

PE11) RMA-4를 이용한 부유사 확산특성에 관한 연구

송인렬, 안승섭¹, 이호정, 서명준, 정도준

경일대학교 대학원, ¹경일대학교 건설정보공학과

1. 서 론

현재 국내 하천의 흐름해석 분야에서는 하천에 설치된 보 등 취수시설물 및 각종 수공구조물 설치에 따른 2차원 하상변동양상과 오염된 지류유입으로 인한 본류에서의 2차원적 유속분포 양상 및 혼합과정 등의 실제적인 문제를 해결할 수 있는 2차원 흐름해석이 절실히 요구되고 있다. 이는 오염물질이 자연수계인 하천 및 저수지 등으로 유입되었을 경우 이들 수체가 생활 및 공업용수의 주요공급원임을 고려할 때 오염물질의 유입에 따른 정확한 확산해석 및 유동특성을 파악하여야 할 필요가 있다.

외국에서 개발된 2차원 수질해석 모형은 흐름에 대해서는 단순화된 운동량 방정식을 적용하고, 유사 및 오염물에 대해서는 매우 복잡한 해석기법을 적용하거나, 또 다른 경우에는 흐름은 비교적 정교하게 계산한 후, 유사 및 오염물에 대해서는 각각 균일 토사나 보존적 물질 등의 단순한 해석만을 실시함으로써 문제점을 나타내고 있다.

하천에서 흐름, 유사 및 오염물의 이송-확산 해석을 위한 2차원 모형은 유한차분법, 유한요소법, 유한체적법 등이 있을 수 있으나 유한요소법이 자연하도 단면 및 수중보 등의 수공구조물의 기하학적 특성을 효과적으로 반영할 수 있고, 2차원 모형은 다차원으로서의 확장성이 뛰어날 뿐 아니라, 하상변동 및 오염물의 이송-확산양상을 모의하기 위한 이동경계조건 등의 도입이 용이하기 때문에 유한차분법에 비해 장점을 가지게 된다.

본 연구에서는 RMA-4 모형을 이용하여 낙동강 본류하도구간을 대상으로 부유사 확산특성을 검토하였다. 이 결과 하도의 지형특성과 만곡부의 영향 및 유속의 변화에 의한 오염물질의 농도 변화를 계산하는데 이용함으로써, 수자원의 효율적인 관리와 수질사고에 의한 오염물 부하에 의한 오염농도의 제거일시 등을 추정하는데 유용하게 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. RMA-4 모형의 기본이론

RMA-4 모형에서는 비압축성 난류전단 흐름에서 보존성물질에 대하여 3차원 이송-확산 방정식을 수심방향으로 적분한 2차원 이송-확산방정식을 지배방정식으로 사용하며 다음 식(1)과 같다.(King, 1994)

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} - D_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - D_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - \sigma + kC = 0 \quad \text{식(1)}$$

여기서, C는 오염물질의 농도, σ 는 오염물질의 생성 또는 소멸항, k는 오염물질의 감소계

수 D_x , D_y 는 x, y 방향의 확산계수를 나타내며 u, v는 x, y방향의 유속을 나타낸다.

본 연구에서는 오염물질의 생성, 소멸 및 감소는 없다고 가정하였다. Fig. 1.은 부유사 거동과정과정을 나타낸 것이다.(이정만,1993)

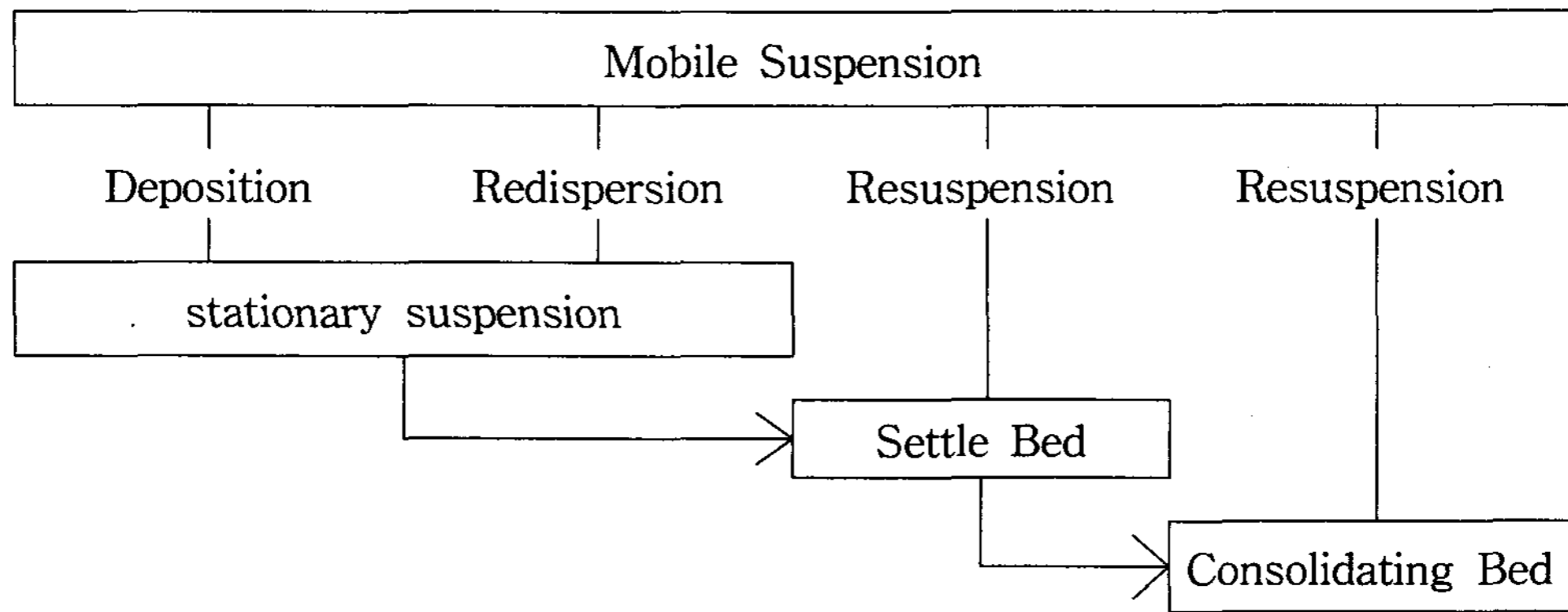


Fig. 1. 부유사 거동 과정

하천 흐름 해석을 위한 2차원 유한요소모형은 정상류 및 부정류를 모의할 수 있어야 한다. 실제 홍수시 대부분의 하천 흐름들은 사실상 부정류이다. 이러한 유한요소모형을 이용한 분석은 먼저 수치지도나 map에서 필요한 경계조건을 얻어 이에 따라 유한요소망(mesh), 유한차분격자나 단면체(cross section entities)를 생성시켜 model-specific file로 저장할 수 있다.

3. 모형의 적용

본 연구에서는 하천의 2차원 유한요소망을 Fig. 2.와 같이 구성해서 RMA-2모형을 이용해서 유하 특성을 분석하고, Fig. 3.과 같이 수리계산 결과를 2차원 유사분석모형인 RMA-4 모형의 기초 자료로 이용하여 각 단면에서 시간변화에 따른 농도분포를 Fig. 4.와 같이 예측하였다.

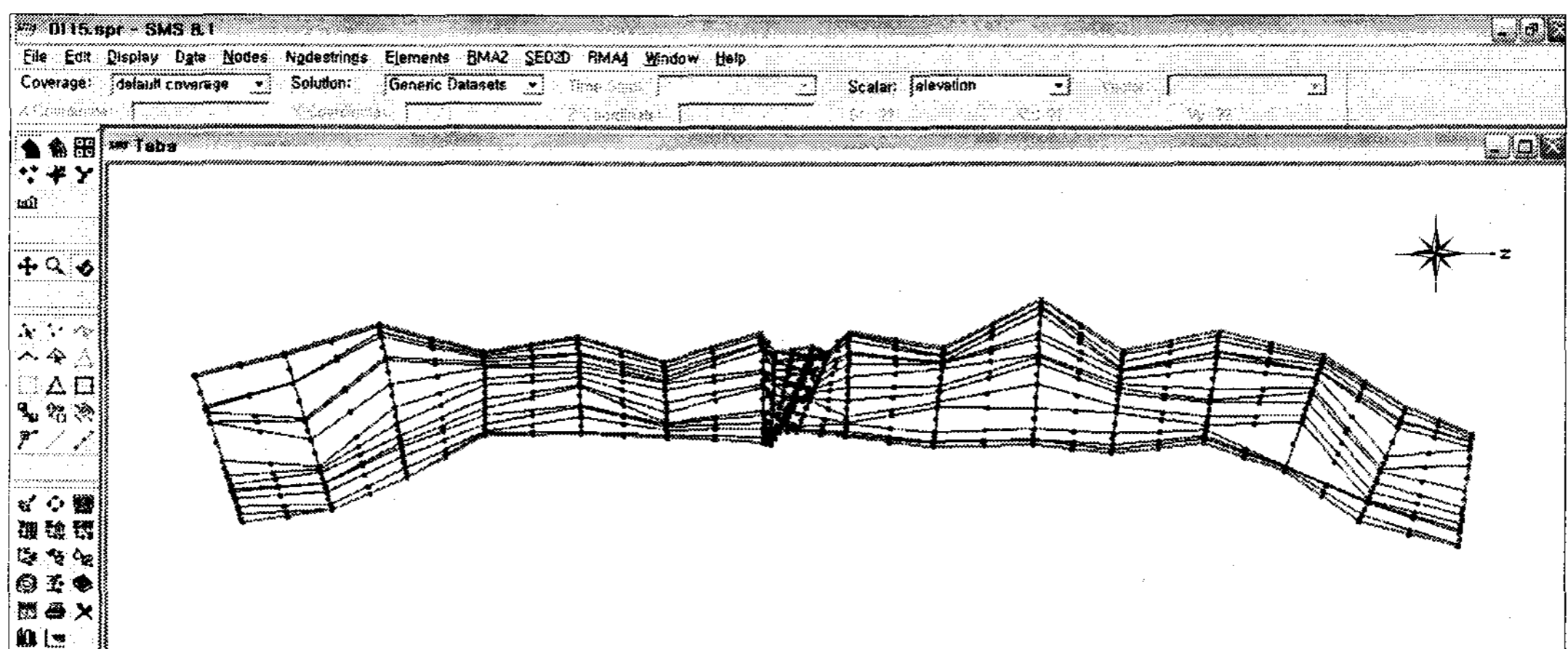


Fig. 2. 유한요소망(mesh)생성

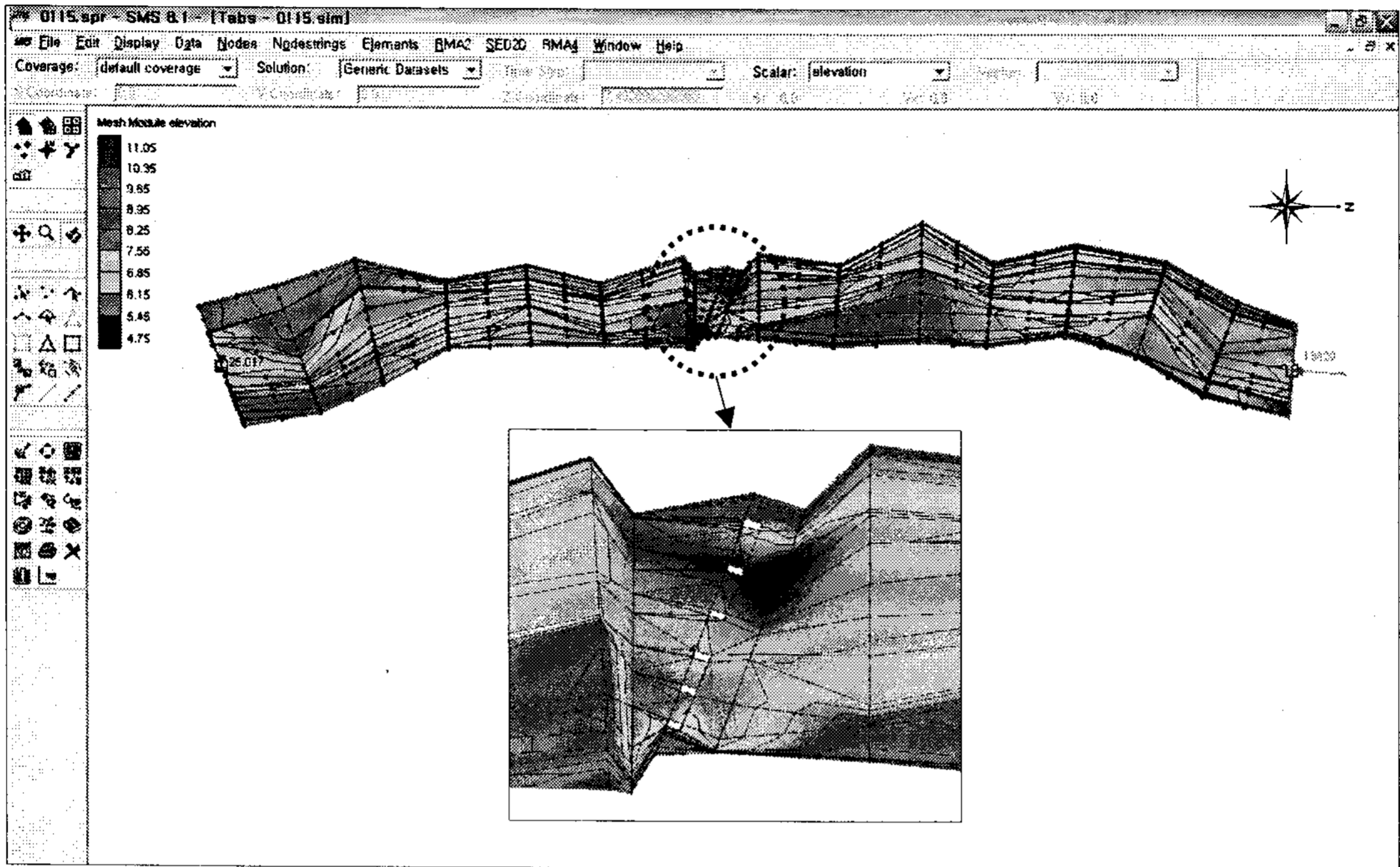


Fig. 3. RMA-2를 이용한 계획홍수시 유하특성 분석 결과

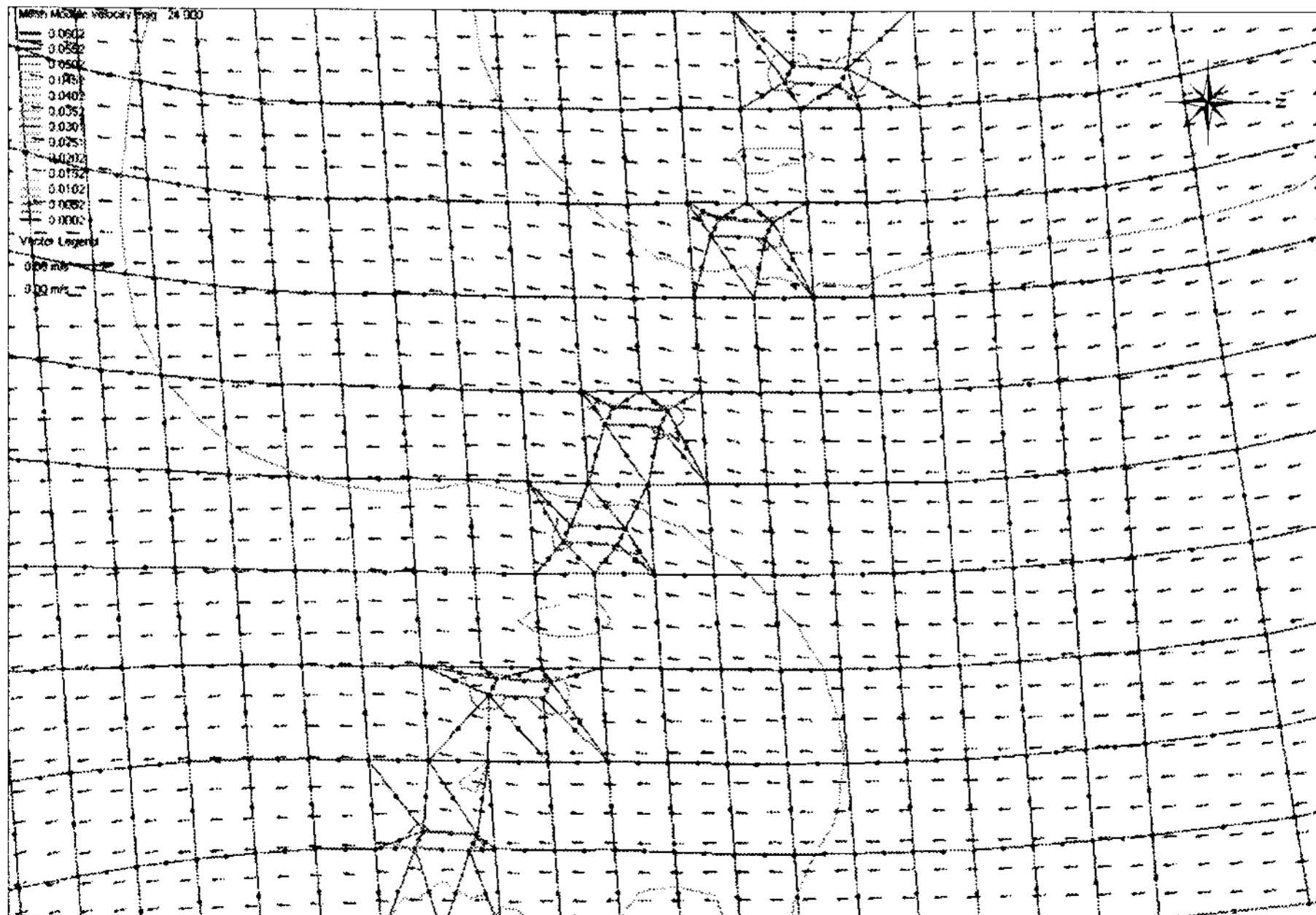


Fig. 4. RMA-4를 이용한 시간별 오염물 확산 모형

4. 결 론

본 연구에서는 RMA-4 모형을 이용하여 낙동강 본류의 왜관지점 상류 3.911Km, 하류 3.091Km 구간의 부유사 확산특성을 모의하여 본 결과 해석적인 결과와 실제의 관측유사 분

류와 거의 동일한 결과를 나타내고 있으며, 횡방향 농도분포 및 시간적 농도분포 변화 특성을 알 수 있었다. 특히 자연하도의 부유사 확산 경로와 확산 속도는 하도의 3차원 지형특성과 만곡부 및 구조물의 영향에 따라 변화 하는 것으로 검토되었다.

참 고 문 헌

- 민병형, 이상화, 김인철, 1990, 금강 하구부의 점척성 부유사 확산에 관한 수치모형, 해양수질연구소 연구보고 (3), 3~12.
- 박무종, 김중훈, 윤용남, 1994, RMA-4에 의한 한강하류부에서의 오염물 확산이송 특성연구, 대한토목학회 학술발표회 논문집(Ⅱ), 89~92.
- King, I. P, 1994, RMA-2/RMA-4 Primer. Brigham Young University-Engineering Computer Graphics Laboratory.
- 김재중, 김기철, 이정만 외, 1995, 낙동강 하구에서의 부유사 거동에 관한 연구, 한국해양공학회 9(1), 120~131.