

아산호 배수갑문 규모 검토 및 안성천 홍수관리 대책

○ 안 태 진* · 류 희 정** · 박 정 응***

1. 개설

'98년 7월 말부터 8월 중순까지 우리나라 전역에 내린 집중강우는 고귀한 인명과 막대한 재산 피해를 유발하였다. 경기도내 '98년 7월 31일~8월 18일에 내린 호우로 인하여 경기지역에서 140명이 사망하고, 36,943세대의 주택과 농경지 25,0551ha가 침수되었으며, 3,749세대 13,358명의 이재민이 발생하였다. 또한 도로 및 교량 633개소 108,338m, 하천 671개소 450,883m, 소하천 771개소 300,677m 등이 파손되어 총 피해액이 6,402억원에 달하였다. 안성천 유역내 홍수피해 안성천 유역에서 '98년에 관측된 집중강우는 8월 7일부터 8월 9일까지 3일간 발생하였다. 경기도 남부에 걸쳐 있는 안성천 유역내 홍수피해액은 약 260억원으로 경기도 전체 피해액에 비하면 작았으나, '98년 8월 호우시 아산호 및 안성천의 홍수위의 변화는 아산호의 홍수조절능력과 안성천의 하천정비기본계획에 관하여 고찰하게 한다. 즉 홍수피해의 직접적인 원인으로 설계강우량을 초과한 엄청난 강우량을 먼저 상기시키지만, 안성천 유역에 내린 강우량은 설계강우량에 훨씬 못미치는 강우가 발생하였는데 불구하고 아산호의 수위는 계획홍수위를 수시간 초과하여 아산호 관개면적 14,415ha 중 아산호 주변 농경지 2,284ha와 수십동의 가옥이 침수되었다. 한편 안성천 수위관측소 지점에서 계획홍수위를 초과하거나 육박하였으며, 한때 진위천변 일대가 범람하여 홍수대피발령까지 내렸었다.

본고는 '98년 호우시 안성천 유역에 내린 강우량, 안성천 수위관측소 지점에서의 홍수량과 홍수위 및 아산호 수위분석을 통하여 안성천 유역을 아산호와 안성천을 통합한 홍수분석을 통하여 발견된 문제점을 제시하고, 그 대책을 제안코자 한다.

2. '98 호우 분석

* 한경대학교 토목공학과 조교수

** 한경대학교 토목공학과 교수

*** 서울산업대학교 토목공학과 교수

안성천 유역에서 '98년에 관측된 집중강우는 8월 7일부터 8월 9일까지 3일간 발생하였다. 유역내 강우관측소로는 건교부에서 10개소 운영하고 있고, 각 시·군에서도 운영하는 강우관측소가 다수있다. 호우기간 동안 내린 유역평균강우량은 건교부에서 운영하는 10개소에서의 강우기록과 각 시·군의 면단위에서 관측된 강우를 산술평균하여 결정하였다. 호우기간 동안 유역내 지점강우량으로 1시간 최대강우량은 기흥 강우관측소에서 관측된 98mm이며 1일 최대강우량 역시 기흥관측소에서의 258mm이었다.

안성천 유역 일평균 확률강우량은 수원, 송산, 진위, 성환, 안성, 원삼강우관측소에서 '64년부터 '97년까지 연최대 일강우량을 이용하여 지점별 확률강우량을 결정한 후, 티센법에 의하여 유역 일평균 확률강우량을 표1과 같이 추정하였다. 표 1에서 보는 바와 같이 '98년 8월 호우기간 동안 관측된 지점강우량을 지점별 확률강우량으로 비교하면 수원관측소(243mm)는 약 20년빈도 강우량에 해당되지만 성환(143mm), 안성(130.4mm) 및 원삼관측소(158mm)인 경우는 약 5년빈도 강우량에 해당된다. 또한 금번 호우시 관측된 유역 일평균강우량 182.4mm는 아산호 준공 후 관측된 최대 일평균 유역강우량이나 확률강우량으로는 10년빈도에서 못 미치는 유역 면적강우량임을 알 수 있다.

'98년 호우기간 최대시우량은 수원관측소에서 70mm, 기흥관측소에서 98mm, 평택관측소에서 95mm 등으로 관측되었다. '98 호우기간에 관측된 시우량을 재현기간으로 평가하면 수원지방에 내린 최대 시우량 70mm는 약 20년 빈도 확률강우량에 해당되지만 기흥이나 평택은 수원지방을 기준으로 할 때 200년 빈도 이상의 확률강우량이 됨을 알 수 있다.

표 1. 안성천 유역 건교부 우량관측소의 확률 일강우량 및 유역 일평균 확률강우량(mm)

| 관측소 | 재현기간(년) | | | | | | | | | | 분포형 |
|-----------------|---------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|------------------|
| | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 500 | |
| 유역평균 확률강우량 | 165.4 | 198.4 | 230.5 | 249.3 | 273.1 | 295.3 | 305.9 | 325.4 | 339.4 | 385.1 | 분석자료 '64-'97 |
| 1973 (농립수산부) | - | - | - | - | - | - | 264.0 | - | - | - | 아산호 설계 당시 |
| 1990 (건설부) | - | - | - | - | - | - | 292.0 | - | - | - | 안성천 하상변 동조사 |
| 1993 (건설부) | 161.0 | 194.5 | 228.1 | 248.1 | 274.0 | 298.6 | 310.5 | - | - | - | 안성천 홍수 예정보 조사 |
| 1994 (건설부) | - | - | - | - | 270.0 | 294.2 | 306.1 | 328.1 | - | - | 안성천 정비 기본계획 |
| 1995 (평택농조) | - | - | 175.6 (220) | 189.8 (237) | 207.5 (259) | 224.0 (280) | 231.8 (290) | 256.2 (320) | - | - | () 조정전 설계강우량 |

4. 아산호 홍수분석 및 배수갑문 능력 검토

안성천은 '73년 안성천 하구언인 아산방조제 준공 후, 정기적으로 하천정비기본계획을 변경함으로써 안성천 각 구간에서의 계획홍수량과 계획홍수위는 지속적으로 변화하여 왔다. 안성천 수위관측소 지점에서의 시간별 홍수량은 건교부의 안성천수계 유량측정보고서('95, '96, '97)에서 제시한 수위-유량곡선식을 적용하여 결정하였다. '98년 8월 호우기간 중 송산 및 평택관측소에서의 수위는 기왕의 최대수위를 갱신시켰다. '98. 8. 9. 00:00-05:00 약 6시간 동안 송산 수위관측소 지점에서의 시간별 수위는 계획홍수위 el. 11.31m를 초과하여 발생하였다.

안성천의 하구에는 평택지구 대단위 농업개발 사업 일환으로 아산방조제가 '73년 12월에 준공되어 아산호가 조성되었다. 아산호의 만수위는 표고 +2.5m이고 홍수위는 표고 +4.5m이다. '98년 8월 호우시, 8월 9일 03:00부터 06:30까지 조위가 내수위보다 높아 배수갑문을 열지 못하여 내수위는 홍수위를 0.1m 초과한 +4.6m를 기록하였다. 한편 아산호 유입량을 동연교 수위관측소와 평택 수위관측소 지점에서 합성된 시간별 유입량을 살펴 보면 8월 9일 05:00에 최대유입량이 발생되었음을 알 수 있다. 동연교 수위관측소의 유역면적은 652.8km² 평택 수위관측소의 유역면적은 585km²으로 아산호 유역면적 1654.7km²의 74.85%이다. 아산호 내수위 증가와 진위천 수위증가로 평택시 일원이 침수되고 또한 주민 대피령도 내려졌으나 8월 9일 06:30부터 조위 하강과 함께 배수갑문을 통한 방류를 시작한 후, 내수위도 8월 9일 16:41에는 +3.9m까지 하강하였다.

'98년 8월 호우시 안성천 유역에 내린 강우량을 계산하면 8월 8일 일평균 면적강우량은 182.4mm이고, 8월 8일 00:00부터 8월 9일 03:00까지(27시간) 유역 평균강우량은 218.5mm이었으나 아산호 내수위는 홍수위보다 0.1m 높은 +4.6m를 기록하였다. '73년 아산호 준공 후, '98년 호우시 내린 유역평균강우량 218.5mm는 최대값으로 기록되며 홍수위 +4.6m 또한 최고값이다. '73년 아산방조제 준공시 아산호 유역의 설계강우량은 264mm이며 홍수위는 +4.5m이었다. 설계강우량은 24시간 강우지속기간에 100년 빈도 강우량이며 설계홍수위는 배수갑문 폭을 120m로 하였다. 아산호 설계당시의 만수위는 +3.5m이었으나 평택농조 이관 후, 일부 농경지 침수가 발생하여 만수위를 +2.5m로 낮추어 운영하고 있다. 따라서 아산호의 홍수조절용량은 당초 계획보다 상당히 증가되었음을 알 수 있다. 그러나 '98년 호우는 설계강우량에 훨씬 못 미치지만 아산호의 내수위는 설계홍수위를 초과하였다.

'73년 아산호 설계당시, '94년 하천정비계획 수립시 및 '95년 평택농조 배수갑문 능력 검토시, 시간별 홍수위는 하천의 기저유량은 고려하지 않았으며 각각 설계강우량에 대한 유출계수를 계산하면, '73년 설계당시는 65.7%, '94년 하천정비계획시에는 약 82%, '95년 배수갑문 능력 검토시는 78.4%이었다. 또한 계산된 유효강우량으로 유출곡선지수(curve number, CN)를 계산하면 '73년 설계당시의 유출곡선지수는 약 72, '94년 하천정비계획시에

는 약 84, '95년 배수갑문 능력 검토시에는 80으로 하였다. 설계강우량에 대한 시간별 유입량은 하구언 준공 후 지속적으로 증가하여 왔다. 첨두홍수량을 살펴보면 '73년 준공 당시는 2,460 m³/s(설계강우량, 264mm), '79년 안성천 하천정비계획시는 4,305 m³/s, 그리고 '94년 하천정비계획시에는 6,900 m³/s(설계강우량, 306.1mm)으로 증가되었으나 '95년 배수갑문 능력 검토시에는 4,344 m³/s(설계강우량, 231.8mm)로 평가하였으며 '98 호우시에는 약 3,600 m³/s으로 추정된다. 안성천 각 구간의 계획홍수량은 증가해 왔지만 아산호의 계획홍수위는 변경되지 않았고, '98년 호우시 약 20년빈도 유역 일평균강우량에 해당하는, 강우지속기간 27시간인 약 218.5mm의 유역평균강우량으로 인하여 아산호의 계획홍수위는 초과하였던 것이다.

표 2. 아산호 홍수위 분석 결과

| | | 설계강우량 (mm) | 첨두홍수량 (m ³ /s) | 아산호 홍수위 (el. m) | 비 고 |
|-----------------------------|------------------------------|---------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| '73 농림수산부 아산호 설계시 | | 264.0* | 2460 | +4.50 | 현 갑문폭 120m |
| '94 건설부 하천정비계획 | 갑문폭 120m | 306.1* | 6,900 | +5.99 | |
| | 갑문폭 250m | | | +4.93 | |
| | 갑문폭 300m | | | +4.76 | |
| | 갑문폭 360m | | | +4.60 | |
| '95 평택농조 | 갑문폭 150m | 231.8* | 4,344 | +4.38 | |
| '98. 8.8~8.10 | 갑문폭 120m | 218.5** | 3,624 | +4.60* | 강우량 및 홍수위는 아산호 준공후 관측된 최고치 |
| 금회 아산호 갑 문 능력검토 분석 결과 | '98 호우시 홍수 유입량 | 218.5** | 3,624 | +4.53 (본 검토시 재현된 값) | 갑문 weir 유량계수 0.6 |
| | 설계당시 홍수유입량 | 264.0* | 2,760 기저유량 300포함 | +4.10 | |
| | '94 건설부 하천 정비계획시홍수 유입량 | 306.1* | 6,900 | +4.76갑문폭360m +5.13갑문폭300m | |

* 100년 빈도 24시간 지속기간

** 27시간 지속

표 2는 아산호의 홍수분석 결과를 요약하였는 바, '73년 설계당시 설계강우량 264 mm/일은 '94년 건설부 하천정비기본계획시 설계강우량은 306.1mm/일으로 증가하였으며, 현 갑문폭으로는 홍수위 +4.5m를 유지하기 어렵다하여 갑문폭의 확장을 검토한 결과, 기존의 갑문폭 120m에 240m를 확장하여야 홍수위 +4.6m를 유지할 수 있다고 하였다. '95년 평택

농조 아산방조제 배수갑문 배제 능력 검토서는 기존 갑문폭에 30m를 확장하면 홍수위 +4.38m를 유지한다고 하였다. '98년 8월 호우시 아산호 내수위를 배수갑문 능력검토 프로그램에 재현하기 위하여, 담수호 수위별 내용적에 있어서 만수위 +2.5m아래는 '96년 한국농지개발연구소의 아산호 토사침전조사 및 대책연구 보고서에 있는 자료를 이용하였고 만수위 이상은 '73년 설계당시의 수위별 내용적 자료를 적용하였다. 본 검토에서 시간별 홍수유입량은 동연교 및 평택 수위관측소 지점에서 합성된 홍수량의 1.3배를 채택하였다. 동연교 및 평택 수위관측소 지점의 유역면적은 1238.7 km²로 전체 아산호 유역면적 1654.7 km²의 74.85%이며 미계측유역은 416 km²로 아산호 유역면적의 25.15%이다. 그러므로 미계측 유역면적은 계측유역면적의 33.6% 정도이다. 이상의 자료를 이용하여 '94년 8월 호우시 아산호 내수위를 재현하였는 바, 아산호 홍수위는 +4.53m로 나타났다.

표 2에서 보는 바와 같이 '98년 8월 호우시 재현한 아산호 운영조건(조위, 수위별 내용적, 유량계수, 홍수유입량)에서 홍수유입량만 설계당시의 홍수유입량으로 홍수추적을 실행한 결과, 홍수위는 +4.1m이었다. 또한 '94년 건설부의 홍수유입량으로 홍수추적을 실행한 결과, 갑문폭을 현재보다 240m 확장하여야 홍수위를 4.76m로 낮출 수 있었다. 이 때 설계 유입량의 침투유량은 실제 '98년 호우시 침투유량이 발생한 시각에 맞추어 실행하였다. 표 2의 본 검토 결과에서 수위별 저수용량, 수위-유량곡선식 및 배수갑문 유량계수는 추후 타당성 있는 결과를 도출하기 위하여 보완되어야 할 사항이다.

4. 홍수피해 원인과 대책

안성천 유역내 강우관측소의 지점별 확률일강우량을 비교하면 수원관측소(243 mm)는 약 20년빈도 강우량에 해당되지만 성환(143mm), 안성(130.4mm) 및 원삼관측소(158mm)인 경우는 약 5년빈도 강우량에 해당된다. 또한 금번 호우시 관측된 유역 일평균강우량 182.5mm는 10년빈도에서 못 미치는 유역 면적강우량임을 알 수 있다. 국가(직할)하천인 안성천은 100년 빈도 확률강우량을 설계강우량으로 하고 있으나, '98년 8월 호우기간 중 송산 및 평택관측소에서의 수위는 기왕의 최대수위를 갱신시켰으며 송산 수위관측소에서는 100년 빈도 강우량으로 추정된 계획홍수위를 약 6시간 초과하였다. 따라서 현재 하천의 하폭, 계획홍수위 및 계획홍수량을 재검토해야 할 것으로 판단된다. 수원강우관측소에서 관측된 시우량을 빈도분석하여 추정한 확률강우량과 '98년 호우시 관측된 시우량을 비교하면 수원의 70mm는 약 20년 빈도에 해당하고, 기흥의 98mm와 평택의 95mm는 200년 빈도 확률강우량을 초과하였다. 그러므로 소하천 및 중소하천의 설계빈도, 설계홍수량, 설계하폭 등의 검토가 필요하며 하천정비계획시 '98 홍수시 조성된 소하천 및 중소하천의 하폭을 고려함이 바람직하다.

아산호 설계시 배수갑문의 폭은 설계강우량인 100년빈도 일평균 확률강우량인 264mm

에 의한 유출수를 홍수위 +4.5m로 유지하기 위하여 120m로 결정되었다. 방조제 준공 후 강우기록을 보면 유역 일평균강우량은 '98년 8월 호우시 182.4mm로서 방조제 준공 후 최대강우량으로 관측되었지만 10년 빈도에도 못미치는 유역 면적강우량이다(강우지속기간 27시간 경우에는 218.5mm, 약 20년 빈도 확률강우량에 해당). 그럼에도 불구하고 아산호의 홍수위는 계획홍수위를 초과하여 수시간 범람하였고 주변 농경지 약 2,000ha가 침수되었다. 따라서 아산호 설계유입량, 수위별 내용적 및 갑문 유량계수를 재검토하여 타당한 배수갑문의 규모를 결정하여 조속히 확장하거나 홍수배제용 펌프장을 건설하여야 할 것이다.

6. 요약 및 결론

1) 안성천 하구언인 아산방조제의 배수갑문 능력검토를 수행함으로써, 확장하여야 할 배수갑문 규모가 결정되거나 또는 홍수배제용 배수펌프장을 조속히 건설되어야 한다. '98 호우시 강우량은 설계강우량보다는 훨씬 작은 강우이었지만, 유역 일평균강우량으로는 아산호 준공 후 최대치이었으며 아산호 홍수위도 준공 후 처음으로 홍수위를 초과하였다. 실제 8월 9일 새벽 아산호에서 홍수위를 초과한 수위는 수시간 지속되어, 진위천 주변 주민 대피령과 함께 인근 지역이 침수되는 긴박한 순간을 보냈다. 그러므로 '98 호우시의 강우량, 안성천 수위, 아산호의 수위는 장래에 아산호 유역내 설계강우량이 내린다면 안성천 및 아산호 인근지역은 대단히 어려운 상황을 맞이할 수 있다는 경고 메시지임을 알 수 있다.

2) 유역 상류측 중규모 농업용 댐의 홍수조절 능력, 유역내 가능 저류능력, 안성천 저류능력 및 아산호 홍수조절 능력을 고려하는 종합적인 유역 홍수 관리를 위한 검토가 이루어져야 한다. 즉 홍수관리를 위한 기존 저수지의 제한수위 설정, 새로운 홍수 조절용 댐의 설치에 의한 아산호 홍수 유입량의 저감을 계획하고, 새로운 안성천의 홍수위 설정에 따른 지역 내수배제 계획을 수립해야 할 것이다.

3) 안성천 유역의 홍수관리를 위한 종합적인 치수대책이 제시되어, 현재와 같이 안성천과 아산호가 별도로 계획·운영되지 않고 긴밀한 협조로 수해 대처에 만전을 기하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 건설부 (1993). "안성천, 형산강 홍수예정보 시스템 기본 계획 조사".
- 2) 건설부 (1994). "안성천 하천정비기본계획".
- 3) 건설교통부 (1995, 1996, 1997). "안성천 수계 유량 측정 보고서".
- 4) 한국수자원학회 (1998). "'98 대홍수의 특성과 홍수피해 조사 보고서".
- 5) 평택농조 (1995). "아산방조제 배수갑문 배제능력 검토보고서".