

## Tc-99m을 이용한 이동특성 실험

서경석 · 김기철 · 박건형 · 정성희

한국원자력연구원

E-mail:kssuh@kaeri.re.kr

중심어 : Tc-99m, 수리모형장치, 파고

### 서론

연안역에서 오염물이 유입된 경우 이류와 확산에 의해 오염물은 이동된다. 일반적으로 오염물 이동해석에는 현장조사, 실내실험, 수치모델링 등의 방법이 이용되고 있는데, 본 연구에서는 현장 조건을 반영한 수리모형장치를 제작하여 외력의 변화에 대한 오염물 이동특성 실험을 수행하였다. 수리모형장치는 크게 파를 발생시키는 조파기, 주기를 조절하는 인버터장치, 해변에서 파를 감쇄시키는 쇄파대 등으로 구성하였다. 단반감기 감마선 방출 동위원소를 이용한 연안 수리특성 분석을 수리모형장치를 이용하여 연안 수리특성을 분석하고자 Tc-99m 동위원소를 추적자로 이용한 실험을 수행하였다.

### 재료 및 방법

조파실험 장치는 경상북도 경주시에 위치한 월성원자력발전소 부근 해역을 대상으로 실험 장치를 제작하였다. 일반적으로 연안에서의 폭은 수심에 비해 상당히 크므로, 수심을 확보하게 되면 모형이 너무 커져 경제성이 떨어지게 된다. 또한 폭을 확보하게 되면 수심이 지나치게 작아져 수심차의 측정이 어렵게 되며, 층류가 흐르고 표면장력이 흐름의 주요 지배요인이 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 왜곡모형을 적용하였다. 일반적으로 모형의 축척은 실험의 목적, 실험대상의 지형 및 수리학적 특성 등을 고려하여 모형과 원형간의 상사성을 만족시키고, 수리모형의 제작

및 경제적 여건, 실험공간의 부지와 측정의 용이성 등을 고려하여 결정하게 된다. 이번에 설계한 조파실험은 활용 가능한 실험실의 면적을 감안하여 실험 대상 지역에서의 측정 범위를 나타내기 위해 수평방향 축적은 1/2,083로 하였으며, 연직방향 축척은 1/200로 왜곡도 10.5인 모형으로 길이 4.8 m, 폭 0.45 m, 수심 0.5 m로 설계하였다.

조파모형장치에서 유량의 흐름은 저수조에서 유입된 유량은 파이프를 통해 유량유입부로 유입되며, 유입시 정류상태를 유지할 수 있도록 정류판 설치부를 통과하여 수로 내부로 흐르게 하였다. 설계된 조파 모형장치는 저수조, 인버터펌프, 조파발생장치, 반사파 감쇄장치, 유량 조절을 위한 유입조, 유량 안정화구간의 부분으로 구성되어 있으며, 완성된 실험장치를 Fig. 1에 나타내었다.



Fig. 1. Layout of the hydraulic prototype instrument  
파고계는 조파수조 또는 파랑실험에 있어서 파도의

높이를 정밀하게 측정 할 수 있는 장비이다. 본 실험에서는 파고 측정을 위해서 용량식 파고계를 사용하였다. 용량식 파고계는 사용되는 신호의 형태에 따라 아날로그와 디지털 신호 구간으로 나누어지며, 파고계로부터 증폭기까지는 아날로그 신호, A/D Converter 장치 이후는 디지털 신호로 존재하게 된다(NI 2009).

## 결과 및 고찰

개발된 조파실험장치를 사용하여 동위원소를 추적자로 이용한 실험을 유속의 변화에 대해 2번의 실험을 실행하였다. 실험조건은 수로 상류단에서 10 cm 떨어진 지점에 동위원소를 투입하였으며 유속의 변화에 따른 농도 및 확산의 변화를 연구하기 위하여 인버터 모터의 RPM 조절을 이용하여 유속을 각각 0.08 m/sec, 0.2 m/sec로 설정하였다. 실험에 사용된 동위원소는 Tc-99m으로 비교적 짧은 반감기를 갖는 동위원소로 실내실험에 적합한 안정성을 보이는 동위원소이다. 동위원소의 실험에 앞서 개발된 조파실험장치의 조파기를 통하여 파를 발생시켰으며, 파고계를 통하여 규칙파를 형성하고 파의 주기가 안정적으로 형성된 후 동위원소를 투입하였다.

동위원소의 농도 및 확산을 계측하기 위하여 NaI 계측기를 사용하였다. 총 실험시간은 각 측정별로 동위원소의 최대농도가 통과한 후 기저농도까지 감소될 때 까지 측정하였다. 또한 실험시 파고 및 수심, 주기의 계측을 위하여 파고계를 이용한 관측도 동시에 실시하였다. 실험시 관측된 파고계의 관측값과 동위원소의 농도 값은 Fig. 2와 같다.

실험결과 조석파의 주기는 2.09초이며 파고는 3 cm로 측정되었다. 또한 추적자의 진행 방향은 유속방향과 동일하였으며, 추적자의 농도분포는 방출점위치에서 가까운 디텍터에서 부터 높게 관측되었다. 또한 방출점 가까이 위치한 3,45번의 동위원소 농도값은 최대농도값 이후 감소하였다가 농도가 다시 증가하는 현상이 나타났다. 이는 방출점에서 방출한 추적자가 조석파의 영향으로 방출점 위치에서 상류단으로 흘렀다가 다시 하류단으로 이동하는 현상으로 인한 증가

현상이다. 이는 자연현상에서 조석파의 영향으로 오염물이 연안내로 이동하였다가 외해로 빠져나가는 이동 특성과 유사하다 할 수 있다. 유속차에 따른 농도분포의 변화로 최대농도의 도달시간의 값은 변화가 있지만 최대농도의 값은 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 오염물이 분자확산보다는 이류확산에 더 큰 영향을 받고 있음을 나타내고 있다.

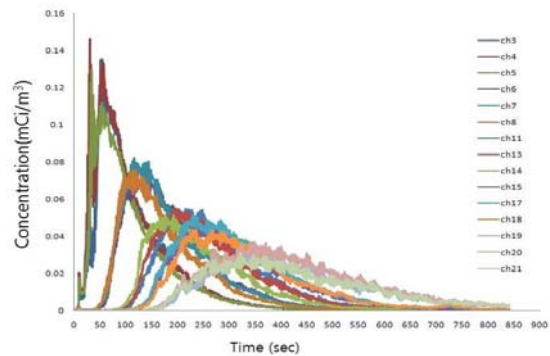


Fig. 2. measured concentration profiles

## 결론

연안역으로 유입된 오염물의 이동 특성을 평가하기 위하여 수리모형장치를 이용한 실내실험이 수행되었다. 실험결과 오염물은 분자확산보다는 이류에 의해 이동됨이 확인되었고, 추후 다른 외력 조건에서의 추가 실험이 필요한 것으로 생각된다.

## 참고 문헌

1. National Instrument, NI USB-6210 User's Manual, 2009.