

# 종합개발계획에 따른 새만금호 홍수위 산정 연구

## Research of inner Saemangeum reservoir flood water level according to the Master Plan

김동주\*, 조권상\*\*, 김지성\*\*\*, 정재상\*\*\*\*

Dong Joo Kim, Keun Sang Jo, Ji Sung Kim, Jea Sang Jung

### 요 지

정부의 새만금 종합개발계획(MP)이 확정됨에 따라 토지이용별 매립고 산정 등 개발계획의 수립을 위해 정확한 새만금호 홍수위 산정이 대두되었다. 이에 새만금사업 연구·기술 자문기구 업무수행에 관한 협약에 의하여 종합개발계획에 따른 수리·수문 분석 및 매립고 산정의 기술지원을 수행하게 되었다. 새만금 호수위 산정 방법은 3차원 수치해석 프로그램인 Delft-3D 이용하였다. 100년 및 200년 빈도 홍수 유입에 대해 수계를 통합하였을 경우, 가력배수갑문과 신시배수갑문의 홍수위 차가 다르게 모의되었다. 이는 각각 수계의 홍수도달 차이가 호내 수위에 영향을 미치는 것으로 판단되어 진다. 08년 새만금 기본계획안과 비교하였을 때 낮게 모의가 되었는데, 이는 배수갑문의 개·폐시간, 내부 토지이용계획의 변화에 따른 담수호 면적 변화, 통합운영시 연결 수로의 제원 등에 따른 복합적인 요인에 기인한 것으로 여겨진다. 아울러 새만금 호내의 제수문 및 연결수로 등 세부제원에 대한 설계가 확정되면 보다 더 세밀한 모의가 요구되며, 앞으로 종합개발계획(MP)의 홍수위, 매립고 산정, 하상보호공, 호안 및 수제공 등의 수리구조물 설계시 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 새만금, 종합개발계획, 수치해석, 홍수위, 흐름해석

### 1. 서론

새만금 종합개발 계획(MP)(2011.3)은 2010.1월에 발표한 ‘새만금 내부개발 기본구상 및 종합실천계획’에서 제시하고 있는 복합도시, 농업용지 등 8개 용지별 토지이용계획과 내부 간선도로망 등 기반시설을 구체화하여 확정된 계획이다. 종합개발계획(MP)은 ‘2010.1 내부개발 기본 구상’의 개발여건 변화에 대응하여 기존계획의 미비점을 보완·발전시킬 필요성에 따라 농림수산식품부와 국토해양부가 공동으로 국토연구원에 용역한 결과를 국무총리실(새만금사업추진계획단)주관으로 관계부처와 전라북도의 협의를 거쳐 마련한 것이다. 정부의 새만금 종합개발계획(MP)이 확정됨에 따라 토지이용별 매립고 산정 등 개발계획의 수립을 위해 정확한 새만금호 홍수위 산정이 대두되었다. 이에 새만금사업 연구·기술 자문기구 업무수행에 관한 협약에 의하여 종합개발계획에 따른 수리·수문 분석 및 매립고 산정의 기술지원을 수행하게 되었다. 종합개발계획(MP)이 완료되었을 경우를 가정하여 상류측 빈도별 유입 홍수량에 따른 새만금호 및 주요지점별 홍수위, 유속크기 및 흐름특성 분석 등 수리학적으로 검토가 필요한 상황을 분석하였다.

### 2. 분석모델

#### 2.1 분석모델 개요

\* 정희원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 수리시험연구팀 연구원 · E-mail : [cop7042@ekr.or.kr](mailto:cop7042@ekr.or.kr)

\*\* 정희원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 수리시험연구팀 팀장 · E-mail : [kscho@ekr.or.kr](mailto:kscho@ekr.or.kr)

\*\*\* 정희원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 수리시험연구팀 주임연구원 · E-mail : [intel97@ekr.or.kr](mailto:intel97@ekr.or.kr)

\*\*\*\* 정희원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 수리시험연구팀 주임연구원 · E-mail : [fingon@ekr.or.kr](mailto:fingon@ekr.or.kr)

하천 및 바다에서의 흐름, 오염물질 이동 등을 해석하기 위해 개발된 3차원 수리해석 전산모형인 Delft3D-flow모형을 이용하였다. Delft3D-flow 모형은 네덜란드 WLDelft Hydraulics 사에 조석 및 조류 조화분해를 위하여 개발된 프로그램으로 관측값을 이용한 조화분해 및 예측, 조석표 생성, 천문학적인 인자 (astronomical factor) 및 시계열 관측 자료에 대한 Fourier 해석 등을 수행한다. 천문조에 대한 일반적인 수식은 아래와 같다.

$$A_0 + \sum_{i=1}^k A_i \cdot F_i \cdot \cos(\omega_i \cdot t + (V_0 + u)_i - G_i) \quad (1)$$

여기서  $H_t$ = water level at time  $t$ ,

$A_0$ = mean water level over a certain period,

$k$ = number of relevant constituents,

$i$ = index of a constituent,

$A_i$ = local tidal amplitude of a constituent,

$F_i$ = nodal amplitude factor,

$\omega_i$ = angular velocity,

$(V_0 + u)_i$ = astronomical argument,

$G_i$ = local phase lag (= improved kappa number)

## 2.2 Delft3d-Flow 모형의 적용범위

수리동력학적 모듈인 DELFT3D-FLOW는 조석현상과 기상변화현상으로 발생하는 힘이 원인이 되는 2차원 또는 3차원 부정류와 이송현상을 시뮬레이션하며, 수온과 염분의 불균등 분포 때문에 생기는 밀도 차이에 의한 효과(밀도류)도 포함한다. 흐름모형은 천해역, 연안, 하구, 호소, 강 및 호수의 흐름현상을 예측하는 데 이용될 수 있다. 이 모형의 목적은 수평방향의 거리와 시간이 수직방향의 거리보다 현저하게 큰 영역의 흐름현상을 모델링하는 데 있다. 수직방향으로 등질성인 유체라면, 수심평균 계산법이 적절하다. DELFT3D -FLOW는 2차원모드(한개의 수직층)로 실행할 수 있으며, 이것은 수심평균방정식을 푸는 것이다. 2차원 수심평균 흐름방정식을 적용할 수 있는 예를 들면, 조석과, 폭풍 해일, 부진동, 그리고 수직방향으로 잘 혼합된 오염물질의 운송 등이다. 3차원 모델링은 수직방향으로 변동이 심한 수평유동장에서 이송문제가 중요한 경우이다. 수직방향의 변동은 바람, 바닥마찰응력, 코리올리력, 바닥지형 또는 밀도차 등에 의해서 생기게 된다.

## 3. 홍수위 산정을 위한 모형의 구축

### 3.1 계산영역 및 계산격자

모형의 방조제로 인한 영향이 미치지 않고 개방경계에서 해의 왜곡을 최소화시키기 위하여 새만금 방조제로부터 충분히 거리를 두어 결정하였고, 해역의 격자망 구성은 그림 1과 같이 UTM 좌표계에서 Curvilinear Orthogonal Grid를 적용하였다. 수리특성 변화를 정밀하게 모의하기 위하여 서쪽에서 동쪽방향으로 347개, 남쪽에서 북쪽방향으로 450개의 격자로 격자망을 구성하였다.

### 3.2 지형자료

수치해석에 사용된 새만금 수역 전면 해역 지형자료는 2005년 국립해양조사원에서 제작한 수로 서지 자료를 이용하였고, 새만금호 내 지형자료는 2006년 건설교통부 유역종합치수계획 자료 및 2008년 새만금사업단 측량자료, 호내 준설계획(2011, 한국수자원공사)을 반영하여 호내 지형을 그림 2와 같이 입력하였다.

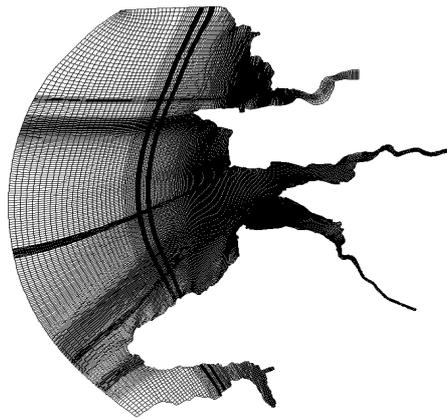


그림 1. 종합개발계획(MP) 계산 격자망도

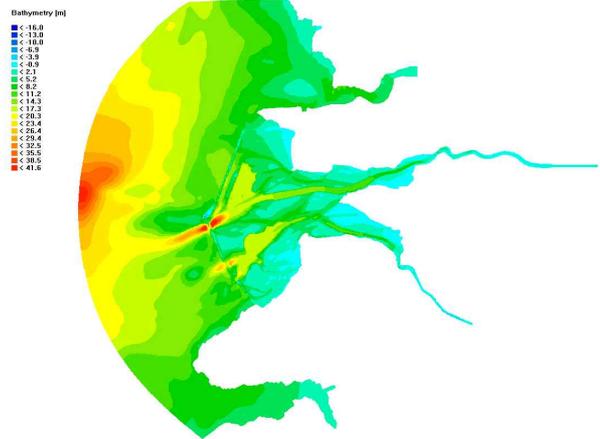


그림 2. 종합개발계획(MP) 지형자료 입력

### 3.3 개방경계

수치해석에 사용된 새만금 계산영역의 개방 경계 조건은 북측 외해경계를 3개 구간, 서측 외해경계를 8개 구간으로 나누어 그림 3과 같이 설정하였다. 1996년 개발한 황해 모형으로부터 경계구간 1년동안의 조위를 발생시키고, 발생조위에 대하여 Delft3D-Tide 모듈을 이용하여 조석 조화분해를 실시하였다.

### 3.4 지구 유입량

그림 4에 도시한 바와 같이 만경수역에서는 분류를 포함하여 29개의 지류, 동진수역에서는 동진강 분류를 포함하여 19개의 지류가 유입되는 것을 재현하였으며, 수치해의 안정성 확보를 위하여 만경강 및 동진강 분류의 유입지점은 각 제수문으로부터 10km상류에 위치해 있다.

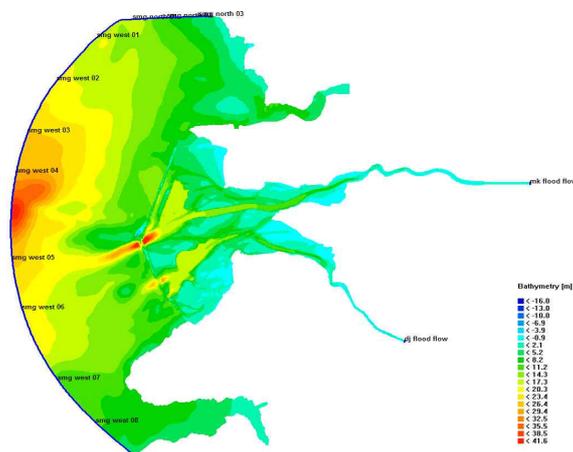


그림 3. 종합개발계획(MP) 개방경계 조건

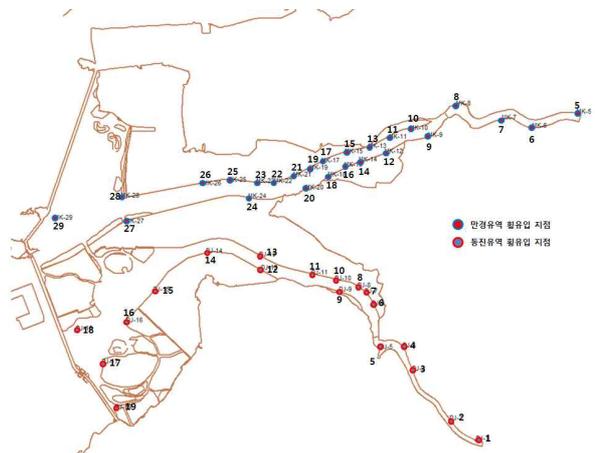


그림 4. 종합개발계획(MP) 횡유입 지점

### 3.5 Dry-Point

Delft3D-Flow 모형은 국부적으로 수심에 관계없이 계산격자를 dry point로 설정해서 물이 흐르지 않는 마른지역으로 간주하여 모의할 수 있다. 본 과업에서 수행할 종합개발계획(MP)에 대해서 매립 또는 방수제 건설로 인해 개발되는 토지구역을 Dry point로 설정하였다.

### 3.6 주요 관측지점

Delft-3D 모형의 계산결과를 출력하기 위해서 주요지점을 사전에 observation point로 선정해 주어야 한다. 본 연구에서는 새만금 종합개발(MP)의 계획 단면별로 수위와 유속을 출력할 수 있도록 각 단면의 중앙지점을 observation point로 설정하였다. 호내의 수평적인 수위와 유속 변화를 확인하기 위해 공간적으로 관측지점을 배치하였다.

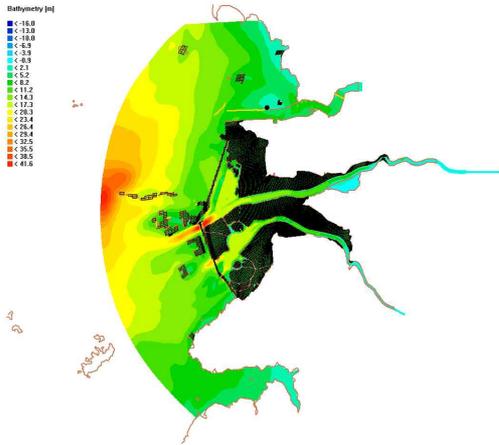


그림 5. 종합개발계획(MP) Dry Point 생성



그림 6. 새만금 추출지점 선정

## 4. 수치모형의 운영

### 4.1 초기조건 설정

연구구역의 초기수위는 전체 바닥지형 자료중 제일 높은 지역보다 0.5m 더 높은 EL. +4.0m 조건으로 Cold Start 시켰다. 초기 수위조건에 따른 오차제거 및 해의 안정성 향상은 물론 새만금호 관리수위 조건을 찾기 위하여 시나리오 기간(2007. 09.19 00:00~2007. 09.22. 23:50) 3일전(2007. 09.16 00:00)부터 예비시물레이션을 시작하였다. 그 후 모의된 예비 시물레이션을 통하여 초기 관리수위 조건에 해당하는 시간을 추정하고, 그때의 수위 및 유속등의 흐름특성 조건을 초기 조건으로 하여 모의를 시작하도록 하였다.

표 1. 시나리오 기간(소조)

조석조건	시나리오 기간	최대조차
소 조	09.19 00:00 ~ 09.22 23:50	3.75m

### 4.2 수리특성 분석

해측의 조위에 따른 관리수위(EL. -1.5m)를 기준으로 홍수량 유입에 따른 배수갑문(가력 및 신시)의 개·폐를 반복법으로 모의를 수행하였다. 종합개발계획(MP)의 경우는 호내 배수문·체수문 등

의 위치, 규모 및 운영방법 등 세부사항 등이 확정되지 않아 신시 및 가력 배수갑문을 각각 관리 수위를 기준으로 하여 운영하였다. 초기수위 조건을 새만금호 관리수위로 맞추기 위해 연구 대상 기간 3일전(09.16 00:00)부터 예비 시뮬레이션을 시작하였다. 예비 시뮬레이션을 통하여 초기 관리 수위를 추정하고, 새만금호 내측 수위와 방조제 해측 조위를 비교하면서 신시와 가력배수갑문의 개·폐 여부를 결정하였다. 내측 수위와 해측 조위가 같아지는 시간을 추정하여 반복법을 통하여 시나리오를 진행하였다.

## 5. 결과

새만금 종합개발계획(MP)이 완료되었을 경우를 가정하여 100년 빈도 홍수 유입에 대해 수계를 통합하였을 경우 가력배수갑문과 신시배수갑문의 홍수위 차가 다르게 모의되었다. 이는 각각 수계의 홍수도달 차이가 호내 수위에 영향을 미치는 것으로 판단되어진다. 08년 새만금 기본계획안(배수갑문 EL. 1.26m)과 비교하였을 때 평균 0.45m 낮게 모의가 되었는데, 이는 배수갑문의 개·폐시간, 내부 토지이용계획의 변화에 따른 담수호 면적 변화, 통합운영시 연결 수로의 제원 등에 따른 복합적인 요인에 기인한 것으로 여겨진다. 정확한 수치모의의 데이터는 현재 모형을 계속 검보정하여 모의중에 있으며 이에 대한 홍수위 값을 제시할 예정이다. 아울러 새만금 호내의 제수문 및 연결수로 등 세부제원에 대한 설계가 확정되면 보다 더 세밀한 모의가 요구되며, 앞으로 종합개발계획(MP)의 홍수위 매립고 산정, 하상보호공, 호안 및 수제공 등의 수리구조물 설계시 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고 문헌

1. 새만금지구간척종합개발사업 기본계획서(부록), 1989.1
2. 농업생산기반정비사업 조사·설계 실무 요령, 제4편 간척, 농업기반공사, 2000.9
3. 만경수역의 해수유통으로 인한 수리특성변화 수치해석, 한국농공학회, 2001.12
4. 농업생산기반정비사업 계획 설계기준(배수편), 2001.11
5. 해수유통에 따른 만경수역, 갯벌환경영향 예측, 농업기반공사, 2001.12
6. 배수갑문운영 및 관리방안연구, 한국농촌공사, 2004~2006
7. 새만금지구 수리시험연구 보고서, 한국농촌공사, 2000~2005
8. 새만금지구 수리시험연구, 한국농어촌공사, 2006~2010
9. 새만금지구 간척종합개발사업 내부개발 기본계획서, 농림수산식품부, 2008.12
10. 새만금 내부 기본구상 및 종합실천계획안, 농림수산식품부, 2010.1
11. 새만금 종합개발계획(MP)안, 농림수산식품부, 2011.3
12. Delft3D-FLOW user manual , WL.Delft Hydraulics, 2010.