

# 기존사례 분석을 통한 복합유역의 효과적 우수배재 시스템 구성



윤 용 진 |

(주)도화종합기술공사 수자원2부 부사장  
yyj4569@dohwa.co.kr



김 익 경 |

(주)도화종합기술공사 수자원2부 차장  
dirtycow@dohwa.co.kr



김 이 현 |

경북대학 건설환경디자인과 부교수  
yhkim@kyungbok.ac.kr

국내의 일반적인 도시 발달의 형태는 지형학적 특성상 상류부의 산지, 이를 유하하여 하류로 관류하는 하천과 주변지역의 주거 밀집지역이 분포한 복합유역이 대표적인 사례로 볼 수 있다.

과거 도시하천 형태의 배수구조를 가지는 지역은 경우 점진적인 인구의 증가, 한정된 부지 내에서의 도시개발, 하천수질의 악화 등으로 하천의 복개를 시행한 경우가 허다하게 존재하며 최근의 단기집중호우의 양상을 가지는 국내의 호우사상과 맞물려 우수관망에 의존하는 기존의 배수체계가 침수피해를 오히려 가중시키는 인자로 작용하고 있다. 이러한 배수체계의 가장 큰 단점으로 과거 하천을 형성 하였던 복개구조물의 출구(하천의 하구지점)에서의 단일화된 우수처리 방식을 들 수 있는데, 이는 하천 합류점에서의 외수위 상승으로 인한 자연배수기능 상실과 간선수로의 배수영향으로 인한 유역 중·상류부의 침수 가중 현상으로 나타나고 있다.

본 사례조사에서는 상기에 언급한 사항과 유사한 특성을 가지는 강원도 양양군 시가지의 배수체계 재구축 과정에서 제시한 문제해결방안 및 접근방법에 대해 논하고자 한다.

## 1. 서론

최근 지구온난화로 인한 이상 기상현상과 계절라성 집중호우 등으로 재해규모가 대형화되고, 발생빈도 또한 급증하고 있다. 이는 한반도의 전반적인 기후성향이 온대기후에서 아열대기후의 특성을 가지게 되면서 과거 7~9월에 걸쳐 형성되던 장마전선의 영향 대신 계절라성 단기 집중호우로 인한 강우강도의 비약적인 증가 등 기본적인 홍수피해 메커니즘의 변화가 큰 영향을 가진다고 볼 수 있을 것이다.

## 2. 유역의 특성 및 피해원인 분석

내곡천유역은 양양시가지를 포함하여 홍수피해

시 매우 큰 경제적 손실이 발생하여 치수방재가 매우 중요한 하천이나, 과거 발생된 태풍 ‘매미’와 ‘루사’를 포함하여 집중호우시 빈번하게 내수침수에 의한 피해가 발생되었던 하천이다. 하지만, 하천의 특성상 내곡천의 하류부는 양양군 시가지를 관통하는 복개부 구간으로 하천의 확장 및 개수가 어려운 실정으로 매년 피해가 반복되고 있는 실정이다.

2006년 7월 15일~16일 발생된 집중호우는 24시간 강수량 264mm(10년 빈도)로 발생강우량이 그리 크지 않았으나, 시간당 최대시우량은 93mm로 빈도 해석 결과 200년 빈도를 상회하는 강우를 발생하였다. 이로 인해 내곡천의 통수단면 부족 및 유역출구에 위치한 기존 연창펌프장의 내수배제 능력 상실로 양양읍 시가지에 광범위한 침수가 발생하였다.

침수피해 당시 내곡천 하구에 위치한 연창펌프장의 계획배수량은  $135\text{m}^3/\text{min}$ ( $2.25\text{m}^3/\text{s}$ )로 배수용량

표 1. 양양군 홍수피해 현황(2006년 7월)

위 치	양양읍 남문1리 외 8개리
침수범위	62ha(시가지 전체 144ha의 43%)
침수시간 및 침수심	2시간, 0.5~1.0m
침수현황주택	89동, 상가 264동 등 총 353동 침수
이 재 민	111세대 310명
피 해 액	약 7억 5천만원



그림 1. 양양 시가지 침수 피해전경

이 현저히 부족하며, 유역 상류부의 급경사 산지에서 단시간에 증가된 유출량으로 도심지를 관통하는 내곡소하천(복개시설)의 통수능이 초과되어 유역 중·하류부에 광범위한 침수피해가 발생된 것으로 확인되었다.

### 3. 배수기본계획

본 양양 시가지 유역의 배수체계의 특성중 하나로 상류 산지유역에서 발생한 유출량이 내곡소하천으로 집중되어 도심지 우수관망에 직접 연결되는 것을 볼 수 있는데, 이로 인한 복개하천 시점부에서 관로 내부가 순간적으로 만관을 형성하여 통수불능상태가 됨을 추정할 수 있다.

이러한 유역 출구점에서의 홍수집중 및 복개하천 구간에서의 통수능 부족을 해결하기 위한 방안으로 유역 상류로부터 단계적으로 배수구역을 분할, 상류지역의 유출량을 중간단계에서 유역 외 지역으로 배수시키도록 계획하였다.

#### 3.1 유역분리 1단계(고지배수로 설치)

1차적으로 전체 유역  $2.7\text{km}^2$  중 약 45%에 달하는 상류 산지유역  $1.23\text{km}^2$ 을 분리, 고지배수로를 통해 유역 외부의 거마천으로 배수시켜 하류지역의 홍수 분담량을 경감시켰다(50년 빈도 홍수량 기준  $41.4\text{m}^3/\text{s} \Rightarrow 24.18\text{m}^3/\text{s}$ ).

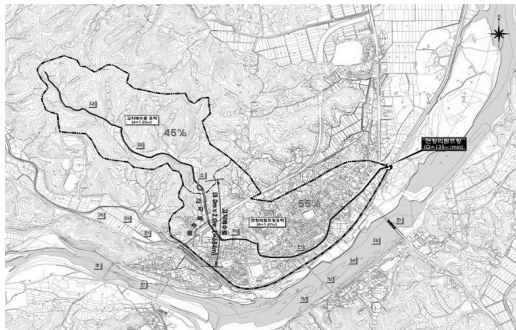


그림 2. 1단계 유역분리(고지배수로 설치)

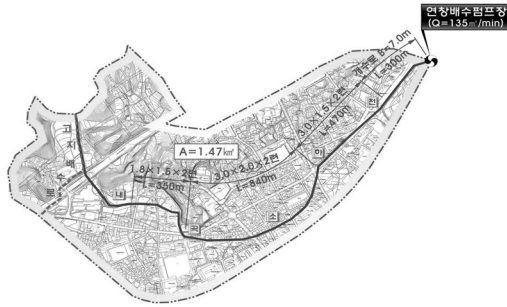


그림 3. 유역 중·하류부 유역현황(고지배수로 설치 후)

본 고지배수로 설치로 유역출구부 지점의 홍수분담량 및 산지에서 발생한 토사유입으로 인한 관거의 퇴적현상 등은 상당부분 감소하였으나 중·하류 지역의 완만한 경사와 기존 우수관거의 통수능 부족으로 기존 연창펌프장의 배수량을 침투홍수량 수준까지 증가시켜도 상류지역의 침수현상 해소는 어려운 것으로 나타났다.

이는 수로상에 설치된 펌프장에서의 일반적인 현상중 하나로, 펌프 가동에 의해 기점수위를 저하시키더라도 수로의 배수영향구간 이후에서는 이에 의한 수위감소 현상을 기대할 수 없음을 기인한다.

### 3.2 유역분리 2단계(시가지 유역분할)

1차적으로 고지배수로에 의해 분리된 하류유역을 2개의 소유역으로 다시 분리, 하구점에서의 배수영향이 미치지 않는 유역의 중간지점에서 내곡소하천의 유로를 변경하여 각 배수구역의 홍수분담량을 경감하고 하류부로의 홍수집중현상을 방지, 우

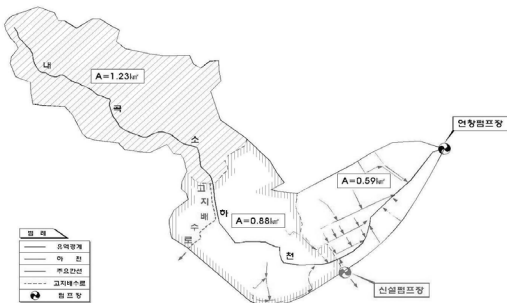


그림 5. 신규 펌프장 위치

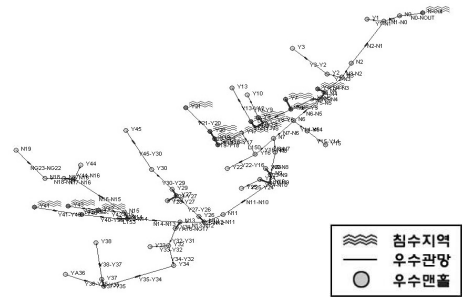


그림 4. 유역 중·하류부 침수현황 모의결과

수관망의 통수불능 현상을 해소하도록 하였다.

내곡천 유로변경에 의한 신규 펌프장 위치 선정 시, 시가지 지역의 개발여건을 고려하여 현 내곡소하천의 복개부 구간중 양양내대천 본류와의 최단거리로 연결될 수 있는 지점을 선정하였다.

하류 도심지구간을 남문펌프장 유역( $A=0.88\text{km}^2$ ), 연창펌프장 유역( $A=0.59\text{km}^2$ )의 2개 유역으로 분리, 각각의 유역 출구점에 펌프장 신설 및 기존 펌프장 증설계획 후 침수현황을 모의한 결과 배수구역 전반의 침수가 해소되는 것으로 나타났다.

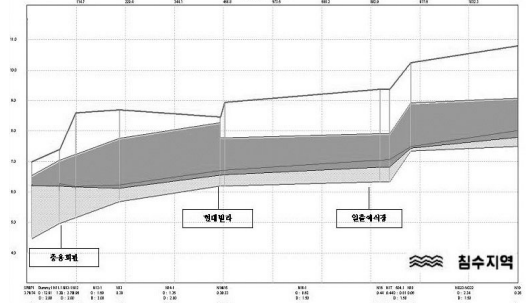
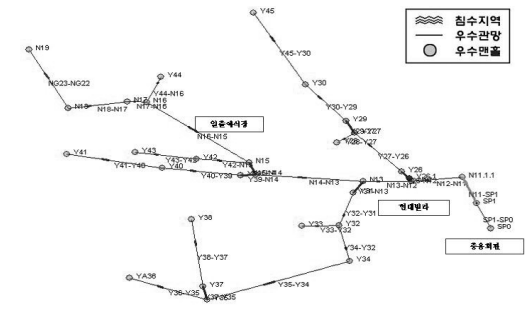


그림 6. 유역분리 후 남문펌프장 유역 침수해석 결과

표 2. 유역분리 및 신·증설 배수시설 제원

구분	남문펌프장(신설)	연창펌프장(증설)	비고
• 설계빈도	50년		
• 배수구역 면적	0.88km <sup>2</sup> (88ha)	0.59km <sup>2</sup> (59ha)	
• 강우분포	Huff 4분위		
• 침투홍수량	12.6m <sup>3</sup> /s	12.0m <sup>3</sup> /s	
• 임계지속시간	80min		
• 계획 외수위	EL.7.11m	EL.5.20m	양양남대천
• L.W.L	EL.4.95m	EL.3.50m / EL.4.00m	
• H.W.L	EL.6.30m	EL.4.36m	
• 펌프 용량	600m <sup>3</sup> /min	90m <sup>3</sup> /min + 320m <sup>3</sup> /min	

주) 연창펌프장의 LWL 및 펌프용량은 각각 기존펌프장과 증설펌프장의 제원임.

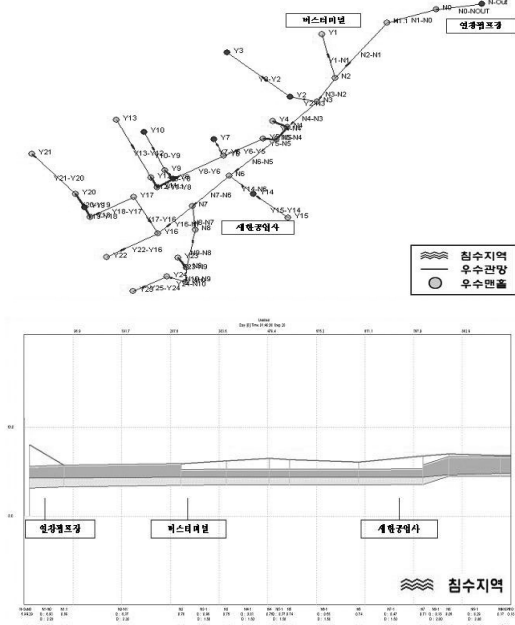


그림 7. 유역분리 후 연창펌프장 유역 침수해석 결과

### 3.3 효과분석

본 양양읍 배수구역은 유역분리 1단계 과정에서 계획한 상류 산지부의 고지배수로 유역을 제외하면 대체로 완만한 수로경사를 가지고 있어 수로 자체의 유속이 상당히 낮게 형성되어 있는 지역이다.

배수구역 전체를 단일화한 상태로 최하류에 위치한 연창펌프장 가동시 펌프장 인근 수로의 수위를 낮추어 일부 홍수저감효과는 있으나, 배수영향구간

이후의 상류지역에서는 펌프가동에 의한 수위저하 효과는 거의 없는 것으로 나타났다.

유역분리 1, 2단계 과정에서 시가지 구간을 관통하는 내곡소하천의 유로를 변경, 침투홍수량이 크고 다량의 협잡물이 유입될 수 있는 산지유역을 분리하여 시가지에 직접적 영향을 미치지 않게 하였으며, 하류부 시가지 유역 또한 남문·연창펌프장을 기준으로 2개로 분리하여 각 펌프장의 처리용량을 축소시키고 유입관로의 연장을 줄임으로서 신속한 홍수배제가 가능하도록 하였다.

이 결과 감소한 유량에 대해 신·증설펌프장을 운영시 유역전반의 홍수피해가 해소되는 것으로 나타났다.



남문펌프장(신설) 전경



연창펌프장(증설) 전경

그림 8. 남문 및 연창펌프장 전경

### 4. 맺음말

본 양양시가지 유역과 같은 산지-도심지의 복합 유역의 주요 침수원인을 요약해 보면 다음과 같다.

- ① 유역전체의 배수를 낮은 경사의 단일 간선수

로에 의존하는 배수체계상의 문제

- ② 자연하천의 복개로 인한 단기 집중호우시 흐름상태의 변화(개수로⇒관수로)
- ③ 산지와 도심지구간의 표고차로 인한 경계부에서의 동수경사 상승 및 해당지점 수로경사의 급격한 완화로 인한 우수정체 현상
- ④ 산지유역에서의 토사유실, 잡목, 나뭇잎 등의 유입으로 인한 관로내부 퇴적과 우수받이 입구부의 막힘 현상으로 노면상에 우수정체

본 양양시가지 배수체계 변경에 의한 침수해소대책의 중점 고려사항은 다음과 같다.

- ① 급경사지역(산지)의 고지배수로 설치로 단기 집중호우에 의한 우수관망으로의 급격한 홍수 유입 억제
- ② 산지 분리로 인한 토사, 잡목 및 기타 협잡물의 우수관망 유입 차단
- ③ 유역분할에 의한 각 배수구역의 홍수분담량 경감
- ④ 주 간선수로의 단구간화로 유역 전체를 배수 영향 구간 내에 위치시켜 하류부 인근지역에 국한된 수위저감 효과를 전구간으로 확대

근간에 들어 발생빈도가 점차 늘어가는 높은 강우강도의 단기 집중호우의 경우 기존의 관로 시스템상의 각종 취약점에 의해 잦은 침수현상이 나타

나고 있으나, 최근의 침수방지 대책사업의 경향은 빗물펌프장의 대형화 및 우수관거 확장에 그 초점이 맞춰져 있는 것이 현실이다.

금년 들어 발생한 각종 침수피해지역의 침수양상을 보면 빗물펌프장의 실제 가동실적은 낮으나, 침수피해는 여전히 발생하는 것을 볼 수 있는데 이러한 현상으로 미루어볼 때 해당 유역이 가지는 지형적 특성이 주된 침수원인의 하나로 작용하였음을 추정할 수 있다.

통상적인 우수관망에서 관로의 배수영향 구간이 길게 형성되어 있다는 것은 자연배수 상태에서의 약조건에 있는 것이 정설이지만, 지역적인 특성상 관로경사의 개선이 불가능한 지역의 경우 반대의 논리로 배수구역을 분할하여 각 펌프장을 기준으로 한 배수영향 구간 내에 위치시킴으로 펌프에 의한 강제 배제시 상당한 수위저감 효과를 기대할 수 있음을 알 수 있는 사례이다.

실제 침수의 메카니즘은 다양한 유발인자와 많은 변수에 의해 구성되므로 본 논고에서 제시한 사항이 모든 조건하에서의 대안이 될 수는 없겠지만, 산지-도심지-복개수로 구성된 일반적인 도시하천유역의 경우 본 양양시가지와 같은 사례가 드물지 않게 존재하므로 방재업무를 담당하는 기술자들의 면밀한 분석과 고찰이 필요할 것으로 사료된다. 