

# 시공중인 댐의 이상홍수 대비 안전대책 및 비상대처계획

## Safety and Emergency Action Plans Against Extraordinary Flood for the Dams on the Construction

박 해 성\*  
Park, Hae Sung

### 1. 머리말

물은 생명의 근원이며, 인류 문명은 물과 함께 시작 되었다. 물은 생활용수, 농업용수, 공업용수 등 우리에게 유익한 역할을 하나, 홍수, 태풍 등 자연재해를 동반하여 엄청난 인명과 재산피해를 안겨주기도 한다. 따라서 우리는 물을 효율적으로 이용하려는 노력과 함께 자연재해를 최소화 하려고 많은 수고를 기울이고 있다.

최근 우리나라도 가뭄과 홍수를 번갈아 가며 발생함으로써 더 이상 기상이변으로부터 안전하다고 볼 수 없는 상황이다. 그러므로 이상호우시 나타난 문제점에 대한 대책을 마련하기 위하여 안전대책 수립이 필요하게 되었다. 또한 이상호우로 인해 자연재해를 극복하기 위한 새로운 기술 및 시스템이 발전하게 되었다.

특히 2002년 태풍 “루사” 영향으로 성주댐의 경우 더욱 큰 피해를 입었다. 따라서 본고에서는 성주댐 안전 대책의 차원에서 수립된 기능보강 및 비상 방수로 등을 살펴보고 홍수 조절이 가능한 농업용 댐에 대해서도 비상방류 시설 등 댐의 기능을 보강할 수 있는 사례를 소개하고자 한다.

### 2. 추진배경 및 내용

#### 가. 추진배경

최근 강우를 보면 집중호우를 동반하여 대규모 수해를 발생 시킴으로써 국가적으로도 많은 피해를 가져다 주고 있다. 태풍 “루사”를 계기로 국무총리실 수해방지대책기획단에서는 나타난 문제점에 대한 근본적인 수해방지를 위한 물적·제도적 기반을 구축하기 위한 범정부적인 수해방지대책을 발표하고 하천법 개정등 세부 실천 계획도 수립하였다.

따라서 농림부에서는 시공중인 농업용 댐에 대한 기능분석과 보강 및 안전대책지시(02. 9)에 따라 수해복구 및 안전대책을 시행하게 되었으며, 하천법 개정(04년)으로 저수지 비상대처계획(EAP)을 준공전에 수립하도록 의무화하였다.

#### 나. 추진내용

최근 이상호우에 대한 기상자료를 적용하여 시공중인 댐의 안전성을 재검토하고 보강이 필요한 농업용 댐에 대한 안전대책을 피해잠재성

\*농업기반공사 사업관리처 (hspark@karico.co.kr)

표 1. 성주댐 주요시설 현황

성주댐		후포양수장 및 평야부	비 고
만수면적	205ha	(후포양수장)	최대는사전수위조절시
유역면적	14,960ha	- 수해면적 : 370ha	
댐높이	60m	- 수 원 : 낙동강	
댐길이	430m	- 양 수량 : 0.980m <sup>3</sup> /s	
총저수량	38,240천 m <sup>3</sup>	- 규 모 :	
홍수량	1,177 m <sup>3</sup> /s	500mm × 175hp × 2대	
이설도로	3조 11km	(평야부)	
		- 용수로 : 129조 226km	

평가, 피해최소화 계획 등을 마련하게 되었다.

안전대책의 주요내용으로는 홍수배제 시설보강을 위하여 설계홍수량 200년 빈도를 규모에 따라 PMF(가능 최대 홍수량; Probable Maximum Flood)를 적용하여 물넘이 확장, 제당 더쌓기, 중심점토 보강, 비상방수문 및 홍수배제 시설개선 등으로 안전대책을 수립하였다.

### 3. 성주댐 개요 및 재해발생

#### 가. 사업개요

성주댐 사업구역은 경북 성주군 가천면 일대의 3,530ha(신규: 3,167ha, 보강: 363ha)에 대한 관개개선을 목적으로 '87년 12월 수원공을 착공하여, '05년도 준공예정으로서 사업을 시행하고 있으며 주요시설 현황은 표 1과 같다. 댐의 형식은 존형(zone) 횡댐으로 단면형상은 그림 1과 같다.

#### 나. 재해발생 현황

태풍 "루사(RUSA)"는 '02년 8월 23일 09시

경 태평양 괘섬 북동쪽 1,800km 부근 해상에서 발생하여 31일 15시 30분경 전남 고흥반도 남쪽 해안으로 상륙하여 순천 ⇒ 남원 ⇒ 무주를 거쳐 9월 1일 03시경 평창부근을 지나 13시30분경 속초 부근 해상으로 빠져나갔다.

특히 강릉지역에 8월 31일 870.5mm로 기상 관측 이래 최대 1일 강우량을 기록하였으며, 성주댐 416.6mm 등 주로 태풍경로 상에 위치한 산악지역을 중심으로 집중호우가 발생하였다.

태풍의 진로에 위치한 성주댐 관측자료는 382.5mm로 대구측후소 관측 최대일우량 225.8mm를 크게 초과하는 집중호우로 이는

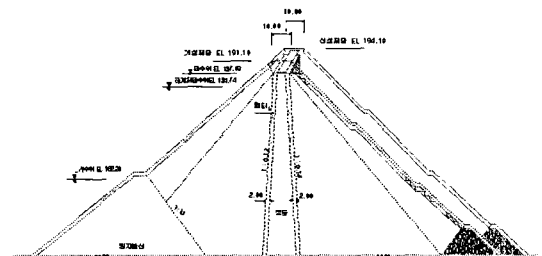


그림 1. 성주댐 표준단면도



사진 1. 진수지 피해상황

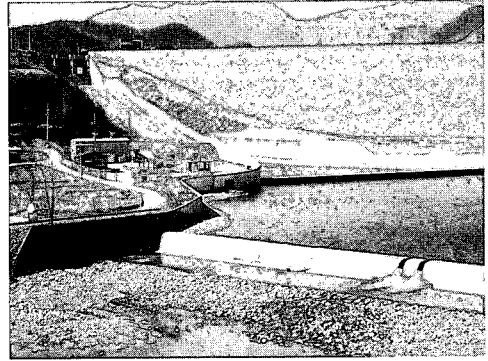


사진 2. 댐 승상 및 진수지 보강

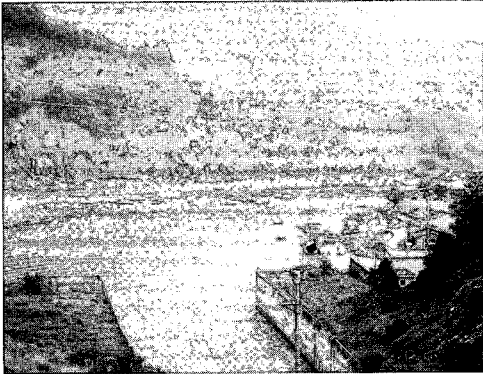


사진 3. 하류지역 유실피해

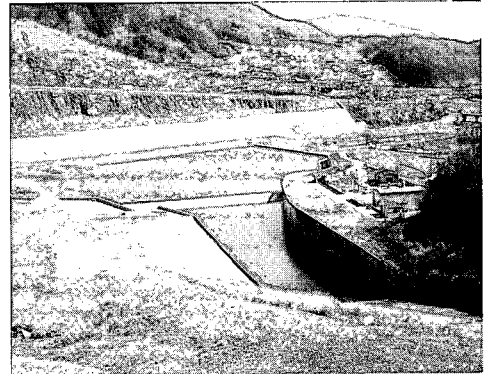


사진 4. 하류지역 유실피해 보강

성주댐 설계강우량(239.2mm)의 1.7배에 해당하는 것으로 8월 31일 11시부터 17시 사이 6시간 동안 최대시우량 52.5mm를 기록했다. 당시 피해상황 및 보강현황은 사진 1~사진 4와 같다.

태풍이 예보됨에 따라 성주댐은 사전방류를 실시하여 집중호우가 발생하기 시작한 8월 31일 9시 현재 하절기 관리수위(EL. 184.7m)는 물론 방류수문 바닥인 EL. 182.4m보다 1.6m 낮은 EL. 180.8m를 유지하여 저수율을 66%로 낮추어 사전대비가 완료된 상태에 있었다.

집중호우가 계속되면서 댐 수위가 상승하여 8월 31일 17시 10분에 설계홍수위인 EL.

187.9m에 도달하였고, 댐이 월류될 긴박한 상황에 이르러 성주군 가천면, 수륜면 주민 1,000여명, 고령군 12,000여명이 인근 고지대 학교, 체육관 등 공공시설로 대피하는 사태가 발생하였으나 8월31일 20시 댐의 수위는 낮아지기 시작했다.

#### 다. 홍수조절 현황

댐유역에 416.6mm의 집중호우가 내리면서 최고 홍수위가 190.2m까지 상승하고 방류량 증가에 따른 도로유실 범람에 의한 농경지 피해와



사진 5. 방류부 진수지 시공전경

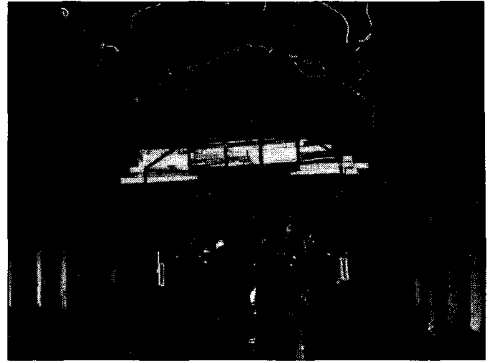


사진 6. 비상 방수로 내부 시공전경

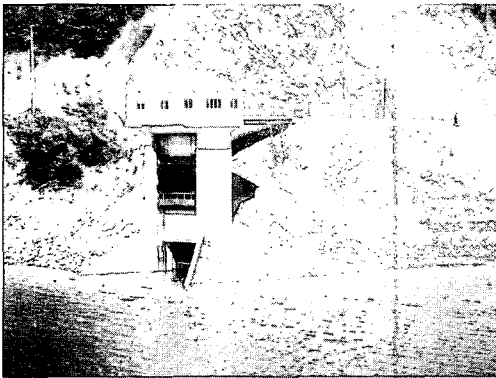


사진 7. 비상방류를 위한 비상수문 설치

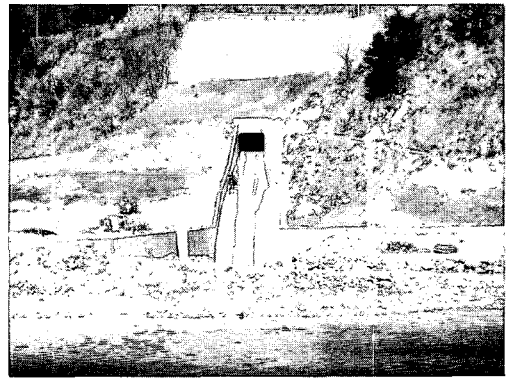


사진 8. 비상수로(터널) 방류부

댐 월류 우려에 따른 주민대피로 인한 불안감 확산 등 간접피해는 있었으나, 만약 댐이 없었다면 하류하천인 대가천은 계획홍수량  $820\text{m}^3/\text{s}$ 의 2배에 달하는 유입량으로 하천제방의 월류 및 붕괴, 도로유실 등의 시설물 피해는 물론 성주군 가천면, 수륜면 일대와 고령읍까지 홍수범람으로 큰 피해가 발생할 수 있었을 것이나 방류량을 조절함으로써 하류피해를 크게 경감시킬 수 있었다. 항구적인 이상호우에 대한 피해 예방을 위해서는 홍수조절기능 보강이 절실함을 알 수 있었다.

## 4. 안전대책

### 가. 수문분석

태풍 “루사(RUSA)” 이후 홍수량 산정은 이상홍수를 대비한 설계기준에 따라 수문분석을 실시하여 PMP(가능최대강수량; Probable Maximum Precipitation)  $616.5\text{mm}$ 에 의한 PMF(가능최대홍수량; Probable Maximum Flood)  $2,077\text{m}^3/\text{s}$ 를 설계조건으로 하였다. 댐의 안전을 위한 사전 수위조절을 위해 추가되는 비상수문의 바닥표고를 여름철 관리수위 EL.  $184.7\text{m}$ 로 관리될 경우 강우시작 48시간전에

유효저수량의 60%에 해당하는 수위(EL,177.8m) 까지 내릴 수 있도록, 폭 4m, 높이 4m 규모로 결정하고, 바닥표고는 유효저수량의 50%에 해당하는 수위(EL,173.8m)로 결정하였다.

**나. 기능보강**

기능보강을 위하여 '02년 이상호우에 대비한 농업용댐 홍수조절 기능분석 및 개선방안에 대한 연구를 실시한 결과를 토대로 폭 4m, 높이 4m의 비상수문 설치 및 홍수위 상승에 따른 댐 승상(덧쌓기)은 홍수위 (EL192.07m)에 적절한 여유고를 가산하는 것으로 분석되었다.

보강공사의 주요내용은 기상예보에 따른 댐 수위의 사전조절을 위한 방류시설인 폭 4m, 높이 4m의 비상수문 1개소와 터널형 비상방수로 571m, 이상호우 대비 댐 안전성 확보를 위한 댐 덧쌓기 2.6m, 기설 진수지 및 하류 하천 보강등 이 사전 5~사전 8과 같이 계획되었다.

**다. 보강공사**

**1) 사전방류 시설 : 비상수문 및 비상방수로 시설규모**

구 분	구 조	구 모
비 상 수 문	ROLLER GATE	4.0m×4.0m×1련
비상수로 (터널)	2R=4.5m 표준마제형	연장 571m (터널: 400m)

**2) 댐 안전대책 시설 : 댐 승상계획 및 도로 이설현황**

구 분	구 조	연 장
댐 승상	2.6m 승상 (기존댐 외제측)	L = 430m
도로 이설	B=10.0m Asphalt 포장	국도이설 : 120m 산성도로 이설 : 70m

**3) 진수지 하류부 보강시설**

- 진수지 보강 : L = 60m,
- 하류하천 옹벽 : L = 167m

**4) 시설보강 전·후 비교**

구 분	기존댐	보강후	증 감	비 고
설계강우량 (mm)	239.2	616.5	377.3	
설계홍수량 (m <sup>3</sup> /s)	1,177.9	2,077.1	899.2	
댐높이(m)	60.0	62.6	2.6	
댐마루표고 (EL. m)	191.5	194.1	2.6	
홍수위 (EL. m)	187.9	192.1	4.2	
홍수조절량 (만m <sup>3</sup> )	636	1,561 ~ 2,693	925 ~ 2,057	최대는사전 수위조절시
최대방류량 (m <sup>3</sup> /s)	800	1,721.4	921.4	

**5. 비상대처계획(EAP)**

**가. 목적 및 필요성**

최근 기상이변 등 이상홍수가 빈번하게 발생됨에 따라 지진 및 홍수에 따른 저수지 안정성 여부와 향후 관련시설물의 결함이 발생하여 예기치 못한 대규모 비상상황이 초래될 수 있기 때문에 저수지 비상상황에 따른 저수지 하류주민들의 생명과 재산을 보호하고 그 피해를 최소화 할 수 있는 효과적인 재해대응시스템을 사전에 마련해야 할 필요성이 대두되었다.

비상대처계획(EAP; Emergency Action Plan)수립은 운영자가 저수지에서 발생할 수

있는 천재지변 또는 비상상황 발생시 신속한 대처로 홍수에 의한 피해예상 지역내 주민들의 생명과 재산피해를 최소화하는 데 목적이 있다.

### 나. 추진경위

댐이나 저수지는 홍수조절, 생·공·농업용수의 공급, 발전, 오염물질의 저장, 휴식공간의 제공 등을 목적으로 하천의 유수를 막아 물을 저류하는 수공 구조물로서 국가의 중요한 사회기반 시설물로 그 기능과 안전이 충분히 확보되어야 한다.

그러나 최근 집중호우를 동반한 대규모 수해 <사진 9, 10 참조>가 발생됨으로써 국가적 손실은 물론 개인의 생명과 재산 피해를 초래하였다. 2002년 태풍 “루사”를 계기로 국무총리실 수해방지대책기획단에서는 근본적인 수해방지를 위한 물적·제도적 기반을 구축하기 위한 범정부적 수해방지대책의 일환으로 2003년 “댐에 대한 비상대처계획 법적근거 마련 및 계획 수립” 세부실천계획을 마련하고 2004년 하천법 개정을 통해 일정규모 이상이면서 하류에 피해 유발 잠재성이 큰 댐 및 저수지에 대해서 비상

대처계획 수립을 의무화하는 법적 근거를 마련하였다.

### 다. 범위 및 내용

비상대처계획(EAP)은 저수지에서 홍수나 지진 등에 따른 극한 상황발생시 단계별로 관련기관이 어떤 역할과 임무를 수행하고 어떻게 주민의 생명과 재산을 보호할 수 있는지를 체계적으로 정리한 실제적인 계획이다.

이를 위하여 저수지 비상대처계획에서는 저수지 시설현황을 비롯한 상·하류 유역과 하천의 수문학적 특성 및 인문·사회환경을 조사하고 저수지 수문학적 및 내진성능에 대한 안정성을 평가한다. 저수지에서 비상상황이 발생하였을 경우 비상연락체계와 유관기관을 포함한 비상연락망과 취해야 할 행동절차·요령, 장비협조·지원, 비상상황 단계별로 대응절차와 이에 따른 관련기관의 임무를 정하여 저수지의 비상상황으로 인하여 범람되는 홍수범람 예측지도 그림 2를 작성 주민들의 대피에 이용하도록 하였다.

또한 중앙 및 지방자치단체에서 수립한 방재계획, 경보 및 대피계획과 서로 연계되도록



사진 9. 장현저수지 물넘이 붕괴

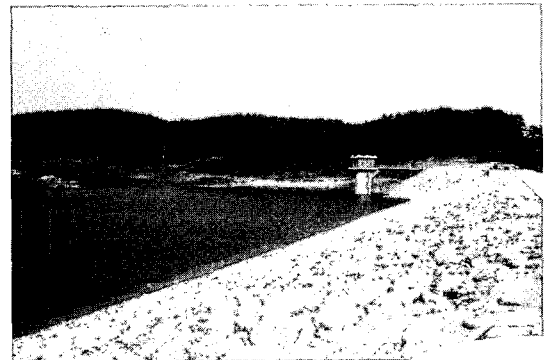


사진 10. 장현저수지 수해복구 전경

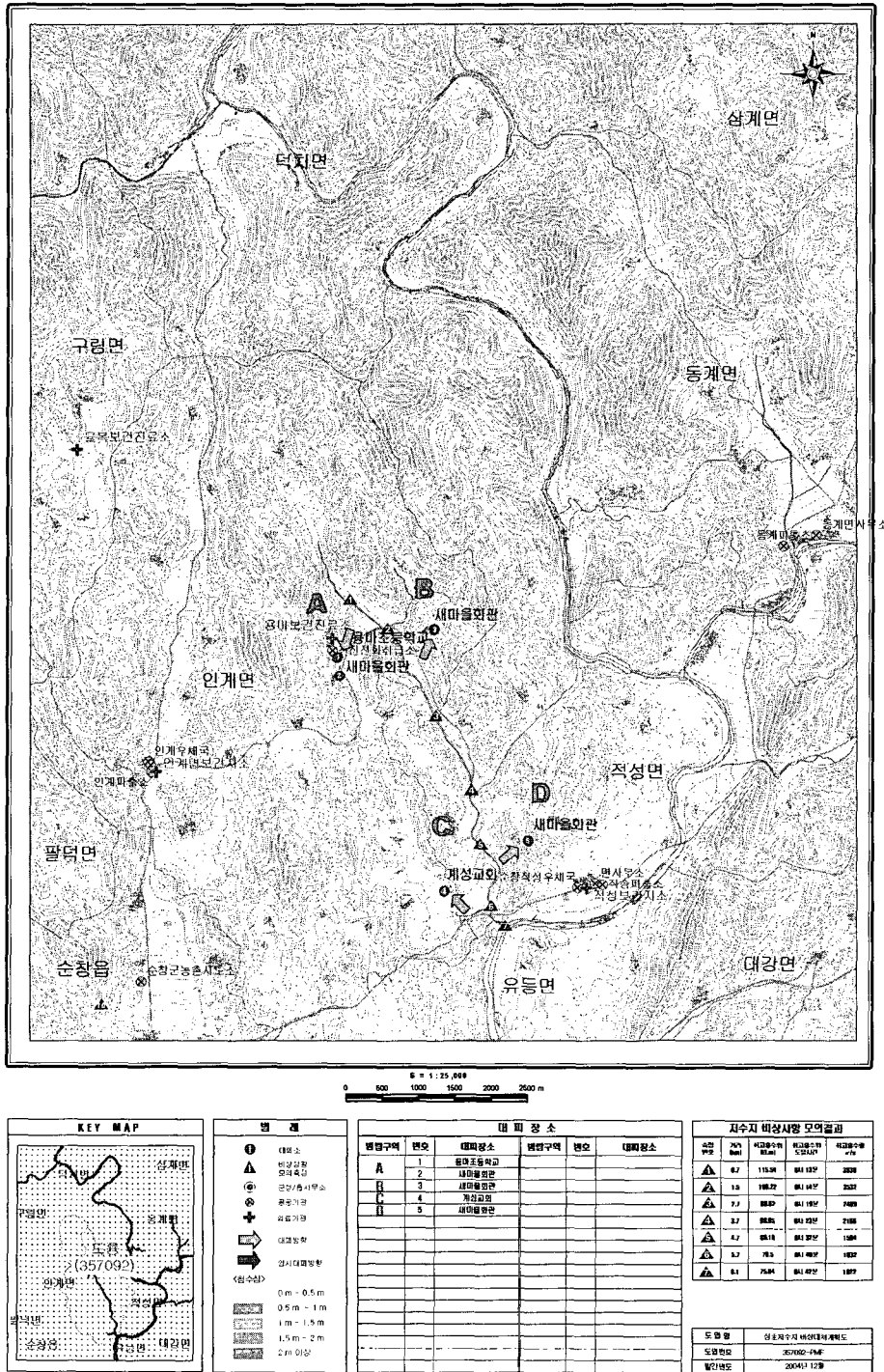


그림 2. 홍수범람 예측지도

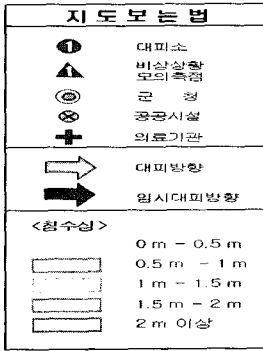


그림 3. 지도보는법

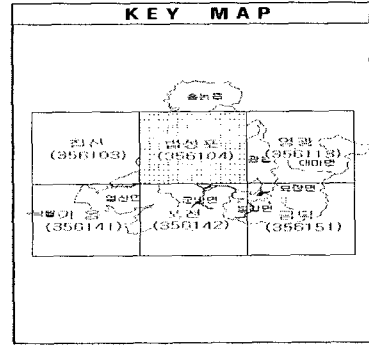


그림 4. KEY MAP

작성하여 지역주민에 대한 비상상황의 경보 및 대피계획과 절차를 범람되는 하류지역의 방제 체제와 연계하여 수행되도록 작성해야 한다.

라. 홍수범람 예측지도

수치지형도(1:25,000)를 기초로 범람예상지역과 대피장소 및 대피경로를 지도에 표현하며 수치지형도 상에 범람예상지역 건물, 도로, 하천, 주요시설물, 등고선 등의 기타 layer 표시는 국립지리원에서 지형도 제작을 위해 사용한 범례를 준용하였다.

범람지역의 침수심은 단계별로 색을 구분하여 침수심의 정도를 알아 볼 수 있게 표현하였으며, 침수심 단계별 구분은 홍수지도 제작지침(2001. 12, 건설교통부) 기준을 준용 대피장소와 대피경로는 지형지물과 구분할 수 있게 하였다. 즉 선정된 대피장소는 symbol을 새롭게 지정하여 지도에 표현하여 대피경로는 이동경로가 잘 나타나도록 표현하였다.

그림 3과 같이 공공기관/보건소/읍, 면, 군 사무소 Symbol 구성을 지형지물과 다르게 표시하고 선정된 대피소를 기준으로 눈에 잘 띄는 Symbol을 선택한다. 대피경로는 대피방향과

대 피 장 소					
범람구역	번호	대피장소	범람구역	번호	대피장소
B	①	군사초등학교(400명)			
	②	덕산초등학교(50명)			
D	③	백수초등학교(360명)			
	④	백수중학교(750명)			

그림 5. 대피장소

저수지 비상상황 모의결과						
홍수 범람 높이	거리 (Km)	최고침수위 (Hm)	최초침수위 도달시간	최고침수위 도달시간	홍수 배수시간	최대침수량 (cm)
	0.20	22.15	00시간 00분	00시간 00분	02시간 17분	9.021
	2.00	15.79	00시간 10분	00시간 10분	02시간 23분	7.174
	4.00	12.43	00시간 20분	00시간 20분	02시간 47분	6.597
	6.00	10.36	00시간 32분	00시간 32분	03시간 17분	5.226
	8.00	8.80	01시간 04분	01시간 04분	03시간 47분	4.476
	10.00	7.46	01시간 22분	01시간 22분	04시간 32분	4.193
	12.00	6.84	01시간 47분	01시간 47분	06시간 17분	3.718
	14.00	6.10	02시간 10분	02시간 10분	06시간 47분	3.561
	16.00	5.43	02시간 49분	02시간 49분	07시간 17분	3.292
	19.88	3.70	03시간 52분	03시간 52분	10시간 47분	3.021

그림 6. 모의결과



임시 대피방향으로 구성되며 서로 다른 색깔로 구분한다. 범람 영역은 4단계로 구분하며 다음과 같은 색깔을 선택하여 지도에 표현하며 침수심 밑의 층(layer)의 구성을 알기 위해 투명도를 조절한다.

Key Map은 현재 지도에 표시한 지역이 주변과 비교하였을 때 어디에 위치해 있는 지를 표현하며 표현방법은 그림 4와 같다.

그림 5와 같이 대피장소에 대한 구체적인 장소 및 대피인원에 대한 정보를 표현하며 비상상황 모의결과는 위험지점별 비상상황 모의 결과를 그림 6과 댐 지점으로부터의 거리 및 최고 홍수위 도달시간 등을 표현하여 하류지역에 정보를 제공한다.

## 6. 맺는말

지금까지 시공중인 댐을 중심으로 안전대책 및 비상대처계획에 대해 알아보았다. 성주댐은 현재 안전대책 및 비상대처계획('05년 수립 예정)을 시행하고 있으며, 기능보강을 위주로 태풍 등 이상강우 발생시 2일(48시간)전에 사전수위조절이 가능해졌으며 무엇보다 PMP(가능최대 강수량) 616.5mm에도 견딜 수 있도록 댐 높이를 2.6m 높여 댐 안전성이 확보 되었다는 점이다.

하천법 개정('04년) 및 농어촌정비법 개정 등 댐의 기능을 보강하여 예기치 못한 대규모의 비상 상황 발생시 댐하류 주민들의 안전과 재산을 보호하고 그 피해를 최소화 할 수 있는 효과적인 재해대응시스템을 마련하기 위한 비상대처 계획 수립으로 비상상황 발생시 신속한 대처를 할 수 있게 되었다.

비상대처계획은 저수지의 안전대책 차원의 시설물 보강과는 달리 대처계획 시스템으로 홍수 범람 예측지도 그림 1에 의한 홍수나 지진등 극한 상황 발생시 단계별로 관련기관이 어떤 역할과 임무를 수행해야 하는지를 체계적으로 정리한 실질적인 계획이다.

따라서 저수지에 대한 안전대책 및 비상대처 계획은 농업기반시설물에 대해 예상치 못한 재해발생에 대비하기 위한 안전대책 차원의 시설물 보강계획이 반드시 수립 되어야 하며, 이는 관련법에 따라 시공중인 저수지는 준공이전에 수립하고 운영중인 시설물에 대해서는 법령에서 정한 기간 및 대상시설물에 대해서 비상대처 계획을 수립해야 할 것이다.