

실시간 현장 계측을 통한 한강의 수리특성 조사연구

○*정재현, **강준구, ***여운광

1. 서론

우리나라의 중심도시 서울에 위치한 한강은 그 중요성이 공학적인 문제 뿐만 아니라 사회적인 파급효과도 큰 국내 최대 하천으로 서해안 조석의 영향을 받는 감조하천이다. 이런 이유로 80년 이후 감조하천의 성격을 띤 한강상의 수리특성에 관한 연구가 발표되었으며 현재도 계속적인 조사가 진행되고 있다. 현재까지 알려진 바에 의하면 서해안의 조석영향으로 인한 한강 하류부의 경우 최대조차가 9.3m에 달하는 인천만의 조석영향에 따른 감조구간을 한강 하구로부터 상류부의 한강 대교까지로 인식되고 있다. 그러나 실제 측정된 자료를 가지고 엄밀하게 분석된 것은 없다. 이러한 조석 영향에 따른 하류부의 수위변동(상승 및 하강)은 하천흐름에 중요한 요소로 작용하게 되는데, 이는 특히 홍수시 배수효과에 의한 수도권침수 피해뿐 아니라 수질등 환경요소에 직접 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 이러한 조석영향의 구간의 재검토와 하천관리 기본 자료인 수위, 수온 자료를 실시간 현장 계측을 통하여 조사 연구하였다. 연구를 통해 한강하류부상에 나타나는 수위변동량을 실측 자료를 통하여 규명하였으며, 향후 한강내의 수질관리를 위한 수온 자료도 획득하였다.

2. 연구대상구간 및 실시간 계측

본 연구는 한강내의 하류부에 속한 서울 중심부 교량 중의 하나로서 많은 교통량과 교량의 노후로 인해 확장공사가 시행중인 한남대교와 최근 개통된 청담대교상의 교각상에서 수행되었다. 한남대교의 경우 1969년 완공된 우물통기초의 교량으로서 연구가 수행된 지역은 이 중 유심부 우측부의 교각 P10이다. 그리고, 청담대교는 최근 완공된 국내 최초의 복층교량으로서 우물통 기초이며, 연구대상지역은 이 중 강남변에 위치한 교각 P44, 45, 46지점이다.

그림 1은 한강상에 위치한 한남대교와 청담대교의 위치를 나타낸 것이고 그림 2는 실시간 계측을 위해 각 교각별로 설치된 센서의 위치를 나타낸 것이다. 연구에 사용된 센서는 수위 측정을 위한 압력식 수위계, 그리고 수온 측정을 위한 온도센서이며, 한남대교의 경우는 수위와 수온변동량 측정을 위해 압력식 수위계와 온도센서를 각각 흐름방향 상류부에 설치하였다. 그리고, 공사가 진행중이던 청담대교상에는 교각 P44, 45, 46에 위 2종류의 센서를 각각의 교각 전면부에 설치하였다.

* 명지대학교 토목·환경공학과 석사졸업

** 명지대학교 토목·환경공학과 박사과정

***명지대학교 토목·환경공학과 교수

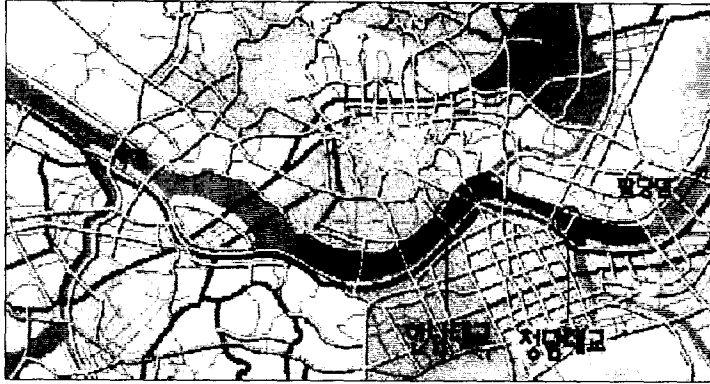


그림 1 연구대상 지역의 위치 (한남대교, 청담대교)

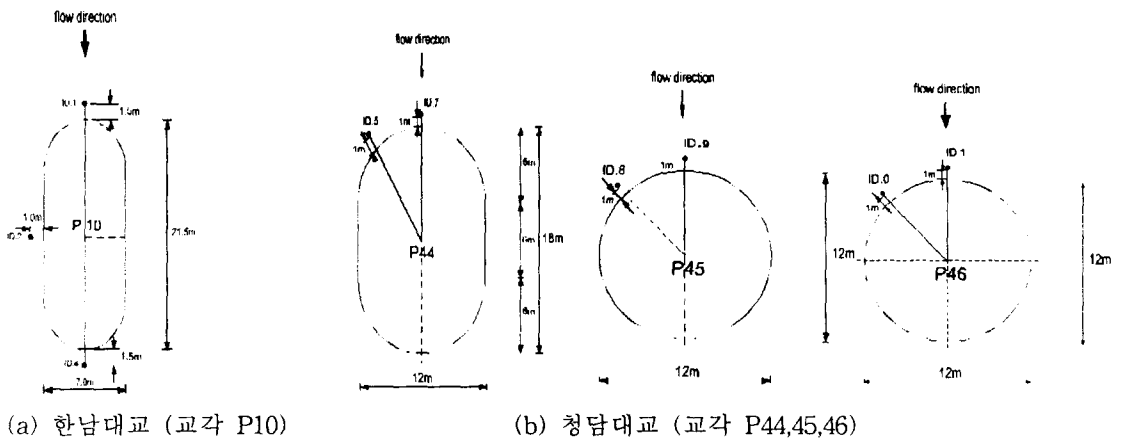


그림 2 교각부에 설치된 센서의 위치

측정된 수위, 수온자료는 센서와 연결된 데이터로거에 1차적으로 저장되며, 동시에 데이터로거에 탑재된 F-DAS(Field-DataAcquisitionSystem)를 통해 PCS를 이용한 무선데이터 통신이 가능한 지역이면 어느 곳에서나 실시간으로 각 자료를 확인할 수 있도록 하였다. 그림 3은 본 연구에 사용된 실시간 계측 시스템의 개략도이다.

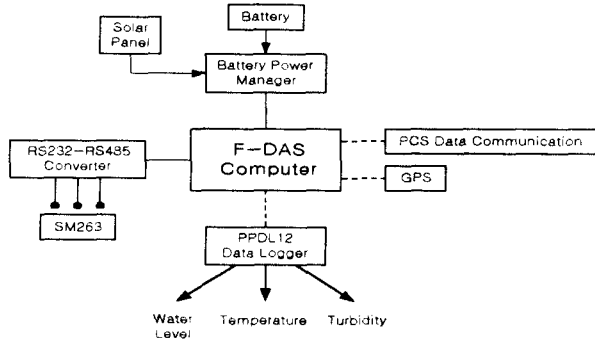
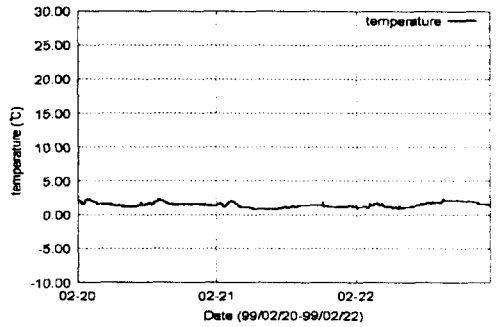
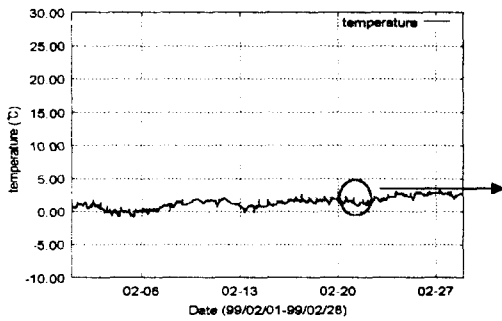


그림 3 실시간 계측 시스템의 개략도

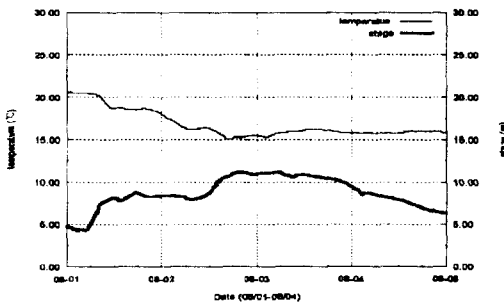
3. 실시간 계측자료의 분석

(1) 한남대교 구간

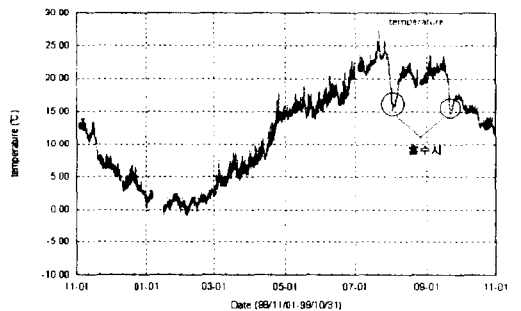
98년 11월~99년 10월까지의 1년간 계측작업을 통해 연간 수위 자료, 수온 자료를 획득하였다. 그림 4는 이들 자료중 수온 자료를 평수시, 홍수시, 연간자료순으로 나타낸 것이다.



(a) 평수시



(b) 8월 홍수시



(c) 연간

그림 4 한남대교 구간의 수온자료

그림 4.(a)는 갈수기에 해당하는 99년 2월 기간중 일부 수온자료를 나타낸 것으로서 그림을 통해 평수시 일교차에 따른 하도 내의 수온 변화가 발생함을 확인할 수 있다. 그리고, 4.(b)를 통해 홍수사상시 수온의 급격한 저하가 발생함을 확인할 수 있는데, 특히 첨두수위 도달시까지의 홍수 발생초기부에서 심한 수온 변동이 나타나고 있다. 이는 홍수시 유입된 유량내 수온이 하도내의 수온분포를 지배함으로써 나타난 현상으로 판단된다. 그림 4.(c)는 한남대교 하도 내의 연간수온자료를 나타낸 것으로 계절에 따른 뚜렷한 수온변화가 나타남을 확인할 수 있으며, 전체적으로는 0~30℃에서 수온대가 형성되고 있다.

한편 그림 5는 한남대교 구간 내의 수위 자료를 나타낸 것이다. 그림 5.(a)는 갈수기인 99년 2월경에서의 수위 자료를 나타낸 것으로서, 서해안 조석의 영향에 따른 15일 주기의 수위변동량 모습이 뚜렷이 나타나고 있다. 특히 그림 5.(a)를 통해서 일 2회의 조석변동량에 따른 수위변동량이 뚜렷이 나타남을 확인할 수 있는데 오전과 오후시의 최고 수위도 다르게 나타나고 있다. 이는 지구 자전에 의한 지구와 달, 태양 사이의 기조력 변화로 인한 영향으로 판단된다. 그리고, 인천만의 조위 영향에 따른 수위 변동량은 최대 1.70m의 수위차를 나타내고 있으며, 이는 갈수시 한강이 뚜렷한 감조하천의 특성을 가지고 있음을 반영한다. 그리고, 8월과 9월경에 발생한 두 차례의 홍수 사상시에는 홍수위의 영향이 수위대의 지배적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이로 인한 급격한 수위상승을 그림 5.(b)와 5.(c)를 통해 확인할 수 있다.

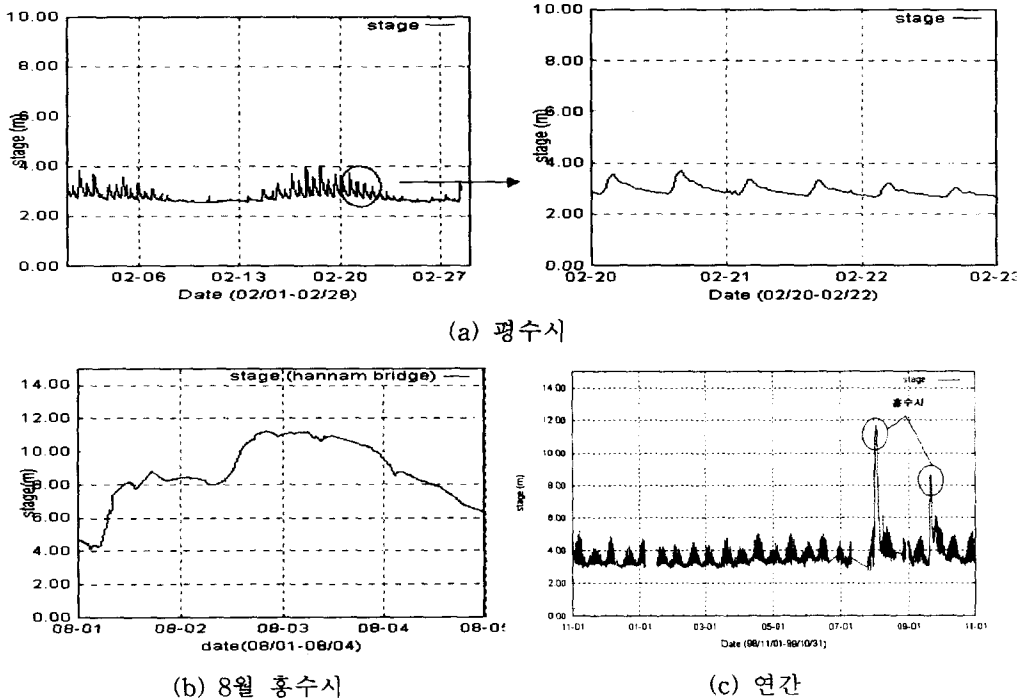


그림 5 한남대교 구간의 수위 자료

(2) 청담대교 구간

99년 6월말경부터 10월까지 수행된 청담대교 구간의 작업을 통해 수온, 수위 자료를 획득하였

다. 단기간의 자료 특성상 평수시와 홍수사상시의 수리특성만을 확인할 수 있었다. 그림 6은 각각 청담대교 구간 내의 실시간 수온자료를, 그림 7은 수위 자료를 나타낸 것이다.

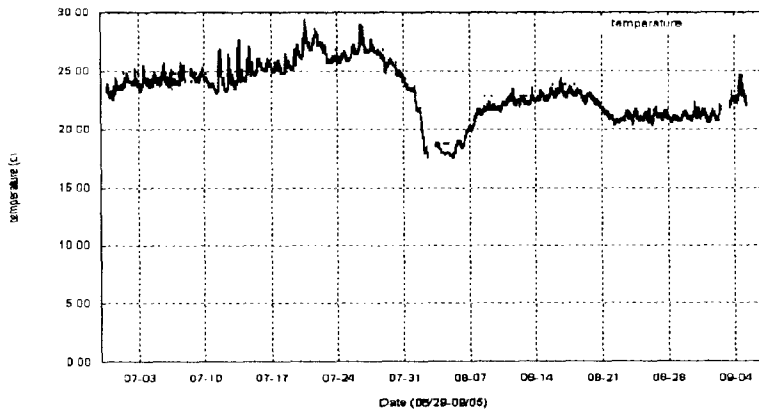


그림 6 청담대교 구간의 수온 자료

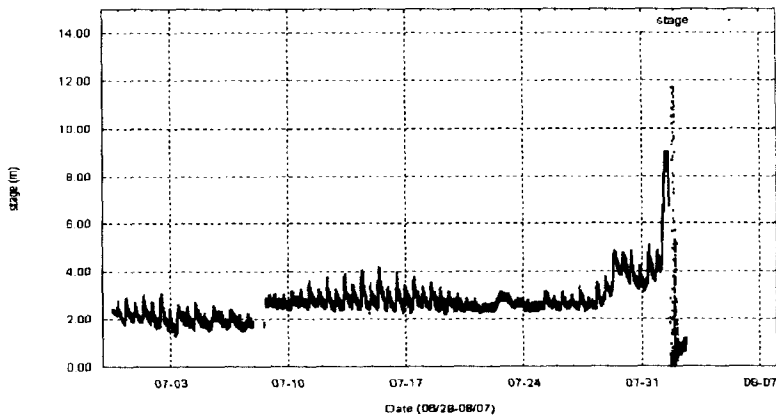


그림 7 청담대교 구간의 수위 자료

측정 자료 결과, 청담대교 구간의 수온자료 또한 일교차에 따른 수온변화가 뚜렷이 확인되고 있으며 8월 홍수사상시 한남대교 구간에서와 같은 하도내로 유입된 유량이 하천내 수온을 지배함으로써 급격한 수온저하가 발생하는 것으로 나타나고 있다. 그리고, 인천만 조위의 영향에 따른 일 2회의 수위 증가, 감소현상과 대조와 소조에 따른 수위변동량이 주기적으로 나타남을 그림 7을 통해 확인할 수 있으며, 8월 홍수사상시에는 조석의 영향보다 홍수로 인한 수위변동량이 지배적으로 나타나고 있다.

4. 결론

본 연구에선 감조하천의 성격을 띤 한강 내의 수리특성에 관한 연구를 위해 평수시, 홍수시의 수온, 수위를 실시간으로 한남대교, 청담대교 구간 내에서 계측하였다. 자료 분석결과, 한강 내의

수온대는 전체적으로 0~30℃상에서 형성되고, 반포대교 상류부의 한남대교 구간과 청담대교 상에 선 평수시 조석의 영향에 의해 최대 1.70m까지 나타나며, 소조시에는 하도 내의 수위변동량이 거의 영향을 받고 있지 않은 것으로 확인되었다. 이를 통해 한강하류부 감조구간을 수량과 수질측면을 동시에 고려하여 재설정하는 것이 필요함을 보여준다.

참고문헌

- 김원 등, 1999, 신곡 수중보와 조석 운동을 고려한 한강 본류의 흐름 특성, '99 한국 수자원 학회 학술 발표회 논문집, pp. 663~668
- 데이터피씨에스, 1999, 지하철 7-17공구 현장 교각 기초에 대한 세굴측정 및 세굴 방지공의 연구 검토 보고서
- 명지대학교, 1999, 한남대교 교각 기초 주변의 세굴깊이 측정 및 현장 모니터링에 관한 연구보고서
- 서울특별시, 1992, 한남대교 확장 기본 및 실시 설계 종합 보고서
- 허정호, 1998, 실시간 자료수집을 위한 현장 모니터링 시스템의 개발, 명지대학교 석사학위 논문
- Laursen, E. M., 1962, Scour at bridge crossings, ASCE, Vol.127, pp. 166~209