

〈論 文〉

한강의 홍수규모에 따른 인도교수위의 조석영향분석 Tidal Effect on the Stage of Indokyo due to the Variation of Flood Discharge in Han River

李 鍾 泰*, 韓 健 淵**, 徐 炳 夏***
LEE Jong Tae, HAN Kun Yeun and SEOH Byung Ha

Abstract □ The increased water level caused by tidal motion at Indokyo is analyzed by the NETWORK model. The tidal effect is studied for 3 real floods in 1990 and 8 classified hypothetical floods in which the peak discharges are in the range of 2,000~20,000CMS. The result of numerical simulation shows that the tidal effect is decreased as the flood is increased. The surged level is 50cm when the flood discharge is 2,000CMS, showing that its effect is considerable. However it shows only 9cm when the discharge is 7,000CMS which corresponds to 4.5m of standard flood level of MOC. Therefore, so it may be possible to neglect the influence of the tidal fluctuation when the peak discharge of a flood is bigger than 7,000CMS.

요 지 : 한강하구 조위가 인도교 지점의 홍수위에 미치는 영향을 NETWORK 모형에 의하여 분석하였다. '90년의 세 홍수와 2,000~20,000CMS간 8개의 규모별 가상홍수에 대하여 조석영향성분을 계산하였으며, 홍수량이 커질수록 조석영향은 감소됨을 알 수 있었다. 홍수량이 2,000CMS 이하일 경우에는 조석의 영향으로 약 50cm 이상의 수위상승을 보여주었으나, 홍수에경보 기준홍수위 4.5m (7,000CMS)에서는 약 9cm에 불과하였으며 이 이상의 홍수규모에서 조석 영향은 무시할 수 있을 정도로 작게 계산되었다.

1. 서 론

한강수계에는 홍수피해를 경감시키기 위하여 소양·충주 등의 대규모 다목적댐을 건설하였고, 홍수경보체계가 지속적으로 운영되어 오고 있음에도 불구하고 홍수의 피해는 계속되어 왔다. 1990년 9월에는 한강 일산제의 붕괴로 인하여 농곡, 일산지역 등의 일원이 심각한 홍수피해를 겪었으며, 하류부의 홍수위 상승과 제내지의 배수불량 등으로 인하여 탄천·안양천 등의 도시하천 하류부 지역은 상습적으로 침수피해를 입고 있다. 본 연구에서는 홍수시 팔당댐으로부터의 방류량과 하구 조위를 고려한 인도교 지점 홍수위를 예측하므로써 수도권

방재대책을 위한 판단자료를 제공하고자 한다. 이를 위하여 먼저 검토대상 하도구간 및 유역의 지형 및 수문·수리자료를 수집정리하였다. 한강개발(1986) 이후의 홍수사상 중에서 지정홍수위 이상인 경우를 중심으로 인천(강화)과 전류의 동시 조위자료 및 도시하천으로부터의 측방향유입량 산정을 위한 강우·유출자료 등을 수집 정리하였다. 분석 자료에 근거하여 팔당 하류부 하도구간에 대한 홍수과예측 수치모형, NETWORK를 적용하여 각급 홍수시에 하구조위가 인도교의 수위에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 한강하류부의 수문·수리

* 정회원, 경기대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 정회원, 경북대학교 공과대학 토목공학과 부교수

*** 정회원, 한국건설기술연구원 수자원연구실 실장

서울권역에서의 한강 홍수위에 대한 측정을 시작한 지는 오랜 역사를 가지고 있으나, 1974년 홍수통제소가 개소한 이후부터 비로소 보다 체계적이고 효율적인 각종 관측이 이루어져 왔다. 본 연구에서의 검토구간은 현행 한강 홍수예경보를 위한 대유역의 분류에서 제일 하류에 위치한 제5대유역에 해당된다. 본 유역에 설치된 T/M 수위우량국으로서 고안·성남·퇴계원·안양 등의 4개소가 있으며, T/M 우량국으로는 내촌·낙생·의정부·구로 등의 4개소가 있다. 또한 하도의 수위 관측을 위하여서는 전류·김포대교·인도교·잠수교·청담·광장·고안 등의 수위관측소가 있다.

하도에서의 홍수파의 전달 양상은 하도의 단면형상·종방향 하상경사도, 하상구성물질 등에 의하여 민감하게 변화된다. 지난 1982~1986년간 천호-행주간에서 실시된 한강 종합개발사업은 하도의 수리학적 특성을 크게 바꾸어 놓았으므로, 기존의 한강홍수통제시스템은 '86년 이후의 새로운 하도자료로부터 얻어진 분석결과에 의하여 보완되어 나가야 될 것으로 본다. 따라서 본 연구에서도 '86년 이후의 홍수사상에 대한 자료를 수집하였으며, 특히 '90년 홍수시의 수위·조위자료를 중점적으로 수집하여 새롭게 형성된 하도의 수리특성을 밝히는데 활용하였다. '90년에는 7회의 홍수가 기록되었으며 이 중에는 일산제를 붕괴시켜 대규모의 水災를 초래하였으며 한강 홍수사상 인도교의 수위를 두번째로 기록한 대홍수('90. 9. 12)가 포함되어 있다.

본 연구에서는 실제홍수의 특성분석을 위하여 홍수의 규모를 고려하여 검토대상 홍수를 선택하였다. 검토기간 동안의 주요지점별 시간 수위자료는 1990년 한강 홍수예경보(건설부 한강홍수통제소, 1990, 12) 및 한국건설기술연구원의 데이터베이스로부터 입수하였다. 한편, 각 지천으로부터 측방향 유입량을 결정하기 위하여, 먼저 팔당하류에서부터 한강하구까지의 하도구간으로 유입되는 28개의 1차 지류들의 제원을 조사하였다. 팔당댐 하류로부터 임진강 합류부 간의 유역면적은 약 2,390 km² (임진강유역 제외/1990년 한강홍수예경보, 건설부)으로서 전 유역면적 26,218km²의 약 9%에 해당된다. 임진강을 제외한 1차 지류 중에서 비교

적 그 규모가 커서 홍수류에 영향을 줄 것으로 판단되어 측방향 유입류로 선별 처리된 지류로서는 왕숙천·탄천·중랑천·안양천·곡릉천 등의 5개 지천이며, 이들의 총 유역면적은 약 1,362km²로서 하류부 검토구간 전체 유역면적의 약 57%에 해당된다. 본 고려에서 제외된 유역들은 중소 도시하천으로서 한강의 수위가 높아지는 홍수시에는 수문에 의해 내수로 저류되거나 방류되더라도 흐름의 성격에 주는 영향은 작다고 보았다. 안양천·탄천·왕숙천 등의 주요지천으로 부터의 유입량은 안양·성남·퇴계원 수위표의 자료로부터 각각 추정하였다. 그러나 중랑천·곡릉천의 경우는 해당유역의 수위·유량자료가 없었으므로 앞의 세 하천에서의 강우양상 및 유역 특성이 이들 유역들과 유사하다고 보아 세 하천의 수위자료와 유역면적비를 이용하여 추산하였다.

하류 경계조건으로서 하구 조위자료는 해당 홍수기간의 인천의 조위기록을 이용하였으며, 하구가 위치한 월곶리에서의 조위는 인천과의 조고비 및 조시차(수로국, 1990)를 고려하여 환산 추정하였다.

3. 홍수파의 해석모형

하도망에서의 홍수파 해석을 위한 기존의 해석모형으로는 미국기상청(NWS)의 NETWORK(DWO-PER)모형, 미국지질조사청(USGS)의 BRANCH 모형, 덴마크수리연구소(DHI)의 SYSTEM11 모형 등이 그 대표적인 것들이다. NETWORK(DWO-PER)모형은 1986년에 NWS의 Fread에 의하여 개발되었는데 이 모형은 수지상 하천의 경우 relaxation 알고리즘을, 하도망 형태의 경우 network 알고리즘을 이용하여 해석하도록 되어있다(Fread, D. L., 1973, 1985). Relaxation 알고리즘은 하도망을 해석할 수 없는 단점이 있으나 가지모양 하도망은 가장 효율적으로 계산할 수 있는 장점을 가지고 있으며, Network 알고리즘은 거의 모든 형태의 하도망을 해석할 수 있는데, 하도의 합류점 수위와 유량조건으로 이루어지는 내부 경계조건으로 취급하여 해석한다. 이 내부 경계조건으로 인해 형성되는 Jacobian 메

트릭스의 해를 구함에 있어서 보다 효율적인 계산 알고리즘은 off-diagonal한 요소가 나타나는 것을 최소화함으로써 이루어진다. 이 때 하도망내의 각 단면에서 일련번호를 부여하는 방법은 효율적인 계산을 위해 매우 중요한 과정이다. 효율적인 계산을 위한 또 다른 중요한 사항은 특별한 Gaussian 소거법의 이용이다. 이 방법은 하도망의 각 단면에 고유 코드를 부여하고 그것을 이용하여 Jacobian 매트릭스 내에서 non-zero 항에 대해서만 계산이 이루어지도록 한 방법이다. Relaxation 알고리즘과 network 알고리즘은 모두 Saint Venant식의 유한차분해석을 위해 가중 4점법을 사용하므로써 비선형 편미분 방정식을 비선형 대수 방정식으로 변환시켜 해석한다(이종태, 1990, 1992). 따라서 본 연구에서는 이상의 해석 모형중 하도망에서의 홍수와 해석 알고리즘의 구성상 가장 정교하다고 판단된 NETWORK 모형을 선정하여 해석하였다. NETWORK 모형에서의 기본방정식은 다음의 연속방정식과 운동량방정식으로 구성된다.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial(A+A_0)}{\partial t} - q = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_i + S_r \right) - q_i - v_i = 0 \quad (2)$$

여기서, x 는 하천의 흐름방향거리, t 는 시간, Q 는 유량, h 는 수위, A 와 A_0 는 각각 유동(active) 및 비유동(inactive) 하도단면적, q_i , v_i 은 측방유입량과 그 유속, S_i , S_r 는 각각 마찰경사와 단면변화에 따른 손실경사의 항이다. 이제 식(1), (2)에 Preissmann 음해법을 도입하여, 차분방정식을 얻게 되며(Preissmann, A., 1961/Liggett, J. A., 1975), NETWORK모형에서는 구성된 비선형 대수방정식의 해를 구하기 위하여 반복계산기법의 하나인 Newton-Raphson 방법을 이용한다. 이 방법은 2차 이상의 고차항이 무시되는 비선형 함수의 Taylor 급수전개 이론으로 부터 유도될 수 있으며 그 알고리즘은 식(3)을 기본으로 한다.(Amein, M. & Fang, C. S, 1970, 1975).

$$J(X^k)(X^{k+1} - X^k) = -f(X^k) \quad (3)$$

여기서, X 는 $Q_1, h_1, Q_2, h_2, \dots, Q_N, h_N$ 등으로 표시되는 미지의 벡터량, k 는 계산반복횟수, J 는

X^k 값에 대한 편미분식으로 구성되는 Jacobian 매트릭스, $f(X^k)$ 는 X^k 값에 대한 비선형 방정식, X^k 는 초기가정값, X^{k+1} 은 계산에 의하여 개선된 값을 나타낸다. $(n+1)\Delta t$ 시간대에서의 수위와 유량을 구하기 위하여 $\Delta X (= X^{k+1} - X^k)$ 가 허용한계보다 작아질 때까지 반복계산이 수행되며, 그 허용한계는 사용자가 적절한 범위를 부여할 수 있다.

4. '90년 홍수 해석

한강 종합개발 이후 한강이 겪은 최대의 홍수로서 지난 '90년의 홍수는 기록적이었다. 본 연구에서는 먼저, '90년의 각종 홍수자료 및 조위자료에 근거하여 홍수와 해석을 위한 수치실험을 실시하였으며, 그 계산결과치를 인도교 지점을 중심으로 실측치와 비교하므로써, 가상홍수에 대한 각종 수치실험에 사용될 하도단면자료·조도계수 등을 미리 조절하고, 수치모형으로서의 NETWORK의 적응성을 검토하였다. 본 수치실험을 위하여 최고 기록수위의 크기를 고려하여 다음의 네 홍수를 우선적으로 검토하였다.

- ① '90년 6/23일 0:00~6/27일 23:00시, 최고수위 5.47m('90. 6. 25 12:00)
- ② '90년 7/17일 0:00~7/19일 23:00시, 최고수위 6.57m('90. 7. 18 14:00)
- ③ '90년 8/21일 0:00~8/24일 16:00시, 최고수위 4.51m('90. 8. 22 10:00)
- ④ '90년 9/9일 0:00~9/13일 23:00시, 최고수위 11.27m('90. 9. 11 18:00)

위의 홍수사상들 중에서 ①, ②, ③의 인도교 수위표의 최고수위는 지정홍수위(4.5m)와 경계홍수위(8.5m) 사이에서 서로 약 1m 씩의 수위차이를 보여주고 있어 홍수규모별 홍수와 분석에 효과적이었다. 한편 제④ 홍수사상은 위험수위 10.5m를 훨씬 상회하는 대홍수였다. 그러나, 이 홍수기간 중에는 일산제의 붕괴로 인하여 한강으로 부터 상당한 유량이 붕괴부로 유입되었으므로, 붕괴지점 하류에서의 홍수와해석은 일산제 붕괴와 관련지어 해석하여야 되는 등의 문제로 본 연구의 범위에서는 제외하였다.

각 홍수에 대한 수치실험의 입력자료인 임진강

합류부에서부터 월곶리까지의 하도자료와 임진강으로부터의 유입량자료의 불확실성을 극복하기 위하여, 먼저 전류지점의 기록 홍수위를 하류경계치로 하여 모형을 보정한 후, 월곶리 구간까지 계산 범위를 확장하여 수치실험을 실시하고 조석과의 영향을 검토하는 순서로 연구를 진행하였다. 홍수와의 FDM 해석을 위하여 하도를 그림 1과 같이 격점망으로 구성하였으며, 각 격점간의 평균거리 Δx 는 약 0.8km 이며 평균하도경사는 약 1/12,000이다. 하도단면 자료는 1987년 이후의 측량성고로부터 추출하였다(한강하류 연안개발계획보고서, 1989. 6 및 기타). 이 때 사용된 조도계수 n 는 기존의 자료로부터 약 0.023~0.028의 범위에서 사용하였다. 월곶리의 조위자료는 인천의 조위자료(수로국, 1990)로부터 조고비 및 조시차를 고려하여 작성하였다. 본 연구에서 선정된 '90년 홍수는 대부분이 정체성 전선형 경우에 기인한 것으로 호우기간 인천측후소에서 평균해면기압은 약 1,005mb, 평균풍속은 약 2.6m/s 이내로서 해상은 비교적 정온함을 보여주고 있다. 따라서 검토대상 홍수기간 중에 기상조로 인한 인천과 월곶리간의 비조화 성분의 편차는 무시할 수 있는 경우로 보았다.

측방향 유입량은 퇴계원, 성남, 안양 등의 수위 기록으로부터 왕숙천, 탄천, 중랑천, 안양천, 곡릉천 등 5개 각 지천 합류부에서의 유입수문곡선(그림 2)을 '90년 6, 7, 8월의 각 해당 홍수기간에 대한 수위자료와, 수위측정위치와 각 지천 하구지점간의 유역면적비를 고려하여 유도하였다. 그림에서 유입지점은 상류로부터 왕숙천, 탄천, 중랑천, 안양천 및 곡릉천의 순서로 도시하였다. 이 때 유량산정을 위하여서는 각 수위표지점에서의 수위-유량관계 곡선식(수분조사년보, 건설부, 1990)을 사용하였다.

홍수기간중 하구의 조석운동이 인도교 수위에 영향을 주는 영향을 분석하기 위하여, 각 홍수기간의 팔당 방류량 및 하구조위를 경계조건으로 하여 계산한 인도교지점에서의 계산 결과치와, 월곶리 조위를 평균해수면으로 일정하게 고정하였을 때 계산된 인도교 수위 결과치와의 비교를 통하여 조석성분의 영향을 분리할 수 있었다. 각 홍수별 인도교

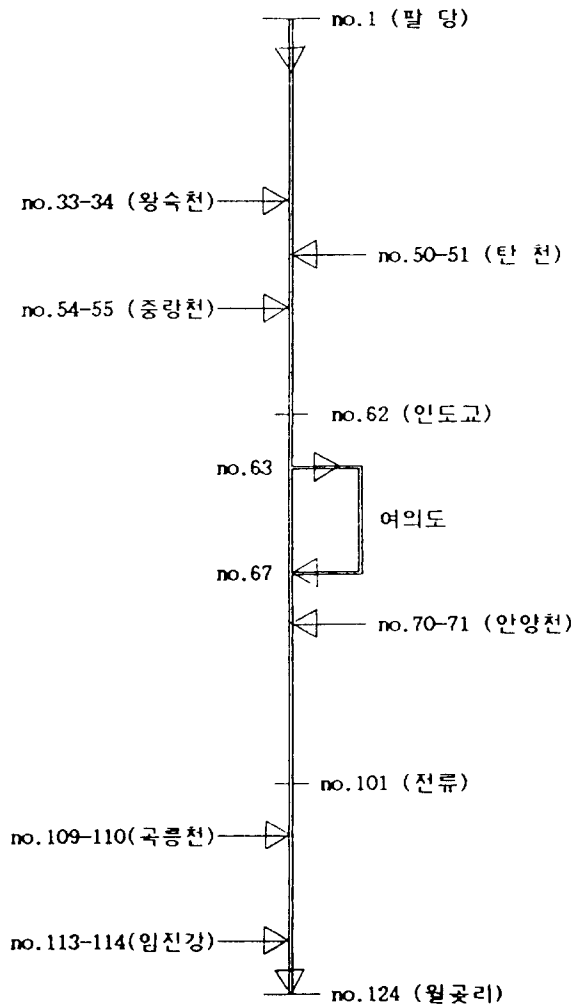


그림 1. 홍수와 해석을 위한 하도망의 구성

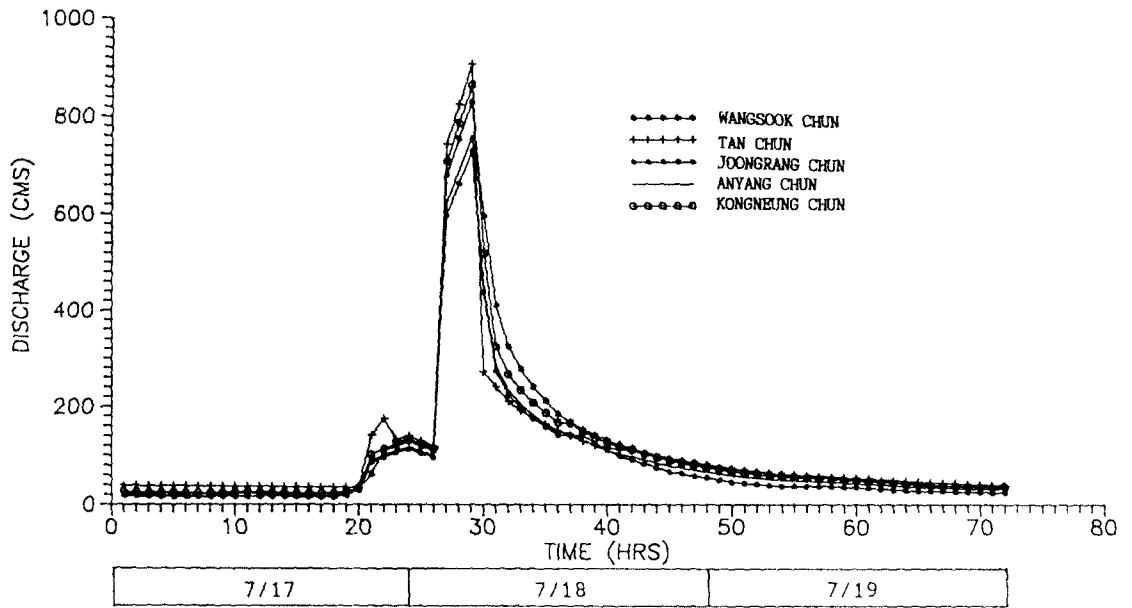


그림 2. 측방향 유입수문곡선('90. 7. 17-17)

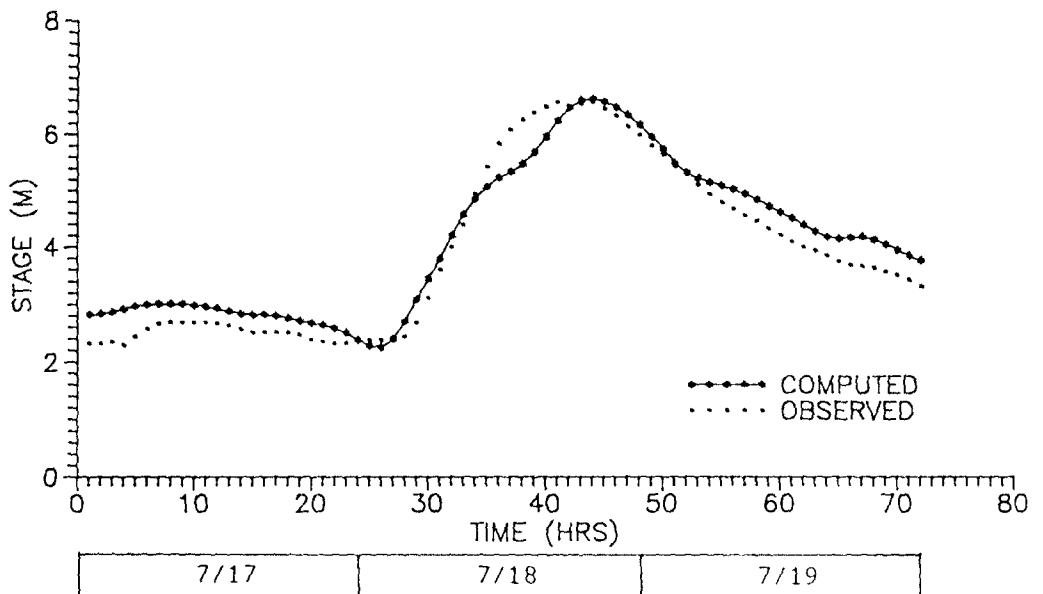


그림 3. 홍수파의 계산치와 실측치의 비교(인도교지점 수위 : '90. 7. 17-7. 19)

지점에서의 실측치와 계산치와의 비교를 위하여 작성된 수위 수문곡선은 그림 3의 예와 같으며, 수치 모형은 실제 홍수를 전반적으로 잘 재현해 주고 있으나 짧은 시간대에서는 계산치와 실측치간의 편차가 발견되었다. 그 이유는 해당 홍수기간중 신광수 중보의 수문조작, 측방향 유입류의 추산에서 예상되는 다소간의 오차 및 인도교 수위표 부근의 강변도로공사 작업선의 이동, 그리고 국지적으로 발생될 수 있는 풍파 등의 비선형적 요소들의 영향 때문으로 짐작된다.

그림 4a-4c 는 하구에서의 조위변동이 인도교 지점의 수위 변동에 주는 영향을 비교하기 위하여, '90년 6, 7, 8월의 각 홍수기간에 대하여 수치 실험한 결과로서 상류로 부터 인도교, 전류, 월곶리 지점에서의 수위 수문곡선을 각각 작성한 것이다. 실선은 하구에서의 실제 조석을 고려한 경우이

며, 점선은 조석 영향이 없다고 본 경우이다. 이 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 조석의 영향이 전류에서는 상당하나 상류로 갈수록 작아지고 있으며, 세 홍수사상중 규모가 작은 순서인 8월, 6월, 7월 홍수의 순서로 감소의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다. 즉, 7월 홍수의 경우에는 조석의 영향성분이 인도교지점에서 약 2.1cm에 불과하던 것이, 홍수규모가 이보다 작은 8월 홍수시에는 조석의 영향이 약 6.0cm로 늘어남을 보여주고 있다 (표 1).

표 1. '90년 홍수시 하구조위가 인도교 수위에 주는 영향분석

실측홍수	인도교 최고 수위표수위		
	조석영향고려(실제)	조석영향 무	수 위 차
① 6.23-27	5.26m	5.22m	4.3cm
② 7.17-19	6.62	6.60	2.1
③ 8.21-24	4.01	3.95	6.0

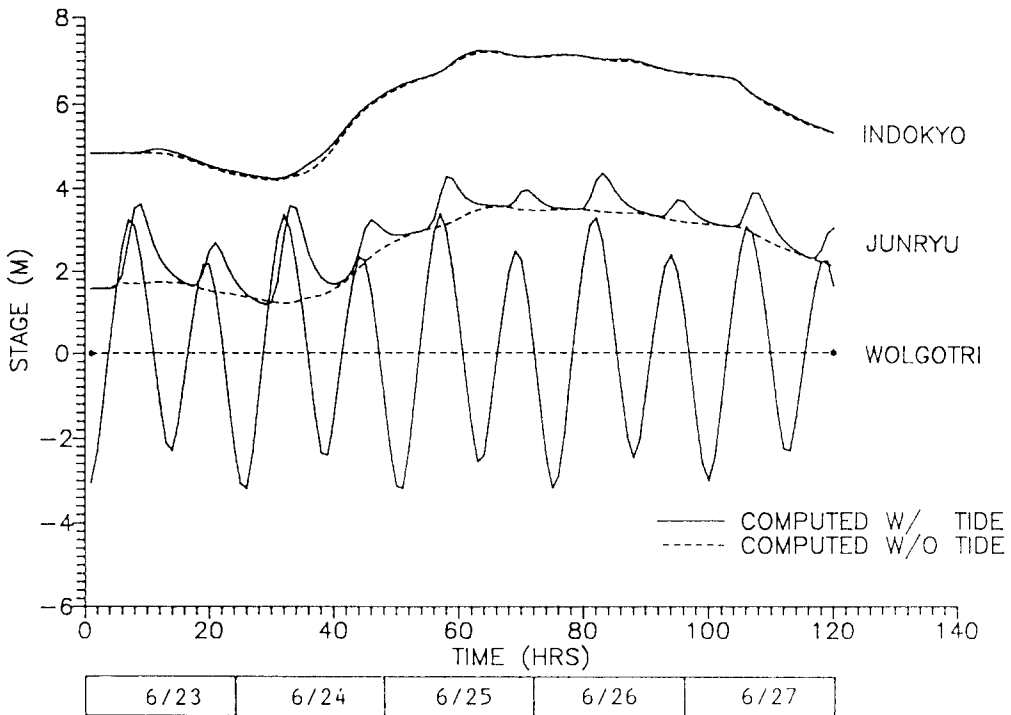


그림 4a. 하구조석과의 영향분석('90. 6. 23~6. 27)

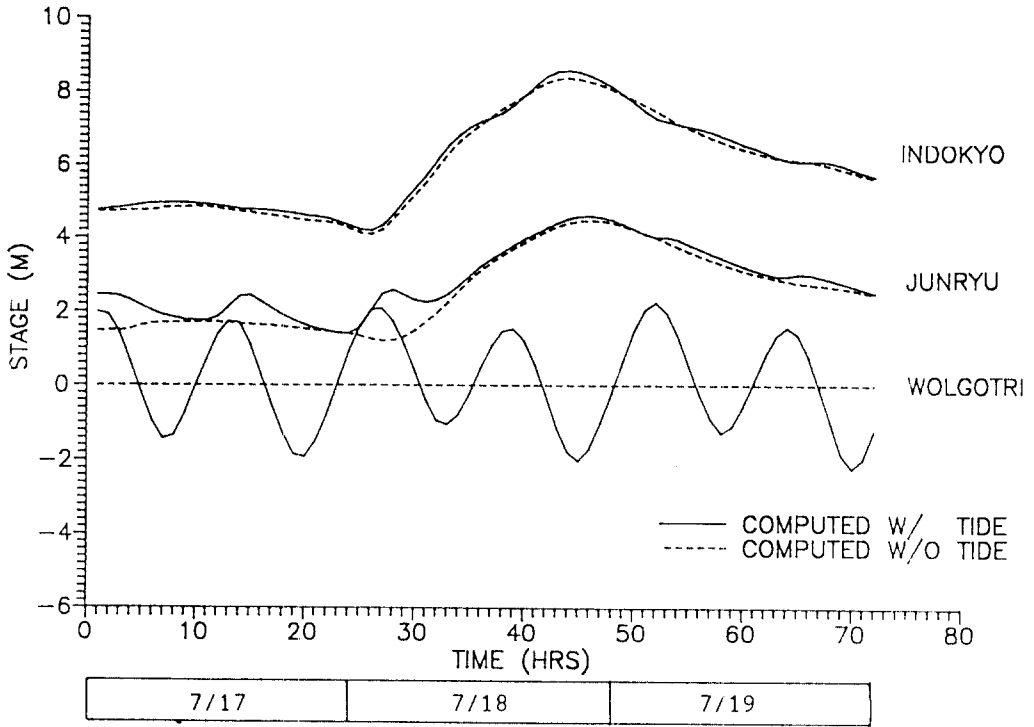


그림 4b. 하구조석과의 영향분석('90. 7. 17~7. 19)

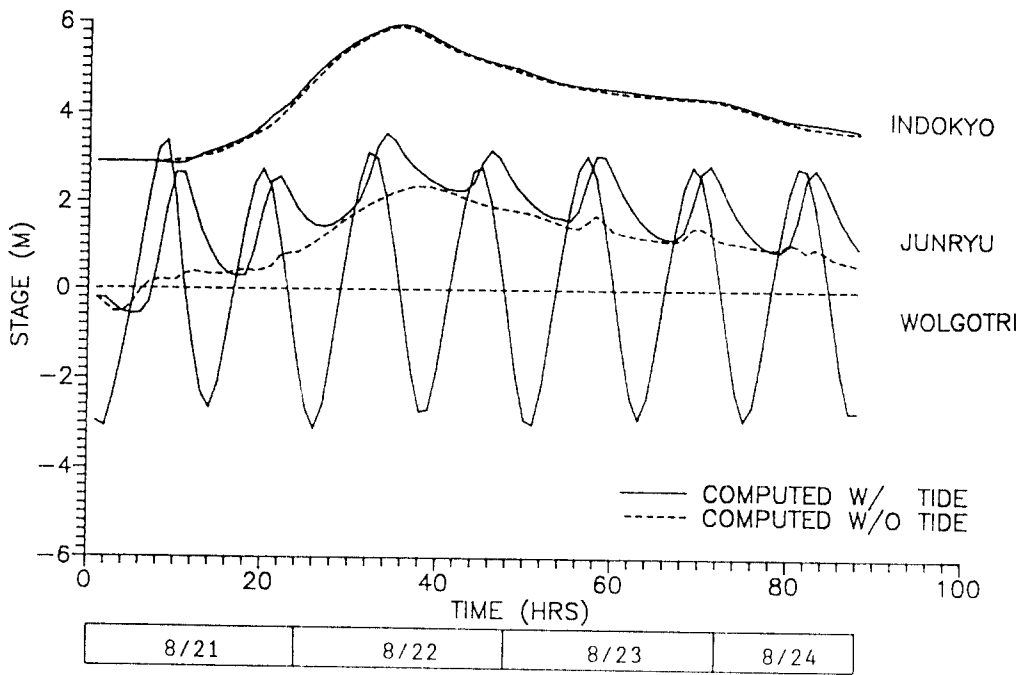


그림 4c. 하구조석과의 영향분석('90. 8. 21~8. 24)

5. 홍수의 규모별 인도교지점 조위영향 분석

홍수시 하구조위변동이 인도교를 포함한 한강주요지점의 수위에 주는 영향은 갈수기의 경우처럼 크다고는 볼 수 없겠지만, 재해의 우려가 큰 홍수기간 동안에는 미세한 수위의 변동에도 방재대책 관계자는 물론이고 국민들의 관심이 집중되고 있는 실정이므로, 하구에서의 조위가 고조위가 될 때, 홍수량의 규모에 따른 인도교수위의 영향에 대하여 홍수통제 관계자들은 사전의 충분한 검토와 이해가 선행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 홍수의 규모를 인도교 수위표 수위기준으로 약 2.0m에서 8.5m 범위내의 지정 및 경계홍수위를 포함하는 8등급의 홍수위로 세분하고, 이에 상당하는 각 홍수량을 팔당에서의 가상 방류량으로 보았다. 이 때 한강인도교 지점에서의 수위-유량 관계곡선식은 한강종합개발 이후인 1988~1990년의 측정자료에

근거하여 수정 작성된 결과를 이용하였다(홍수량 측정보고서, 건설부, 1990).

본 가상홍수에 대한 수치실험에서는 도시하천으로부터의 측방향 유입류의 영향을 무시하였다. 이 때 임진강으로부터의 유입량은 한강본류부와의 유역 면적비로 계산된 가상유량이 유입된다고 보았다. 본 수치실험기간 동안의 가상홍수량은 해당유량으로서는 최악의 홍수인 경우로 보아 유량은 초기의 수위상승기간을 제외하고는 시간에 대하여 일정하다고 보았다.

한편 하구 경계조건으로서의 가상조위는 인도교 수위상승에 주는 조위의 영향이 최대로 되는 조건을 부여하였다. 이를 위하여 먼저 천문조위보서 인천항에서의 약최고만조위(approx. H. H. W.)를 최고조위의 진폭(4.65m)으로 하여 조고비를 고려한 월곶리에서의 조위를 구한 후, 인천에서의 비조화 성분조위와 같은 크기의 조고를 월곶리에서의 기상조위로 보아 고극조위를 추산하였다. 이 때 조위곡

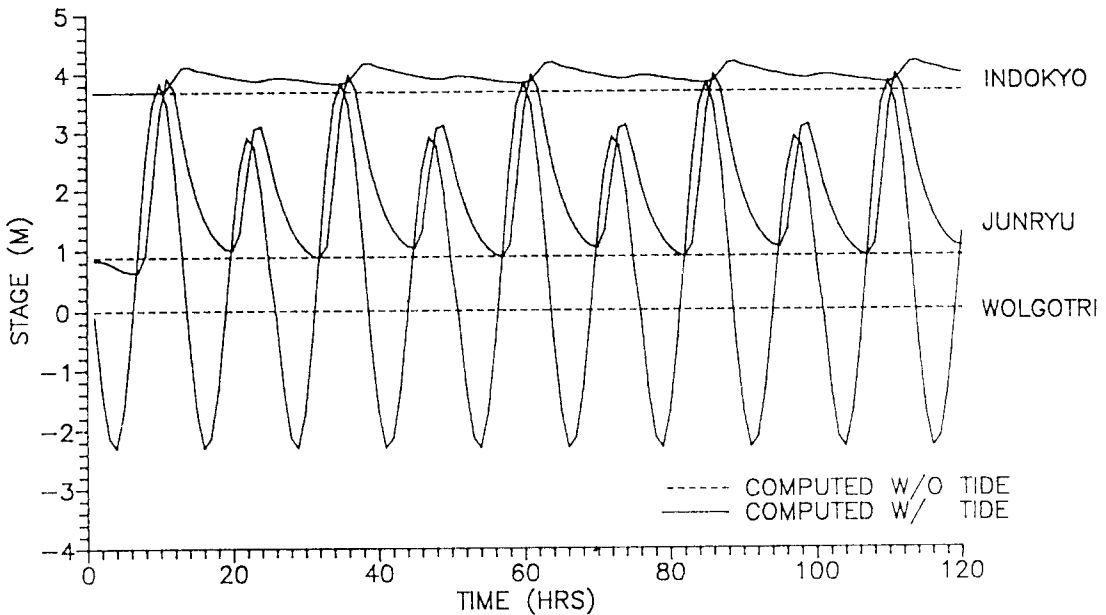


그림 5a. 가상홍수시 주요지점별 수문곡선 : Q=2,000CMS

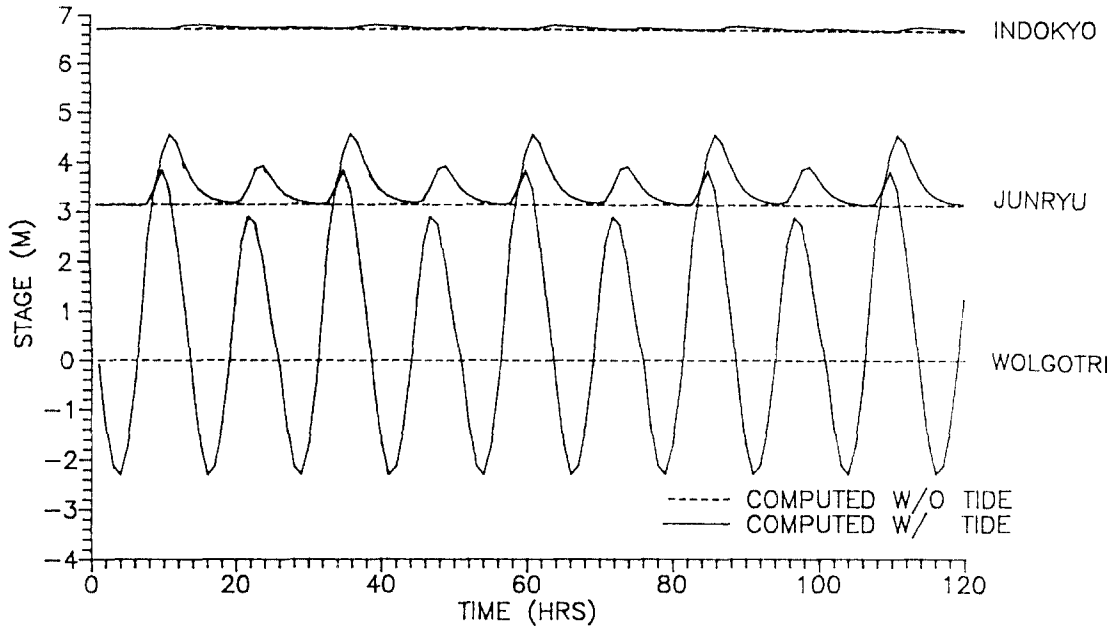


그림 5b. 가상홍수시 주요지점별 수문곡선 : Q=7,000CMS

표 2. 홍수등급별 조위별 인도교 지점 조석 영향분석

등 급	홍 수 량 (CMS)	최 고 홍 수 위(m)		
		조석영향고려	조석영향무시	수 위 차
case 1	2,000	4.18	3.68	0.50
case 2	3,000	4.76	4.50	0.26
case 3	4,000	5.34	5.16	0.18
case 4	5,000	5.86	5.73	0.13
case 5	6,000	6.36	6.24	0.12
case 6	7,000	6.81	6.72	0.09
case 7	10,000	7.96	7.90	0.06
case 8	20,000	10.75	10.73	0.02

선의 형태는 M_2 , S_2 , O_1 , K_1 등의 4분조로 부터 합성하여 약최고조위를 보여주는 시점을 중심으로 하는 2주기간의 조위곡선형이 홍수추적기간 중에 지속적으로 반복되는 것으로 보았으며, 기상조위의 성분(53.9cm)만큼 천문조위로 부터 전체적으로 상향 조정하였다. 이러한 하루단에서의 조위조건은 인도교 수위를 상승시킬 수 있는 최악의 조건으로

볼 수 있다. 물론 고극조위가 지속적으로 전 홍수 기간에 걸쳐 반복됨은 실제 자연현상과는 차이가 있을 수 있으나, 팔당에서의 방류량이 지속적으로 일정량 방류된다고 본 상류단에서의 개념과 같이, 하구에서도 최악의 조건이 지속적으로 주어졌을 때의 조석영향 성분을 유도해내기 위하여 설정한 경계조건이다. 인도교 지점에서의 조석 영향성분을

표 3. 홍수등급별 지점별 조석 영향 분석

등 급	홍 수 량 (CMS)	수위차(m)(=조석고려-조석무시)		
		인 도 교	행 추 대 교	전 류
case 1	2,000	0.50	0.54	3.09
case 2	3,000	0.26	0.31	2.66
case 3	4,000	0.18	0.22	2.26
case 4	5,000	0.14	0.17	1.93
case 5	6,000	0.11	0.14	1.66
case 6	7,000	0.09	0.12	1.42
case 7	10,000	0.06	0.08	0.90
case 8	20,000	0.02	0.04	0.29

분석하기 위하여서는, 먼저 하구의 조석이 전혀 없는 평균해면고를 유지할 때 가상홍수량에 대하여 인도교 수위를 계산한 후, 하구의 조위곡선을 부여하여 계산한 결과치와의 비교를 통하여 해당 규모의 홍수시 하구조위가 인도교지점 수위에 미치는 영향을 계산할 수 있었다. 상류단에서의 각 등급(case)별 가상 홍수량과 하류단에서의 조위곡선을 경계조건으로 하여 NETWORK 모형에 의해 수행된 수치실험의 결과의 예는 그림 5a, 5b와 같다. 여기서 실선은 조석이 있는 경우, 점선은 조석의 영향이 없는 경우를 각각 나타낸 것이다. 이 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 홍수량이 증가될수록 인도교에서의 조석영향은 감소되어 감을 알 수 있다. 즉, 표 2에 정리된 결과에서와 같이 팔당댐 방류량이 2,000CMS일 경우 조석영향에 의한 인도교 지점에서의 수위차는 약 50cm로 나타났고, 7,000CMS 이상이 되면 약 9cm 이하로 계산되었으며, 경계수위에 해당되는 20,000CMS일 경우에는 약 2cm로 나타나 팔당댐으로부터의 방류량 증가에 따라 조석의 영향이 크게 감소되고 있었다.

표 3은 홍수등급별 주요지점별 조위영향성분을 정리한 것으로서 하류에서 상류로 갈수록 조석의 영향은 감소되고 있음을 보여주고 있다. 홍수량 2,000CMS일 때 전류에서의 조석영향이 약 3.09m로 매우 큰 변화를 보여주고 있으나 행주대교, 인도교에서는 각각 약 0.54m, 0.50m로, 그 영향이 뚜렷이 감소되고 있다. 행주대교와 인도교간은 한

강개발로 하상이 매우 완만한 경사로 준설됨으로 인하여 두 지점간의 수위변동 양상은 매우 비슷한 모습을 보여주고 있다. 한편, 경계홍수에 해당되는 홍수량 20,000CMS에 대하여서는 조석영향이 각각 인도교, 행주대교, 전류에서 각각 2cm, 4cm, 29cm로 크게 감소되어 경계수위 이상인 경우의 홍수에 대해서는 하구의 조석의 영향은 전류를 포함한 하구역 상당구간에 걸쳐 작게 나타났다.

이상의 실제홍수 및 가상홍수에 대한 해석 결과를 미루어 볼 때, 인도교의 위험홍수위 (10.5m), 설계홍수위 (12.1m)에 각각 해당되는 약 29,000CMS 및 37,000CMS의 홍수시에는 인도교 수위에 미치는 조석의 영향을 무시해도 무방할 것으로 판단되었다.

6. 결론 및 요약

한강하구에서의 조위가 인도교지점의 홍수위에 주는 영향을 분석하였으며 그 주요 연구결과는 다음과 같다.

(1) '90년의 6, 7, 8월의 세 실제홍수에 대하여 수치실험을 실시하고, 그 결과치를 실측치와 비교하므로써 한강 하류부에서의 수치모형 NETWORK의 적용성을 검토하였다.

(2) 팔당 방류량에 따른 인도교지점에서의 조석 영향을 분석하기 위하여, '90년 6, 7, 8월의 각 홍수사상과, 가상 홍수규모를 2,000CMS~20,000CMS간의 8등급으로 구분하여, 각 홍수시 조석의 영향

을 계산하였다. 분석결과 조석영향성분은 약 0.02~0.50m범위의 값으로써 홍수량이 증대될수록 그 영향이 감소되는 추세를 보여주었다.

(3) 인도교지점에서 조석영향은 홍수량이 2,000CMS 이하일 때는 약 50cm 이상으로서 수위에 비교적 큰 영향을 주고 있으나, 홍수예경보 기준 홍수위로서 지정홍수위 4.5m(7,000CMS) 이상인 경우에서의 조석영향은 약 9cm에 불과하며, 이 이상의 홍수규모에서 조석의 영향은 무시할 수 있을 정도로 작게 계산되었다.

감사의 글

본 연구는 건설부 한강홍수통제소의 「한강수계 유출프로그램 개선방안, 1991」 연구 성과의 일부로서 관계당국의 배려에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 건설부 (1989), 한강하류 연안개발계획 보고서, 서울지방국토관리청.
2. 건설부 (1990), 한강홍수예경보, 건설부 한강홍수통제소.
3. 건설부 (1990), 홍수량측정보고서, 건설부 한강홍수통제소.
4. 건설부 (1990), 한국수문조사년보, 건설부.
5. 수로국 (1990), 조석표, 수로국.
6. 이종태 (1990), “이상홍수에 대응을 위한 하천 시스템에서의 홍수파 해석 모형 연구”, 국제수문개발

계획(IHP) 연구보고서.

7. 이종태, 한건연 (1992), “댐 붕괴 홍수파 해석을 위한 무차원 홍수추적곡선의 유도”, 대한 토목학회 논문집, 12(2), pp.87-99.
8. Amein, M. and Fang, C.S. (1970), “Implicit flood routing in natural channels”, J.Hydraulic Div., ASCE, 96(12), 2481-2500.
9. Amein, M., and Chu, H.L. (1975), “Implicit numerical modeling of unsteady flows”, J. Hydraulic Div., ASCE, 101(6), 717-731.
10. Fread, D.L. (1973), “Technique for Implicit Dynamic Routing in Rivers with Tributaries”, Water Resources Research, 9(4), 918-926.
11. Fread, D.L. (1985), “Channel Routing” in Anderson, M.G., and Purt, T.P. (eds), Hydrological Forecasting, John Wiley and Sons, 437-503.
12. Liggett, J.A., and Cunge, J.A. (1975), “Numerical methods of solution of the unsteady flow equations”. In Mahmood, K., and Yevjevich, V. (eds), Unsteady Flow in Open Channels, Vol. I., Water Resources Publications, Chapter 4, 89-182.
13. Preissmann, A. (1961), “Propagation of translatory wave in channels and rivers”, In Proc., First Congress of French Assoc for Computation, Grenoble, France, 433-442.

기타 건설부, 경기도청, 서울시, 수로국, 한국종합(주) 등의 각종보고서 및 도면 다수.

〈접수 : 12월 29일〉