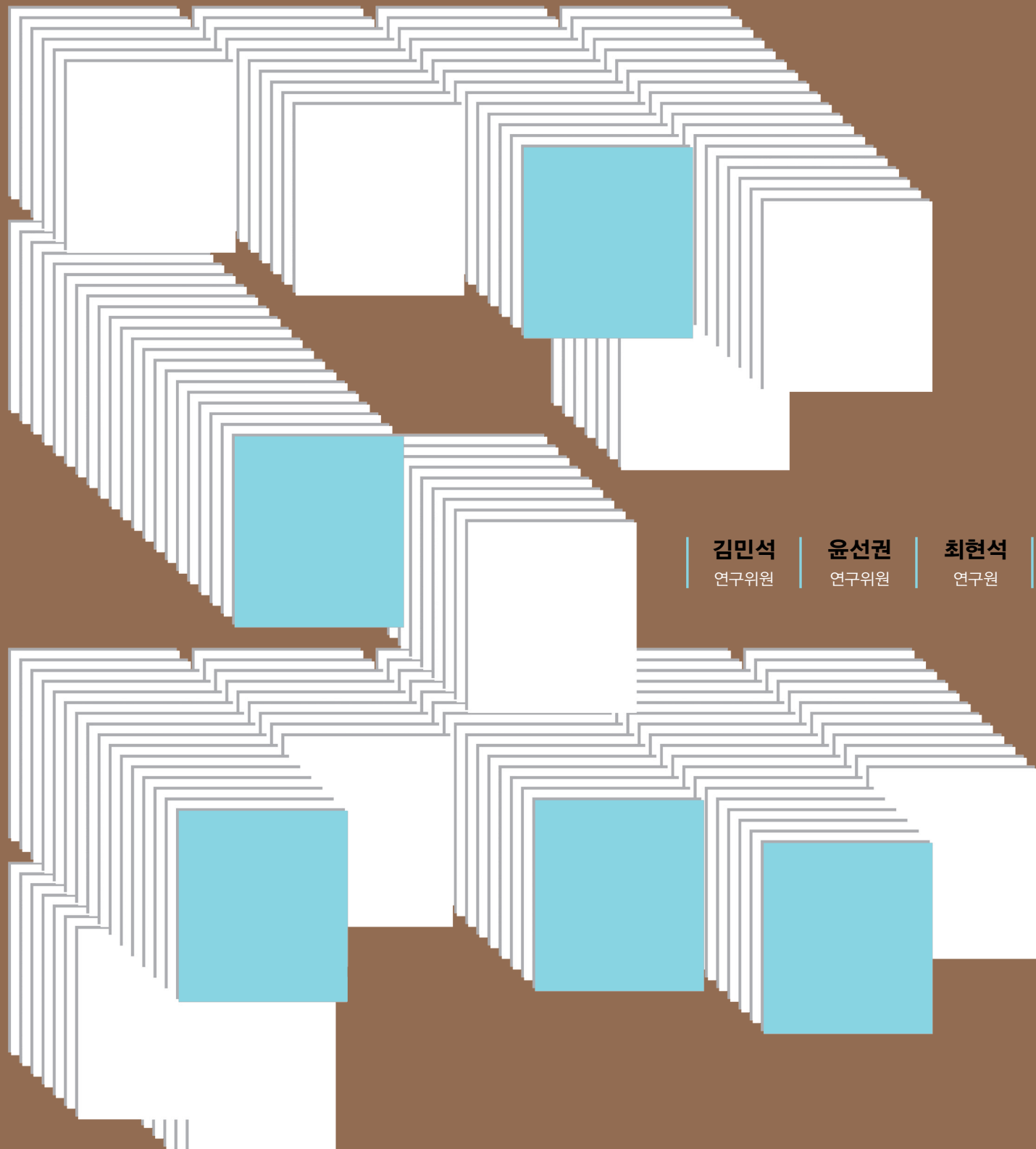


# 정책리포트

기술 분야

436호

2026. 1. 5.

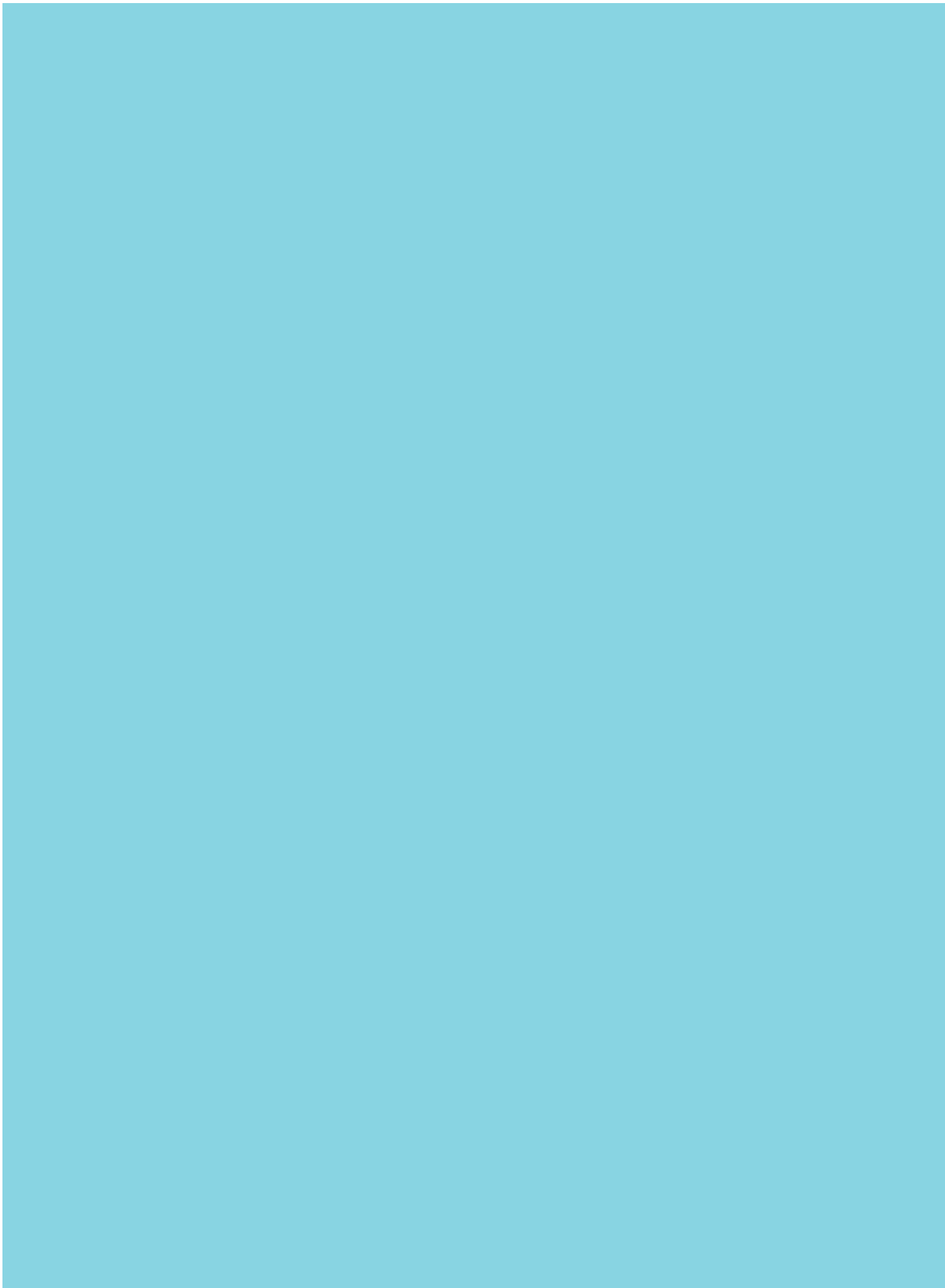


김민석  
연구위원

윤선권  
연구위원

최현석  
연구위원

서울시 수문관측망  
최적운영 방안 수립



2026. 1. 5.  
서울연구원 정책리포트(기술 분야)  
436호

## 서울시 수문관측망 최적운영 방안 수립

김민석 연구위원  
02-2144-2956  
minseok@si.re.kr

윤선권 연구위원  
02-2144-2924  
skyoon@si.re.kr

최현석 연구원  
02-2144-2959  
hschoi@si.re.kr

요약	3
I. 수문관측망, 왜 중요한가?	4
II. 수문관측망 운영 현황 진단	5
III. 수문관측망 유지관리 현장 실태조사	9
IV. 서울 수문관측망 개선 방안 수립	12

## 요약

수문관측망은 강수량, 수위, 유량 등 핵심 수문 데이터를 확보하여 이수 및 치수, 하천 및 도시 침수 대응에 활용되는 필수적인 사회기반시설이다. 기후변화 등으로 인해 현장 상황을 정밀하게 모니터링하는 관측망의 중요성이 더욱 부각됨에 따라, 수문관측망의 효율적인 운영 및 관리 방안이 요구된다. 본 연구에서는 서울시 수문관측망의 현황을 종합적으로 진단하고, 국가 관측망과의 연계를 고려한 효율적이고 체계화된 운영 방안을 제안하였다.

---

### 공공 와이파이를 활용한 수문관측망 통신은 아직 “시기상조”

이 연구에서는 서울시 수문관측망의 현장조사를 실시하였다. 현장조사의 목적은 ① 계측기의 설치 위치 및 좌표 정보 현행화, ② 장비 외관 및 구조물 상태 점검, ③ 서울시 공공 와이파이 통신 연계 가능성 확인이었다. 하천 및 도로 수위계 현장조사 결과, 공공 와이파이 통신이 가능한 지점은 전체의 약 50% 수준으로 아직은 시기상조로 나타났다. 서울시는 AI기반 지능형 CCTV 설치, 공공 와이파이 확대 등 ‘디지털 안전도시’ 조성을 꾸준히 진행하고 있으므로, 향후에는 대부분의 수문관측망이 공공 와이파이 서비스 권역에 포함될 가능성이 높다.

### 국가-서울 수문관측망을 연계한 서울시 수문관측망 최적 운영 방안 마련

국가 및 지자체 수문관측망의 중복성과 공간적 불균형 문제를 해소하고 관측 기준을 체계화하기 위해, 국가 관측망과 연계한 ‘서울시 수문관측망 최적 운영계획’을 수립하였다. 강수 관측망은 중복 지점과 강수 영향범위(2~3km) 검토를 통해 최적 관측망을 제안하였으며, 하천 수위 및 유량 관측망은 GIS 분석을 기반으로 국가 지점 활용(7개소) 및 신규 설치(수위 9개소, 유량 5개소)를 제안하였다. 또한 설치 기준이 부재한 도로 및 관거 수위계는 적정 설치 밀도 분석과 침수 흔적을 고려한 DEM 분석을 통해 우선 설치 지역을 제안하였다.

### 효율적 운영, 데이터 품질 향상 등 스마트 수문관측망 구축 방향성을 제시

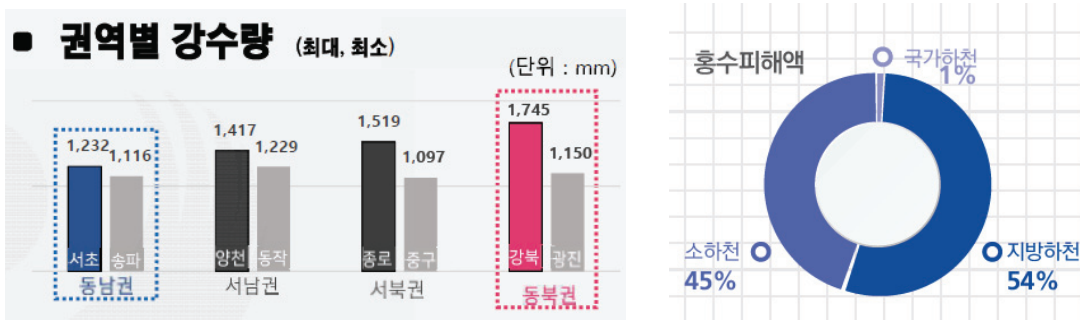
첫째, 강수량 중심의 기존 관측망을 수위·유량 등 다양한 수문 요소에 대한 관측망으로 확대가 필요하며, 하천 및 침수 취약 지역에 대한 신규 설치를 제안하였다. 둘째, 현장조사를 통해 도로·관거 수위계에 대한 정기적 품질검정과 유지보수 체계 개선이 필요함을 제안하였다. 셋째, 다목적 활용이 가능한 수문관측망을 구축하여 홍수 모니터링은 물론 수질, 생태계, 도로 관리 등 다양한 분야에 활용 가치를 높이는 방안을 모색하였다. 넷째, 서울시의 스마트시티 인프라와 연계하여 공공 와이파이, 지능형 CCTV 등을 수문관측망 운영에 적극 활용하고, AI 기반 침수 감지 체계를 구축함으로써 운영비를 절감하고 대응 속도를 향상시킬 필요가 있다. 마지막으로, 데이터의 신뢰성과 정확성을 보장하기 위한 전 주기적 품질관리 체계를 구축하여, 수집부터 가공, 공개까지 모든 단계에서 오류를 최소화하고 품질을 관리해야 한다.

# I. 수문관측망, 왜 중요한가?

## I 수문관측망은 곧 시민의 일상과 안전

### 집중호우로 인한 도시지역 침수피해 증가

- 기후변화가 심화됨에 따라 국지성 호우의 빈발과 지역 간 강수량의 편차가 급격히 확대
  - 2022년 8월 서울시에 발생한 115년 만의 기록적인 폭우로, 동작구에서는 시간당 141.5mm, 강남구에서는 116mm의 폭우가 쏟아졌으며, 그 결과 8명의 인명 피해와 683억 원에 달하는 재산 피해가 발생
  - 전체 강수량 증가 대비 짧은 강우 지속시간으로 인하여 집중호우에 의한 피해(하천고립 사고 및 내수침수 피해) 증대
- 홍수피해는 대부분 지방하천에서 발생
  - 홍수피해액은 지방하천에서 54%(소하천: 45%, 국가하천 1%)가 발생하고 있어 체계적인 관리가 필요
  - 국가하천에 비해 지방하천은 인력과 예산, 기술적 문제 등으로 수자원조사 업무가 체계적으로 이루어지고 있지 않은 실정(서울연구원, 2020)



자료: 서울특별시 풍수해 포럼(2025), “서울시 풍수해 대응, 현재의 성과와 미래”,  
서울연구원(2020), “하천 홍수 예&경보를 위한 CCTV 기반 실시간 유량계측 기술”

[그림 1] 서울시 권역별 강우 편차(좌) 및 하천 홍수피해액(우) 비교

### 수문관측망은 시민의 일상과 안전을 지키는 주요 사회기반시설

- 수문관측망은 강수량, 하천 수위, 유량 등 수문학적 요소를 체계적으로 관측·기록하기 위한 시설
  - 홍수 예방, 수자원 공급 및 관리, 하천 유지관리 등 물 순환 전반에 걸친 다양한 분야에 활용
  - 현장 상황을 보다 신속하고 정밀하게 파악할 수 있는 수문관측망은 매우 중요한 사회기반 시설로, 시민의 일상과 안전을 지키는 핵심 요소로 적절한 수문관측망의 운영과 관리는 필수

## II. 수문관측망 운영 현황 진단

### I 국가 수문관측망 현황

#### 국가 수문관측망은 전문기관 중심의 지속적 예산 투입으로 안정적으로 운영 중

- 우리나라의 수문조사는 환경부, 기상청, 공공기관, 지자체 등 총 10개 기관에서 전국적으로 약 7,210개소의 관측지점 운영

[표 1] 국가 수문조사 실시 현황

(단위: 개소수)

기관명	구 분			
	계	강수량	수위	유량
홍수통제소	1,199	426	557	216
국립환경과학원	369	-	-	369
기상청	609	609	-	-
농촌진흥청	211	211	-	-
산림청	312	312	-	-
지자체	2,271	1,574	511	186
한국수자원공사	430	188	184	58
한국농어촌공사	1,612	-	1,612	-
한국수력원자력	46	21	16	9
국립공원공단	151	151	-	-
<b>합 계</b>	<b>7,210</b>	<b>3,492</b>	<b>2,880</b>	<b>838</b>

자료: 환경부(2021), 국가 수문조사망 구축

- 환경부 홍수통제소는 하천의 이수·치수·환경 기능 유지, 한국수자원공사·한국농어촌공사·한국수력원자력은 댐과 저수지 운영을, 지자체는 홍수 관리 목적을 중심으로 수문조사를 수행

[표 2] 기관별 수문조사 항목 및 목적

구 분		조사 영역	조사 항목	조사 목적
환경부	홍수통제소	국가, 지방하천	강수량, 수위	국가 수자원 관리
	한국수자원조사기술원	국가, 지방하천	유량, 유사량, 증발산량, 토양수분량	
	K-water	댐 상류	강수량, 수위, 유량, 유사량, 증발산량, 토양수분량	수자원 관리, 댐 운영
	국립환경과학원	국가, 지방하천	유량	수질관리
	기상청	전국	강수량, 증발량	기상관측
지자체	지방하천 및 소하천	강수량, 수위, 유량	재난 및 수질관리	
한국농어촌공사	저수지 등	강수량, 수위, 유량	농업용수 관리	
한국수력원자력	댐 상류	강수량, 수위, 유량	수력발전	

자료: 한국수자원조사기술원, 2023

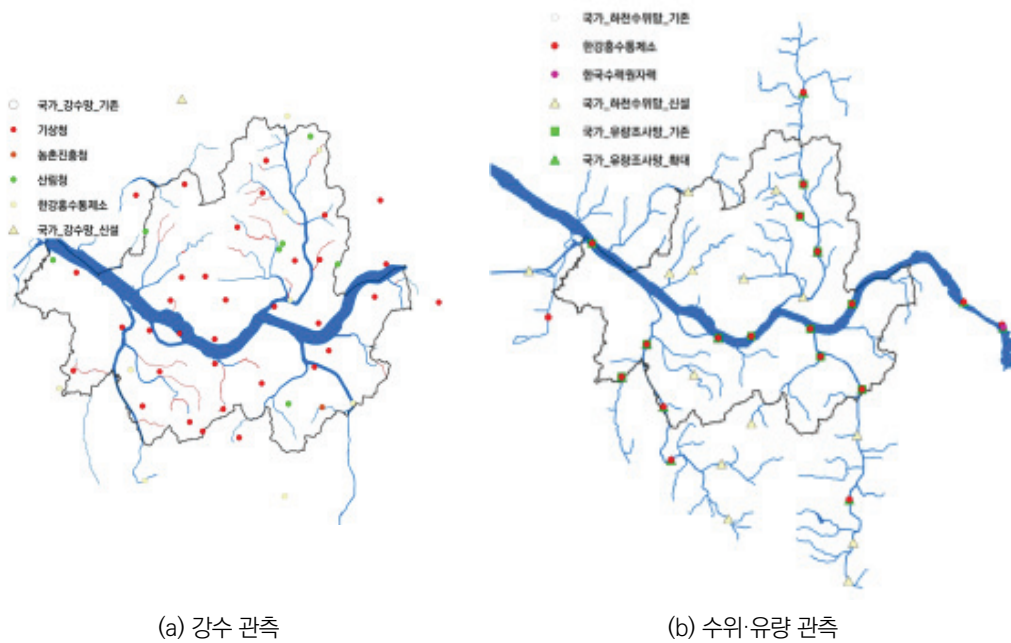
- 서울시 인근에는 한강홍수통제소, 기상청 등 6개 기관에서 89개소의 관측소를 운영 중
  - 강수량, 수위, 유량 항목별로 주요 기관에서 운영 중
  - 21개소의 신규 설치가 예정되어 있어 전체 관측소 수는 향후 110개소로 확대 예정

[표 3] 서울시 인근 국가 수문관측망 현황

(단위: 개소수)

구분	계	강수량	수위	유량
한강홍수통제소	29(15)	9(1)	20(14)	-
기상청	34	34	-	-
농촌진흥청	1	1	-	-
산림청	12	12	-	-
한국수력원자력	1	-	1	-
한국수자원조사기술원	12(6)	-	-	12(6)
<b>합계</b>	<b>89(21)</b>	<b>56(1)</b>	<b>21(14)</b>	<b>12(6)</b>

자료: 환경부, 2021, 국가 수문조사망 구축



[그림 2] 서울시 인근 국가 수문관측망 분포

## I 서울시 수문관측망 현황

### 도시침수 대응 및 기반시설의 안정적 운영을 위해 자체 수문관측망을 구축·운영 중

- 홍수 예·경보와 하천 진출입 차단 등 풍수해 대응에 수문관측망 자료 활용

- 총 751개소의 수문관측망을 운영하고 있으며, 강수계 267개소, 수위계 32개소, 유량계 5개소, 도로수위계 109개소, 관거수위계 338개소로 구성
- 저지대 및 지하도로의 침수 위험에 대응하기 위해 도로 수위계를 지속적으로 확대 설치 중

[표 4] 서울시 수문관측망 현황

기관명	계	(단위: 개소수)				
		강수량	수위	유량	도로수위	관거수위
본청	521	48	21	5	109	338
자치구	230	219	11	-	-	-
합계	751	267	32	5	109	338



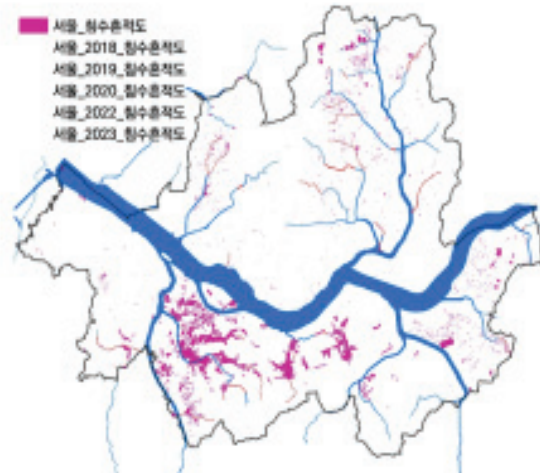
[그림 3] 서울시 수문관측망 분포

## I 서울시 수문관측망 진단

### 관측소 간 통합·연계 운영을 통한 해법 모색 필요

- 중복 지점에 대한 통합 운영 또는 이설 방안 마련 필요
  - 서울시 자체 수문관측망과 국가기관(기상청, 환경부, 한국수자원공사 등)에서 구축한 관측망 간의 중복 문제는 행정적·기술적 비효율을 초래
    - 서로 상이한 관리주체와 설치목적으로 중복 설치 등에 따른 전기료 및 통신비 등 관리 비용이 증가하는 반면, 실질적 정보 활용도는 낮은 사례도 존재
- 사각지대 해소를 위해, 신규 장비 설치가 필요한 위치와 그 타당성에 대한 설치기준 표준화 필요
  - 서울시 자치구의 강수계는 공공시설에 집중 설치되어 지형이나 배수 특성 고려가 미흡함
    - 신규 설치보다는 기존 망의 위치 조정 및 통합 운영을 통해 관측 효율을 높여야 함
  - 행정구역 단위에서 '수계(물길) 단위'의 통합 관측 체계로 전환 필요
    - 단순 수위 감시를 넘어, 수계 단위의 체계적인 수위-유량 연계를 고려한 확충 필요

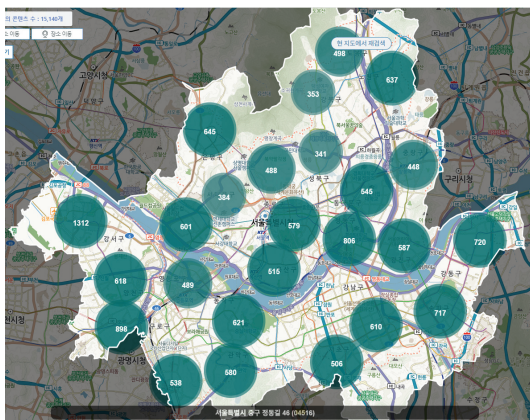
- 도로/관거 수위계 설치 기준 부재에 따른 과거 피해 사례와 행정 수요에 따라 설치
  - 침수흔적도 및 홍수피해 통계자료를 기반으로 우선순위를 선정하고, 설치 효율성과 운영 지속성을 고려한 설치 필요



[그림 4] 서울시 침수 흔적도

### 공공 와이파이, CCTV 등과 첨단기술 연계 방안 마련할 필요

- 서울시 공공 와이파이 연계를 통한 수문관측망 통신 비용 절감 방안 모색
  - 서울시는 기존 공공 와이파이보다 더 빠르고 안전한 최신기술인 와이파이6를 전 세계 최초로 공공생활권 전역에 34,363대 설치(2025년 5월 기준) 운영 중
- 안심이 CCTV 인프라(방범용 등)에 AI 기반 영상 분석 기술을 도입하여, 별도의 장비 설치 없이도 침수를 감지하는 기술 검토
  - 서울시는 현재 총 1,045개소의 하천감시 CCTV와 83,734개소의 안심이 CCTV가 밀도 높게 설치되어 있음



(a) 서울 공공 와이파이



(b) 안심이 CCTV

[그림 5] 서울시 공공 와이파이 및 CCTV 분포

### Ⅲ. 수문관측망 유지관리 현장 실태조사

#### Ⅰ 현장 조사

##### 서울시 수문관측망 현장조사 개요

- 서울시에서 운영 중인 수문관측 장비를 대상으로 현장 실태조사를 실시
  - 계측기의 설치 위치(좌표) 정보 현행화와 장비 외관(상태) 점검
    - 점검 대상: 강수량계 113개소, 하천수위계 32개소, 도로수위계 56개소, 하천유량계 6개소 등 총 207개소
  - 서울시 자가정보통신망(S-NeT) 연계 가능성 진단
    - 강수량계는 대부분 빗물펌프장과 동주민센터에 설치되어 있어서 행정망을 이용한 데이터 전송 방식으로 별도의 통신요금 없이 실시간 자료 수집이 가능
    - 점검 대상: 총 88개소, 하천수위계 32개소, 도로수위계 56개소

##### 서울시 수문관측망 현장조사 결과

- 강수량계 현장조사 결과
  - 전체 113개소 중 42개소(37.2%)는 주소 또는 좌표 정보의 변경이 필요
    - 주소 정보만 변경이 필요한 시설 19개소, 좌표 정보만 변경이 필요한 시설 1개소
    - 주소와 좌표 모두 변경이 필요한 시설 22개소
  - 빗물을 받는 입구(수수기)의 거름망 관리 미흡
    - 113개소 중 76개소(67.3%)에서 거름망이 없거나 유실된 것으로 확인됨. 이물질 유입으로 강수량이 잘못 측정되거나 장비 고장 위험이 있는 것으로 조사



(a) 강수량계 거름망 정상 설치(11개소)



(b) 강수량계 거름망 미설치(76개소)

[그림 6] 수문관측장비 유지관리 현장조사 결과

- 하천 수위계 현장조사 결과
  - 전체 32개소 모두 위치 정보가 부정확
    - 대부분 교량에 설치되어 있는데, 등록된 주소가 하천 구역 중심점으로만 되어 있어 정확한 위치를 알기 어려움
  - 서울시 공공 와이파이(S-Net) 연결 가능성을 확인한 결과, 절반 이상이 접속이 안 되거나 불안정함
    - 전체 32개소 중 원활하게 연결된 곳은 11개소(34.4%), 4개소(12.5%)는 WiFi는 활성화되었으나 신호가 불안정, 나머지 17개소(53.1%)는 접속 불가로 확인
  
- 도로수위계 현장조사 결과
  - 56개소 중 48개소(85.7%)는 주소 또는 좌표 정보의 수정이 필요한 것으로 확인
    - 대부분 기존 주소가 도로 지번으로 등록되어 있어, 정확한 계측기 위치 파악 어려움
  - 서울시 공공 와이파이(S-Net) 연결 가능성을 확인한 결과, 절반 이상이 접속이 안 되거나 불안정함
    - 상대적으로 도심임에도 안정적으로 연결되는 곳은 24개소(42.9%)뿐이며, 나머지 27개소(48.2%)는 접속 신호가 불안정하거나 아예 연결되지 않음

[표 5] S-net 통신 현장조사 점검결과

구 분	현장조사	통신 가능	통신 불안정	통신 불가
하천수위계	32개소	11개소	4개소	17개소
도로수위계	56개소	24개소	5개소	24개소
합계	88개소	35개소	9개소	41개소

## I 현장 조사 진단

### 장비 위치 정보(주소·좌표)의 정확성 확보 필요

- 인근 건물 주소나 GPS 좌표로 보완하고 부대 장비도 함께 관리 필요
  - 하천이나 도로에 설치된 장비는 위치 정보상의 지번이 너무 넓은 구역으로 되어 있어 정확한 위치를 특정할 수 없는 문제점 확인
  - 장비 위치를 쉽게 찾을 수 있도록 주변의 확실한 건물 주소를 활용하고, 지도상의 정확한 점(좌표)을 별도 기록 필요
  - 유지보수를 위해 센서 위치뿐만 아니라, 전기를 공급하고 통신을 연결하는 제어함(함체)의 위치도 함께 기록하는 것이 좋음

## 중복 설치 방지 및 데이터 공유를 통한 효율성 제고

- 한 장소에 비슷한 수위 측정 장비 ‘중복 설치’ 사례가 다수 발견
  - 같은 교량에 구청, 빗물펌프장, 재난 경보용 등 서로 다른 주체가 설치한 장비가 중복으로 설치된 곳 확인
  - 불필요한 예산 낭비를 막기 위해 ‘중복 설치 방지 가이드라인’을 만들고, 여러 부처가 데이터를 공유하는 체계로 개선 필요

## S-Net 활용 가능성 분석

- 서울시의 공공 와이파이(S-Net) 현장 연결 확인 결과, 아직은 시기상조
  - 하천 수위계는 11곳, 도로 수위계는 24곳만 연결이 가능했고, 나머지 대부분은 접속 불가
  - 끊김 없는 모니터링을 위해 신호를 증폭시켜 주는 중계기를 설치하여 통신 문제 해결 필요
- 서울시 AI기반 지능형 CCTV 설치, 공공 와이파이 확대 등 ‘디지털 안전도시’ 조성 꾸준히 진행
  - 현 시점에서 공공 와이파이를 활용한 수문관측망 통신은 무리가 있으나, 향후 대부분의 수문관측망은 공공 와이파이 서비스 권역에 포함될 가능성을 확인

## 법적 기준에 따른 정기 점검 및 체계적인 장비 관리 필요

- 강수량계의 67%가 거름망이 없어 빗물 측정값의 오류 우려
  - 조사한 76개소(67.3%)에서 나뭇잎이나 이물질이 걸러주는 망이 없는 것으로 확인
- 장비의 설치부터 검사 이력까지 한눈에 볼 수 있는 종합 관리 체계 필요
  - 관련 법률에 따라 환경부 장관이 지정한 전문 기관을 통해 정기검정을 받고, 합격한 장비를 사용해야 데이터의 신뢰성 확보 가능
  - 설치 일자와 검사 일자를 체계적으로 기록하고, 정기적으로 현장에서 장비 상태를 점검하는 관리 체계 필요

[표 6] 수문조사기기 검정 허용오차

항 목	검정대상기기	허용오차	
		일 반	현 장
강 수	강수량계 - 보통/전도형/기타 우량계	± 5%(1mm)	
	우설량계	± 1 cm (또는 범위의 0.1%)	± 2 cm (또는 범위의 0.2%)
부자식			
수 위	레이더식		
	압력식		
	기포식, 기타		
유속(유량)	회전식 유속계	검정식 제시	

자료: 한국수자원조사기술원

## IV. 서울 수문관측망 개선 방안 수립

### I 서울시 수문관측망 최적 운영 방안과 방향성 제시

#### 서울시 수문관측망의 현황을 종합 진단, 국가수문관측망과 연계한 최적 운영 방안 마련

- 최적 수문관측망 구성(안) 마련
  - GIS 기반 강수관측망 최적 배치 및 고밀도화
  - 상·하류 간 연계 및 중복 지점 검토를 통한 하천 수위/유량계 배치
  - 데이터 기반 적정 설치 밀도 도출로 도로/관거 수위계 최적 운영 방안 마련
- 경제성과 효율성 제고 방안
  - 유지관리비용 효율화 방안 모색
  - 전기료 절감 최적 방안
  - 통신료 절감 최적 방안
  - 운영 기술 고도화 전략
- 공간적 효율성, 운영비 절감, 데이터 품질 향상을 동시에 달성하는 스마트 수문관측망 구축 방향성을 제시
  - 다양한 수문관측망 확대 운영
  - 지속적인 기기 검정 및 유지관리 필요
  - 다기능 수문관측망 설계
  - 정보화 계획과 연계
  - 품질관리 필요

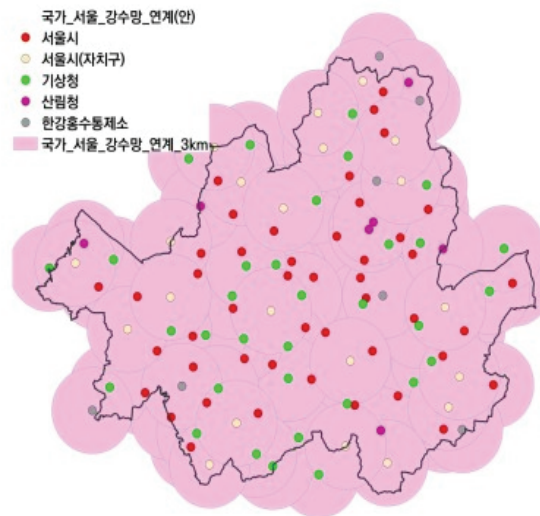
#### 주요 추진전략

주요 과제	추진전략
최적 수문관측망 구성(안) 마련	- GIS 기반 강수관측망 최적 배치 및 고밀도화 - 상·하류 간 연계 및 중복 지점 검토를 통한 하천 수위/유량계 배치 - 데이터 기반 적정 설치 밀도 도출로 도로/관거 수위계 최적 운영 방안 마련
경제성과 효율성 제고 방안	- 유지관리비용 효율화 방안 모색 - 전기료 절감 최적 방안 - 통신료 절감 최적 방안 - 운영 기술 고도화 전략
공간적 효율성, 운영비 절감, 데이터 품질 향상을 동시에 달성하는 스마트 수문관측망 구축 방향성을 제시	- 다양한 수문관측망 확대 운영 - 지속적인 기기 검정 및 유지관리 필요 - 다기능 수문관측망 설계 - 정보화 계획과 연계 - 품질관리 필요

# I 최적 수문관측망 구성(안) 마련

## GIS 기반 강수관측망 최적 배치 및 고밀도화

- 서울시와 기상청 등 유관 기관의 강수량계 현황을 검토하여 실효성 있는 114개소 선정
  - 국가 및 서울시 데이터를 통합 분석하여 최적의 관측망(안)을 제안함
    - 지리정보시스템(GIS)을 활용하여 기존 데이터를 분석하고, 가장 효율적인 장비 배치 방안을 마련함
  - 서울시 장비 중 실제로 운영되지 않는 2곳(목동, 구로구청)을 제외한 46개소를 활용함
    - 기상청 33개소(김포공항 포함), 홍수통제소 7개소, 산림청 7개소 등 서울 기상 분석에 유효한 장비를 선정함
  - 관측 공백을 없애기 위해 수서 빗물펌프장, 송파2동 주민센터 등 자치구 관측소 21곳을 관측망에 포함시켜 총 114개의 관측소로 확장함
    - 5.3km<sup>2</sup>당 1개소가 설치된 수준으로 세계기상기구(WMO) 권장 기준(10~20km<sup>2</sup>당 1개소)보다 약 4배 더 조밀한 수준
  - 국가 관측망과 연계하여 서울 전역을 2~3km 간격의 촘촘한 그물망(격자) 형태로 구성



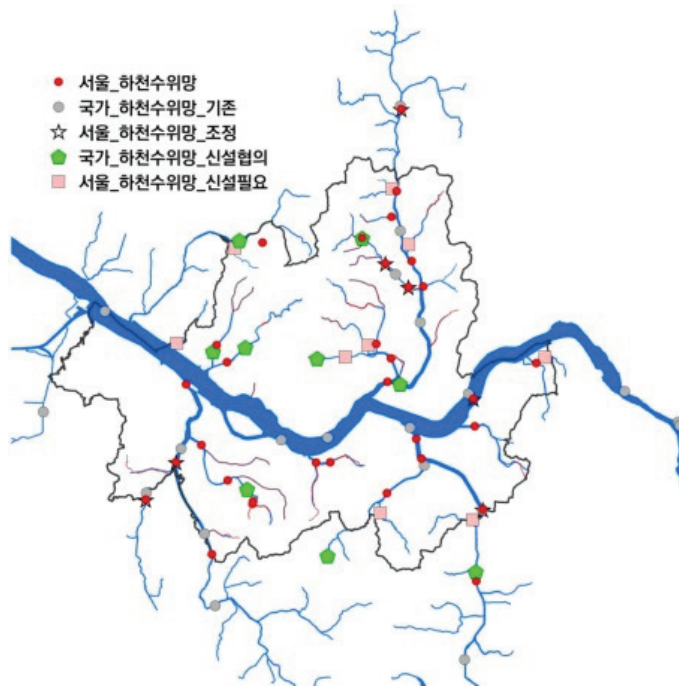
[그림 기] 서울 강수관측망 최적 운영(안)

## 상·하류 간 연계 및 중복 지점 검토를 통한 하천 수위/유량계 배치

- 국가수위관측망과 연계를 통한 조정(이설), 신설(협의) 지점 제시
  - 인근 또는 하류의 합류가 없는 수위 관측 중복지점은 국가수위관측망 활용 제안
    - 서울시 한강(천호대교) - 한강홍수통제소(광진교), 서울시 중랑천(신의교) - 한강홍수통제소(신곡교), 서울시 우이천(장월교와 초안교) - 한강 홍수통제소(월계2교), 서울시 목감천

(광화교) - 한강 홍수통제소(너부대교), 서울시 탄천(대곡교) - 한강 홍수통제소(대곡교), 서울시 안양천(고척교) - 한강 홍수통제소(오금교)

- 관측 사각지대였던 지방하천 9곳에는 수위계를 설치해 안전 공백 제거 필요
  - 세곡천, 여의천, 향동천, 도봉천, 당현천, 성북천, 청계천, 망월천, 구파발천 등 총 9개 하천으로, 기존에 수위관측소가 설치되어 있지 않은 지방하천을 우선적으로 제안
- 국가에서 신설 예정인 9개 지점은 서울시와 협의를 통한 위치 선정이 필요
  - 국가 수위관측망에 신설 계획이 있는 도림천(신림교), 창릉천(지축교), 홍제천(홍남교), 불광천(중암교), 중랑천(가람교), 청계천(장통교), 우이천(계성교), 탄천(둔전교), 양재천(부림2교) 등 9개 지점은 협의를 통해 적정 위치 선정이 필요
- 신규 유량관측이 필요한 하천으로는 수변활력거점을 중심으로 우선적으로 선정
  - 저평수기에는 풍부한 수량으로 시민의 활력과 휴식공간으로, 홍수기에는 시민의 안전을 위한 홍수 예·경보를 위해 도림천, 청계천, 홍제천, 불광천, 고덕천 등 총 5개 하천을 선정



[그림 8] 서울 수위/유량 관측망 최적 운영(안)

## 데이터 기반 적정 설치 밀도 도출로 도로/관거 수위계 최적 운영 방안 마련

- 과거 침수흔적도와 DEM분석 기반으로 적정 설치 대수 및 우선 지역 설치 대상지 선정
  - 과거 침수 이력 및 침수 면적(ha) 기반의 실효적 설치 적정성 분석
    - 최근 5년간(2018~2023)의 침수 피해 데이터를 반영하여 실제 위험도 대비 예측기 분포의 적정성 평가

[표 7] 자치구 침수 면적당 계측기 수

순번	자치구	침수면적 (ha)	설치 개소		침수 면적당 계측기 수 (개소/ha)	
			도로수위계	하수관수위계	도로수위계	하수관수위계
1	강남구	27.83	6	21	0.22	0.75
2	강동구	28.11	8	20	0.28	0.71
3	강북구	25.08	1	3	0.04	0.12
4	강서구	4.66	3	20	0.64	4.30
5	관악구	82.50	5	13	0.06	0.16
6	광진구	-	6	15	-	-
7	구로구	19.44	7	16	0.36	0.82
8	금천구	45.10	7	19	0.16	0.42
9	노원구	8.40	4	11	0.48	1.31
10	도봉구	30.62	1	10	0.03	0.33
11	동대문구	1.08	2	16	1.85	14.77
12	동작구	94.11	5	29	0.05	0.31
13	마포구	0.37	6	20	16.03	53.42
14	서대문구	1.42	7	15	4.94	10.59
15	서초구	113.41	16	16	0.14	0.14
16	성동구	0.07	2	14	27.96	195.73
17	성북구	1.98	3	7	1.51	3.53
18	송파구	48.54	2	2	0.04	0.04
19	양천구	3.06	3	13	0.98	4.25
20	영등포구	160.54	4	17	0.02	0.11
21	용산구	0.74	1	9	1.34	12.10
22	은평구	9.21	2	11	0.22	1.19
23	종로구	0.40	2	5	4.94	12.36
24	중구	0.20	3	6	15.18	30.36
25	중랑구	1.23	3	10	2.44	8.14
합계		708.11	109	338		

- 적정 설치 기준(안) 수립 및 우선 설치 대상지 선정
  - 침수 대응 효율성을 고려하여 계측기별 적정 설치 밀도 기준값(Threshold)을 침수 면적 기준, 도로 수위계는 0.3개소/ha 이상, 하수관로 수위계는 0.5개소/ha 이상으로 설정
- 수치표고모델(DEM) 및 침수흔적도 분석을 통해 단기적으로 계측기 신규 설치 우선순위를 도출
  - 도로 수위계 ①영등포구 ②도봉구 ③송파구·강북구 ④동작구 ⑤관악구 순으로 약 100여 대 추가 설치가 필요한 것으로 분석
  - 하수관로 수위계 ①송파구 ②영등포구 ③강북구 ④서초구 ⑤관악구 순으로 약 17개소의 추가 설치가 필요한 것으로 분석
- 장기적으로는 지능형 CCTV 기반 모니터링 체계로 전환하여 설치 및 유지관리 비용을 절감하는 방향을 제안

## I 경제성과 효율성 제고 방안

### 유지관리비용 효율화 방안 모색

- 수문관측망 유지관리 비용으로 연간 약 1억 7천만 원 소요
  - 강수량계는 행정망 사용으로 통신료가 없으나, 그 외 지점은 지점당 월 6만 원(전기 1만 원+통신 5만 원) 가량이 소요

### 전기로 절감 최적 방안

- 태양광 발전 시스템 구축을 통한 전력 자립 및 탄소중립 실현
  - 공사비를 절감하고, 운영 단계에서는 탄소 배출이 없는 친환경 에너지원으로 기능함
  - 평상시에는 절전모드로 최소 전력을 사용하고, 기상특보나 침수 위험 예보 시에는 집중 운영 모드로 전환하여 고주기(1~5분 간격) 데이터 수집을 수행
- IoT 기반 저전력 관측기기 도입 및 배터리 최적화 기술 적용
  - IoT 기반의 저전력 장비로 전환하고 있으며, LPWAN(Low Power Wide Area Network) 통신기술(LoRaWAN, NB-IoT 등)을 도입하여 운영 전력을 최소화하는 방법
  - 센서가 필요할 때만 깨어나 작동하여 대기 전력을 최소화하는 방식으로, 상시 전원(220V) 설비를 줄여 인프라 구축비와 전기 안전 관리 비용을 절감할 수 있음

### 통신료 절감 최적 방안

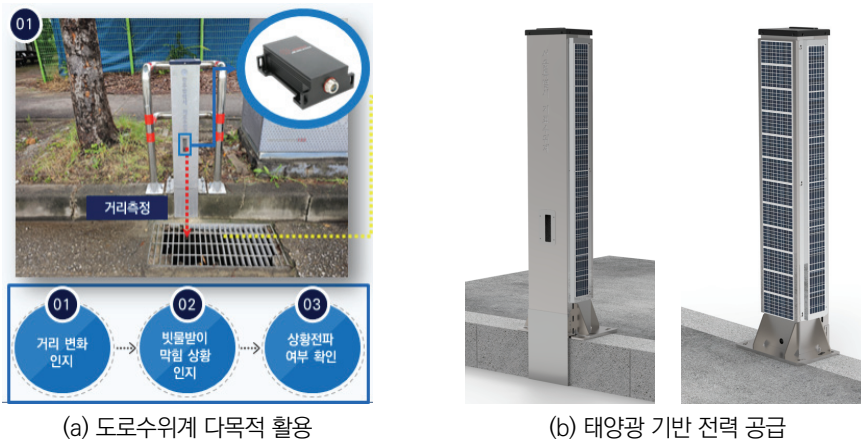
- 기상 상황에 따른 데이터 전송 주기(Cycle)의 동적 최적화
  - 기상 예보 및 실측값 변화에 따라 전송 주기를 자동으로 조정하는 동적 운용 적용
    - 평상시(무강수) 10~30분 간격으로 전송하여 트래픽 최소화, 강수/특보 시 1분 단위 실시간 전송으로 전환하여 재난 대응력 확보
- 이벤트 기반(Event-Driven) 전송 기술 도입을 통한 효율성 제고
  - 강우 발생이나 수위 상승 등 의미 있는 데이터 변화가 있을 때만 데이터를 전송하는 방식으로 임계값 기반 전송, 차등 샘플링, 데이터 압축, 푸시-풀 방식, 엣지 컴퓨팅으로 구분
- 저전력 광역 네트워크(LPWAN) 기술을 활용하여 통신비용을 절감
  - LoRaWAN과 NB-IoT를 병행하여 사용하는 것이 가장 효율적인 전략
    - LoRaWAN을 활용하여 공공망을 이용할 수 있는 지역에서는 통신비용을 100% 절감
    - 공공망이 없는 지역에서는 NB-IoT를 활용하여 비용 절감 가능
  - 서울시는 공공 와이파이망과 일반 IoT망(NB-IoT, LoRaWAN) 두 가지 통신망을 활용한 자료 수집 방식으로 통신 비용 절감 가능

[표 8] 통신방법별 특성 비교

구분	LTE	LoRaWAN	NB-IoT
평균 월 통신비	5만 원	1만 원 미만	1~2만 원
배터리 소모	2년	3~5년	2~3년
운영 유지보수 비용	높음	낮음	중간
통신망 구축 비용	없음(기존 인프라 활용)	중간(LoRa Gateway 필요)	낮음(기존 LTE 활용)
장거리 전송	가능(LTE망 의존)	우수(최대 15km)	우수(LTE 기반)

## 운영 기술 고도화 전략

- 도로 빗물받이(배수구) 중심의 실효적 모니터링 방식 도입
  - 기존처럼 단순히 도로 노면 수위만 측정하는 것이 아니라, 빗물받이 내부나 입구에 센서를 설치하는 방식을 제안함
    - 배수구 막힘 여부와 배수 불량 상태를 사전에 감지하여, 실제 도로 침수가 시작되기 전에 선제적인 예·경보와 유지관리(청소 등)가 가능하도록 개선 필요
  - 신규 설치하는 장비는 설계 단계부터 태양광 패널과 저전력 시스템을 적용하여 전력 인입 공사비를 없애고 탄소 중립에 기여하도록 함
    - 기존 장비를 태양광으로 교체하는 것은 비용 대비 효과(월 전기료 1만 원 절감)가 낮음



[그림 9] 도로수위계 설치 개선(안, 예시)

- 지능형 CCTV 및 공공 와이파이 확충 계획과 연계한 스마트 감시 체계 구축
  - 서울시는 2025년에만 공공 와이파이 조성(88억 원), 지능형 CCTV 신설 및 전환(약 200억 원) 등 대규모 투자를 진행 중임
  - (단기) IoT 전용망(LoRaWAN, NB-IoT)을 주력으로 활용하되, 통신 환경이 양호한 곳은 공공 와이파이를 활용하여 통신비를 절감함
  - (장기) 물리적 수위계 설치를 넘어, 점차 늘어나는 '지능형 CCTV'의 영상 분석 기능을 활용해 도로 침수 상황을 감지하는 방식으로 전환하여 장비 설치 및 유지관리 비용 감소

# I 공간적 효율성, 운영비 절감, 데이터 품질 향상을 동시에 달성하는 스마트 수문관측망 구축 방향성을 제시

## 다양한 수문관측망 확대 운영

- 이 연구에서는 WMO 기준을 상회하는 수준의 강수관측망 최적 운영(안)을 제안하였으며, 상대적으로 밀도가 부족한 하천 수위·유량, 도로 및 관거 수위관측망에 대해서는 신규 설치와 기존 장비 이관을 통한 최적 운영 방안을 제시
  - 서울시 주요 하천과 지천, 그리고 과거 침수 이력이 있는 지역을 대상으로 하천 수위계 및 도로·관거 수위계의 신규 설치가 필요한 것으로 분석
  - 향후에는 지능형 CCTV 기반의 침수 감지 기술을 도입하여, 하천과 도로를 연계한 도시홍수 통합 감시체계 구축이 필요



[그림 10] 서울연구원 선행 연구 사례

자료: 서울연구원(2023, 김성은) 답러닝 기반 도로침수심분석 기술 개발,  
서울연구원(2024, 김성은) 답러닝 기반 실시간 도시침수 모니터링 시스템 개발 및 적용

## 지속적인 기기 검정 및 유지관리 필요

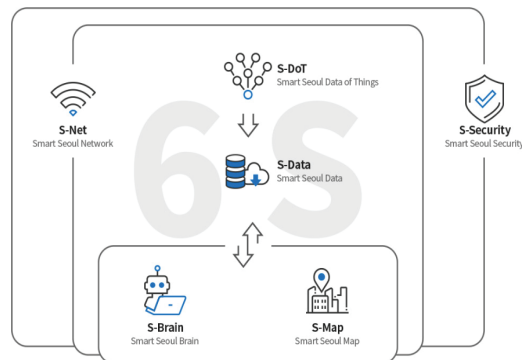
- 강수 관측망의 검정은 3년마다 정기적으로 이루어지고 있으나, 하천 수위계 및 도로/관거 수위계는 설치 이후 지속적이고 체계적인 유지관리 및 검정이 부족한 실정
  - 현장조사를 통한 개선점 도출: 수문관측망에 대해 주기적 품질검정과 상태 점검을 의무화 하고, 이상 감지 시 즉시 유지보수를 하는 체계 마련이 시급함

## 다기능 수문관측망 설계

- 수문관측망은 단일 목적에 한정하지 않고, 다양한 활용 가치를 고려하여 다목적 기능을 통합한 형태로 설계해야
  - 하천 수위계는 홍수 모니터링뿐 아니라 수변공간 활용성 평가, 하천 이용자 안전 확보, 수질 및 생태계 모니터링 등에도 활용
  - 도로 수위계 역시 단순한 도로의 침수 감지 기능을 넘어, 하수관거+도로수위 감시, 도로 배수로 관리, 도로시설 유지보수 및 정비 데이터 수집 기능까지 확장

## 정보화 계획과 연계

- 서울시 도시 정보화 계획과 긴밀히 연계하여 수문관측망 구축 추진
  - 서울시는 현재 공공 와이파이망, 지능형 CCTV, 스마트시티 인프라 구축을 적극 확대하고 있으며, 이러한 디지털 자원을 수문관측망 운영에 적극 활용
  - 공공 와이파이를 활용한 통신비 절감, 지능형 CCTV와 연계한 AI 기반 침수 감지체계 구축 등 ICT 기반 스마트 관측 체계를 도입함으로써 유지관리 비용을 절감하고 운영 효율성을 높여야 함



[그림 11] 서울특별시 스마트도시 기반 인프라 6S

## 품질관리 필요

- 수문관측 데이터는 향후 도시 재난 예방, 수자원 관리 정책 수립, 기후변화 적응 전략 마련의 핵심 기반자료로 활용될 것
  - 단순한 장비 설치나 데이터 확보에 그치지 않고, 데이터의 신뢰성과 정확성을 보장하기 위한 전 주기적 품질관리 체계 구축이 필수

정책  
리포트  
기술 분야

제436호

## 서울시 수문관측망 최적운영 방안 수립

**발행인** 오균

**편집인** 이신해

**발행처** 서울연구원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

02-2149-1234

**ISSN** 2586-484X

**발행일** 2026년 1월 5일

**디자인** 박진범

**인쇄·제본** 세일포커스

서울연구원 정책리포트는 서울시민의 삶의 질을 향상하고

서울의 도시 경쟁력을 강화하기 위해 도시 전반의 다양한 정책 이슈를 발굴하여 분석함으로써

서울시의 비전 설정과 정책 수립에 기여하고자 작성된 정책보고서입니다.

\* 이 정책리포트의 내용은 연구진의 견해로 서울특별시의 정책과 다를 수 있습니다.