

경인 운하의 수리 Hydraulics of Kyeongin Canal

최병호¹, 김경옥²
Byung Ho Choi¹ and Kyeong Ok Kim²

1. 문제의 서술

1995년 우리학회의 정기학술 강연회에서는 이 미 경인운하의 수리학이라는 제목으로 조석간만의 차가 큰 김포매립지역 측과 한강의 신곡수중보 상류측에 각기 갑문을 설치하여 운하를 형성하는데 양단의 동적수위변화에 대한 정확한 이해가 필요한 것을 역설하였다. 특히 1990.1.16 ~ 2.14 기간 및 1987.5.2 ~ 5.31 기간 울도에서 단기관측한 조위의 단기평균치를 인천의 평균해면과 관련지우는 과정에서 잘못된 해석으로 울도의 평균해면을 인천평균해면보다 (+)24.1cm(타당성조사), 다시 수정하여 (+)42.7m(보완조사)로 결정하는 오류를 범하였다. 이는 (장기)평균해면의 개념을 잘못 이해하여 월 평균치를 장기평균치로 외삽시키는 과정에서 실수를 범하였다. 이 잘못된 수직기준설정은 현재 기본 설계 및 실시설계에도 그대로 적용되고 있는 것으로 보인다.

한강감조부의 수위 역시 타당성조사 보고서(91.12)는 행주대교 남서측 관측(91.3.1 ~ 3.30)과 성산대교 남서부의 수위를 조위기준으로 제시하는 시도는 적합하지 않다. 즉 감조하천의 조위기준면의 제시보다는 유량에 따른 평균수위를 인천 평균기준으로 제시하여야 김포쪽 인천갑문의 외해와 일관적인 수직기준체계가 유지된다. 현재에도 신곡수중보의 기점으로 하는 홍수위산정결과가 공격적으로 사용되는 것을 보면 이 분야가 얼마나 보수성이 강한가를 알 수 있다. 즉 조석에 의한 부정류 구간의 수위해석을 부등류 수위해석으로 홍수위를 정한 것에 대한 문제점이다.

거진 2세기전 외교관 출신인 레세프스도 지중해와 홍해를 연결하는 스에즈운하를 건설할 때도 양단의 수위에 대한 각별한 관심을 가졌던 것을 생각하면 우리의 경우를 성찰할 필요가 있다.

2. 평균해면고도 (Mean Sea Surface Height)

우선 지오이드(또는 등포텐셜)면 상의 평균해면의 높이는 MSSH로 정의한다. 이는 해상측량의 기준이 되지만 도서측량 및 해안역에서 떨어진 위치의 수심측량에서는 흔히 무시되었으나 현재에는 위성고도계의 응용으로 주요한 관심사가 되었다. 그림 1에는 중국해양국과 성군관대가 공동으로 수립한 황동중국해, 남중국해가 고해상(1/6도)으로 지구순환도형격자(3도)에 점차적으로 격자를 세분화시킨 일체화 된 해양모형에 대기압보정을 고쳐 MSSH의 분포를 구한 그림으로 중국의 연안을 따른 수준망과 검조소를 연결시킨 결과와 비교할 때 표준편차가 4.5cm로서 만족스러운 결과를 갖는 남방경사의 평균해면경사를 제시한다. 이 위도상의 평균해면경사(mean sea level slope)가 북쪽으로 상승하느냐? 하강하느냐?의 여부는 여지껏 논란이 되고 있는데 적어도 그림 1에 제시된 바와 같이 중국해안을 따른 측지학 수준측량의 결과가 해양학적인 MSSH의 분포가 남방경사로서 잘 일치되고 있다. 그림에서 제시된 대로 우리나라연안에서의 국지적인 평균해면과 인천항의 평균해면의 차는 수 cm이내이어야 한다는 것이 해양학적인 설명이며 인접한 인천과 울

1 성균관대학교 사회환경시스템공학과 교수

2 발표자: 한국해양연구원 연안개발에너지연구부 선임연구원

도의 평균해면차가 43cm라든지 하는 것은 기본적인 해양과정에 대한 이해가 부족함에서 비롯한다. 유사하게 현행의 서해안을 따른 육상표고와 수심기준면을 평균해면으로 일원화하는 수직기준 체계의 선행적인 과업도 이러한 기본적인 해양과정을 무시하면 안되며 도서에서의 조석관측을 인천기준과 연결함에 있어서도 본 고에 제시된 MSSH분포가 유용하게 적용될 수 있다.

이 그림에서 보면 중국해안의 경우 동사군도는 약 40cm, 남사군도 역시 약 43cm로서 청도항

(황해기준면)과의 평균해수면차를 갖고 있으나 우리나라 도서의 경우는 서남해안의 도서가 0-5cm, 울릉도 역시 약 5cm 정도의 MSSH의 차가 제시되고 있다. 역시 그림 1에서 보이는 바와 같이 인천을 기준한 위도상의 해면경사는 인천-목포간 5cm 정도로서 남방경사를 갖는데 epoch를 잘못 적용한 인천항의 평균해면(6.5cm 차)를 적용할 때는 이 MSSH 경사의 평가가 잘못될 수 있으므로, 인천항의 검조 및 평균해면 설정의 연혁을 잘 파악하여 해석해야 된다.

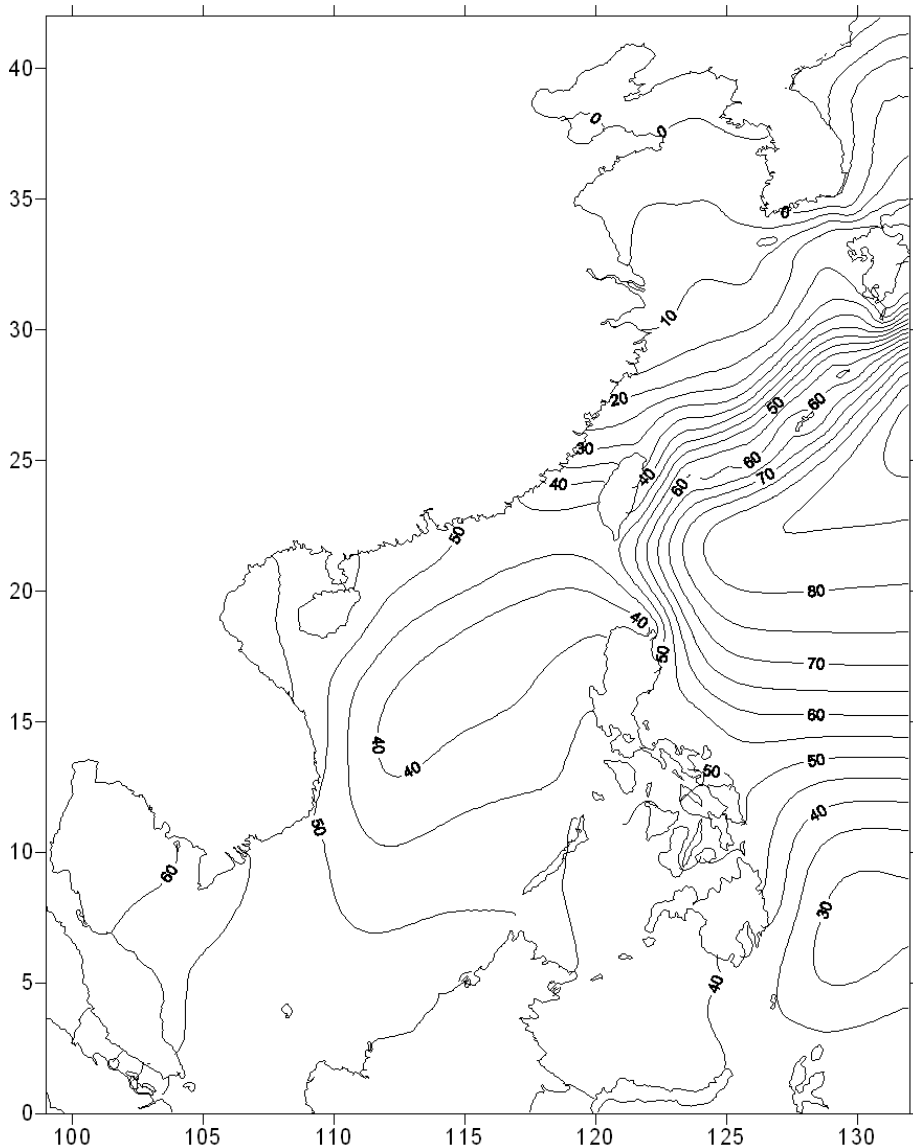


그림 1. 인천을 기준으로 한 MSSH의 분포 (Fang et al., 2002)

표 1. 인천항의 구조물 천단고 및 100년 재현빈도 고극수위 및 편차

항 명	구조물명	㉠	㉡	㉢	㉡+㉢	㉠-(㉡+㉢)
		천단고(E.L., m)	L.M.S.L(m)	H_{100} (m)	H_{100}' (m)	편차(m)
인천항	부 두	8.80~10.00	4.64	5.20	9.94	-1.04~0.16
	물양장	9.00~10.00	"	"	"	-0.84~0.16
	안 벽	7.00~12.00	"	"	"	-2.84~2.16
	호안(가호안)	10.00~12.00	"	"	"	0.16~2.16
	방파제(호안)	10.00~12.50	"	"	"	0.16~2.66
	기 타	10.00~15.80	"	"	"	0.16~5.96

※ 기 타 : 체절제, 갑문, 잔교, 연결부, 돌핀, 연결고, 조절탑, 도교

※ 천단고 : 1992, 해운항만청, 전국항문구조물도집, L.M.S.L : 1999, 해양수산부, 항만 및 어항설계기준(상)



그림 2. 해일방재도 작성 지원정보 폭풍해일과 지진해일 CD



그림 3. 한반도 주변해역 극한해양상황 예측실험 정보CD

3. 최고극 수위에 관한 고찰

전국항만의 주요항만의 구조물 천단고와 국지 평균해면(L.M.S.L)상 추정된 100년 빈도 최극수위 H_{100} 과의 편차를 산정하였다. 이 중에서 인천항의 경우는 표 1과 같다. 이 최극해수위 추정 과정은 과기부의 중점사업으로 UN의 자연재해경감의 10년에 기여하는 연구로서 수행된 결과이다. 천단고의 높이는 전국항만 구조물모음집(해운항만청,1992)에서 국지평균해면은 항만 및 설계기준(상권, 해양수산부, 1999)을 참조하였다.

추정모형의 격자가 약 10km로서 성긴 격자로 구성 되어 있기 때문에 해안선이 복잡한 서남해안에서의 최극수위 추정에는 상당한 오차가 포함되어 있을 수도 있으며, 과거 50년의 태풍 및 악기상 자료를 기초로 시뮬레이션한 결과이며 근년의 지구변화에 따른 기상변화에 대한 예측은 포함되지 않았다. 여기에서 100년 빈도 최극수위에 대해서 주요항만 구조물의 천단고는 대부분 낮게 설정이 되어있는 것이 제시되고 있다. 더욱이 지구온난화에 의한 향후 100년 기간의 해수의 상승이 25cm-50cm로 설정될 경우에 이러한 해안방어

수위가 크게 문제될 수 있다.

그러나 현행의 항만 설계기준에는 지구온난화에 따른 해수위 상승을 포함시킬 것을 시방하고 있어서 큰 문제가 야기될 수 있다. 즉 이 온난화에 의한 해수위 상승은 아직도 불확실성이 많아 ISO의 설계기준에서도 제외되어 있다.

4. 해결방안

- 1) 이미 14년전에 인천측(울도)에 장기검조를 권장하였는데 이제야 비로소 시작하고 있으며, 당시에도 설계를 위한 해결방안은 다음과 같이 제시된 바 있다. 즉 울도의 국지평균해면을 인천평균해면과 동일하거나 2-3cm 이하(해양측지 개념으로는 2-3cm까지도 될 수 없다)를 취하여야 하며 한강쪽 관측소의 영점표고를 재평가하여 종단적인 표고 및 수위에 대한 정확한 개념을 갖고 있어야 한다. 이 적용에 있어 단기검조의 조화분석에 따른 주요분조의 불안정성 및 미숙한 차분분석(인접분조의 분리방법)이 이루어지면 역시 수심기준면의 오차가 커질 것이므로 이 경우도 인천항의 장기조화분석결과를 준용하는 것이 더 나은 방법이다.
- 2) 신곡수중보 상류측의 수위에 대해서는 감조하천의 특성을 관측자료 및 수치모형으로 자세히 검토하여 유량에 따른 수위가 인천 평균해면으로 일관적으로 제시될 수 있도록 하여야 한다. 즉 한강쪽에 연결되는 신곡수중보의 상류, 행주대교 부근은 한강의 감조하천에서 기준면 전도(datum reversal)가 일어나는 전류 부근보다도 상류측에 위치한다. 이러한 경우 소조시 저조위가 대조시 저조위보다도 오히려 높은 특성적인 수위변화가 대·중·소조의 15일 주기에 발생한다. 이러한 현상은 조선총독부 시절의 하천조사에서 2주 연속관측한 수위변화에서도 잘 나타나고 있다. 신곡수중보가 완성된 이후의 이러한 특성적인 감조하천 수위변화가 자세히 분석된 적은 없다.

아마도 Kwater는 잘못된 수직기준의 경인운하 설계에의 적용이 미칠 영향을 충분히 인지하여 2회에 걸친 해양수리학적 제언을 참고해야 할 것이다.

- 3) 인천항쪽의 갑문 및 홍수배출시설의 천단고는 새로이 제시된 안정된 평균해면을 기준으로 설계되어야 하며 최고극, 최저극 천문조위 및 50년, 100년 빈도의 해일고 역시 과기부사업으로 이미 수행된 결과를 잘 활용하면 될 것으로 보인다.

참고문헌

- 최병호 (1985). 우리나라강조하천에서의 수위관측, 한국수문학회지, 제18권 제2호.
- Fang G., Wei, Z., Fang, Y., Wang, K. and Choi, B.H. (2002). Mean sea surface heights of the South and East China Seas from ocean circulation model and geodetic leveling, CHinese Science Bulletin, 47 (4), 1001-6538.
- 최병호 (2005), 서해안 주요 해안 항만 구조물의 해일 방어 수위 조기추정, 한반도 해안의 해일 논문집, pp11~27.
- 최병호 외 3명 (2004), 인천 해역의 최극환경, 조석 환경에서의 국지 세굴 워크숍 논문집, pp 37~48.
- 최병호 외 2명 (2002), Estimation of extreme sea levels for neighboring seas of Korea., Coastal Engineering Journal, Vol 44, No 2, pp 149~178.