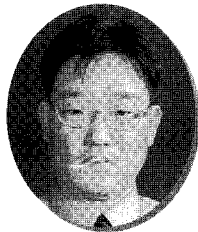


기술 위원회 기술 칼럼

| 댐·제방 기술위원회 |

하천제방 배수통문의 안전관리방안



김진만
한국건설기술연구원
지반연구부 책임연구원
(jmkim@kict.re.kr)

1. 머리말

최근 국내 하천제방은 노후화 및 이상홍수로 인하여 홍수 시 제방붕괴로 인한 막대한 인명 및 재산피해를 야기하고 있다. 그 대표적인 예로 2002년 태풍 매미와 장기홍수로 인하여 전국적으로 270명이 사망하거나 실종되었고, 7,634동의 주택이 파손되고, 17,749ha의 농경지가 유실되는 등 6조 1,038억원이라는 막대한 인명 및 재산피해가 발생하였다. 또한, 2003년의 경우 태풍 매미로 인하여 140명의 인명 피해와 4조 7,810억원이라는 막대한 인명 및 재산 피해가 재발하였다.

한편, 배수통문은 제방을 횡단하는 암거형식의 수로구조물로, 농업용수의 취득 또는 배수 등의 목적으로 설치된다. 또한, 배수통문은 연속적으로 시공

되어져야 하는 제방의 특성에 반하여 불연적인 단면을 제공함으로써 제방의 취약부를 형성하고, 지반침하가 큰 지반에 말뚝기초로 지지된 통관 주변에 공동 및 상대적 지반침하(파이핑 발생 원인)에 의한 단차, 제방 폭의 감소 등이 발생되기 때문에 하천제방 안전성을 저하시키는 구조물로 여겨진다.

하천구조물 관련 홍수 피해는 그림 1에서 보듯이 2002년 홍수피해 전체 453건 중 54건 발생이 발생되어 전체 제방붕괴의 약 12%에 해당하는 것으로 보고되어 졌다. 그 주요 원인은 말뚝 처리된 배수통문 저면 공동 발생에 따른 제방 붕괴에 의한 것으로서, 일본의 연통시험과 같은 특수안전진단기법에 의한 조사를 필요로 하였다(한국건설기술연구원, 2004).

배수통문 구조물 붕괴는 연약지반상에 설치될 경

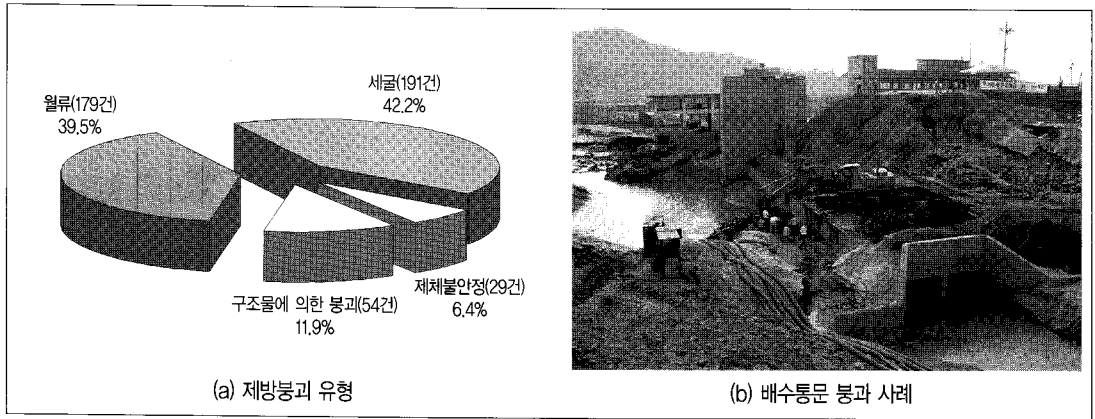


그림 1. 2002년도 제방붕괴 현황

표 1. 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS) 상의 국내 배수구조물 현황(김진만, 2006)

형식 관리청	I	II	III	IV	V	VI	VII
서울청	337	2,047	547	84	22	1	332
원주청	39	120	12	8	2	1	33
부산청	201	493	747		51	4	681
대전청	439	630	329		23	7	408
익산청	585	1,756	831		35	2	420
총 계	1,601	5,046	2,466	92	133	15	1,874

표 2. 준공 연도별 배수펌프장 세부 현황

관리청 시공연도	서울청 (총계:332)	원주청 (총계:33)	부산청 (총계:681)	대전청 (총계:408)	익산청 (총계:420)
2000~1996			1		1
1995~1986	10	1	61	24	13
1985~1976	93	5	243	75	66
1975~	46		180	40	73
소 계	149	6	485	139	153
비율	44.9	18.2	71.2	34.1	36.4

우 말뚝으로 지지된 구조물 직상단 및 연약지반 측벽부 사이의 20년 이상의 장기간에 걸친 홍수 시 침투수 반복 및 부등침하 등으로 인한 미세 균열이 진전됨으로써 발생된다.

한편, 표 1에서는 건설교통부에서 운영하고 있는 2005년 현재 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)상의 국내 배수구조물 현황 및 준공 연도별 배수펌프장 세부 현황을 보여준다.

배수통문은 표 1에서 보듯이 1) 배수암거/용수암거/배수통문(I), 2) 배수통관/배수관/수로배수관(II), 3) 취수/배수/갑문/배수관문/수문(III), 4) 도로 배수 암거/관(IV), 5) 유출구/낙차공/취수정/방류구/잠관/수위표 등(V), 6) 취수통관/양수장취수관/취수관(VI), 7) 양수장/배수장/펌프장/용수펌프장/배수 펌프장/취수장/취수(장)시설(VII) 등으로 구분되어 34,559개소가 관리되고 있다.

특히 20년 이상 노후된 양수/용수/배수 펌프장과 관련된 배수통문은 년도가 확인된 932 개소 중 89%가 20년 이상된 구조물이다(표 2 참조).

정부차원의 하천구조물 유지관리업무는 주로 지자체, 한국농촌공사 등에서, 지방국토관리청의 경우 시공완료 5년 이내인 경우 시공책임차원의 보조적 역할을 수행하고 있다.

본 고에서는 국내 하천시설물 중 배수펌프장내 배수통문에 대한 관리 현황, 붕괴 및 변형 유형 등의 조

사결과를 토대로 합리적인 안전관리방안을 제시하고자 한다.

2. 배수통문 관리 현황

2.1 관리조직체계

하천과 관련된 중앙 정부조직은 건설교통부, 환경부, 행정자치부, 농림부 등 4개 부처이다. 이중 건설교통부는 이수·치수와 관련하여 다목적 댐과 광역상수도의 건설·관리, 공유수면관리, 홍수예보 및 수문관측, 지하수 관리, 국가하천 관리, 내륙 수운 및 운하의 건설·관리 업무 등 하천 관련 주무 부처이다.

그 외 부처는 환경부의 경우 도시하수처리장 및 공단폐수처리장, 환경영향평가, 하천정화사업 등으로, 행정자치부의 경우 하천관리와 관련된 건교부 및 환경부 관련 각종 지방업무 지원 및 보원에 관한 총괄 등으로, 농림부의 경우 주로 농업과 관련된 관개용수의 개발 관리, 농업용 하구둑 관리, 간척지, 담수호의 개발 등으로 하천업무를 수행하고 있다.

또한, 2003년 감사원 감사결과에 의하면, 국내 하천관리 실태는 하천이 있는 225개 시·군·구(제주도 및 일부 도서지역 제외) 중 하천 점·사용허가, 방재업무 등 하천관리 업무 담당자가 1명에 불과한 시·군·구가 51개(23%)나 되고 하천점검원이 전혀 없는 시·군·구가 51개(23%)에 이르는 등 하천관리인력이 매우 부족한 실정이다(감사원, 2003). 또한, 하천점검원 1인당 하천관리연장은 평균 34.6km나 되고, 하천에 대한 안전점검을 실시하지 않은 시·군·구가 27개(12%)이며, 서울특별시를 제외 한 시·도(관할 시·군·구)의 하천 1km당 연간 관

리에산은 평균 4백만여 원에 불과한 실정이다(감사원, 2003).

한편, 앞서 언급했듯이 국가하천 유지관리체계는 4개 부처가 관련됨으로써 효율적인 하천 유지관리에 대한 혼선이 다소 발생되고 있다.

예로써 본 사업과 관련된 배수펌프장은 건설교통부의 경우 설계 및 시공을 주관하여 준공함으로써 준공 후 5년 정도를 하자보수관계로 관련 지자체와 연계되어 있다. 또한, 이관된 배수펌프장은 도시지역 및 농림지역 구분하여 도시지역 전체 시설의 경우 지자체가, 농림지역의 경우 지자체가 토출수조를 제외한 배수암거 구조물을, 한국농촌공사(농림부)의 경우 배수펌프장 건축물 및 펌프 설비 등을 분할하여 관리하고 있다. 즉, 배수펌프장은 내수배제를 위한 간단한 기간 시설물임에도 불구하고 유지관리주체만도 건설교통부, 지자체, 한국농촌공사 등으로 분할되어 있음으로써 책임소재에 따른 행정업무 수행 및 효율성 등에 많은 문제점이 있다.

(1) 건설교통부 조직

하천 관련 건설교통부 중앙조직은 건교부 수자원국, 5개 지방청, 5개 홍수통제소가 있다. 하천유지관리업무는 주로 하천관리팀에 주로 담당하고 있다. 하천관리팀은 하천유량관리 업무, 하도정비 및 하천유지관리 업무, 하천구역 내 행위제한, 수문조사 및 하천정보화 업무 등을 담당하고 있다.

한편, 건설교통부에서는 하천법 제12조에 국가하천은 건설교통부장관이 관리하고 지방1, 2급하천은 시·도지사가 관리하는 것으로 규정한 뒤 같은 법 제28조에서는 국가하천의 유지관리를 시·도지사에게 위임하는 것으로 규정하여 결국 모든 하천을 시·도지사가 유지·관리하도록 하였다. 그러나

시·도 등 지방자치단체는 하천관리 인력과 예산이 상당히 부족한 실정이다.

또한, 하천법 제15조와 같은 법 시행령 제8조의 규정에 따르면 지방국토관리청은 매년 5월 말까지 제방·호안의 유지상태 등 관리상황을 점검하여 필요한 조치를 하도록 되어 있고, 건설교통부장관의 국가하천 관리상황 점검업무가 같은 법 시행령 제57조 제2항의 규정에 따라 지방국토관리청장에게 위임되어 있다. 그러나 각 지방국토관리청에서는 인력 등이 부족하여 적절한 점검을 하기 어려운 실정이다.

따라서 국가 하천유지관리체계는 통합관리 효율성과 예산중복투자 방지를 목적으로 중앙정부와 지자체의 역할분담 기준의 설정과 기술적 측면의 국내 노후 하천시설물 보수·보강을 위한 사전 안전진단 시스템, 보수·보강 우선순위 결정, 점검결과의 D/B화를 통한 체계적 관리체계 운용 등과 관련된 국가 통합재해예방시스템 구축 등을 보완하여야 한다.

(2) 지방정부조직

지방정부조직은 그림 2에서 보듯이 광역지자체와 기초지자체로 구성되며, 광역지자체는 특별시·광역시·도, 기초지자체는 자치구·시·군으로 구성된다. 서울시나 광역시의 하천유지관련 업무는 건설(방재, 치수) 관련과 산하의 건설(방재, 하천, 재난) 담당 등에서 담당하고 있다. 도에서는 건설도시국 산하의 건설계획과(방재치수과, 안전관리과, 재해재난관리과 등)에서 주로 담당하는데 담당인원수는 대략 4~7명 정도이다.

기초자치단체는 자치구의 경우 도시국(건설교통국, 건설도시국 등), 건설과(하수과, 지역관리과 등) 산하의 건설행정담당(재난관리담당, 하수담당 등)이, 시의 경우 건설도시국 산하 건설과(하수과 등)에

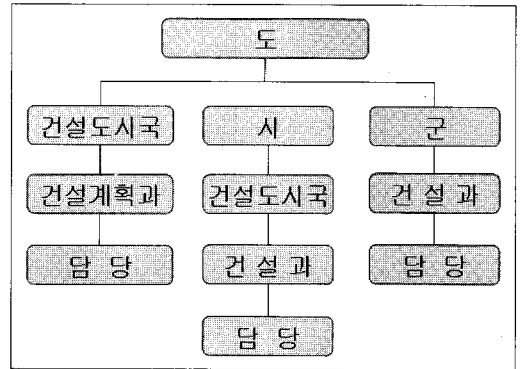


그림 2. 지방정부조직 하천유지관리 조직체계 (국토연구원 2004)

서, 군의 경우 건설과 산하의 건설행정담당이나 방재담당 등이 하천관련 업무를 담당하고 있다.

지방정부조직의 하천구조물 관리는 광역지자체와 기초지자체 등에 의한 관리실태가 지방정부 재정 상태에 따라 큰 차이를 보인다.

예로써 광역시인 서울시 동작구 ○○펌프장은 그림 3 (a)에서 보듯이 배수펌프장의 홍수 시 수문개폐, 펌프설비의 가동, 상부조직보고 등이 인터넷을 통하여 모니터링 되고 있다. 반면에 기초지자체인 ○○군 배수펌프장은 1명뿐인 하천관리자에 의해 배수통문 관리대장과 부족인력으로 인한 형식적인 육안 점검만을 수행하는 실정에 있다(그림 3 (b) 참조).

따라서 중앙주무부서인 건설교통부는 국민의 삶의 질 향상을 위한 재해방지 주무 부서로서 기초지자체의 한계적 역량을 고려한 차별적 지원행정 및 통합관리 등을 유도하여야 한다. 즉, 국가하천 배수통문 사업과 같이 중앙부처로서 건설교통부는 관리절차 표준, 관리자료표준(D/B자료 구축 및 무상배포, 관리자료의 중앙통합관리 등), 안정성 평가절차 표준, 수재해 주요 발생 중요 시설물의 안점점검 및 보수보강 수행 등의 직접적 지원을 도모하여야 한다.

른 제방 폭 감소, 배수통문 구조물 주변 다짐 불량에 따른 누수 위험성 등에 의한 하천제방 안정성을 저하시키는 구조물로 여겨진다. 국내 배수통문 관련 붕괴 유형은 다음과 같다(한국건설기술연구원, 2005).

(1) 말뚝기초에 의한 통문 하부 공동 및 유로 발생

본 붕괴유형은 그림 5와 같이 말뚝으로 기초 처리된 배수통문에서 많이 발생된다. 붕괴 원인은 신설 및 보축 또는 장기연약지반침하 등에 따른 제체 토사 하중으로 인한 하부 연약지반에 침하가 발생하여 홍수시 파이핑에 의한 암거저부의 공동 발생이다. 대표적인 붕괴 제방은 백산제, 광암제, 봉산제 등이 있다.

본 파괴 유형에 대한 지반공학적 개선방안은 배수통문의 종단 설계 의무화, 약액주입공법 사용에 따른 말뚝 사용 억제, 말뚝사용 시 엄격한 설계 및 시공 관리 등이다.

(2) 보축에 따른 배수암거 붕괴

본 사례는 정밀 안전진단 없이 기존 구조물 위에 보축 설계함으로써 기존 배수암거의 노후화 및 성토

하중 변화에 따른 붕괴 유형 이다. 이때 배수통문은 그림 6에서 보듯이 횡균열 발생과 상재하중의 증가에 따른 PC 말뚝기초의 지지력 부족으로 지반침하가 동시에 발생된다.

본 파괴 유형에 대한 개선방안은 선행 안전진단 및 배수통문의 종단 설계 의무화 등이다.

(3) 신축이음부에 의한 암거의 파괴

신축이음부는 온도응력변화에 따른 콘크리트 균열 및 수축에 대한 유동성 확보와 물의 유입 방지(지수판)를 목적으로 설치된다. 신축이음부는 그림 7과 같이 제체 및 기초 변형에 따른 변형이 허용변형(20mm) 보다 크게 발생할 경우 손상된다.

손상된 신축이음부는 특히 강제 배수시 내수 및 외수에 의한 토사 유실 경로가 되어 제체 함몰 및 또 는 공동을 발생시킨다.

본 파괴 유형에 대한 개선방안은 그림 8과 같은 가요성 재료에 의한 신축이음부 강화, 배수통문 종단 설계 시 지중온도를 고려한 신축이음부의 배제, 강제배수/자연배수의 이원화 등이다.

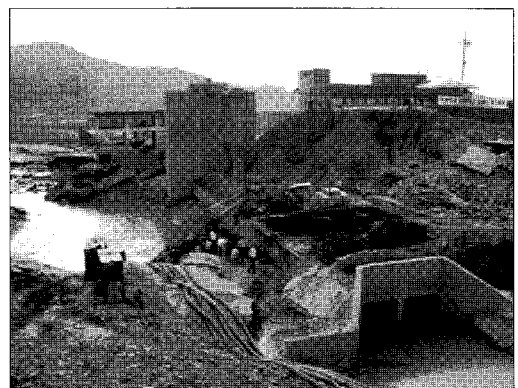
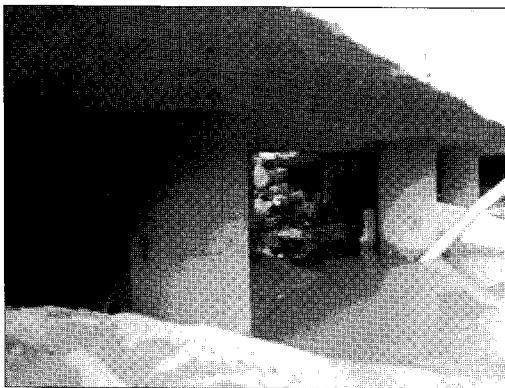


그림 5. 말뚝기초에 의한 붕괴 사례

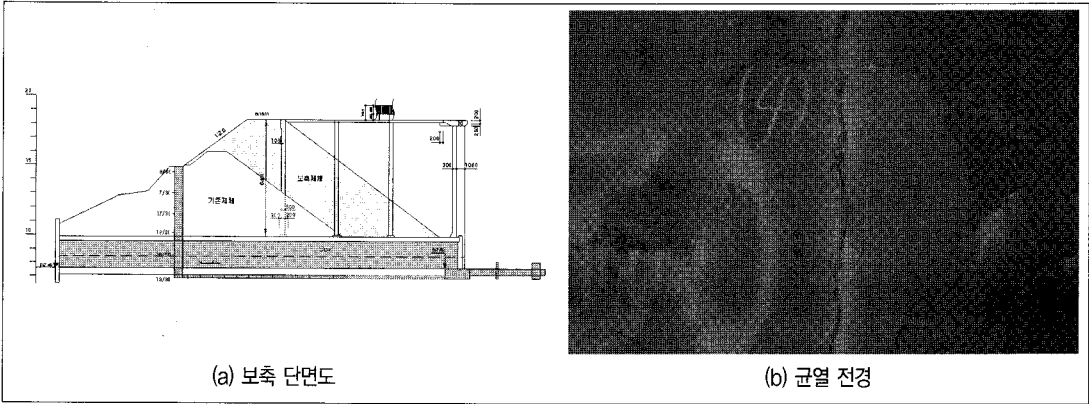


그림 6. 보축에 의한 횡방향 균열 사례

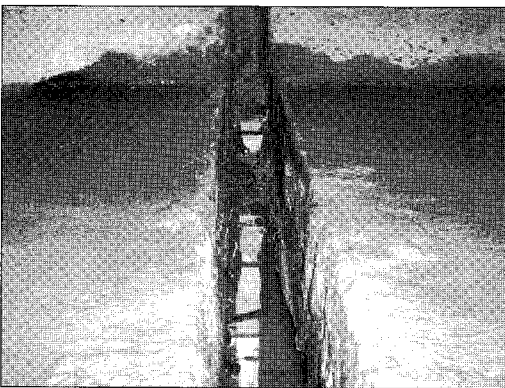


그림 7. 신축이음부 틈새

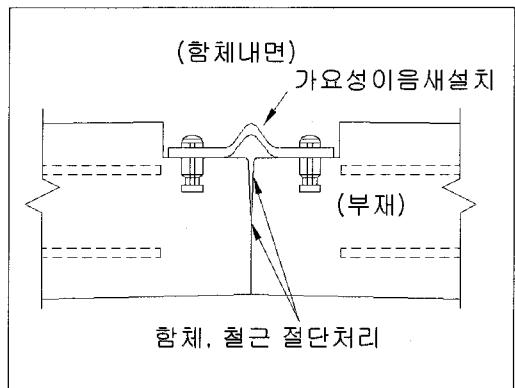


그림 8. 신축이음

(4) 말뚝 항타용 모래채움재에 따른 암거의 파괴

배수통문 시공은 연약지반상 지하수위 또는 관측 수위 부분에서 시공이 이루어지며, 이때 말뚝 항타를 위한 항타기(약 20ton)와 같은 중장비를 동원한다. 또한, 말뚝시공은 시공특성상 장비 주행성 확보를 위한 지반보강용 사석 포설과 말뚝시공 완료의 강관 말뚝 내 빈 공동을 속채움하기 위한 모래 채움 과정을 포함하고 있다. 이러한 사석포설 및 모래 속 채움은 그림 9에서 보듯이 시공완료 후 잘 처리하지 않을 경우 포설된 사석 및 모래층을 통한 누수가 발

생되어 제방 붕괴를 야기시킨다.

본 파괴 유형에 대한 개선방안은 배수통문 주변 성토재료 선정 및 다짐 규정 간소화, 정밀시공유도 등을 꼽을 수 있다.

(5) 배수펌프진동에 의한 통문 하부 공동 및 유로 발생

본 붕괴유형은 말뚝으로 기초 처리된 배수통문에서 많이 발생하는 경우로서, 그림 10과 같이 현장 시공 시 유입된 모래나 다짐이 안 된 세립토(실트, 점토)가 체내 매설된 토출수조와 연결된 배수펌프



그림 9. 말뚝 속채움 모래의 포설 사례

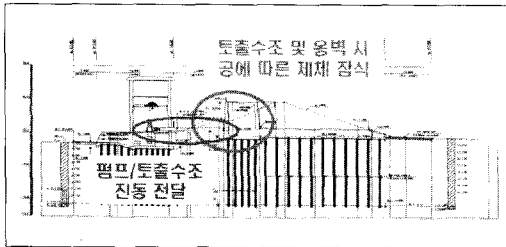


그림 10. 현행 배수펌프장 단면도

진동에 의해 동다짐 되어 통문 하부에 공동이 형성되면서 발생된다.

대표적인 붕괴 사례는 광암제 등을 들 수 있으며, 개선방안으로는 1) 펌프/토출수조 연결부의 이격이나 흡진재 설치 의무화, 2) 토출수조의 제체 밖으로의 설치 위치 변경 등이 있다.

3. 배수통문 안전관리 개선 방안

본 절에서는 전술한 국내 배수통문 관리실태를 분석한 결과를 토대로 하여 제도/관리 체계, 배수통문 구조, 유비쿼터스 기반 안전관리시스템 등에 대한 다음과 같은 개선(안)들을 제시하고자 한다.

3.1 제도/관리 체계 개선 방안

(1) 합리적인 안전점검체계 구축

건설교통부에서는 하천법 제12조에 국가하천은 건설교통부장관이 관리하고, 지방1, 2급하천은 시·도지사가 관리하는 것으로 규정한 뒤 같은 법 제28조에서는 국가하천의 유지관리를 시·도지사에게 위임하는 것으로 규정하여 결국 모든 하천을 시·도지사가 유지·관리하도록 되어있다. 그러나 앞서 언급했듯이 시·도 등 지방자치단체는 하천관리인력과 예산이 상당히 부족한 실정이다.

따라서 건설교통부에서는 국민의 삶의 질 향상을 위한 재해방지 주무 부서로서 기초지자체의 한계적 역량을 고려한 합리적인 안전점검체계를 유도하여야 한다. 즉, 국가하천 배수통문과 같은 하천시설물 관리는 중앙부처로서 건설교통부의 경우 관리절차 표준, 관리자료표준(D/B)자료 구축 및 무상배포, 관리자료의 중앙통합관리 등), 안정성 평가절차 표준, 수해해 주요 발생 중요 시설물 안전점검 등 하천시설물관리에 대한 국가통합측면의 기능을, 지자체의 경우 통상적인 유지관리업무 등을 수행하여 직능별 역할에 따른 합리적인 안전점검체계 구축을 유도할 필요가 있다.

(2) 배수펌프장 용량의 상향 조정

배수펌프장은 농림지역에 설치될 경우 통상적으로 수도작 농사를 고려하여 주변 농경지에 일정 정도의 강우량을 담수하는 것을 고려하여 설계됨으로서 홍수 시 내수배제를 위한 처리 용량이 턱없이 부족한 실정에 있다. 이러한 국가 배수펌프장 운용정책은 홍수 시 내수배제를 위한 홍수방재지원측면에서 배수펌프장의 역할 한계를 규정짓고 있어, 홍수

다발지역에 대한 합리적인 배수펌프장 설계용량개선이 요구된다.

(3) 국가 하천시설물 D/B시스템 강화

현재 지방국토관리청은 배수펌프장 관련 배수통문 관리대장을 체계적으로 관리하고 있는 기관의 경우 홍수재해가 빈번한 부산청을 들 수 있다. 부산청에서는 관저 및 암거에 대한 관리대장을 제작하여 체계적 관리하고 있으며, 이러한 부산청 자료조차도 관련 대장 내 배수통문 주변 토질주상도, 구조단면, 기초형식 등과 같은 유지·보수에 필요한 설계 자료가 빠져 있는 실정에 있다.

이는 하천시설물에 대한 체계적 관리의 기본이 되는 자료 관리부터 문제가 있는 것으로 표준화된 국가 하천시설물관리 D/B체계 수립이 요구된다.

3.2 배수통문 구조 관련 개선 방안

위에서 언급된 붕괴 유형별 개선방안으로는 1) 배수통문 주변 성토재료 선정 및 다짐 규정, 2) 배수통문의 종단 설계 의무화, 3) 말뚝 사용 억제, 4) 보축시 기존 배수통문의 안전진단 수행, 5) 가요성 재료에 의한 신축이음부 강화, 6) 자연배수/강제배수의 이원화, 7) 펌프/토출수조 연결부의 이격이나 흡진재 설치 의무화, 8) 토출수조의 제체 밖으로의 설치 위치 변경 등을 들 수 있다.

한편, 한국에서는 신개념 통문을 제안하여 말뚝 처리된 연약지반 상 배수통문의 내부토체 및 외부토체의 상대적 침하에 따른 공동 발생을 억제하려는 방안들이 강구되고 있다. 그 대표적인 국내 사례는 그림 11에서 보듯이 제체 비탈면 횡단 배수통문시스템을 들 수 있다.

또한, 말뚝 처리된 배수통문 저면 공동 발생 대책

은 기존 안전진단기법으로 추정하기가 어려운 관계로 비파괴 탐사와 같은 특수안전진단기법 도입이 필요하다.

3.3 유비쿼터스 기반 안전관리시스템 구축

최근 들어 국내 치수사업은 제방 개수, 댐, 수문, 배수펌프장, 우수지 등의 각종 하천관리시설 건설이 주된 사업이었으나, 관련 시설정비 및 그 수가 증대함에 따른 유지관리비용이 증가하여 가까운 장래에 공공투자액의 대부분을 차지할 것이라는 예상들이 나오고 있다.

또한, 수자원장기종합계획(2006~2020)에서는 『4.2 기술연구개발 사업의 추진계획수립』편에서 유비쿼터스 기반의 홍수재해지역 모니터링 기술 개발과 홍수재해 규모의 정량적 평가기법 등을 행정자치부(소방방재청) 및 지방자치단체 등에서 활용 가능하도록 협의하여 계획을 추진하도록 되어 있다.

따라서 국가하천 배수펌프장 배수통문 유지관리에는 유비쿼터스 시스템 등과 같은 대안적 수문관리시스템 등을 적용하여 관련시설의 유지관리비용을 최소화하면서 치수사업 효율성을 극대화하는 방안 수립이 중요하다.

한편, 국내 유비쿼터스 기반의 하천관리시스템은 이미 배수펌프장 및 보 등에서 도입하여 운용되고 있다.

그림 12는 『경안천 마평보 관리시스템』 메인 Web 화면 및 보 관련 시스템 등을 보여준다. 이러한 유비쿼터스 시스템은 현장에 설치된 여러 대의 모니터링 설비와 관리소에 설치된 감시제어설비 등이 하천유역에 매설된 광섬유 네트워크를 매개로 하여 하천시설물의 통합 관리를 가능케 한다. 다만, 하천시설물

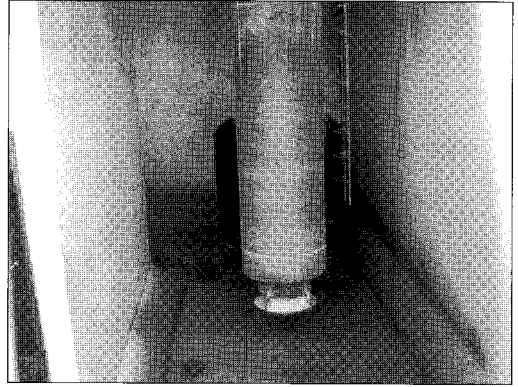
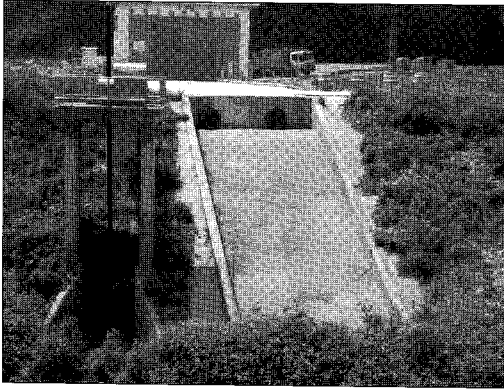


그림 11. 제체 비탈면 횡단 배수통문

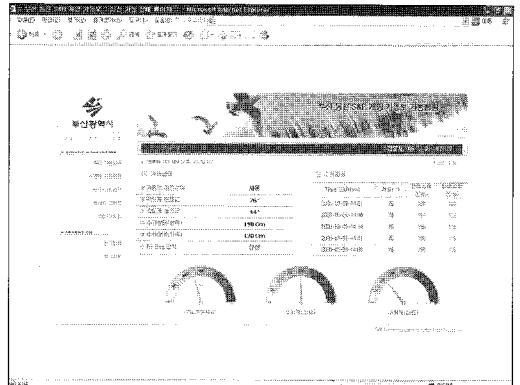
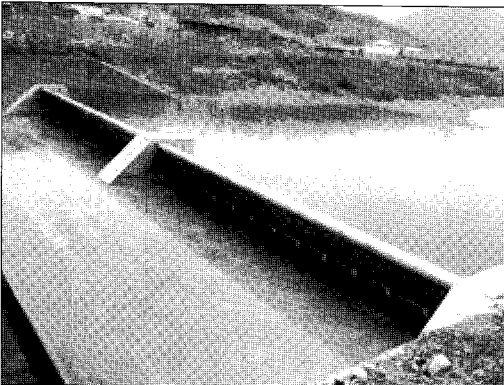


그림 12. 유비쿼터스 시스템을 이용한 관리시스템

관리를 위한 유비쿼터스 시스템은 국내의 경우 개별 시설물 단위로만 구축되어 있으며, 효율적인 치수를 위한 수계별 하천시설물 통합관리시스템으로 확대가 요구된다.

4. 맺음말

최근 하천구조물 관련 붕괴는 광암제, 백산제, 가현제 등 전체 제방 피해의 10%에 해당하는 큰 문제 요인으로 대두되고 있다. 특히 배수통문 분야는 하

천제방과 관련된 수자원분야, 주변지반의 파이핑, 다짐, 침하와 관련된 지반분야, 배수박스 설계와 관련된 구조분야 등 토목 전반에 관련된 요소기술의 집합적 성격을 가지고 있다. 국내 배수통문 관련 피해는 기술적 측면에서 이러한 토목기술의 모든 분야가 관련되어 있으면서도 구조물이 단순하다는 이유로, 관련 분야에 대한 통합적 대안이 추진되지 않아 붕괴에 따른 피해가 다소 확대되지 않았으나 하는 안타까움이 있다.

최근 들어 건설교통부에서는 국가재원을 투자하여 제방 및 배수통문과 관련하여 시설물 개요, 위치,

공학적 특성, 피해이력, 토질특성 등의 데이터베이스를 구축하고 있으나 아직도 부족한 실정에 있다. 또한, 국가하천 시설물유지관리는 인력중심 유지관리체계에 기초함으로써 신속한 조치가 요구되는 재해관리 및 대응능력이 떨어지는 실정이며, 대안적으로 제시되고 있는 유비쿼터스 하천시설물관리시스템의 경우 개별적 하천시설물관리에만 응용되고 있다. 국내 건설투자정책은 SOC 신설투자에서 점진적으로 기존 SOC 건설 시설물의 합리적 관리 및 관리비용절감 등으로 정책적 전환을 시도되고 있다. 이러한 추세에 발맞춰 하천시설물 유지관리분야도 비용을 최소화하면서 치수사업 효율성을 극대화할 수 있는 유비쿼터스시스템을 이용한 하천시설물 통합관리시스템의 전국적 적용을 하여야하는 시점에 왔다.

또한, 국내에서도 이러한 정책추세와 더불어 하천 시설물 관련 비파괴 탐사기술의 개발, 유비쿼터스 기반 재해대응비상연락체계 구축, 연약지반 상합리

적 암거설계기술 등이 수자원, 지반, 구조분야의 공동 연구로 하루빨리 정착되어 국가적 치수안전도를 향상시키기를 기대한다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원 (2004), 하천제방 관련 선진기술 개발, 건설교통부.
2. 김진만 (2006), 하천제방 안정성(지반공학적 측면), 한국수자원학회, 물과 미래 Vol392, No.5, pp. 20~27.
3. 감사원 (2003), 자연재해 대비실태 감사결과, pp. 169~171.
4. 국토연구원 (2004), 하천의 유지관리방안 연구, pp. III 29~III 33, 건설교통부.
5. 한국건설기술연구원 (2005), 하천제방 배수통문의 설계 및 안정성 평가기법 연구, 건설교통부.

