

OE2 수공구조물의 설치에 따른 하천 통수능력 평가에 관한 연구

심창석^{1*}, 송인렬², 고수현³

¹상주대학교 건설기술연구소, ²경일대학교 건설공학부,

³상주대학교 토목공학과

1. 서 론

최근 기상이변과 엘니뇨 등의 특이 기상현상에 따른 대홍수의 발생은 세계 도처에서 일어나고 있다. 1998년도의 중국의 대홍수와 우리나라의 지리산을 중심으로 한 남부지역과 중부지역의 게릴라성 집중호우에 의한 대홍수는 물론, 1999년도에 재차 발생한 중부지역의 집중호우에 의한 대홍수는 이러한 특이홍수의 현상을 분명히 보여주고 있으며 홍수피해 방지를 위한 특별 치수 및 방재대책의 필요성이 절실함을 입증하고 있다.

경북 북부지역에 위치하고 있는 길안천은 낙동강의 제 1지류인 반변천의 제1지류로서 각 지류유역에서 발생하는 호우는 산악지형의 영향을 받아 전선형 강우나 태풍/저기압 등과 같은 기상이변 현상이 빈번하게 일어나고 있으며, 전선의 이동과 정체 등으로 인하여 일반 하천유역과는 달리 산악형 집중호우에 의해서 계곡 및 소하천의 토석류가 국부적으로 발생하고 하천범람에 의해서 하천시설물의 매몰 및 유실 등의 각종 수해가 빈발하고 있다.

본 연구에서는 2003년 9월에 발생한 제14호 태풍 “매미”의 내습 시에 제외지내에 설치한 영천댐도수관로가 하천의 홍수소통능력에 미치는 영향을 조사 분석함으로써 정성적·정량적 해석을 통한 수리구조물의 홍수대응 능력 검토 및 하도특성에 따른 배수시스템 적용 등에 대한 기본 방향을 제시하고자 한다.

2. 수문특성

2.1. 기상특성 (태풍 매미)

2003년 9월에 발생한 길안천유역의 집중 호우시 기상특성은 그림 1 및 2의 태풍 경로도에서 나타나는 바와 같이 태풍 매미(MAEMI)의 직·간접적인 영향을 받아 강풍과 함께 집중호우가 발생하였다.

제 14호 태풍 매미는 2003년 9월 12일 03시경 제주도 서귀포 남남서쪽 약 530km 해상에서 중심기압 935hpa, 진행속도 28km/h로서 북쪽 방향으로 진행하면서 우리나라에 영향을 미치기 시작하여 제주도 및 남해안 지방에 호우가 발생되었다. 9월 12일 18시경에는 경남 남해 남남서쪽 약 120km 해상에서 중심기압 950hpa, 진행속도 40km/h로서 북북동쪽 방향으로 진행하면서 영남일대에 대하여 영향을 미치기 시작하였다. 9월 13일 06시경에는 경북 울진 북동쪽 약 150km 해상에서 중심기압 970hpa, 중심풍속 31m/s, 진행속도 40km/h로서 북동쪽 방향으로 진행하면서 경북 북부일대에 대하여 많은 호우를

발생시켰다. 이러한 매미의 기상이변 현상은 기왕에 발생한 호우중에서 가장 영향이 큰 것으로 특히, 길안천 유역의 길안, 청송, 현서 관측소에는 정전사태로 말미암아 강우기록이 측정되지 않는 사태를 불러 일으켰다. 본 분석을 위하여 강우기록을 조사 수집한 자료는 유일하게 관측자료를 확보하고 있는 보현산 천문대의 강우기록으로서 이를 본 분석에 이용하였으며 최대강우량은 622.9mm/day로 분석되었다.

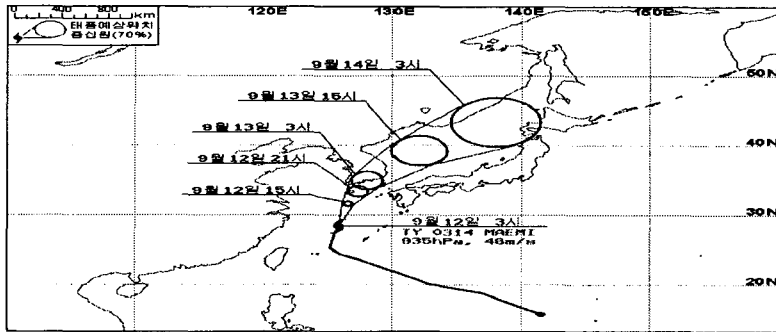


그림 1. 2003년 9월 태풍경로도

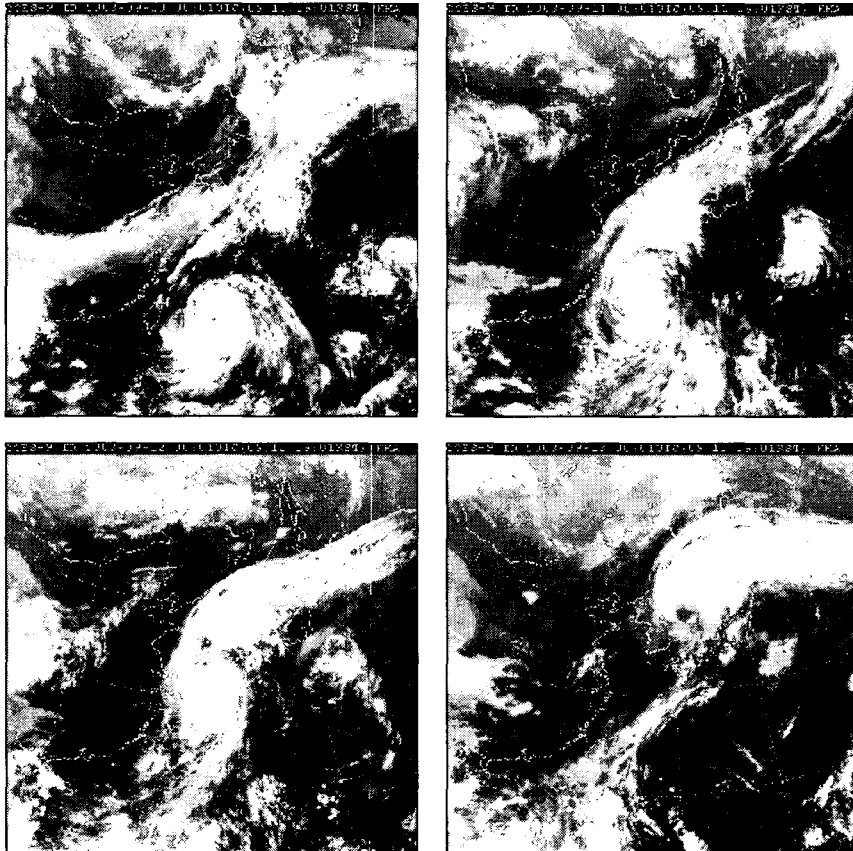


그림 2. 2003년 9월 태풍경로도(위성사진)

2.2. 지형특성

본 연구에서 수행하는 집중호우시의 수해원인 및 종합대책 분석에 있어서 필요한 자료는 앞에서 조사 수집된 주요 수문자료와 유역의 지형자료 외에도 유역의 이·치수시설 및 기타 방재시설 등이 있으며, 이들 자료는 기존에 발생한 수해원인을 분석하는데 있어서 매우 중요한 자료이다. 또한 본 분석 하천의 종단도는 그림 3과 같으며 길안천 유역의 분석 하도구간은 천지제가 존재하는 No.6~No.14구간으로서, 전 분석 하도구간에 있어서 하상경사 및 하천단면이 비교적 규칙적이고 균일한 것으로 조사되었다. 하지만 천지제의 제외지 내에 존재하고 있는 도수로가 거의 하도 좌안과 평형하게 설치되어 있어 하폭 감소에 따른 유수의 통수단면적을 줄이고 있는 역할을 하고 있는 것으로 조사되었다.

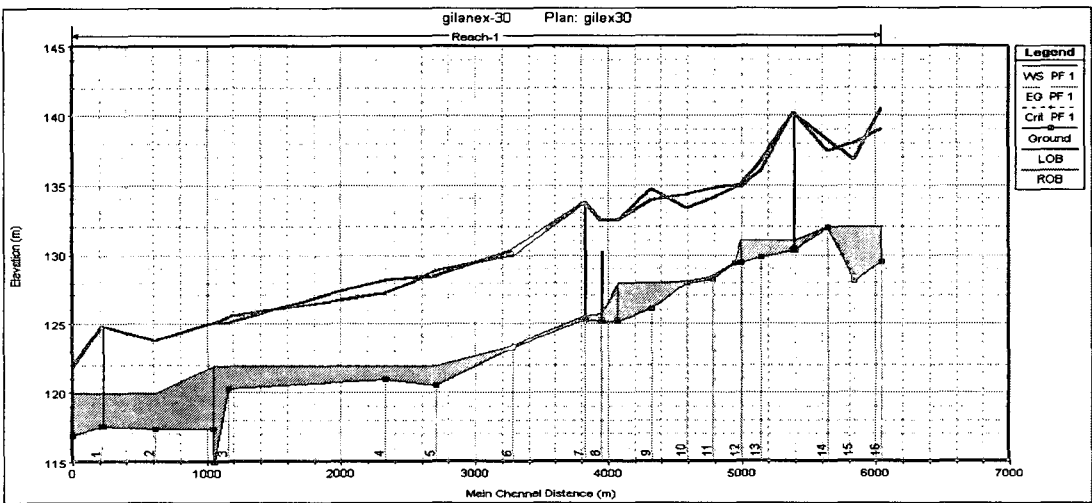


그림 3. 분석하천의 종단도(길안천)

2.3. 시간강우량 특성분석

시간 강우량의 특성을 분석하기 위하여 길안, 청송, 현서관측소에서 관측된 강우량 기록치와 기존의 '길안천지류 준용하천의 하천법선 설정 및 하천정비대책 조사연구(1998. 5)' 보고서를 인용하여 단시간 강우자료를 수집하였으며, 수집한 각 지속시간(1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 및 24시간)별 최대강우량은 표 2와 같았다.

여기서 특이한 현상으로는 2003년 시간강우량이 과거의 시간강우량보다 월등히 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 단시간 자료 및 장기간자료의 모두가 기왕에 발생한 관측자료보다 약 5배 이상으로 월등히 크게 나타남을 알 수 있었다.

표 1. 보현산지점의 지속시간별 최대강우량(태풍 매미)

(단위 : mm)

년 도	지 속 기 간 (hr)							
	1	2	4	6	8	10	12	24
2003	151.9	255.0	364.0	411.5	441.2	467.6	476.2	622.9

표 2. 길안지점의 지속시간별 최대강우량

(단위 : mm)

년 도	지 속 기 간 (hr)							
	1	2	4	6	8	10	12	24
1980	16.0	28.0	41.5	42.5	50.0	65.6	65.6	67.8
81	24.0	34.0	47.5	58.3	58.5	58.5	58.5	64.1
82	46.0	51.3	54.0	60.0	65.4	69.0	70.0	75.5
83	11.4	19.4	30.0	38.0	44.0	50.0	55.0	58.4
84	40.0	68.0	104.0	134.0	141.0	144.0	169.0	249.0
85	17.0	21.0	31.5	42.0	52.0	60.5	68.0	79.5
86	22.0	33.4	49.0	62.0	70.0	74.4	75.4	93.0
87	30.0	42.0	71.0	96.0	112.0	129.0	130.6	151.1
88	41.0	43.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	106.0
89	55.0	58.0	60.0	60.0	60.0	61.0	61.0	65.0
90	50.0	68.0	78.0	81.0	82.0	85.0	89.0	102.0
91	17.0	34.0	64.0	87.0	97.0	107.0	112.0	128.0
92	34.0	58.0	94.0	119.0	131.0	132.0	132.0	132.0
93	36.0	49.0	68.0	80.0	91.0	96.0	98.0	112.0
94	18.0	29.0	35.0	37.0	37.0	37.0	37.0	52.0
95	20.0	31.0	33.0	38.0	42.0	44.0	45.0	69.0
96	19.9	22.4	33.5	40.0	51.9	63.2	69.0	80.7
97	44.3	50.7	53.9	62.3	64.7	70.4	71.1	86.9
98	59.0	86.0	109.0	130.	158.0	177.0	181.0	184.0
99	42.0	42.0	46.0	61.0	65.0	76.0	79.0	118.0
00	33.0	51.0	62.0	73.0	106.0	108.0	109.0	127.0
01	21.0	31.0	40.0	49.0	61.0	68.0	68.0	87.0
02	28.0	50.0	94.0	127.0	147.0	161.0	165.0	175.0

길안천유역의 재현기간별 확률홍수량을 분석한 결과 주요 지점별 확률홍수량은 표 3과 같았으며, 확률년에 따른 홍수유출수문곡선은 도 4와 같다. 그 결과 천지교 하류 약

표 3. Clark모델에 의한 주요지점의 재현기간별 확률홍수량

(단위 : CMS)

길안천 유역		확 른 년						태풍 매미
		30년	50년	80년	100년	200년	채택	
오대교 (C8)	Clark	1114.0	1226.5	1336.0	1391.0	1571.0	○	4023.0
	SCS	1049.3	1270.3	1499.6	1615.5	2003.0		7919.2
	기존보고서	1080.0	1220.0	1349.0	1411.0	-		-
길안천 하구(C10)	Clark	1208.4	1330.3	1450.0	1509.0	1705.0	○	4337.0
	SCS	1118.7	1344.6	1569.1	1681.8	2101.7		8399.9
	기존보고서	1146.0	1297.0	1437.0	1503.0	-		-

3km지점의 오대교지점에 있어서 확률년별 첨두홍수량은 T = 30, 50, 80, 100, 200년에 대하여 각각 1114.0CMS, 1226.5CMS, 1336.0CMS, 1391.0CMS, 1571.0CMS로 산정되었고 태풍 매미시에는 4023.0CMS로 산정되었다.

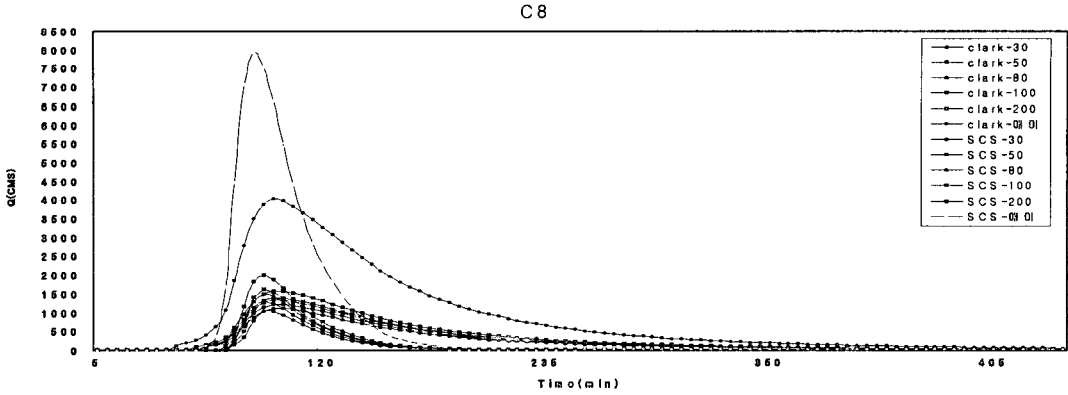


그림 4(a). 각 모델별에 따른 확률홍수수문곡선(오대교)

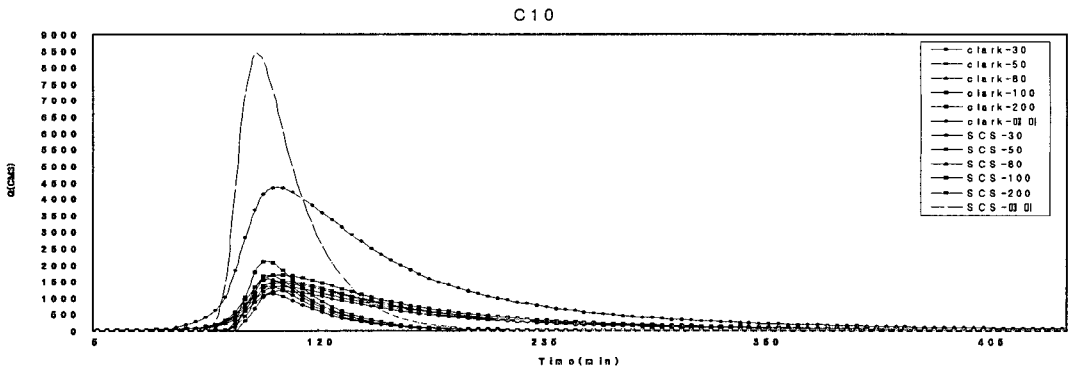


그림 4(b). 각 모델별에 따른 확률홍수수문곡선(길안천 하구)

3. 도수로 존재 유무에 따른 홍수위 변동

길안천유역의 통수능력 검토를 위하여 하천 종단 및 횡단도에 사용된 측량성과를 기준으로 현재의 도수로가 존재할 경우, 도수로 제방고를 1.5m 감소할 경우(①의 경우), 도수로 제방고를 2.0m 감소할 경우(②의 경우)등에 관하여 각 재현기간별로 분석 비교한 결과는 다음의 표 4와 같다.

본 분석에서 재현기간 100년 빈도에 따른 홍수위는 천지제의 도수로가 존재할 경우와 비교하여 ①의 경우에는 약 0.01m정도의 감소 효과가 발생하였고, ②의 경우에 약 0.03~0.04m정도의 감소 효과를 나타내었다. 또한, 태풍 매미시에는 ①의 경우에 약 0.09~0.13m정도의 감소효과를 발생시키는 것으로 분석되었으며 ②의 경우에는 약 0.14~0.17m정도의 감소효과를 나타내었다.

따라서, 기존에 도수로가 존재하는 하도의 홍수위 계산 및 홍수통수능력 계산과 도수로 제방고를 제거하는 ① 및 ②의 경우에 있어 상대적인 비교 분석을 보면 그 차이는

하천의 홍수위에 크게 영향을 주지는 못하는 것으로 나타났다. 이는 길안천 천지제 구간의 하도폭이 평균 약 200m 전후를 이루고 있고, 제외지 내의 도수로 제방고를 크게 2.0m정도 감소시켜도 도수로 폭이 상대적으로 매우 작기 때문에 전체적인 소통능력과 홍수위에는 크게 영향을 주지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

본 분석의 결과에 나타난 바와 같이 도수로 제방고의 존재와 각 ① 및 ②의 경우에 있어 제거에 대하여 큰 영향이 없는 것으로 분석되었다.

표 4. 분석방법에 따른 재현기간별 홍수위 분석결과

기간 No.	50년			80년			100년			태풍 매미		
	존재	1.5m 제거	2.0m 제거	존재	1.5m 제거	2.0m 제거	존재	1.5m 제거	2.0m 제거	존재	1.5m 제거	2.0m 제거
16	135.07	135.07	135.07	135.26	135.26	135.26	135.36	135.36	135.36	137.92	137.92	137.92
15	135.22	135.22	135.22	135.38	135.38	135.38	135.46	135.46	135.46	137.97	137.97	137.97
14	134.64	134.64	134.63	134.78	134.78	134.78	134.84	134.84	134.84	136.52	136.46	136.44
13	133.47	133.47	133.45	133.59	133.59	133.57	133.66	133.65	133.63	136.18	136.07	136.02
12	133.07	133.07	133.08	133.18	133.18	133.18	133.23	133.24	133.24	135.75	135.64	135.60
11	132.49	132.51	132.47	132.63	132.63	132.59	132.70	132.70	132.66	135.24	135.11	135.07
10	131.57	131.65	131.59	131.70	131.76	131.71	131.76	131.82	131.77	134.06	133.97	133.92
9	131.24	131.23	131.20	131.37	131.35	131.32	131.43	131.41	131.38	133.65	133.59	133.56
8	129.45	129.46	129.47	129.56	129.58	129.59	129.62	129.64	129.65	131.88	131.90	131.92
7	128.85	128.85	128.85	128.97	128.97	128.97	129.04	129.04	129.04	131.39	131.39	131.39
6	127.38	127.38	127.38	127.55	127.55	127.55	127.62	127.62	127.62	130.06	130.06	130.06
5	126.05	126.05	126.05	126.19	126.19	126.19	126.25	126.25	126.25	128.58	128.58	128.58
4	125.62	125.62	125.62	125.77	125.77	125.77	125.84	125.84	125.84	128.42	128.42	128.42
3	124.18	124.18	124.18	124.31	124.31	124.31	124.37	124.37	124.37	126.61	126.61	126.61
2	121.60	121.60	121.60	121.71	121.71	121.71	121.76	121.76	121.76	123.79	123.79	123.79
1	121.06	121.06	121.06	121.18	121.18	121.18	121.24	121.24	121.24	123.61	123.61	123.61
0	120.13	120.13	120.13	120.29	120.29	120.29	120.37	120.37	120.37	122.09	122.09	122.09

4. 결 론

2003년 9월 12일부터 13일까지 내습한 태풍 매미(Mami)의 직접적인 영향을 받아 집중호우가 발생하게 되어 길안면 만음리에서 천지제가 유실되고 이에 의한 홍수범람 및 큰 수해를 입게 되었다. 따라서, 이 지역에서의 유역수문특성조사 및 수문학적 해석, 홍수위 및 홍수소통상태조사분석 등을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 각 지속기간별 최대강우량은 길안, 청송 및 현서지점의 경우에 각각 2시간 일때, 86.0, 71.0 및 64.9mm, 4시간 일때, 109.0, 109.4 및 94.0mm, 8시간 일때, 158.0, 128.1 및 132.0mm, 12시간 일때, 181.0, 133.0 및 154.0mm, 24시간 일때 249.0, 173.0 및 190.0mm 로 조사되었다. 하지만 태풍 매미 내습시의 2003년 시간강우량이 과거의 시간강우량보다 월등히 크게 나타났음을 알 수 있었다. 또한 단시간 자료 및 장기간자료의 모두가 기왕

에 발생한 최대 관측자료보다 약 5배 이상으로 월등히 크게 나타남을 알 수 있었다.

2) 길안천유역의 천지제에 대한 통수능력 검토를 위하여 하천 종단 및 횡단도에 사용된 측량성과를 기준으로 현재의 도수로가 존재할 경우, 도수로 제방고를 1.5m 감소할 경우(①의 경우), 도수로 제방고를 2.0m 감소할 경우(②의 경우)등에 관하여 각 재현기간별로 분석 비교하였다.

이때, ①의 경우 및 ②의 경우의 계획안은 현재 천지제 지점의 제외지내에 도수로가 설치됨에 따라 하천부지에 도수로 제방고가 약 1.5m 정도 축조되었으므로 ①의 경우 및 ②의 경우의 도수로 제방고 제거(1.5m~2.0m)는 도수로를 설치하지 않았을때의 기존 하천조건과 같다는 가정하에서 분석에 적용하였다.

분석에서 재현기간 100년 빈도에 따른 홍수위는 천지제의 도수로가 존재할 경우와 비교하여 ①의 경우에는 약 0.01m정도의 감소 효과가 발생하였고, ②의 경우에 약 0.03~0.04m정도의 감소 효과를 나타내었다. 또한, 태풍 매미시에는 ①의 경우에 약 0.09~0.13m정도의 감소효과를 발생시키는 것으로 분석되었으며 ②의 경우에는 약 0.14~0.17m정도의 감소효과를 나타내었다.

따라서, 기존에 도수로가 존재하는 하도의 홍수위 계산 및 홍수통수능력 계산과 도수로 제방고를 제거하는 ① 및 ②의 경우에 있어 상대적인 비교 분석을 보면 그 차이는 하천의 홍수위에 크게 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다. 이는 길안천 천지제 구간의 하도폭이 평균 약 200m 전후를 이루고 있고, 제외지 내의 도수로 제방고를 크게 2.0m정도 감소시켜도 도수로 폭이 상대적으로 매우 작기 때문에 전체적인 소통능력과 홍수위에는 크게 영향을 주지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

기상청, 1980-2002, 기상년보, pp 205-270.

경상북도, 1995, 길안천 하천정비 기본계획 보고서, pp 45-84.

경상북도, 1998, 길안천지류 준용하천의 하천법선 설정 및 하천정비대책 조사연구 보고서, pp 51-109.

농지개량조합, 1986, 농조관할 수리시설물 수원공 일람표, pp 51-96.

보현산 천문대, 2003, 길안유역의 시간강우량 자료, pp 1-5.

한국건설기술연구원, 1980-2002, 청송, 길안, 현서관측소의 시간강우량 자료, pp 1-20.

Philip B. Bedient, Wayne C. Huber, 1992, Hydrology and Floodplain Analysis, pp 41-56.

Hydrologic Engineering Center, 2001, HEC-HMS(Flood Hydrograph Package), pp 12-85.

Hydrologic Engineering Center, 2001, HEC-RAS(Water Surface Profiles), pp 25-95.