

OE4) 수공구조물 설치방식이 하천흐름에 미치는 영향

이효정*, 이남훈, 문상철, 김종호, 안승섭¹

경일대학교 대학원, ¹경일대학교, 건설정보공학과

1. 서 론

대부분의 지역에서는 도시화로 인한 도심지로의 급격한 인구증가를 방지하기 위한 대책으로 거주지를 도심으로부터 멀어지도록 하기 위하여 도시 주변하천에 많은 교량들이 설치되고 있다. 이는 인구이동 및 물류수송 등을 목적으로 설치된 교량들이 대부분이므로 유동인구가 많아지고, 수송물류가 증가함으로써 도시하천에 설치되어진 교량에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 따라서 교량의 경관 뿐만 아니라 안정성을 바탕으로 설계하게 되었다. 하지만 도시주변의 무분별한 교량의 설치에 따른 홍수시 하천의 수심 및 유속 증가로 인한 피해는 늘어나고 있다.

이에 따라 국내에서는 상류말둑으로 인한 원형교각주위의 흐름해석(차준호 등, 2000)에 대한 연구, 홍수시 부유잡목의 면적 및 각도 변화에 따른 교각주위의 수위상승에 대한 실험적 연구(최계운 등, 2000)가 진행되어 왔으며, 최근에는 SMS를 이용한 교량 유무에 따른 수리적 변화에 대한 연구(오종양, 2007)등 교각에 대한 실험적 연구가 많이 이루어지고 있다.

본 연구에서 선정된 금강유역은 과거에서부터 현재에도 수위, 유량 및 유속과 같은 실측자료와 하천 흐름에 관한 많은 연구가 이루어져 있어 과거 자료로부터 교각의 형태 및 설치위치에 대해 재해석이 유리하므로 자연하도상에 건설된 교각의 형상 및 경간장이 하천흐름에 미치는 영향을 규명하는데 목적을 두었다.

2. 연구대상지점의 선정

본 연구에서는 충청남도 연기군 남면에 위치하고 있는 금남교(금남수위표) 지점에서 충청남도 공주시 신관동에 위치하고 있는 금강교(공주수위표)까지 약 16.47Km 구간을 선정

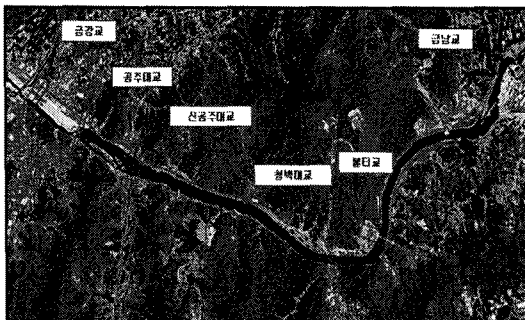


Fig. 1. 연구대상유역주변의 교량

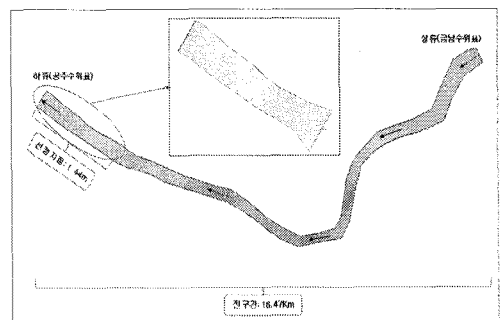


Fig. 2. 연구대상유역의 선정(유한요소망)

하였으며 이 구간 내에는 금남교를 시작으로 불티교, 청벽대교, 신공주대교, 공주대교, 금강교 이렇게 5개의 교량이 위치하고 있으나 유속 및 유량관측자료가 충분한 분석대상 하도구간 출구에서 상류방향으로 1.44Km 떨어져 있는 공주대교 지점을 대상으로 하였다.

이 지역의 경우 현재 설치되어있는 교각의 형태는 원형이나 분석에 사용된 형태는 정사각형, 장방형, 팔각형의 형태로 분석하였으며 현재 설치되어 있는 교각의 위치는 하천설계 기준에 따라 경간장이 57m($b/B=0.12$)로 설치되어 있으나, 분석에서는 하폭(B)에 대한 경간비(b)로 현재 설치되어 있는 경간장에 따른 교각을 제외한 각각의 비는 0.15, 0.21, 0.32, 0.42로 교각의 위치를 변경하여 분석하였다.

이 유역에 대한 자료는 금강유역조사보고서(건설교통부, 2004)를 토대로 정류해석을 실시하였다. 또한 분석에 사용된 교각의 형상은 정사각형, 장방형, 정팔각형, 원형의 네 가지 교각 형상을 이용하였으나, 원형의 경우 RMA-2모형에서 유한요소망 형성 시 완전한 원형으로 형성이 불가능하여 분석에서는 최대한 원형에 가깝도록 유한요소망을 형성하여 분석하였다. RMA-2모형을 이용하여 교각 형상에 따른 수리학적 특성(수위, 유속, 유사)을 모의하여 수리학적으로 영향이 가장 적은 형상을 제안하였으며, 제안된 교각형상을 이용하여 경간장의 영향에 대한 검토를 실시하였다.

3. 모형의 적용 및 분석

3.1. 매개변수 보정

본 연구에서는 금강유역 전체 16.47Km 구간 중에서 하류 유출지점의 상류 약 1.44Km 떨어진 곳에 위치한 지름이 6m, 경간장 57m, 교각 수 8개인 공주대교를 RMA-2모형에 대한 매개변수 보정을 실시하였다. 매개변수 검증을 위해 2000년 9월 13일부터 9월 19일 까지의 호우발생시 관측자료에 대한 최적매개변수의 보정을 실시하였다.

3.2. 교각 형태에 따른 RMA-2모형의 적용

RMA-2모형을 이용하여 원형, 장방형, 정사각형, 정팔각형의 교각에 대한 유속분포 특성 및 수위변동에 대하여 모의하였다. 각 형태에 따른 유한요소망은 아래 Fig. 3과 같이 구성하였다.

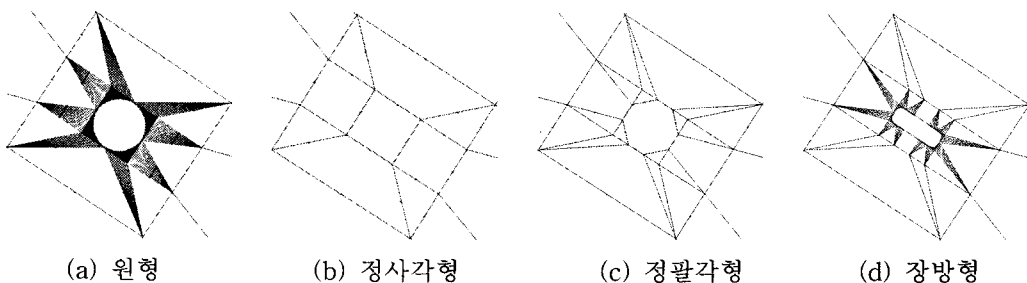


Fig. 3. 교각의 형태에 따른 유한요소망

위의 유한요소망에 의하여 교각이 없는 경우와 현재 설치되어 있는 원형교각, RMA-2

모형을 이용한 정사각형, 장방형, 팔각형의 교각주변의 횡방향 유속분포 및 수위변동은 아래 그림 4와 같이 나타났으며 각각의 교각 형태가 상·하류지점에 미치는 범위를 알아 보기 위하여 교각이 설치된 지점을 0으로 가정하여 20m간격으로 유속을 측정된 그래프이다. 각 형상별 교각주변에서의 유속분포는 팔각형 교각의 경우 유속이 가장 낮은 것으로 추정되었으며, 원형, 장방형, 정사각형 순으로 교각주변에서의 유속이 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 각 형태에 따른 횡방향 수위변동 역시 팔각형의 경우 가장 낮게 나타났으며 원형, 장방형, 정사각형 순으로 수위변동이 큰 것으로 나타났다. 특히 교각주변에서 급격한 수위상승이 있는 것으로 나타나 차후 세굴 및 하상변동에 관한 연구도 진행되어야 할 것으로 판단된다.

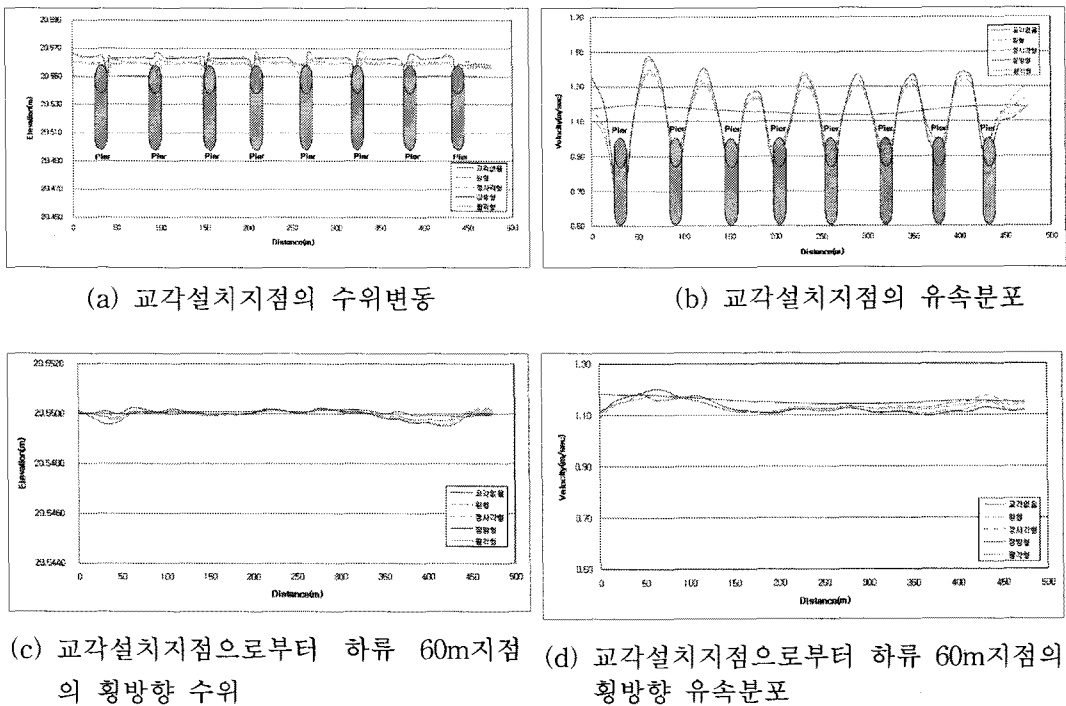


Fig. 4. 교각주변에서의 횡방향 유속분포 및 수위변동

위 그림에서 볼 수 있듯이 교각으로부터 하류 60m 떨어진 지점에서 유속분포 및 수위변동 양상이 교각이 없는 경우와 비슷하게 나타남으로 60m이후의 지점에서는 교각에 대한 영향이 거의 없는 것으로 판단된다.

3.3. 하폭과 경간장의비에 따른 교각위치 선정

교각의 형상에 따른 영향범위 및 유속·수위변화 그래프를 통하여 하류지점에 가장 영향이 적은 교각인 팔각형 교각에 대하여 하폭(B)에 대한 경간장(b)의 비를 조정하여 아래와 같이 분석하였으며 본 연구에 선정된 지점이 자연하천이므로 자유수면이 존재하며 중력

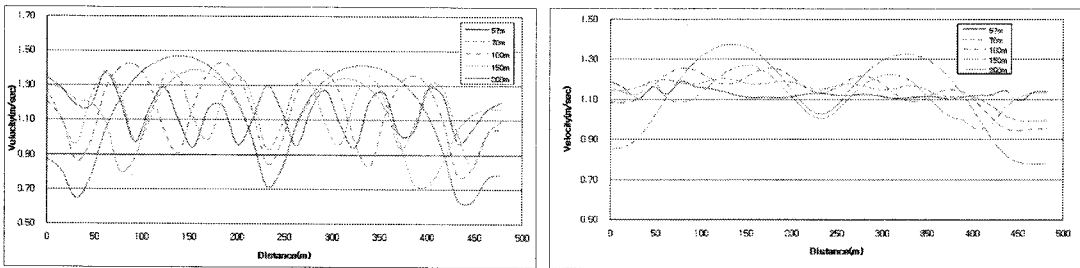
의 영향이 흐름의 지배적인 힘이 된다고 판단되어 선정지점에 대한 Froude 상사법칙을 적용하여 다음과 같이 나타내었다.

Table 1. 경간에 따른 교각의 변화

순번	하천폭 (B, m)	경간장 (b, m)	교각수	b/B	평균수심 (m)	최대유속 (m/sec)	Froude No.
1	475.89	57	8	0.12	10.56	1.91	0.188
2	475.89	70	7	0.15	10.56	1.53	0.150
3	475.89	100	5	0.21	10.56	1.51	0.148
4	475.89	150	3	0.32	10.56	1.51	0.148
5	475.89	200	3	0.42	10.56	1.42	0.140

위 결과에서 볼 수 있듯이 현재 설치되어있는 경간장과 하폭의 비가 0.12일 경우 유속이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 경간이 넓어질수록 점차증가 하였으나, 특히 경간과 하폭의 비가 0.42가 되자 유속은 다시 줄어드는 것으로 나타났다.

다음은 각 경간에 대한 교각이 하류에 미치는 영향범위를 20m간격으로 추출하여 Fig. 5와 같이 나타남을 알 수 있었다.



(a) 교각으로부터 하류 20m지점의 유속분포 (b) 교각으로부터 하류 60m지점의 유속분포

Fig. 5. 하폭에 대한 경간장의 비에 따른 교량 하류지역의 횡방향 유속분포

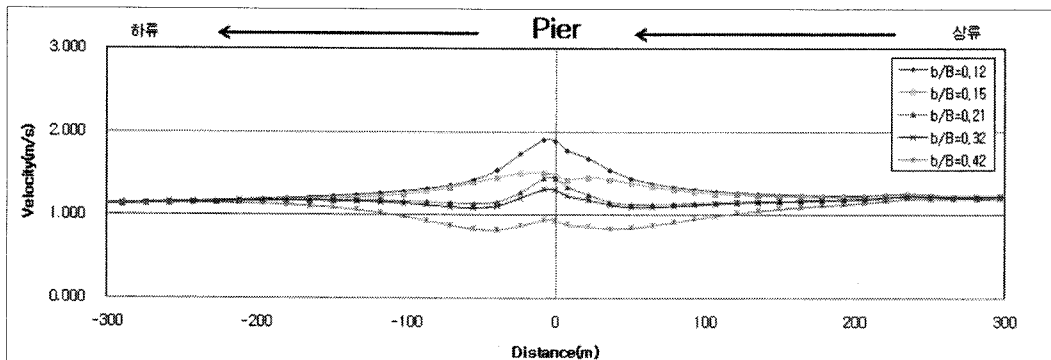


Fig. 6. 최대유속발생지점에서의 종방향 유속분포

위 Fig. 6에서 볼 수 있듯이 교각이 설치된 지점으로부터 멀어질수록 하폭과 경간비가 작게 설치된 교각($b/B=0.12$, $b/B=0.15$)은 약 40m지점에서 하류에 미치는 영향이 줄어들어 약 60m구간에서는 교각이 없는 경우와 유속분포 양상이 비슷하게 나타나며, 하폭과 경간비가 큰 $b/B=0.32$, $b/B=0.42$ 의 경우 교각이 설치된 지점으로부터 하류 약 100m까지 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 교각의 형상에 따른 유속 및 수위변화를 모의하여 선정지점에 가장 영향이 적은 형상에 대한 경간을 조정하여 가장 적합한 교량의 설치에 목적을 두었다. 그 결과 현재 설치되어있는 원형교각의 경우보다 팔각형교각의 경우 하류에 미치는 영향이 적게 나타났으며, 수위변동 역시 작게 나타나는 것으로 알 수 있었다. 이에 따라 팔각형 교각의 설치 위치에 대한 연구를 위하여 하폭(B)에 대한 경간장(b)의 비를 모의한 결과 하천설계 기준을 통해 현재 설치된 교각의 설치지점에서는 유속분포 및 수위변화가 가장 크지만, 하류지점에 미치는 영향 범위는 작은 것으로 나타났으며 선정지점이 자연하천이므로 중력에 의한 상사류법칙을 이용한 결과 역시 가장 크게 나타남을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- 차준호, 윤대훈, 2000, 상류말뚝으로 인한 원형교각주위의 흐름해석, 대한토목학회 논문집, Vol.20 No.7.
- 최계운, 김기형, 2000, 홍수시 부유잡목의 면적 및 각도변화에 따른 교각주위의 수위상승에 대한 실험적 연구, 대한토목학회 논문집, Vol.20 No.7.
- 이효정, 임동희, 송인렬, 안승섭, 2007, SED2D-WES모형을 이용한 낙동강 주요지점의 유사이송확산에 관한 연구, 2007 한국환경과학회 학술발표회 및 발표논문집, pp. 143