전을 보여 왔다. 그러나 파 · 구조물 · 해저지반의 상호간섭에 대해 이전의 연구자들은 해저불투과의 가정에 초점을 두고 있다. 파랑하중에 의한 지반내 간극수압은 연안구조물 부근에서의 세굴과 같은 지반의 안정성을 연구하는데 중요한 요소이다. 파 · 해저지반의 상호간섭에 대한 해석모형이 완전한 형태의 해를 주기 때문에 상호간섭문제의 기본적인 특성들은 수치모형에 비하여 쉽게 또는 효율적으로 분석될 수 있으나 이러한 해석적 접근은 단순한 해저지반인 경우로 제약되고 수심이 변하는 경우나 해저지반에 구조물이 놓여있을 경우 적용하기가 어렵다. 대부분의 연안구조물, 특히, 케이슨 형태의 방파제나 잠제는 기초지반과 같이 동적으로 거동한다. 최근 파 · 구조물 · 해저지반의 비선형 상호간섭을 해석하기 위하여 경계요소법(BEM)과 유한요소법(FEM), VOF법과 유한요소법(FEM)을 병용한 수치해석기법이 제안되었다. 하지만, 이러한 수치해석기법은 파동장과 지반부의 분리에 따른 가정 때문에 Hybrid기법을 적용하고 있다. 따라서 파랑하중하에서 파 · 구조물 · 해저지반의 동적응답을 적절히 모의하기 위한 수치모델의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 파 · 구조물 · 해저지반의 비선형동적응답을 해석하기 위하여 직접수치해석기법(DNS)이 새롭게 제안되었다. 본 수치해석기법은 Darcy 와 Forchheimer 저항력이 추가된 Porous Body Model에 기초하고 있다. 해저접합면에서는 압력과 유량의 연속을 고려함으로써 유체부에서 다공질 매질로의 변화가 가능하다. 이러한 방정식은 적절히 저항계수를 조절함으로써 비선형 층류흐름영역에서부터 완전난류흐름영역에까지 수치모의가 가능하게 된다. 새롭게 제안된 본 수치해석기법은 파 · 투과성잠제에 대해서 Kioka et al.(1994), 파 · 모래지반에 대해서는 Yamamoto et al.(1978), 파 · 투과성잠제 · 모래지반에 대해서는 Mizutani et al.(1997), 파 · 혼성방파제 · 모래지반에 대해서는 Mostafa et al.(1999)의 실험치와 각각 비교하여 좋은 일치성을 보였다. 또한, 새롭게 제안된 수치해석기법의 적용성을 검토하기 위하여 파 · 구조물(잠제, 혼성방파제) · 해저지반의 결합에 의한 파동장 및 간극수압의 변화 등이 상세히 논의 되었다.