

## IoT기반 지방관리하천 수문자동화 확대방안

조 성(충남연구원 재난안전연구센터 전임책임연구원, cksaint@cni.re.kr)

### CONTENTS

1. 서론
2. 현황분석
3. 첨단 기술을 도입한 수문자동화 및 재난 예방 통합관리 방안
4. 기대효과 및 확산가능성

### 요약

- 하천 수문은 평상시 농경지 배수로 역할을 수행하며, 폭우 등 홍수 시에는 하천 수량을 조절해 수해피해 예방의 목적으로 설치됨
- 수문관리자에 의해 수동, 또는 전동으로 개폐되는 현재의 작동방식은 판단오류, 대처지연 등의 원인에 의한 오류가능성이 상존하고, 수문관리인이 수문위치에서 직접 조작하는데 따른 사고 위험성, 사회적 갈등비용 문제가 함께 제기됨
- 이에 충청남도에서는 「수문관리 자동화 시스템」을 선도 사업으로 시군에 우선 실시하여 그 성과에 대한 확산을 도모하고자 함
- 첨단기술을 활용하여 IoT 기반의 재난관리가 가능할 수 있도록 자동화 시스템을 갖추고 원격제어장치를 통하여 데이터 전송과 수문제어 및 수문개폐, 주문주위 상황에 대한 모니터링이 동시에 이루어질 수 있음
- 이를 활용하여 실시간 현황 및 홍수량과 홍수위 예측을 통해 위험이 감지되는 경우 모바일을 통해 현장 지원 및 문자발송이 가능함
- 수리 수문 현황 및 운영결과를 데이터베이스에 저장하여 운영자료에 대한 빅데이터 활용이 가능해 짐으로써, 과학적인 수문운영 의사결정을 가능하게 하고, 홍수관리능력 강화와 수문관리 운영계획을 제공할 수 있음
- 하천은 지구단위로 관리되어야 하며, 이를 위해서는 국가하천, 지방하천, 소하천으로 이어지는 지구단위 관리체계가 강조되어야 하며, 이러한 체계를 갖출 때 예방적 재난관리가 가능해 짐
- 충남도가 도비와 시군비를 투입하여 선도적으로 추진한 「수문관리 자동화 시스템」이 IoT 기술을 활용한 지능형 하천방재관리시스템 구축 기반 마련과, 지구단위 하천에 대한 사업 확대를 통하여 지능형 하천방재관리시스템을 완성할 수 있을 것으로 기대됨

# 01 서론

## ● 연구의 배경 및 필요성

- 수문은 취수 또는 배수를 위하여 하천 제방을 횡단하여 설치하는 암거구조물로서, 홍수 시에는 게이트를 폐쇄하여 제방으로서의 기능을 갖는 중요한 하천 구조물임
- 하천의 수문관리는 농업용수 공급과 인근지역의 공업용수 공급, 하구 연안에 위치한 상습침수 구역의 배수개선, 염해방지 역할을 수행함
- 일반적으로 댐과 하구언 및 방조제 배수갑문 같은 대형 수문에는 관리사무소를 댐 인근에 설치하여 관리인이 상주하고 있으며, 댐 수위에 따라 자동 제어되는 수문 개폐 시스템이 설치되고 무인 또는 유인 조정, 제어되는 원격 감시시스템으로 통제되고 있음
- 그러나 이와 별도로 각급하천(국가하천, 지방하천, 소하천)에 설치된 각종 수문은 관리사무소와 상주관리인이 없고, 일반적으로 기계식 수문장치(권양기)를 수문에 설치하여 인력으로 또는 수동 또는 전동으로 작동하는 수문개폐 방식을 취함
- 이를 위해서는 기계식 수동 수문의 경우 수문관리자가 수문에 접근하여 수문 개폐장치를 직접 조작하기도 하고, 전동방식이라 하더라도 수문 근처에 설치된 제어판넬에 접근하여 스위치를 조작하여야 함
- 상주관리인이 없는 각급하천의 수문은 원격지에 있는 관리자(공무원)가 담당지역 내의 다수 수문을 관리하기에는 물리적으로 사실상 어렵다는 점에서 인근 마을 주민 등을 관리인으로 지정하여 홍수 시 수문에 접근하여 수문을 조작하거나 작동하도록 하고 있음
- 각종 하천 수문 개폐를 위해서는 야간의 홍수, 폭우 또는 태풍 등 악천후에도 불구하고 마을 관리인이 하천 수문까지 위험한 제방이나 농로를 통한 원거리 이동이 불가피함
- 이 같은 현상이동은 안전사고의 위험이 크며, 수문위치에 도착하더라도 강우량에 따라 시시각

각으로 변화하는 수문 내 외수위에 따라 수문의 개문 또는 폐문 장치를 선택하여 조작하여야 하는데, 수위 변화가 안정될 때까지 수문위치에서 장시간 대기하거나 수위 상황 확인을 위하여 자택과 수문사이를 수시 왕래해야 하는 인력과 시간의 낭비 문제가 유발됨

- 특히 지정 마을관리인이 부재중이거나 수문의 적정한 개폐시점을 상실할 경우에는 긴급 대응이 지연되어 농경지나 주거지역 등의 침수피해가 발생하는 등 재난 예방에도 심각한 문제를 초래함
- 수문은 평상시 농경지의 배수로 역할을 수행하며, 폭우 등 홍수시에는 신속한 수문개폐로 하천 수량을 적절히 조정해 농작물 등 각종 수해피해를 예방하기 위한 목적으로 설치 됨
- 하천관리란 하천의 기능을 보전하고 하천 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 하천을 일상적으로 점검, 정비하고 시간의 경과에 따라 요구되는 제반 조치를 취하는 것을 의미하며, 그 대상은 하천 구역과 하천시설을 포함
- 수문과 같은 시설물 관리에 있어서는 현재 사후유지관리 수준의 시설물 관리인원이 부족하고, 하천의 특성을 고려한 시설물 관리 종합시스템이 필요함

## ● 연구의 목적

- 각급하천에 설치된 하천 수문 내외 수위의 높고 낮음을 자동 감지하여 수문이 자동으로 개폐되도록 제어하고, 자동제어시스템의 정상가동 여부를 담당자(시군구 소속의 담당 공무원)에게 전달함으로써 재난 발생 시 신속한 대응체계를 구축함
- 민간인 수문관리자의 안전을 확보하고 수문관리 착오로 인한 인명과 재산 피해를 최소화 하는 등 재난 안전 서비스 제고를 위한 수문관리 성능을 개선함
- 하천하류는 만조시 역류하는 바닷물이나 강물을 차단하도록 하고, 해당 정보를 관리 담당자에게 경보함으로써 관리자가 사전에 재난 발생가능성을 인지함으로써 신속한 재난대응을 가능케 함
- 4차산업혁명 시대에 부합한 하천 수위 정보의 수집과 전달은 물론, 계측 정보의 저장, 가공 및 분석을 통하여 재난발생을 예측하는 빅데이터 기술 체계를 재난관리에 접목한 스마트 하천관리를 완성함
- 담당 공무원의 업무부담을 경감하여 성과 극대화를 위한 행정혁신과 지식경영 체계를 강화함

● 연구의 내용

- 시간 범위 : 2019년 기준
- 공간 범위 : 충청남도
- 내용 범위 : 충청남도 하천 및 홍수피해 현황분석, 하천 수문의 수동관리로 인한 피해 사례분석, 수문관리 기술동향, 선도사업 추진 경과, 결과확산방안

● 연구의 기대효과

- 하천 수문관리 자동화 실현을 통한 수문관리인의 안전확보 및 인적 피해발생 예방
- 하천 수위 자동 계측을 통하여 국지성 호우 발생 시 예상치 못한 하천 범람에 의한 재산 피해 예방
- 위험수위 측정 시 관리인에게 전달되는 자동 알림 시스템을 통하여 휴일이나 야간 등 모니터링 인력이 부족한 상황에도 대처 가능

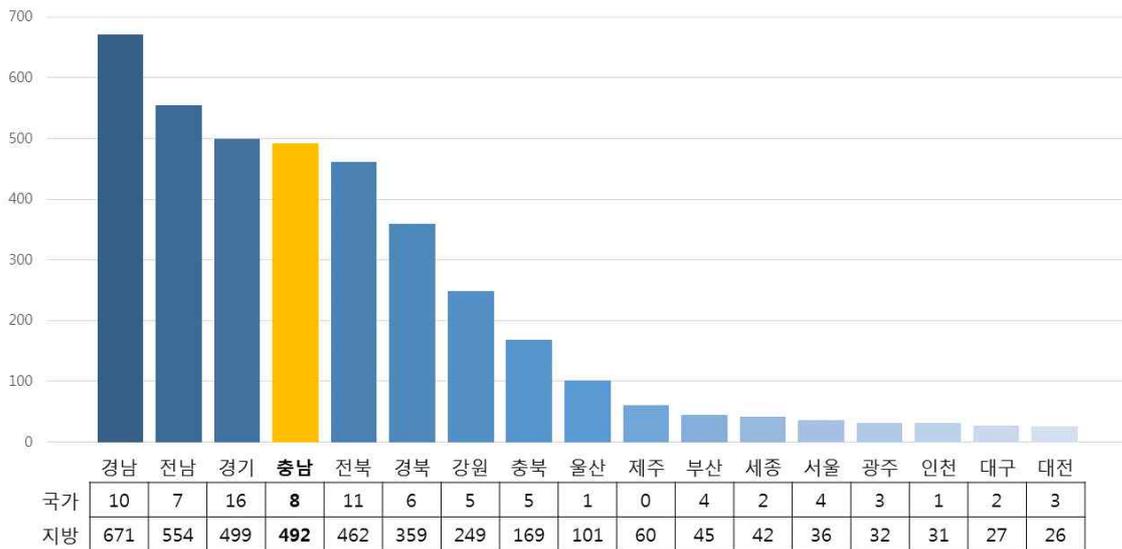
● 연구의 정책활용

- 이 연구자료는 향후 국비지원사업 추진을 위한 기초자료로 활용할 예정임

## 02 현황분석

### 1. 충청남도 하천 현황

- 충청남도는 4대 수계로 구분되어 있으며, 유역면적은 금강, 서해, 삼교호, 안성천 수계 순으로 넓게 분포하고 있음
- 하천은 총 500개소로 이중 국가하천이 8개소, 지방하천은 492개소를 차지하며, 전국하천의 12.7%인 3,943개소가 위치함



[그림 1] 전국 시도 하천 현황

- 총 연장은 2,773.41Km<sup>2</sup>에 이르는데, 유역면적에 따른 점유율로는 금강수계가 3,423Km<sup>2</sup>로 41.7%를 차지하며, 이어 서해수계가 2,849Km<sup>2</sup>로 34.7%를, 삼고천수계가 1,640Km<sup>2</sup>로 30%이며, 안성천수계가 302Km<sup>2</sup>로 3.7% 비율을 나타냄
- 시군별 하천 연장은 공주시, 부여군, 청양군, 서산시, 아산시 순으로 길게 나타남

[표 1] 충남 시군별 하천 현황

	공주	부여	청양	서산	아산	예산	금산	홍성	보령	논산	천안	당진	서천	태안	계룡
국가	0	0	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0	1	0	0
지방	73	51	45	43	39	34	33	33	32	29	26	22	21	7	4
하천연장	327	299	157	162	257	219	184	150	163	200	175	137	225	20	21

## 2. 홍수피해 발생의 원인과 특성

- 최근 10년간 충청남도의 우심피해 발생건수는 총 32건이며, 이로 인한 피해액은 244,679,871천원 임

[표 2] 최근 10년간 시군별 우심피해 발생률(2008~2017)

	합계	피해액	평균피해액
충청남도	32	244,679,871	7,646,246
천안시	1	21,934,768	21,934,768
공주시	1	4,565,866	4,565,866
보령시	3	13,343,032	4,447,677
아산시	3	13,754,979	4,584,993
서산시	2	46,781,442	23,390,721
논산시	3	14,384,935	4,794,978
계룡시	1	5,670,694	5,670,694
당진시	2	15,986,304	7,993,152
금산군	2	9,442,879	4,721,440
부여군	3	23,669,019	7,889,673
서천군	6	22,073,192	3,678,865
청양군	3	12,172,817	4,057,606
홍성군	2	10,970,719	5,485,360
예산군	2	12,413,251	6,206,626
태안군	2	36,941,647	18,470,824

\*자료: 행정안전부 재해연보 재구성

- 우리나라는 호우에 의한 홍수피해가 전체 자연재난 피해의 80~90%에 이룸
  - 기상학적으로는 여름철 장마와 폭우를 동반하는 태풍에 의한 집중호우가 자주 발생하며, 최근에는 국지성 집중호우로 단시간 내 좁은 구역을 움직이는 형태로도 나타남
  - 지형학적으로는 피복토가 얇아 수분함유능력이 적어 강우시 토사나 암석에 의한 토사유출원인의 홍수피해가 가중되고 있음
- 최근 지역적으로 편중된 국지성 집중호우에 의한 강우강도와 홍수규모가 증가함
  - 하천 수위를 급격히 상승시켜 급류에 의한 대피곤란, 도심지 저지대 침수를 야기하고, 산사태 등 2차 피해를 유발함
- 우리나라 도시화율은 2017년 기준 91.82%로 대부분의 도시 지역이 하천의 계획 홍수위보다 낮은 저지대에 위치하고, 하천변 저지대가 택지로 개발되어 홍수시 피해 가능성이 큼
- 바다와 인접한 지점에서는 조석간만의 영향을 받아 만조시 상류층에 강우가 오면 배수할 수 없어 침수가 불가피함
  - 하천에 인접한 지점에서는 국지성 호우 시 상류에서 유입되는 유량과 하천에서 범람하는 강물에 의하여 역으로 침수되는 사례가 빈번해 짐
- 현행 지방하천의 수문관리는 홍수의 규모와 발생 시간을 예측하여 제방 월류 가능성을 사전에 알려주는 일련의 과정으로 하천 수위상승을 조절하고 주의보·경보 발령을 통해 위험 정도를 알려주고 있으며, 공무원 또는 지정된 수문관리인(민간인)이 이를 수동 개폐하는 체계로 이루어져 있음
  - 지자체의 효율적인 재난관리를 지원하면서 국민 실생활에 활용가능한 정보를 제공하기 위해서는 홍수 예보 발령지점을 지방하천으로 확대하고 도시, 농지, 산지 등 국민의 생활공간이자 방재활동 단위인 유역의 행정구역과 연계한 위험정보의 제공이 필요함
- 홍수 대응을 위한 선행시간(Lead Time)은 홍수예보시스템의 효율성과 밀접한 관계가 있음
  - 홍수예보 선행시간에 따른 홍수피해 경감률은 3시간일 때 20~25%, 6시간일 때는 22~35%로 증가

[표 2]시군별 홍수피해 발생(1971~2017)

	피해액	이재민 (명)	인명 (명)	침수 면적 (ha)	건물 (천원)	선박 (천원)	농경지 (천원)	농작물 (천원)	공공시설 (천원)
충청남도	1,958,655,557	190,513	877	508,145.6	28,770,346	6,847,860	105,076,932	109,862,944	826,569,701
천안	123,528,315	4,570	32	102,655	1,990,935	345	3,019,245	2,254,497	62,543,119
공주	218,480,204	1,314	106	28,427.8	2,070,769	33,146	14,251,155	8,475,773	97,912,128
보령	138,545,385	21,311	102	30,403.5	2,458,755	1,199,111	9,578,982	6,984,670	87,777,060
아산	152,602,173	3,759	26	53,508.5	1,469,622	102,301	4,704,076	6,845,374	63,333,686
서산	93,054,274	2,177	41	23,217.1	3,808,178	967,299	1,489,596	4,412,484	33,768,688
논산	214,415,476	29,864	46	40,719.0	2,303,575	9,662	5,243,754	20,852,759	57,868,268
계룡	6,018,992	100	0	8.0	30,446	0	0	0	3,090,067
당진	136,080,336	1,471	23	32,181.8	3,427,677	252,101	4,821,431	3,731,451	58,358,131
금산	90,859,244	2,090	20	2,579.9	837,406	475	4,075,642	18,269,293	51,797,915
부여	299,388,065	76,517	258	67,557.6	3,175,921	131,759	28,085,311	13,655,788	103,965,124
서천	123,998,824	21,626	123	42,286.3	1,711,556	2,277,458	13,345,368	10,616,775	58,544,640
청양	93,833,155	5,403	12	13,556.2	442,833	0	6,706,123	3,831,615	41,926,987
홍성	85,659,021	1,397	16	21,984.8	959,036	359,448	3,084,062	2,280,315	40,184,546
예산	89,035,941	4,968	30	28,032.0	990,831	0	3,199,092	6,872,178	26,602,531
태안	93,156,152	4,679	42	21,028.5	3,092,806	1,514,755	3,473,095	779,972	38,896,811

※ 계룡시는 2004년-2016년까지 자료

### 3. 지방하천 배수문 관리 현황 및 문제점

- 현재 도내에서는 읍·면·동 단위 마을 수문관리인을 지정하여 수문 설비를 관리하고 시·군, 읍·면·동에서 담당 직원이 정기(연2회) 또는 수시로 점검
  - 충청도 지방하천 수문 730개 가운데, 전동식이 370개, 수동식이 360개이며, 전동식 수문이라 하더라도 자동화 시스템은 아님

- 수문관리인 고령화로 수동식·전동식 수문 조작에 어려움 겪음
- 홍수 발생 등 비상상황이 야간시간대 발생하거나 수문관리인이 휴가 등 부재 시에 발생하게 되면, 주로 시청 및 읍면 비상근무자가 현장출장 대응
- 지정된 마을 수문관리인은 주로 이장과 같이 마을 대표성격의 직책 가진 사람 가운데 선정되는 경우가 많으며, 희망하는 사람이 적기 때문에 한번 선정된 수문관리인이 교체되지 못하는 사례가 빈번함
  - 수문관리 업무 자체가 민원발생 소지가 많으며, 물관리를 두고 주민 간 갈등이 나타나 원활한 수문관리가 이루어지기 어려움
  - 마을 수문관리인은 고용된 관리자가 아니며 업무수행에 따른 별도의 보상체계가 갖추어지지 않음. 보수도 연간 100,000원 수준으로, 독립적인 일자리로 보기 어려우며, 마을 주민이 봉사하는 역할을 수행해 왔음
  - 이처럼 과중한 책임부담에 비해 적절한 수준의 보상이 이루어지기 어려운 구조에서 공무의 일종으로 행해져야 하는 업무에 대한 편의상의 민간 이전은 바람직하지 않으며, 불가피하게 지속되어 왔음을 인정한다 하더라도 시정되어야 할 관행임
- 하천은 서로 연결되어 있으나, 지역적으로 이격이 있는 경우 인접지역의 호우가 하천 수위에 영향을 끼침에도 불구하고 수문관리인이 이를 인지하지 못하는데 따른 범람 피해가 발생함
  - 특히 지정된 마을관리인이 부재중이거나, 수문의 적절한 개폐시점을 상실할 경우에는 긴급대응이 지연되어 농경지나 주거지역 등이 침수피해를 입게 되어 재난 예방에도 심각한 문제를 초래함
- 인근 농경지 및 축사시설, 주택 등 사유재산에 대한 침해로 인하여 주민간 갈등과 책임 공방으로 이어져 행정불신의 원인이 됨
  - 유역의 토지이용 형태가 답작에서 비닐하우스 등 침수에 취약한 형태로 급속히 전환되는 추세로, 소규모 홍수에도 지역농민들이 느끼는 침수피해의 정도가 점차 증가하고 있어 주의가 요망됨
- 재난발생에 따른 국가 및 지방자치단체의 책임성이 강화되는 가운데, 수문관리상 부주의에 의한 피해 발생이 빈발하는데 대한 손해배상이 증가되고, 이를 해결하기 위해 막대한 사회적 비용이 발생함\*
  - 2017년 대전시까지 침수의 주 원인은 집중호우로 갑자기 수위가 상승하자 수동으로 작동하는

수문의 관리자가 미처 수문을 개방하지 못하고, 수문으로 접근하고자 시도한 때에 이미 수위가 지나치게 높아져 차량이 침수 하는 등 수문에 접근하지 못하여 발생함

\* 아산시 염치읍 곡교천 인접 농사용 비닐하우스가 잠기지 않은 수문으로 인하여 범람피해를 입은데 대하여 피해보상 요구가 관철되지 않자 피해자가 부탄가스가 실린 차량으로 시청 청사에 돌진하여 유리문을 부수고 9시간여 경찰과 대치하며 이후 음독을 시도한 사례 발생 (서울신문, 2014. 8. 21)

● 민간인인 마을관리인이 위험에 노출되는 정도가 심각함<sup>1)</sup>

- 실제로 공공기관에서 이에 대한 노출을 꺼리는 측면에서 공식적인 집계가 이루어지지 못하고 있는 실정임
- 그러나 수문 조작을 하는 주요시점이 급작스러운 홍수, 집중호우, 국지성 호우 등의 긴박한 상황에 노출되기 때문에 크고 작은 인명관련 사고가 발생하고 있으며, 위험에 노출되어 있음
- 홍수 시 낙뢰 등의 위험에 노출되어 있음
- 하천에서 마을방향까지 물이 범람하여 스티로폼을 타고 수문개폐기로 이동하여 조작하기도 함
- 폭우 시 지붕시설이 없는 수문개폐기에서 조작을 해야 하는데 따르는 어려움을 토로함

#### 4. 충청남도의 개선노력

- 충청남도는 지방자치단체 차원의 중장기 재난 및 안전관리를 위한 비전을 수립하고, 「지방하천 수문 자동화 시스템 구축 사업」을 『행복한 안전충남 실행계획 2050』 선도사업으로 발굴하여 역점 추진 함
- 「지방하천 수문 자동화 시스템 구축 사업」은 2018년 우선 시범대상지를 선정하여 현재 아산시 관내 소재 지방하천 수문 28개소에 대한 자동화 및 중앙제어시스템 구축을 진행중에 있으며, 도시통합운영센터를 연계한 수문 중앙제어시스템 구축을 완료함
  - 국가하천, 지방하천, 소하천에 설치된 각종 하천 수문의 강박수위(내수위)와 강수위(외수위)의 높고 낮음을 자동 감지하여 수위가 높고 낮은 방향에 따라 수문이 완전 자동으로 개폐되도록 제어하고 자동 제어시스템의 정상가동 여부를 담당자(일반적으로 시·군·구 소속공무원 중 지

1) 아산시 염치읍, 선장면 마을관리인 20명 인터뷰 조사 결과 (2019. 3. 12~19)

정)에게 신호로 보내기 위한 장치 및 프로그램과 기록매체를 포함하는 무인 완전자동 하천수문 개폐시스템을 설치

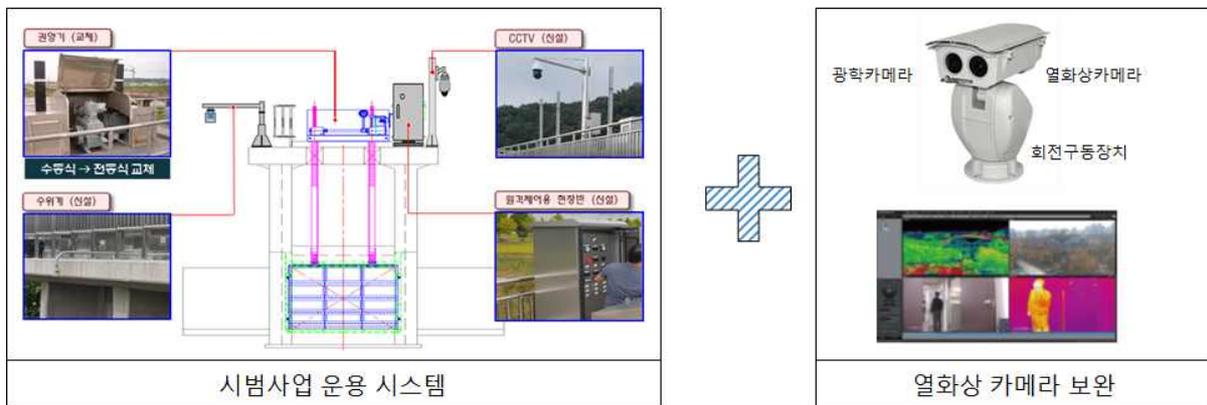
- 이를 위해 충남도는 도비, 시군비 각 10억 원을 투입, 앞으로 홍수 등 재난 상황 발생 시 자동으로 지방하천 수문 개폐가 가능해짐은 물론, 현장 CCTV를 통해 수문 개폐 상태, 하천상황에 대한 실시간 모니터링, 다양한 수문 조작방식 활용을 통한 효과적 재난대응이 가능해 짐
  - 홍수 시 수문 조작의 신속성 결여로 인한 주변 침수 가능성을 줄이고, 불분명한 책임소재를 명확히 하며, 현장 조작자 안전확보 문제의 동시 해결 효과를 가져옴
- 그러나 하천 수계의 특성 상, 행정기관 내 일부하천에 대한 제어만으로 사업 효과에 한계가 노정됨
  - 행정구역 내 각급하천 전반의 수문 대한 자동화 시스템이 확대·연계되지 않으면 미래형 재난 관리 시스템 구축은 불가하며, 이는 시도 단위의 자치단체 차원에서 접근하기에 무리가 따름

# 03

## 첨단 기술을 도입한 수문자동화 및 재난 예방 통합관리 방안

### 1. 기본방향

#### (1) IoT 기반 재난관리



[그림 2] 자동화 시스템 구성체계

- 유비쿼터스 컴퓨팅과 정보통신기술을 기반으로 수자원 및 시설관리를 능동적이고 혁신적으로 통합하여 이수, 치수, 환경 등에 활용하는 것으로, 안전하고 친환경적으로 운영되는 지능형 관리기술을 적용함
- CDMA, WiBro 등 BcN 망을 통하여 수집된 수자원·시설물 모니터링 정보를 통합 서버로 전송하면 이를 통합 관제센터에서 데이터를 표출하고 저장하며, 영상감시를 통하여 원격 제어할 수 있도록 설치함

- 하천 현장 배수문 시설에는 원격제어용 현장반(RTU)을 통하여 데이터 전송 및 수문제어를 실시하며, 수위계를 통한 제방 내·외측 수위를 측정하며, 열화상 CCTV를 통하여 수문 개폐 현황 및 수문 주위의 다양한 상황에 대한 모니터링이 이루어질 수 있도록 설계함

## (2) 지속가능한 재난관리

- 염도측정센서를 설치하여 해수와 담수가 섞이지 않도록 조절함으로써 용수활용 및 하구복원과 지속가능한 재난관리 기능 강화
  - 하천 수문은 홍수에 대비한 수위조절 기능을 중심으로 설치되지만, 하천의 하류에 이르면 해수와 만나는 구간이 형성됨
  - 이때, 해수와 담수의 염도조절 센서를 통하여 염도 분포와 조수차에 따른 수문 개폐를 실시하게 되면 농업용수로서 활용가능성을 배제하기 어려움
  - 궁극적으로 하구복원에 대한 자연친화적 접근이 가능해 지므로 지속가능한 재난관리 기능을 강화할 수 있음
- 대응체계강화를 위해서는 첨단 예경보 시스템을 통한 선제적 예방과 신속한 정보전달이 가능함
  - 재난 발생에 대한 대비는 예측정보의 첨단화를 통해 완성될 수 있음
  - 첨단 예경보시스템을 도입하여 신속한 정보전달이 이루어질 때, 현장관리자의 명확한 상황판단이 가능해질 수 있으므로 궁극적으로 대응능력을 강화할 수 있음

## (3) 실패를 반복하지 않는 재난관리

- 수문 개폐 시스템의 자동화와 더불어, 수위계측, 강우 측정, 주변강우와 수위의 상관 및 운영 노하우에 대한 데이터 축적이 가능함
  - 재난 관리를 위한 기초데이터로서 수위, 강우 등 기본적 자료의 축적은 과학적 재난예측을 가능하게 하고, 수집된 자료의 빅데이터 분석을 통하여 예방적 재난관리를 완성할 수 있음
  - 다양한 변수 출현에 대한 운영 노하우를 축적하여 자동화 자체가 가져올 수 있는 오류가능성을 최소화 함

## 2. 목표 시스템 구성



[그림 3] 목표 시스템 활용 단계도

- (재해대응 시설 연동 확대) 배수갑문, 비상 예경보 장치 시스템 연동
- 배수갑문 실시간 계측정보 수집 및 제공으로 재해 대응능력 강화
- 비상 예경보 장치 연동을 통한 신속하고 안전한 재해 대응
- (현장 재해대비 대응 능력 제고) 실시간 재난정보 자동 전송 기능 강화
- 실시간 계측정보 전달로 시설가동을 위한 현장 의사결정 정보제공
- 기상상황에 따른 재해위험 시설 사전 파악 및 대응 정보 제공
- KRC-HMI 프로그램과 표준화된 통신프로토콜(MODBUS)로 시설연동 강화
- 현장 계측장비 설치결과 모니터링 및 시스템 연동 테스트 환경구축
- 말단 계측장치 통신상태 확인기능 강화
- (영상 감시장치) 열화상 CCTV 및 VMS 서버의 효율적 등록 관리
- CCTV 연동 강화를 위한 본부 VMS서버 자동등록 기능 구현
- 쉽게 추정할 수 없는 계정·비번 및 설정 값 변경관리
- (시설코드 표준화) 수로부 시설코드 표준화 및 수문시설 위치표시
- RIMS 용배수로 시설의 측점정보를 활용한 수로부 시설코드 표준화

- 용배수로 노선 및 수문시설 주제도 표출
  - (모바일 서비스 강화) 모바일을 통한 맞춤형 현장지원 서비스 제공
  - 신속한 현장지원을 위한 담당자 맞춤형 모바일 서비스 제공
  - 시설 위기단계에 따른 시설담당자 문자발송
- 전 구역의 홍수분석을 통해 홍수재난발생 예측 및 경보조치가 가능한 통합홍수 예경보 시스템을 구축하고 비상대처계획(EAP) 수립으로 비상시 인근 주변 주민의 안전성을 확보함
  - 또한 수리수문현황 및 운영결과 데이터베이스 저장, 운영자료 빅데이터 활용, 지식기반 데이터베이스 등을 구축하고 Feed Back 과정을 거쳐 관리자의 수문운영 의사 결정에 반영, 홍수관리능력 역량을 강화한 배수갑문 운영계획을 제공함

## 04 기대효과 및 확산 가능성

### 1. 기대효과

- 기존 배수관련 시설물 또는 신설되는 시설물에 새로운 기술을 접목하여 구조적인 문제를 비구조적인 방법으로 해결함으로써, 예산과 시간을 절약하고, IT 기술과 소프트웨어를 이용하여 자동화 함으로써 국민의 인명과 재산을 보호하는데 기여함
- 홍수 뿐만아니라 장기적으로는 가뭄 등 풍수해 재난대책 수립 및 대응이 가능해지고, 모든 관측 정보와 생활, 용수 활용 정보가 통합되는 경우 이를 홍수, 가뭄 분석에 활용하여 예경보 정확도를 향상시킬 수 있음
  - 통합적인 물관리를 통하여 용수부족을 해결하는 효과 가능
  - 사후복구 및 지원방향에 대한 의사결정 가능
- 바닷물 유입 지역에는 염도 측정기를 추가하여 하구복원 및 수질사고 대응도 가능해 짐
  - 수원에 오염원 유입 시 신속한 대응 및 의사결정이 가능해 짐
  - 용수로서의 활용가능성이 증대하여 가뭄 등 다른 재난에 대한 방제기능을 수행함
- 홍수 등 재난 상황 발생 시 지방하천 수문 개폐가 자동으로 가능해지며, 현장 열화상 CCTV를 통해 수문의 개폐상태 및 하천 상황을 실시간으로 모니터링 함으로서 수문조작의 안정성을 확보함
  - 중앙 상황실을 통합구축함으로써 재난상황 전반에 대한 관제 가능
  - 비가 실제로 해당 지역에 내리고 있는 상황에서 재해 발생 지역을 미리 판단하여 이에 따른 적절한 조치를 취할 수 있음

- 기존 시스템의 감시기반을 확장하여 전천후 감시운영 업무 효율을 극대화 할 수 있음
  - 현장의 카메라를 보고 수문을 제어하게 되고, 중앙관리수단에서는 안내방송을 수행하고 수문 제어 후 수위 변화량의 결과값을 관계자들이 알 수 있게 됨으로써, 현재 상태를 수시로 확인할 수 있는 상승효과가 발생 함
  - 배수문 관리의 진정한 자동화를 통해 도민의 생명과 재산을 보호하며, 방송시스템, 문자전송 시스템과 연계 운용할 수 있는 기반을 통하여 신속한 대응체계를 갖출 수 있음
- 재난피해로부터의 보호 뿐만 아니라 수문관리의 인적 오류로 인한 사고가능성을 최소화하여 종사자의 안전 확보가 가능해 짐
  - 예비방류 수행, 수용한계 초과 시 해당 관계자들에게 문자전송 또는 자동 재난대비 비상안내 방송이 가능하도록 관리자들이 사전에 상황을 파악하고 대비하게 함으로써, 자연재해로부터 사후 관리가 아닌 사전 대비를 통해 소중한 인명과 재난 피해를 방지하는 효과를 제공함
  - 관리자의 단말기 및 관리 서버와의 통신이 두절된 경우에도 메모리부에 저장된 평시 수문개폐 및 수위 데이터에 따라 자동으로 수문을 개폐할 수 있으며, 태풍이나 폭풍우, 홍수 발생 시에도 안전상 위험이 전혀 없는 수문 개폐에 용이하게 대처할 수 있는 효과가 있음
- 수문 주변의 용수 공급과 배수 조건을 고려하여 침수로 인한 피해가 상대적으로 높아지는데 따른 시설물 관리기관과 주민간의 손해배상 사건 증가를 억제하고, 이에 따른 예산과 시간의 단축 가능
  - 수문관리 자동화 시스템을 갖추게 되면, 전국 각급 하천에 설치된 약 38,000개소의 중소수문에 원격감시 무인자동 수문개폐시스템을 설치하여 수동 또는 전동스위치 작동이 불요하게 되어 시간과 인력 및 관리비용이 대폭 절감됨
- ICT 기술을 활용한 지능형 하천방재관리시스템 구축 기반 마련
  - 재해를 경감시키는 능동적인 방재시설물에 대한 계획을 수립하기 위해서는 수문자료 및 하천의 정보 수집 분석이 필요
  - 각 수문에서 관측된 수위자료는 강우관측 자료와 함께 DB가 축적되면, 수문 완전 자동 개폐를 위한 적정 수위 값을 산출하게 되며 향후 실시간으로 강우로 인한 하천 수위 값을 예측 가능하게 됨
  - 나아가 축적된 하천 수위 관측 DB를 통해 미래에는 컴퓨터가 유역 전체 하천방재시설(수문, 배수펌프장, 가동보)을 자동으로 관리할 수 있는 지능형 하천방재관리시스템 구축이 가능해짐

- 경제, 사회적 측면과 시대적 요구의 측면에서 다양한 이점을 확보함
  - 경제적 측면에서 부처별, 하천별, 시스템별, 기관별 관리체계 및 시스템 구축의 효율화를 도모하여 예산의 효율적 집행이 가능해 짐
  - 사회적 측면에서 하천 주변의 재난위험으로부터 안전을 확보하고 하천관리자를 법적책임소재 등으로부터 보호함
  - 시대적 측면에서는 기술 환경의 변화에 따른 첨단기술의 적용은 필수적이며, 부가적으로 통신망 정보를 통합하여 관내 방법, 교통, 주정차단속 CCTV를 통합한 영상정보 공유가 가능한 체계를 확립함

## 2. 확산가능성 및 필요성

- 국가에서 국가하천 정비사업 시 수문을 설치하여 지자체에 수문의 운영관리를 위임하는 것은 전국적인 공통사항에 해당 함
  - 하천은 관리 주체에 따라 국가하천과 지방하천 및 소하천으로 구분하고 있으나, 이와 별개로 실제로는 지구단위의 하천관리가 요구됨
  - 그동안 하천관리의 주된 문제점으로 한정된 구간만을 고려한 하천정비와, 지속적이고 체계적인 관리가 이루어지지 못한 점이 지적되어 왔음
  - 방재시설과 같은 기반시설의 설치·정비 또는 개량에 관한 계획은 용도지구에 맞게 계획되고 기능증진을 위한 관리가 이루어져야 하므로, 이러한 수문자동화를 통한 하천관리시스템은 해당 지구 내 국가하천-지방하천-소하천이 연계 설치될 때 실질적 효과를 증대시킬 수 있음
  - 따라서 하천정비와 관리는 일정한 하천구간만을 대상으로 고려할 것이 아니라 해당 지구 전반에 걸친 충분한 검토와 계획수립을 통해 이루어져야 함
- 하천 주변이나 바닷가 주변은 만조나 하천 수위 상승으로 인한 피해 감소를 위하여 새로운 배수시설물을 적용하는데 따른 예산부담을 줄이고 대비효과를 거둘 수 있어 확산 가능성 높음
- 예방사업투자비 증가로 인한 잠재적인 손실감소효과는 7배에 달하며, 피해복구 비용은 간접비용으로서 피해액대비 1.97배에 이르러, 홍수에 의한 재난피해발생이 빈번한 우리나라에서는 예방적 투자가치가 큼

### 3. 국책과제와의 연계가능성

- 국민생활 문제 해결을 위한 기술, 실증, 제도개선 등 토달 솔루션형 연구개발을 목표로 과학기술 중심의 체감형 재난대응을 위한 사업추진
  - 국민생활과 밀접한 재난·재해를 예방하고, 고부가가치 신산업을 발굴 육성하는 차원에서 과기정통부, 국토부 및 행정안전부 R&D 투자방향과 연계됨
- 국책과제로서 한국형 스마트시티에 맞는 예방적 재난관리
  - 스마트시티 조성은 첨단기술을 활용하여 시민의 삶의 질 향상에 노력한다는 점에서 스마트 시티의 장점은 궁극적으로 안전한 생활환경을 위한 바탕이 됨
  - 교통관제, 방범, 치안용 CCTV와 연동 되는 전송시스템을 구축하여 기상정보, 재난정보, 안전 정보가 통합적으로 관리되는 한국형 스마트시티 모델을 확장 가능
  - 재난 및 안전관련 정보의 빅데이터 플랫폼을 구축함으로써 예방적 재난관리 발전 가능성 제시

## 참고자료

---

- 건설교통부(2002), 자연친화적하천관리지침.
- 국토해양부(2011), 수자원장기종합계획(2011-2020).
- 김승모(2017), 공간구조 분석론을 활용한 의원공간 배치에 관한 연구 : 검진센터를 운영하는 내과의원을 중심으로, 국민대학교 디자인대학원 석사학위논문.
- 김영기(2011), 경주보문관광단지주변 북천유역의 환경기능 향상에 관한 연구, 경북대학교 산업대학원 석사학위논문.
- 한화진, 안소은(2006), 기후변화 영향평가 및 적응시스템 구축, 한국환경정책평가연구원.
- 홍석민(2017), ICT기반의 물정보 통합관리시스템 개발 : 지능형 물관리의 구현, 성균관대학교 수자원전문대학원 석사학위논문.
- 홍석민, 장암(2017), ICT기반의 물정보 통합관리시스템 개발 연구, 대한환경공학회지, 39(12): 723-732.
- 충청남도 물환경연구센터(2017), 충남의 하천 들여다보기.
- 한강홍수통제소(2011), 4대강 재난방지를 위한 하천시설물 연계기술 개발 2, 국토해양부.
- 환경부(2018), 2018환경백서.
- 행정안전부(2017), 재해연보.
- 행정안전부(2016), 재해연보.
- <https://www.kwater.or.kr>.
- <http://www.law.go.kr>.