

제방과 통문의 안전성 제고를 위한 제도 수립에 관한 연구*
A Study on Establishment of Institutional System to Increase Safety of Levees
and Drainage Culverts

Tae Uk Kang**, Sang Ho Lee***, Nam Kuk Lee****

**K-water Research Institute, 125, Yuseong-daero 1689 beon-gil, Yuseong-gu, Daejeon, Korea

***Department of Civil Engineering, Pukyong National University, Yongdang Campus 365, Sinseon-ro,
Nam-Gu. Busan, Korea

****Department of Public Administration, Pukyong National University, Daeyeon Campus 45, Yongso-ro,
Nam-Gu. Busan, Korea

Abstract

Levees and drainage culverts are very important facility because they protect the landside from floods. The levees and drainage culverts, however, have not been managed adequately in safety through a law and institutional system in Korea. The purpose of the study is to propose an institutional system that can effectively manage the levees and drainage culverts and to increase safety of them. The current study aims to introduce the levee certification system connected with flood insurance program that is being implemented in the USA. A phased establishment of the system, however, was proposed, since our current technical skill for safety evaluation of the facilities is low and people are unfamiliar with a certification system linked with flood insurance: a safety evaluation project to determine a priority of repair for levees and drainage culverts was proposed in the short term; and a certification project connected with the flood and storm insurance was suggested in the long term.

Key words: levee, drainage culvert, safety, certification, storm and flood insurance

* 이 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구 결과 중 일부로부터 작성되었음.

** First author. Tel. +82-42-870-7482. Fax. +82-42-870-7419. E-mail. ktw62@kwater.or.kr

*** Corresponding author. Tel. +82-51-629-6076. Fax. +82-51-629-6063. E-mail. peterlee@pknu.ac.kr

**** Tel. +82-51-629-5458. Fax. +82-51-629-5453. E-mail. namkuk@pknu.ac.kr

Submission & Publication Process

Received: Mar. 7, 2014 / Revised: Mar. 20, 2014 / Accepted: Mar. 26, 2014

국문초록

하천 제방과 통문은 홍수로부터 제내지를 보호하는 시설로서 매우 중요한 하천시설물이다. 하지만 우리나라에는 제방과 통문의 안전성을 체계적으로 관리하고 평가할 수 있는 제도가 불완전한 실정이다. 본 연구는 하천 제방과 통문을 효과적으로 관리함으로써 안전도를 높일 수 있는 제도 수립 방안 제시에 목적이 있다. 이를 위해 미국에서 효과적으로 시행되고 있는 홍수 보험과 연계된 제방 인증제의 도입을 지향하고 있지만, 우리나라의 제방과 통문의 안전성 평가에 관한 현재의 부족한 기술력과 인증 및 홍수 보험에 관한 낮은 사회적 인지도를 고려하여 단계적인 제도 수립을 제안하였다. 단기적으로는 하천 제방과 통문의 개·보수 우선순위를 결정하기 위한 상세 점검 제도의 수립을 제안하였고, 장기적으로는 우리나라의 기존 풍수해 보험 제도와 연계된 인증 제도의 시행을 제안하였다.

주제어: 제방, 통문, 안전성, 인증, 풍수해 보험

1. 서론

우리나라는 하절기에 집중된 태풍, 호우로 인해 하천시설물의 피해가 지속적으로 발생하고 있다. 특히, 홍수 시 제내지를 보호하는 제방과 통문은 붕괴될 경우 인명과 재산피해에 직접적으로 영향을 미치므로 매우 중요한 하천시설물이다. 실제로 2002년에 발생한 광암제, 백산제, 가현제의 붕괴는 넓은 제내지에 큰 피해를 입힌 사례이다.

이러한 제방과 통문의 피해 사례가 지속적으로 발생함에 따라 우리나라에서는 2000년대 중반부터 제방과 통문에 대한 관심이 고조되었다. 이에 제방과 통문의 합리적인 설계와 안전성 평가에 관한 선진 기술력 확보 및 유지관리 기술 정립에 관한 다양한 연구가 진행되었다[1][2][3]. 그리고 2012년에 개정된 하천법에서는 기존에 존재하지 않았던 제방과 통문 등을 포함한 하천시설물의 유지관리에 관한 조항이 신설되었다. 아울러 최근, 정부에서는 하천시설물의 유지관리를 위해 추가적으로 인력과 예산을 투입하고 있다.

한편, 1995년에 제정된 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서는 각종 주요 시설물에 대한 안전진단을 수행하도록 규정하고 있다. 하지만 해당 법률에서도 일부의 하천시설물을 대상으로만 정기적으로 정밀안전진단을 수행하고 있고, 대부분의 시설물은 실질적인 안전진단이 수행되지 못하고 있는 실정이다. 하천법의 경우, 하천시설물에 대한 유지관리에 관한 규정이 최근에 신설되어 인력과 예산이 투입되고 있지만, 주로 육안검사를 통해 식별이 가능한 위험 요소를 확인하고 대처하는 수준이고 규모면에서도 지방하천에 위치한 하천시설물까지 충분히 관리하기에는 역부족이다. 따라서 우리나라의 현행 법과 제도로는 국가 전역에 위치한 제방과 통문에 대한 관리체계를 갖추지 못하고 있고, 시설물 내부의 결함을 확인하거나 정밀한 안전성을 평가하기에는 한계가 있다.

하천시설물 관리에 관한 선진 사례로서, 미국에서는 제방 인증제(levee certification)를 시행하고 있다[4]. 제방 인증제는 제방 시스템(levee system) 단위의 인증제도로써, 100년 빈도 홍수에 대하여 제내지를 보호하고 있는 모든 시설물의 안전성을 평가하는 제도이다. 그리고 이러한 제방 인증제의 인증 결과는 국가 홍수 보험 프로그램(national flood insurance program; NFIP)의 홍수 보험요율 결정에 활용되고 있다.

미국의 국가 홍수 보험 프로그램과 유사하게 우리나라에서도 풍수해에 능동적으로 대처하고, 자율적 방재체계 구축을 위해 2006년에 풍수해 보험법이 제정되었다. 그리고 시범사업과 두 차례의 확대 시행을 거쳐 현재는 소방방재청의 관장 하에 풍수해 보험제도가 운영되고 있다[5]. 본 연구의 목적은 현재의 하천시설물에 대한 취약한 관리체제를 개선하기 위한 방법으로서 자율적 방재체계 구축의 활성화와 제방과 통문의 안전성을 증대시킬 수 있는 인증제도 수립을 제안하는 것이다. 이를 위해 국내의 관련 법규와 제도를 검토하였고, 제방과 통문의 안전을 평가할 수 있는 기술 수준을 진단하였다. 본 연구에서는 다양한 하천시설물 가운데 제방과 통문에 한정하여 기술하고 있는데, 이러한 시설물의 한정은 안전성 평가제도 시행에 필요한 안전성 평가 기준을 제방과 통문에 한정된 것에 기인한 것으로, 향후 다른 하천시설물의 기술적 기준이 정의될 경우 확대될 수 있을 것이다.

II. 하천시설물의 안전과 관련된 법률과 제도

1. 시설물 안전관리에 관한 특별법과 하천법

시설물의 안전관리에 관한 특별법은 시설물의 안전점검과 적절한 유지관리를 통해 재해와 재난을 예방하고, 시설물의 효용을 증진시키고자 1995년에 제정되었다. 그리고 동법 제13조 및 같은 법 시행령 제13조에 따라 한국시설안전공단은 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침을 마련하여 안전점검에 활용하고 있다.

시설물의 관리주체는 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제6조 제1항 및 제9조 제2항에 따라 대상 시설물에 대하여 주기적으로 정기점검, 정밀점검 및 정밀안전진단을 실시해야 한다[6]. 이때 정기점검과 정밀점검은 시설물의 중요도에 따라 구분된 1종 시설물과 2종 시설물에 대하여 모두 시행된다. 특별시, 광역시 내에 있는 국가하천의 통문은 1종 시설물에 해당한다. 1종 시설물에 대해서는 정밀점검과 정밀안전진단이 주기적으로 시행된다. 반면, 1종 시설물에 해당하지 않는 국가하천의 통문과 특별시, 광역시 안에 있는 지방하천의 통문은 2종 시설물이다. 그리고 제방의 경우에는 국가하천에 위치한 제방만이 2종 시설물로 분류되어 있다. 1종 시설물에 해당하지 않는 국가하천의 통문 및 특별시, 광역시 안에 있는 지방하천의 통문과 국가하천에 축조된 제방은 정밀안전진단이 필요시에만 시행되고 있다(<Table 1>). 더욱이 지방하천의 제방은 2종 시설물에도 포함되지 않아 정밀점검 조차도 법적으로 시행되지 않고 있는 실정이다.

결론적으로, 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서는 특별시, 광역시 안에 있는 국가하천의 통문만을 주기적으로 정밀안전진단을 시행하도록 규제하고 있으므로, 그 외의 제방과 통문에 대한 안전관리 는 소홀할 가능성이 높다.

<Table 1> Implementation of Safety Test for Levee and Drainage Culvert

구분		1종 시설물	2종 시설물
시설물	수문 및 통문	• 특별시, 광역시 안에 있는 국가하천의 수문 및 통문	• 시 안에 있는 국가하천의 수문 및 통문 • 특별시, 광역시 안에 있는 지방하천의 수문 및 통문
	제방		• 국가하천의 제방(부속 시설인 통관 및 호안을 포함한다.)
정밀점검		• 주기적 시행	
정밀안전진단		• 주기적 시행	• 필요 시 시행

한편, 우리나라의 하천법에는 제방과 통문의 안전진단에 관한 조항이 존재하지 않는다. 다만, 하천법 제27조(하천관리청의 하천공사 및 유지·보수)에서 하천의 유지·보수 시설로서 호안 및 배수시설을 포함한 제방을 관리하도록 규정하고 있다. 하지만 해당 조항은 2012년에 개정된 내용으로서 과거에는 하천법 내에 제방 등 하천시설물에 대한 유지관리에 관한 법적 규제가 없었다. 실제로 국토교통부에서는 하천시설물의 유지·보수에 관한 매뉴얼의 배포와, 이를 이용하여 직접 하천조사 업무를 수행하는 하천보수원의 인력 충원 등을 최근에서야 이행하였다[7]. 또한, 하천법 제15조(하천시설에 대한 관리대장 등)에서는 하천시설물의 설치현황과 규격 및 수리·수문 현황을 관리하도록 하천시설관리대장조서를 작성하여 시설물의 기본적인 현황만을 파악하도록 규정하고 있다.

2. 풍수해 보험제도

과거부터 지속되어 온 수해복구에 대응하기 위해 우리나라에서는 2006년에 풍수해 보험법을 제정하여 공포하였고, 소방방재청의 관장 하에 풍수해 보험제도를 운영하고 있다. 풍수해 보험이란, 소방방재청이 관장하고 민간보험사가 운영하는 정책보험으로서 보험계약자가 부담하여야 하는 보험료의 일부를 국가 및 지자체에서 보조함으로써 국민은 저렴한 보험료로 예기치 못한 풍수해(태풍, 홍수, 호우, 해일, 강풍, 풍랑, 대설)에 대해 능동적으로 대처할 수 있도록 하는 선진국형 재난관리제도이다[5].

풍수해 보험은 풍수해 피해에 대한 무상복구비 지원제도를 유상의 보험제도로 전환하여 실질적 복구를 도모하고 국가재정 부담을 완화하며 아울러 잠재적 피해자의 자율적인 방재의식을 고취하려는 취지에서 도입되었다. 그러나 현재 풍수해 보험은 여러 문제를 나타내고 있다. 우선 상당한 수준의 정부 지원에도 불구하고 보험 가입률이 낮으며, 가입자의 대부분이 정부가 보험료의 대부분을 지원하는 기초생활대상자여서 정부의 지원이 줄어들 경우 보험제도 자체가 제대로 운영될 수 있을지 의문이 제기된다. 한편, 의도한 대로 풍수해 보험이 경제주체의 자율적 방재 노력을 제고하는지도 불분명하다. 또한 현재와 같이 보험회사가 일정 수준 이상의 손해에 대해 정부로부터 전액 보전 받는 구조에서는 보험회사가 위험관리에 힘쓸 유인이 적다는 지적도 있다[8]1). 한편, 풍수해 보험제도의 대상 목적물은 건축법에 의한 모든 건축물과 온실 및 이

1) 풍수해 보험제도의 보험료는 상당 부분을 정부에서 지원하고 있는데, 특히, 기초생활 수급자의 경우 전체 보험료의 약 87%를 정부에서 지원하고, 일반가입자의 경우에도 약 60%를 정부에서 보조하고 있다.

에 부수 또는 포함되는 동산을 대상으로 하고 있다[5].

풍수해 보험법 제25조에서는 풍수해 예방과 풍수해 보험사업의 적절한 운영을 위해 과거의 풍수해 발생 이력 및 향후 발생 위험 등을 고려하여 풍수해 위험 정도를 지역별로 표시하는 풍수해 보험 관리지도를 작성하고 이를 관리하도록 기술하고 있다. 이에 따라 풍수해 보험료는 풍수해 보험 관리지도에 따라 지역별로 차등된다. 풍수해 보험제도의 대상 재해는 자연재해대책법 제2조 제2항에 근거한 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설에 해당하고 보상 재난 기준은 <Table 2>와 같다.

풍수해 보험제도는 풍수해 보험법 제정 이후 2006년의 시범사업을 시작으로 2008년에 전국사업으로 확대되었다. 보험제도 도입 초기에는 기존의 재난지원제도에서 자연재해보험으로의 변경에 대한 낮은 인식으로 인해 월 가입 건수 100건에 불과하였으나, 2006년 7월의 태풍 에위니아 이후 그 해 11월에만 8,000여건의 신규 가입이 이루어지는 등 확대되었다.

<Table 2> Disaster Criteria for Compensation

대상재해		기준
태풍		태풍의 영향으로 강풍, 풍랑, 호우 또는 해일현상 등이 기상청 기상주의보 발효 기준에 도달될 때
호우		12시간 강우량이 80 mm 이상 될 때
홍수		상기 태풍, 호우로 산간, 하천, 호소 등의 물이 범람하여 통상의 물길이 아닌 곳에 이례적인 급격한 수위의 증가를 초래할 때
강풍		육상에서 풍속 14 m/s 이상 또는 순간 풍속 20 m/s 이상일 때 단, 산지는 풍속이 17 m/s 이상 또는 순간 풍속이 25 m/s 이상일 때
풍랑		해상에서 풍속 14m/s 이상이 3시간 이상 지속되거나 유의파고가 3m를 초과할 때 ※ 유의파고: 파고가 높은 순서 중에서 1/3을 택해서 평균한 파고
해일	폭풍	천문조, 태풍·폭풍·저기압 등의 복합적인 영향으로 해수면이 상승하여 기상청 기상주의보 발효 기준 이상이 될 때 단, 발효 기준은 기상청에 의하여 지역별로 별도 지정된 값에 의함
	지진	대규모 해저 지진에 의한 해일이 발생할 때
대설		24시간 신적설이 5 cm 이상일 때 ※ 신적설: 특정기간 동안에 새로 내려 쌓인 눈의 높이

III. 인증제도의 이해와 미국의 제방 인증제도

1. 인증제도의 개요 및 구성요소

본 연구에서는 하천 제방과 통문의 안전성 제고를 위해 장기적으로 인증제도의 도입을 제안하고 있다. 그리고 후술되는 미국의 제방 인증제를 설명하기 위해서도 인증제도에 대한 개념 정립이 필요하다. 따라서 본 절에서는 일반적인 인증제도의 정의와 구성요소를 설명하고 있다.

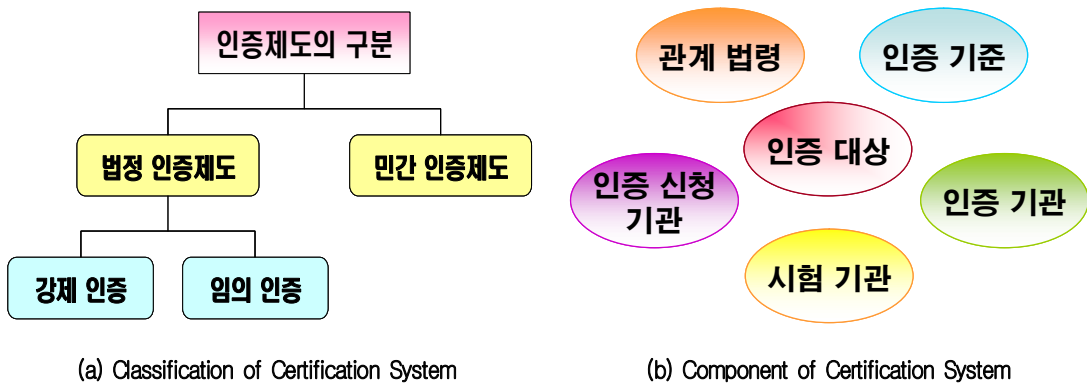
인증(certification)이란, 평가대상이 그에 적용되는 평가기준에 만족하는지 여부를 판단하기 위해 자격을 갖춘 자가 평가를 직접 수행하거나 제3자의 평가결과를 근거로 입증하는 행위이다. 여기서 인증대상은 제품, 프로세스, 시스템, 사람/기관 등이 될 수 있다. 그리고 적용되는 평가기준은 국제표준과 국가표준, 단체표준 등이 있다. 이러한 인증 업무를 수행하는 기관을 인

증기관으로 정의한다. 인정(accreditation)이란, 인증기관의 업무 수행에 대하여 권한을 가진 기관(인정기관)이 절차에 따라 공식적으로 승인하는 행위이다.

우리나라에서는 인증의 종류를 법적 근거에 따라 법정 인증제도와 민간 인증제도로 구분하고 있다. 그리고 법정 인증제도는 <Fig 1>의 (a)와 같이 강제성 유무에 따라 강제 인증과 임의 인증으로 구분된다. 법정 강제 인증은 법에 의해 의무적으로 인증을 받아야만 생산과 유통이 가능한 제도이고, 법정 임의 인증은 법에 근거하고 있으나 정책적인 목적으로 우선구매, 금융지원 등 인증 획득을 권장하는 제도이다[9].

우리나라에서 시행되고 있는 각종 인증제도에 관한 내용은 지식경제부 기술표준원에서 관리하고 있는 국가통합인증마크(Korea certification mark; KC mark)홈페이지(<http://www.kats.go.kr/kcmark>)를 통해 확인할 수 있다.

우리나라의 인증제도는 법적 근거와 강제성 유무에 따라 다양하게 존재하고 있지만, 몇 가지의 구성요소를 공통적으로 포함하고 있다. <Fig 1>의 (b)는 인증제의 구성요소를 나타낸 그림으로서, 인증제의 구성요소에는 인증의 목표와 인증 대상, 인증을 받고자 하는 신청기관(사람), 인증 업무를 수행하는 인증기관이 포함된다. 그리고 경우에 따라서는 인증에 필요한 시험을 수행할 시험 기관이 존재한다. 또한, 인증기관이 인증 여부를 결정할 수 있는 인증 기준이 필요하고, 법정 인증의 경우 관계 법령에 의해 인증제도가 정의되어야 한다.



<Fig 1> General Certification Systems

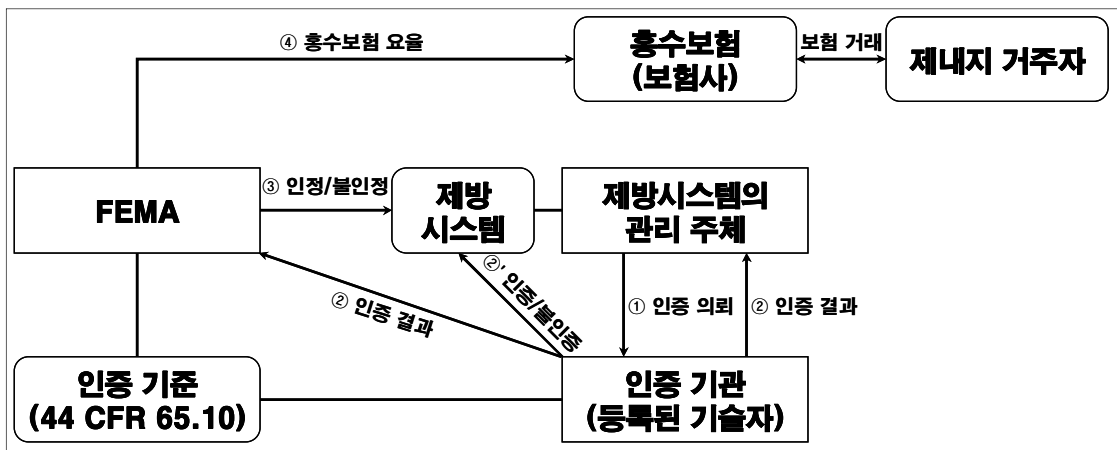
2. 미국의 제방인증제도

미국은 국가 차원의 효과적인 홍수 관리를 위하여 대규모 사업들을 수행하고 있다. 이 가운데 제방인증제는 하천시설물의 홍수에 대한 안전성을 평가하여 치수 안전성을 증대시키고, 효율적인 하천시설물의 유지관리를 가능하게 한다. 미 공병단[4]에서는 제방 인증제의 시행 배경을 다음과 같이 기술하고 있다. 미국의 국토안보부(Department of Homeland Security) 예하의 연방 재난 관리국(Federal Emergency Management Agency; FEMA)은 국가 홍수 보험 프로그램을

관장하고 있다. 그리고 국가 홍수 보험 프로그램의 일부로서 홍수의 영향을 받을 수 있는 지역을 식별하고 홍수 보험료를 결정하며, 효과적인 홍수터 관리를 위해 홍수 보험률 지도를 개발하고 있다. 연방 재난 관리국은 연방, 주, 지방 정부와 함께 이러한 홍수 보험률 지도를 제작하는 과정에서 기존에 설치된 많은 제방이 상당히 변했거나 기능이 저하되었음을 확인하였고, 이에 따라 제방 인증제도를 시행하게 되었다. 즉, 제방 인증제의 궁극적인 목적은 홍수 보험률 지도 상에 각각의 제방 시스템에 의해 보호되는 지역과 피해가 발생하는 지역을 구분하여 표시하는 것이다. 이렇게 작성된 홍수 보험률 지도는 홍수터의 보험률 결정과 홍수터 관리의 필요사항 검토, 국가 홍수 보험 프로그램의 관리에 사용된다.

미국의 제방 인증제는 100년 빈도 홍수에 대하여 제방 시스템의 방어 능력을 검토하는 제도이다. 여기서 제방 시스템이란, 제방, 홍수벽, 수문, 펌프시설, 암거, 내수배제 시설 등 홍수로부터 제내지를 보호하기 위한 모든 시설을 포함한다. 이러한 제방 인증제는 연방 재난 관리국에 의해 운영되고 있고, 1986년에 제정된 연방 규정집(Code of Federal Regulation; CFR)의 44편 65.10절(44 CFR 65.10)에 근거하고 있다[4].

제방 인증제와 관련된 기관은 인증 신청기관, 인증기관, 인정기관으로 구분된다. 제방 인증은 제방을 관리하는 기관에서 신청하는데, 미국의 경우 전체 제방의 약 85 %를 지방정부에서 관리하고 있으므로 이들 지방정부가 주된 인증 신청기관이다. 제방 시스템의 인증이란, 제방 시스템의 인증에 필요한 기술적인 검토를 의미한다. 연방 규정집 44편 65.10절에서는 등록된 기술자가 검정 업무를 담당하는 것으로 제시하고 있고, 일부의 문서들에서는 제방의 설계와 시공능력을 갖춘 연방 기관에서도 검정을 수행하는 것으로 기술하고 있다[10]. 제방 시스템의 인정은 국가 홍수 보험 프로그램을 운영하는 연방 재난 관리국에서 수행한다. 연방 재난 관리국은 미 공병단 등 인증기관의 인증 또는 불인증 결과를 토대로 해당지역을 인정/불인정 하고, 이를 국가 홍수 보험 프로그램에 반영한다. <Fig 2>는 미국에서 시행하고 있는 제방 인증제와 관련된 기관과 전체 운영 모식도를 나타낸다.



<Fig 2> Operation System of the Levee Certification and Accreditation in the USA

연방 재난 관리국은 제방 인증제를 통해 결정된 인증 결과를 이용하여 저 위험 지역 (moderate-risk area) 또는 특별 홍수 위험 지역(special flood hazard area; SFHA)으로 구분하고, 이를 홍수 보험률 지도(flood insurance rate map; FIRM) 작성에 활용하고 있다. <Table 3>은 제방 시스템의 인정 여부에 따른 차이점을 나타낸 표이다. 홍수 보험률 지도 상에서 특별 홍수 위험 지역(불인정된 제방 시스템)으로 구분된 지역의 거주자는 국가 홍수 보험 프로그램의 홍수터 관리 규정에 따라 홍수 보험의 구매가 강제된다. 반대로 저 위험 지역(인정된 제방 시스템) 내 거주자는 자율적으로 홍수 보험을 구매할 수 있고, 보험료가 매우 저렴하다.

<Table 3> Application by Accreditation of Levee System

인정 유무	홍수 보험률 지도 상의 표기	지역의 구분	홍수 보험 가입
인정된 제방 시스템의 제내지	zone X	저 위험 지역	자율
불인정 제방 시스템의 제내지	zone A, AE, VE 등 (원인, 정도에 따라)	특별 홍수 위험 지역	법적 의무

홍수 보험의 요율은 국가 홍수 보험 프로그램에서 운영하는 지역 요율 시스템(community rating system; CRS)에 따라 결정된다. 홍수 보험 할인율[11]은 해당 지역이 특별 홍수 위험 지역인지의 여부에 따라 구분되고, 지방정부의 방재 활동에 따른 점수(credit)에 따라 차등된다. 여기서 지방정부의 방재 활동에는 홍수에 대한 피해 최소화 노력, 홍수 대비, 홍수지도의 제작 및 홍수위험 지역에 대한 개발 규제, 공공에 대한 홍보 및 교육 등이 포함된다. 이렇게 지방정부의 방재 활동이 홍수 보험률 결정에 반영되므로, 지방정부들은 제방 시스템의 인증을 위한 노력과 더불어 지역의 홍수 방재를 위한 활동을 지속적으로 수행하고 있다.

체계적인 하천시설물의 관리는 재난의 예방을 위한 기본적인 출발점이며, 이를 통해 지역별 위험도를 파악하고 객관적인 기준을 통해 보험률을 산정하여 유사시에 공공기관과 피해자 모두 대비할 수 있는 밑바탕을 이루고 있다.

IV. 제방인증 제도의 도입방안

1. 제방 인증제도 도입을 단계적 제도 수립의 필요성

우리나라에서 제방과 통문에 관한 인증제 시행의 가능성을 검토하기 위해 현재 제방 인증제를 시행하고 있는 미국의 주요 법과 정책 수립의 변천사를 검토하였다(<Table 4>). 미국에서는 1917년 주로 제방에 관한 내용으로 홍수 조절법(Flood Control Act)이 제정되었다. 이후 1968년에는 국가 홍수 보험법(National Flood Insurance Act)이 제정되었고, 국가 홍수 보험 프로그램의 일부로서 제방이 포함되었다. 그리고 2007년에는 국가 제방 안전 프로그램(National Levee Safety Program)의 시행을 위해 수자원 개발법(Water Resources Development Act)이 국가 제방 안전법(National Levee Safety Act) 등을 포함하도록 개정되었다.

상기에 기술한 바와 같이 미국에서는 제방의 안전에 관한 법이 약 100년 전에 이미 수립되었고, 이후에도 보다 안전하고 효과적으로 제방을 관리하기 위해 다양한 법과 정책들이 마련되었

다. 이러한 법과 정책의 수립은 필연적으로 관련 기술의 성장을 유도하였고, 축적된 경험과 기술력을 바탕으로 홍수 보험에 활용할 수 있는 인증제가 시행될 수 있었다. 즉, 미국은 인증에 필요한 기술의 오랜 축적과 관련 분야의 다양한 정책 수립을 통해 인증의 신뢰를 높이고 있다.

이에 반해 우리나라는 제방과 통문의 안전을 검토하도록 하는 법과 제도의 역사가 매우 짧다. 특히, 제방에 대해서는 현재까지 주기적인 안전성 검토가 수행되지 않고 있다. 이에 따라 제방과 통문에 대한 안전도 평가 기술의 신뢰성이 떨어진다. 또한, 인증은 어떠한 문서나 행위가 정당한 절차로 이루어졌다는 것을 공적 기관이 증명하는 것이다. 제도화된 인증에는 책임이 따르는 것이 보통이다. 그런데 하천 제방과 통문은 물, 흙, 콘크리트 구조물, 기계 등이 복합된 물체로서 거동과 안전성에 불확실한 면이 많다. 이에 대하여 안전성을 인증하면서 책임도 지는 것은 매우 큰 부담이 될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 우리나라의 기술력과 법, 제도적 상황을 고려하여 단계적 제도 수립을 제안하였다. 즉, 단기적으로는 하천 제방과 통문의 개·보수 우선순위를 결정하기 위한 상세점검 제도를 수립하여 제방과 통문의 안전에 관한 법·제도적 기틀을 마련하고, 향후 진보된 기술력을 바탕으로 현행 풍수해 보험 제도와 연계된 인증 제도의 시행을 제안하였다.

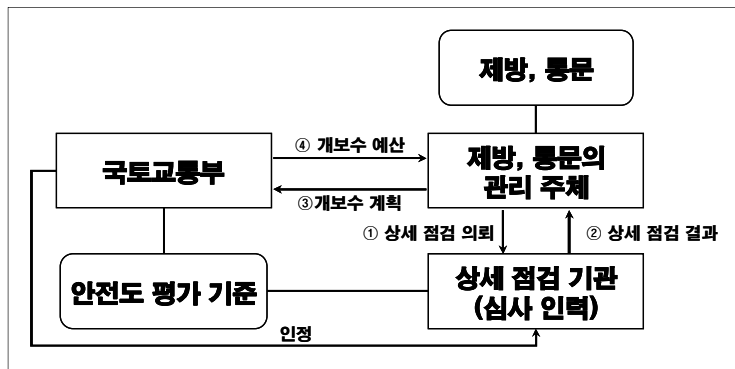
<Table 4> Major Laws and Policies for Levees in the USA

Date	Law	Relevance	Policy and programs enabled
1917	Flood Control Act	First major flood legislation- Mississippi and Sacramento Rivers	Dealt primarily with levees
1928	Flood Control Act Expanded	Extended 1917 act to include control mechanism	Extended policy to include floodways, spillways, and channels
1936	Flood Control Act	Declared flood control a federal interest and vested authority in U.S. Army Corps of Engineers(USACE)	Levees along main stem of Mississippi become federal
1968	National Flood Insurance Act	Authorized National Flood Insurance Program	Levees became part of the equation for flood insurance
1994	National Flood Insurance Reform Act	Prevented loans from federal agencies and programs for property in specific flood hazard areas	Placed some accountability in insurance program
2007	Pub. L. 110-114: WRDA, National Levee Safety Program Act	Established National Levee Safety Program(oversight by FEMA) and National Committee on Levee Safety(NCLS, chaired by USACE)	Mandated that NCLS develop a National Levee Safety Policy

2. 상세점검 제도의 필요성 및 시행방안

본 연구에서 제안하는 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도는 위험 요소가 많은 제방과 통문을 선별하여 우선적으로 개·보수가 이루어질 수 있도록 함으로써 국가 예산의 효율적 이용과 하천 홍수 피해의 저감에 기여할 수 있다. 특히, 국내 현행 법령과 제도로는 하천 제방과 통문의 안전성을 충분히 확보하여 제내지의 홍수 시 안전을 보장하기 어렵다. 시설물의 안전관리에 관한 특별법은 지방하천의 제방을 안전점검 및 정밀안전진단에서 제외한 중대한 결점이

있다. 하천법에서는 하천시설물의 하나로서 제방을 나열하고 있으나 하천의 기능을 보전하고 홍수피해를 줄이는 목적 달성을 위한 안전성 확보의 조항은 마련되어 있지 않다. 또한 자연재해 대책법은 풍수해 저감 종합계획을 수립하도록 정하고 있고, 계획의 위험지구 설정을 위한 하천 시설물 평가에서 제방 및 호안을 평가하나 이마저도 주관적으로 되어 있어 하천 제방과 통문의 안전성을 도모하기에 부족하다.



<Fig 3> Schematic Diagram of a Specific Safety Inspection System for Levees and Drainage Culverts

이러한 현행 법규와 제도상의 한계로 인해 제내지의 안전을 확보하기 위해서는 하천 제방과 통문의 인증 또는 상세점검 제도를 법령 조항으로 규정하는 것이 매우 필요하다. <Figure 3>은 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도의 모식도를 나타낸다. 우선, 제방과 통문의 관리주체는 국토교통부에 의해 인정된 기관에 상세점검을 의뢰하고, 상세점검 기관은 안전성 평가 기준을 적용하여 상세점검 한다. 그리고 제방과 통문의 관리주체는 안전성에 관한 상세점검 결과를 근거로 국토교통부에 개·보수 계획을 제출한다. 국토교통부는 해당 계획을 검토한 후 제방과 통문의 관리주체에 개·보수 예산을 지원하는 체계이다.

제방과 통문에 대한 안전성에 관한 상세점검 제도의 구체적인 수립 방안은 <Table 5>와 같다. 우선, 제도의 정착에 필요한 법령 근거는 ‘하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙(국토교통부령)’ 내의 제5조에 관련 조항을 신설하여 마련한다. 시설물의 안전관리에 관한 특별법은 제한적 범위에서나마 하천 통문과 제방의 안전점검과 정밀안전진단을 실시하는 준거이다. 하지만 이 법은 다른 법에 우선하는 특별법으로서 개정이 매우 어렵다. 오히려 하천시설물의 하나로서 제방을 포함하고 있는 하천법의 위 규칙에서 하천 제방과 통문의 상세점검 제도를 도입하는 것이 적절하다.

<Table 5> Establishment Method for a Specific Safety Inspection System for Levees and Drainage Culverts

구분	수립방안	비고
목적	제방과 통문의 안전성 평가	
법령 근거	하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙(국토교통부령)	항 신설
제방, 통문의 관리주체	국가(국토교통부), 지자체	국가하천: 국가 지방하천: 지자체
상세점검 기관 (심사 인력)	공적 전문기관 등	기준 정립 필요
안전성 평가 기준	구조적 안전성 평가 기준[6], 수리적 안전성 평가 기준[14]	장기적으로 개정을 통한 보완 필요
상세점검 방법	하천 구간 단위(제방, 통문을 함께 평가)	일본: 하천 구간 미국: 제방 시스템
상세점검 대상	최초 완공 후 10년 후	최초의 정밀안전진단 실시 시기
단계적 추진	법령 조항 제정, 시범실시, 확대실시	

제방과 통문에 관한 안전성 상세점검 의뢰는 해당 시설의 관리주체가 수행하고, 상세점검은 공적인 전문기관이 수행하는 것이 적절하다. 다만, 안전성에 관한 상세점검 제도가 활성화되어 안전성 평가에 대한 수요가 많아지게 되면, 국토교통부가 인정한, 자격을 갖춘 다수의 기관들이 수행할 수 있다. 안전성의 평가 기준은 주로 구조적, 지반공학적 안전성 기준이 우수하게 제시되어 있는 한국시설안전공단의 지침[6]과 수리·수문학적 안전성 기준을 제시한 국토교통부의 평가 기준[12]을 함께 활용할 것을 제안한다. 한편, 제방과 통문의 안전성 평가는 각각의 시설을 구분하여 평가하지 않고, 하천 구간 단위로 평가하는 것이 적절하다. 이는 미국의 제방 인증제에서 제방 시스템을 평가하고, 일본에서 하천 구간을 평가하는 것과 동일한 방법이다. 평가 대상은 제방과 통문의 노후가 예상되는 축조 후 10년이 지난 시설물을 대상으로 한다. 이는 시설물의 안전관리에 관한 특별법에서 최초의 정밀안전진단을 시행하는 시기와 동일하게 설정한 것이다.

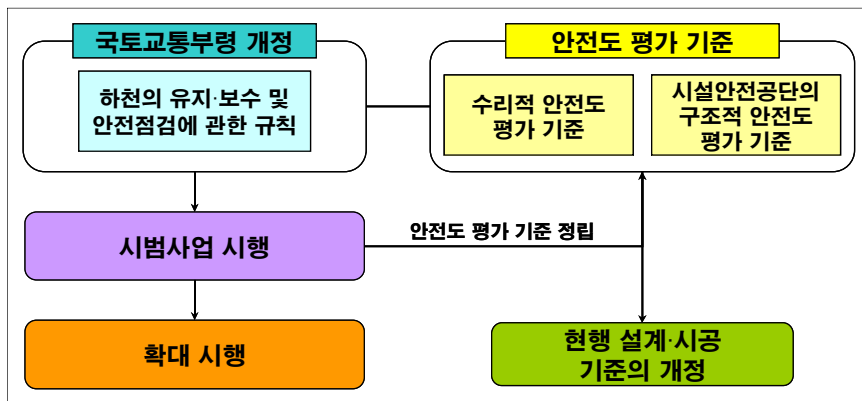
제방, 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도 시행을 위해서는 우선적으로 법령 기준이 마련되어야 한다. 전술한 바와 같이 본 연구에서는 하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙(국토교통부령 제1호)에 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도의 조항을 신설할 것을 제안한다. 즉, 하천법 제13조(하천의 구조·시설 및 유지·보수 등의 기준)에 따른 국토교통부령인 위 규칙의 제5조에 <Table 6>과 같이 ③항을 신설할 것을 제안한다.

<Table 6> Draft of a New Law for Specific Safety Inspection for Levees and Drainage Culverts

조항 신설 내용	현행 제5조
'하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙'을 다음과 같이 개정한다. 제5조 제3항을 다음과 같이 신설한다. 제5조(안전점검) ①~②. 현행과 같음. ③ 하천관리청은 정기점검이나 홍수기 중 점검에서 이상이 발견된 제방과 통문에 대하여 상세점검을 할 수 있다. 상세점검의 목적은 안전성 평가이며 항목은 월류, 침투, 침식, 침하, 구조적 상태 등이다.	제5조(안전점검) ① 하천관리청은 하천에 대하여 홍수기(홍수 피해가 발생할 가능성이 있는 6월 21일부터 9월 20일까지의 기간을 말한다. 이하 같다) 대비 및 피해상황을 확인하기 위하여 연 2회 이상 정기점검을 하고, 그 점검 결과에 대한 기록을 유지·관리하여야 한다. ② 하천관리청은 홍수기 등에 태풍 및 집중호우 등에 의하여 손상이 예상되거나 손상이 발견된 하천에 대하여 홍수기 중 점검을 하여야 한다.

본 연구에서는 한국시설안전공단(한국시설안전공단)의 구조적 안전성 평가 기준[6]과 국토교통부의 수리적 안전성 평가 기준[12]을 제방과 통문의 안전성 평가 기준으로 활용할 것을 제안하였다. 하지만 해당 기준들은 여전히 부족한 부분이 있고, 여러 다른 기준과의 관계 정립이 필요하다. 또한, 특정한 제도의 정착에는 많은 시행착오 요소가 발생할 수 있으므로 안전성에 관한 상세점검 제도의 직접적인 시행에 앞서 시범사업이 시행될 필요가 있다.

시범사업은 과거 제방과 통문의 붕괴 사례가 있는 제방이나 안전성에 의심이 있는 것으로 보고된 제방을 대상으로 시행한다. 시범사업을 통해 제도의 오류를 점검하며, 안전성 평가 기준을 수정하고 보완하여 구체적이고 명확한 평가 기준이 정립되어야 한다. 그리고 현행 설계 기준과 안전성 평가 기준을 비교 검토하여 설계, 시공, 안전성 평가에 이르기까지 일관된 기준이 적용될 수 있도록 개정해야 한다. 시범사업을 통해 보완된 제도와 기준을 적용하여 최종적으로 확대 시행한다. <Fig 4>는 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도 시행을 위한 단계적 추진체계를 나타낸 모식도이다. 이 상세점검 제도가 정착되고 하천 제방과 통문의 안전성을 평가하는 기술이 축적, 발전되면, 이 제도를 제방과 통문의 안전성에 관한 인증제도로 발전시킬 수 있다.



<Fig 4> Gradational Processes of Specific Safety Inspection for Levees and Drainage Culverts

3. 제방과 통문의 인증제도 시행방안

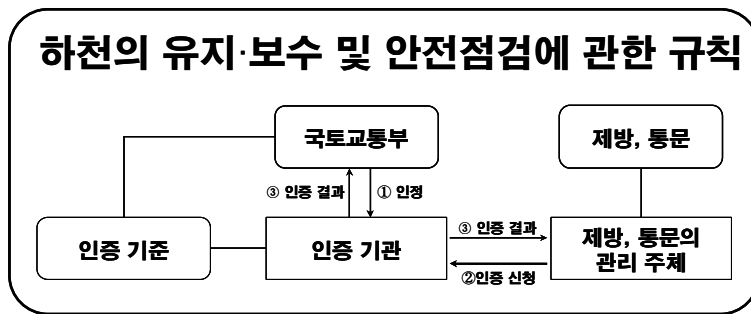
우선, 인증 대상은 제방과 통문이며 인증의 목표는 안전성이다. 그리고 인증제도를 정의할 법령은 앞선 <Table 6>에서 제시된 바와 유사하게 ‘하천의 유지·보수 및 안전점검에 관한 규칙’이 될 수 있다. 한편, 제방과 통문의 인증제는 법정 임의 인증으로 하고, 하천시설물의 관리주체가 인증을 받도록 독려하기 위한 예산 지원과 인증된 지역에 대한 풍수해 보험료의 할인 등의 혜택을 부여하는 것이 적절하다.

한편, 인증제 시행의 예산은 시행 초기 또는 시범사업 기간에 사후 복구예산의 일부를 반영하고, 점차 사후 복구예산을 줄이면서 인증제 예산을 증대시키는 것이 적절하다. 이는 제방, 통문의 피해 발생 시 기존의 정부 지원을 통한 사후 복구보다 보험제도를 통한 복구의 장점이 부각될 수 있도록 하기 위함이다. 실제로 우리나라의 풍수해 보험제도가 시행 초기에는 관심을 받지 못하였으나, 태풍 에위니아 이후 급격히 가입자 수가 증가하였다. 또한, 미국의 경우에도 2008

년 태풍 카트리나 이후 홍수 보험 가입자 수가 급격히 증가한 사례를 주목할 필요가 있다.

제방과 통문은 설치된 위치나 중요도에 따라 국토교통부(지방국토관리청) 또는 지방자치단체에서 관리하고 있다. 반면에 우리나라 대부분의 제방과 통문과 관련된 예산지원 부처는 국토교통부이므로 국토교통부가 인증기관을 지정하는 인정기관이 되도록 한다. 그리고 인증 업무는 한국시설안전공단 등 제방과 통문에 대한 기술력을 갖춘 공적 전문기관이 수행하도록 한다. 인증 신청기관은 제방, 통문을 실제 관리하는 지방국토관리청 또는 지방자치단체가 된다.

미국의 제방 인증제에서는 시설물의 인증에 공학적 설계기준 뿐만 아니라 시설물의 설계자료, 유지관리 실적, 시설물 운영 및 점검 실적 등을 모두 활용한다. 따라서 제방과 통문의 인증을 위해서는 기 서술한 안전성 평가 기준과 각종 문서 등이 활용되어야 한다. 이에 대한 구체적인 사항은 향후 연구에서 구체적으로 다루어져야 할 부분이다. <Fig 5>는 상기에서 기술한 제방과 통문의 인증제에 관한 모식도를 나타낸다.

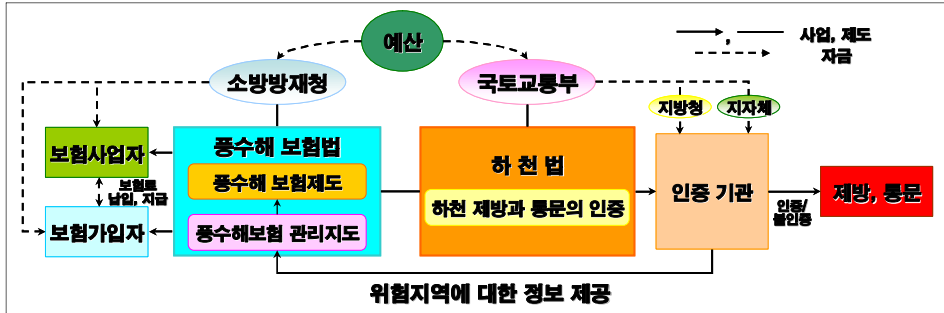


<Fig 5> Schematic Diagram for Certification of Levees and Drainage Culverts

4. 풍수해 보험과 연계된 인증제도

<Fig 6>은 풍수해 보험과 연계된 제방과 통문의 인증제도에 관한 모식도이다. 국토교통부는 하천법에 정의된 제방과 통문의 인증제도에 따라 인증업무를 수행한다. 그리고 인증 또는 불인증된 결과는 풍수해 보험 관리지도에 표시하여 소방방재청에서 관장하고 있는 풍수해 보험제도의 보험요율의 할인과 할증에 이용한다.

미국의 제방 인증제는 인증 대상을 제내지를 보호하는 모든 하천시설물로 규정하고 있다. 여기에는 펌프시설, 내수배제 시설 등 유역의 홍수 방어시설을 모두 포함한다. 이는 보다 넓은 범주에서 볼 때 단순히 하천시설물의 인증이 아닌 유역 단위의 치수 능력에 대한 평가와 인증으로 볼 수 있다. 본 연구에서는 다양한 하천시설물 가운데 기술적 기준의 한정에 따라 제방과 통문에 관한 내용만 기술하였다. 따라서 보다 장기적인 관점에서 볼 때, 미국의 제방 인증제와 같이 제내지 보호 단위의 종합적인 하천시설물의 인증제 시행을 지향해야 할 것으로 판단된다.



<Fig 6> A Draft for Certification of Levees and Drainage Culverts Connected with Storm and Flood Insurance

V. 결론

우리나라에서는 태풍, 호우에 의한 제방과 통문의 붕괴와 피해가 지속적으로 발생하고 있음에도 불구하고 해당 시설물에 대한 체계적인 관리체계가 미흡한 실정이다. 특히 현재 제방과 통문의 안전을 평가하는 법체계와 제도가 미흡하다. 이는 곧 관련된 기술의 성장이 더딜 수밖에 없음을 의미한다. 따라서 제방과 통문의 안전성을 평가할 수 있는 제도를 시행하여 관련된 기술력을 확보하는 것이 선행되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는 제방과 통문을 효과적으로 관리하고 안전도를 높여 하천 홍수 피해를 저감할 수 있는 단계적인 관리 제도를 제안하였다.

본 연구에서 제안한 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도는 제방과 통문의 관리주체가 평가 기관(심사인력)에 평가를 의뢰하고, 평가 결과를 이용하여 하천 개·보수 투자 우선순위를 결정하는 제도이다. 국토교통부는 평가 기관에서 합리적으로 안전성을 평가할 수 있도록 기준을 마련하고, 시설물 관리주체의 개·보수 계획을 검토하여 예산을 지원한다. 즉, 상세점검 제도는 현행 하천 개·보수 예산의 지원을 보다 합리적인 절차를 거쳐 수행할 수 있는 제도이다. 이러한 상세점검 제도는 국토교통부령 내 조항 신설을 통해 규정될 수 있다. 한편, 상세점검 제도의 효과적인 정착을 위해서는 특정 시·군을 대상으로 시범사업을 수행하여 안전성 평가 기준과 설계 및 시공 기준 등 여러 관련 기준을 개선 및 보완한 후, 제도를 확대 시행할 필요가 있다.

안전성에 관한 상세점검 제도가 성공적으로 정착되면, 인증제 시행이 가능할 것으로 판단된다. 인증제는 안전도 평가 결과를 국토교통부가 인증하고, 인증된 결과를 소방방재청에서 관장하고 있는 홍수해 보험제도에 반영하는 형태이다. 이는 기존의 하천 재해 발생 시, 국가와 지방자치단체에서 대부분 보조하는 방재시스템에서 보험을 활용하여 자율적 방재체계를 구축하는 과정이다. 인증제는 법정 임의 인증체계를 따르되, 국토교통부는 인증 신청기관에 예산을 지원하고, 인증된 제방과 통문의 제내지 거주자에게는 보험료를 할인하는 등 인증제 시행을 독려할 필요가 있다. 그리고 초기의 인증제 예산은 사후 복구예산의 일부로 시작하여 점차 사후 복구예산을 줄이면서 인증제 예산을 증대시키는 방안이 적절하다.

본 연구에서는 제방과 통문의 안전성에 관한 상세점검 제도와 인증제 시행에 관하여 기술하였다. 하천시설물에는 제방과 통문 이외에도 홍수벽, 내수배제 시설 등 다양한 구조물이 존재한

다. 실제로 미국의 제방 인증제에서는 홍수로부터 제내지를 보호하는 모든 시설물인 제방 시스템을 종합적으로 인증하고 있다. 따라서 제방과 통문에 관한 인증제의 시행은 장기적으로 모든 하천시설물의 인증으로 발전시킬 수 있는 초석이 되고, 하천시설물의 합리적 관리뿐만 아니라 국민의 생명과 재산을 안전하게 보호할 수 있는 제도가 될 것으로 기대한다.

References

- [1] Korea Institute of Construction and Transportation Technology Evaluation and Planning. 2004. *Development of Advanced Technologies for Levees*. Korea Institute of Construction Technology.
- [2] Korea Institute of Construction and Transportation Technology Evaluation and Planning. 2005. *Development of Advanced Design and Maintenance Technologies for Culvert in Levee*. Korea Institute of Construction Technology.
- [3] Ministry of Construction & Transportation. 2005. *Maintenance Manual for River Facility*. Ministry of Construction & Transportation.
- [4] U. S. Army Corps of Engineers. 2007. *Certification of Levee Systems for the National Flood Insurance Program(NFIP)*. U. S. Army Corps of Engineers.
- [5] National Emergency Management Agency. 2010. *Practice for Storm and Flood Insurance in 2010*. National Emergency Management Agency.
- [6] Korea Infrastructure Safety Corporation. 2012. *Specific Guide for Regular Safety Inspections and Precision Safety Diagnosis*. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
- [7] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2012. *Maintenance and Inspection Manual for River Facility*. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
- [8] Shin, Dong Ho. 2008. Review of the Compulsory Storm and Flood Insurance and Policy Implications. *Insurance Development Review*. 19(2): 77-106.
- [9] Kim, Dong Hee. 2013. *A Study on Standard and Certification System for the Field of Water Resources: Emphasizing Revetment*. Ph.D. Thesis. Youngnam University.
- [10] U.S. Army Corps of Engineers. 2006. *Levee Certification for the National Flood Insurance Program(NFIP)*. USACE Fact Sheet.
- [11] Federal Emergency Management Agency. 2007. *National Flood Insurance Program Community Rating System Coordinator's Manual*. FIA-15/2007.
- [12] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport. 2013. *Detailed Inspection Manual for Levees and Drainage Culvert*. Research Center of Flood Defense Technology for Next Generation.

참고문헌 (References in Non-roman Script)

- [1] 한국건설교통기술평가원. 2004. 하천제방 관련 선진기술 개발 최종보고서. 한국건설교통기술평가원.
- [2] 한국건설교통기술평가원. 2005. 하천제방 배수통문의 설계 및 안정성 평가기법 연구, 한국건설교통기술평가원.
- [3] 건설교통부. 2005. 하천시설물 유지관리 매뉴얼. 수자원국.
- [5] 소방방재청. 2010. 2010년도 풍수해보험 실무. 소방방재청.
- [6] 한국시설안전공단. 2012. 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 해설서. 국토해양부.
- [7] 국토해양부. 2012. 하천 유지보수 매뉴얼. 국토해양부.
- [8] 신동호. 2008. 풍수해보험 의무보험화를 위한 정책과제. 보험개발연구. 19(2): 77-106.
- [9] 김동희. 2013. 수자원 분야 인증제 도입을 위한 가이드라인 제시 및 적용에 관한 연구. 영남대학교 박사학위논문.
- [12] 국토교통부. 2013. 하천 제방 및 통문의 상세점검 매뉴얼. 국토교통부.

강태욱: 부경대학교에서 공학 박사학위(논문: 적용 벌칙함수와 집합체 혼합진화 기법의 결합 및 유역유출 모형의 매개변수 추정에 대한 적용, 2013)를 취득하고, 현재 K-water 연구원의 위촉선임연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 도시 홍수, 하천 방재 등이고, 주요 논문으로는 “유역유출 및 수질모의에 관한 SWMM의 자동 보정 모듈 개발(2014),” “서낙동강 호소형 하천의 수질 개선 방안에 대한 비교 분석(2013)” 등이 있다 (ktw62@kwater.or.kr).

이상호: 서울대학교에서 공학 박사학위(논문: 한강 수계 저수지군의 홍수 시 예측 및 제어, 1993)를 취득하고, 현재 부경대학교 토목공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 홍수 시 저수지 운영, 도시 홍수의 모의, 수자원 문제에 대한 최적화 기법의 적용 등이다. 주요 논문으로는 “Assessment of a seasonal calibration technique using multiple objectives in rainfall runoff analysis(2013),” “Direct determination of the width or the height for a box culvert applying dimensionless equations(2012),” “우리나라와 미국의 제방고 산정 기법에 대한 비교 분석(2011),” “SWMM과 FLUMEN을 이용한 수영·망미 저지대의 침수 분석(2010)” 등이 있다 (peterlee@pknu.ac.kr).

이남국: 연세대학교에서 행정학 박사학위(논문: 한국 정부회계제도개혁에 관한 연구-발생주의 회계로의 전환을 중심으로, 2003)를 취득하고, 현재 부경대학교 행정학과 부교수로 재직중이다. 주요 관심분야는 재무행정, 정책평가, 공기업 등이다. 주요 논문으로는 “부산도시철도운임의 적정성 분석 및 개선 방안(2012),” “공적개발원조(ODA) 사업의 평가: 개발도상국 과학기술지원사업을 중심으로(2012),” “사회복지분야 의무지출 분석을 통한 재정정책의 시사점(2013, 공저)” 등이 있다(namkuk@pknu.ac.kr).