한국해안 · 해양공학회 정기학술강연회 발표논문 초록집, 1998년 9월 19일

潮汐再現을 위한 수리실험방법

오영민*

1. 서론

우리나라의 연안역은 지금까지 선진국으로의 도약을 위한 경제개발 수행과정에서 임해공업단지 및 발전소 건설, 간척 · 매립사업의 추진 등 연안해역에서의 사회, 경제적 활동의 증가에 따른 해양오염과 생태계 파괴가 가중되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 일반적으로 현장관측, 수리실험, 컴퓨터를 이용한 수치모델이 이용되고 있는데 경제적인 이유와 편리함 때문에 국내에서는 주로 수치모델에 의존하고 있다. 그러나 편중된 방법에 의한 연구는 자칫 현상을 오판할 수 있기 때문에 방법간의 상호 보완이 필요하다. 본 연구에서는 연안공학의 제문제 중 하나인 조석이 지배적인 해역에서의 환경오염문제를 해결하기 위해서 환경부 G7 사업인 연안환경 개선기술의 수립을 위한 수리모형실험을 위하여 조석발생시스템을 독자적으로 설계 · 제작하였으며 이를 현재 오염이 심각한 남해안의 마산만을 대상으로 적용하여 그림 1과 같이 모형을 제작하여 연구를 수행하고 있다. 한편, 마산만은 폐쇄성이 강한 만이라 해수유동이 파랑보다는 조석에 의하여 지배되기 때문에 조석수조를 이용하였다.

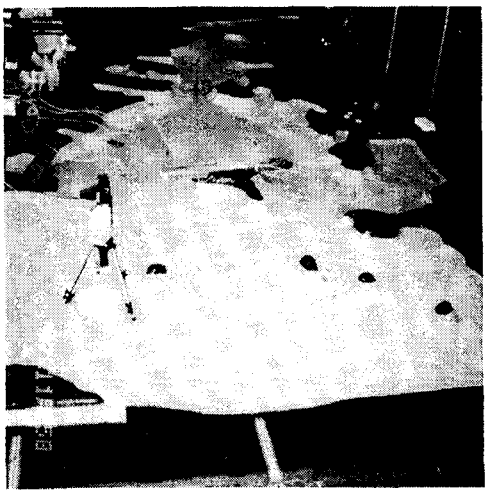

그림 1 마산만 모형

2. 조석재현방법

조석을 재현하기 위하여 가장 널리 쓰이는 방법은 위어(weir)를 이용하는 것인데 기계적인 장치가 필요하므로 비용이 많이 들기 때문에 여기서는 경비를 절약하기 위하여 수조바닥에 파이프를 설치하고 표면에 구멍을 뚫어서 給水와 排水를 하는 시스템을 채택하였다. 수위는 수면추적식 수위계에 의하여 감지되며 수위계에 기록된 매초의 수위기록으로부터 조위의 설정값과 비교하여 관측치와 설정

---

* 한국해양연구소 연안 · 항만공학연구센타

* Coastal & Harbor Eng. Research Center, KORDI

치가 다르면 수위조절장치를 가동하여 일치하도록 하였다. 작동원리는 실험직전의 水位計의 계측치 또는 기준수위를 컴퓨터에 입력하고 실험도중 水位를 계속 계측하여 이를 기준수위와 비교한 다음, 계측치가 기준치를 상회할 경우 컴퓨터가 자동으로 배수밸브만을 열고, 하회할 경우에는 반대로 급수밸브만을 열어서 수위가 항상 기준수위를 유지하도록 하는 自動水位調節 방식을 이용하였다.

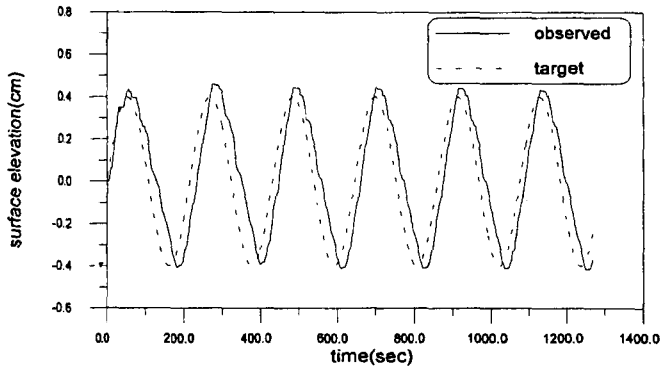

그림 2 조위 시그널의 목표치와 계측치

자동수위조절 방식에 의하여 재현된 조석 시그널은 그림 2와 같다. 여기서 점선은 설정된 규칙적인 조위 시그널이고 실선은 수조 내에서 계측한 조위 시그널인데 전반적으로 계측치와 설정치가 일정한 시차를 두고 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

3. 조석제어장치

가. 수위계

조석을 재현하기 위해서는 수위를 정확히 측정할 수 있는 수위계의 확보가 절대적이다. 그러나, 기존의 수위계는 가격이 1,000 만원 이상의 고가 수입품이기 때문에 부품만 구입하여 자체 제작하기로 하고 운영시스템도 수립하였다. 변위측정용 센서는 변위를 축의 회전으로 바꾸어주는 encoder로써, 회전축의 圓周가 1.05cm, 축의 1회전에 대한 pulse 수가 360개인 것을 사용하였다. encoder의 신호는 microprocessor를 이용하여 수치화하였는데, 수치화 과정에서 각 pulse를 2등분함으로써 分解能을 1.05 cm / 720 = 0.0146 mm 정도 되도록 하였다. 이 장비를 그림 3과 같이 전원공급장치와 함께 박스안에 설치하였으며 浮子를 연결하여 수위를 측정하였다. 이 장비의 측정원리는 그림 속의 네모상자 안에 설치되어 있는 encoder에 부자를 연결하여 수위의 움직임에 따라 부자가 움직이면 이 연직 움직임이 encoder에는 회전운동으로 전달되어 회전한 양만큼 수위로 변환된다. 이 수위계는 기존의 수위계에 비하여 매우 경제적인 것으로 encoder에서 나오는 전기신호를 수치화하여 컴퓨터로 전송하는 회로를 만들게 된다면 encoder 가격이 약 200,000원(당시 환율은 1000원/$ 정도)이므로 1백만원 이하

그림 3 수면추적식 수위계

로 제작이 가능할 것으로 보인다.

나. 자동수위조절밸브

본 수리모형실험에서는 수위를 조절하기 위하여 電動式 급수밸브와 배수밸브를 급수와 배수 파이프의 중간에 각각 설치하여 급수밸브가 열리면 배수밸브는 닫히는 상호 ON-OFF 형식을 취하도록 설계하였다. 밸브의 개폐에는 약 15초 정도가 소용되는 slow start motor를 채택하였는데 이처럼 밸브의 개폐가 느린 motor를 사용한 이유는 밸브가 너무 급작스럽게 개폐될 경우에는 수압에 의하여 밸브에 무리한 힘을 가하게 되기 때문이며 특히 배수시에는 水擊(water hammer)作用에 의하여 수조내 수위가 갑자기 상승하는 부작용이 발생한다. 그렇다고 너무 느리게 구동할 경우에는 원하는 수위를 제대로 재현하지 못하는 문제가 발생하므로 적절한 개폐속도를 유지해야 한다.

원하는 수위를 정확히 재현하기 위해서는 개폐속도 이외에 개폐량을 조절해야 하며 이를 위해서는 비례제어 밸브를 사용해야 한다. 그러나 이 밸브는 ON-OFF 밸브에 비하여 가격이 2배 정도로 비싸고 제어를 위해서는 좀 더 고도의 제어기술이 필요하므로, 본 연구에서와 같이 규칙적인 조위를 재현하기 위해서는 굳이 사용하지 않아도 기계적으로 밸브의 개폐량을 조절하여 목표수위를 유지할 수 있으므로 ON-OFF 밸브로도 충분하다. 그러나, 현장에서 관측한 조위를 재현하기 위해서는 ON-OFF 밸브로는 곤란하며 반드시 비례제어 밸브를 이용해야 한다.

4. 결론

마산만의 해수유동장을 수리모형실험에 의하여 성공적으로 재현하였으며 이를 토대로 차후에는 마산만 수질개선을 위한 방안을 수리모형실험에 의하여 제시할 예정이다. 이는 자체 제작한 수위계와 자동조절밸브의 제어기술이 뒷받침 된 정확한 조위재현 때문에 가능하였다. 한편, 국내의 모형실험에 의한 연구를 활성화시키기 위해서는 전자제어나 부품제작이 가능한 전문 기능원이 필요하며 각종 센서의 자체 제작노력이 수반되어야 한다. 모형실험에 필요한 각종 센서는 국산품이 거의 없는 관계로 매우 비싸고 운영시스템도 대부분 비밀이라 단순한 사용 외에는 변형이 불가능하므로 가급적 자체개발 하거나 기사용중인 센서에 대해서는 장단점에 대한 정보를 상호 교환해야 한다.