제 5 장 시행계획 및 기대효과

5.1 경제성 분석

5.2 소요재원 산정

5.3 투자우선순위 검토

5.4 결론 및 기대효과

제 5 장 시행계획 및 기대효과

5.1 경제성 분석

치수경제성 분석이란 홍수피해를 줄이기 위한 치수대책 중 국가의 재원은 한정되어 있으므로 투자규모를 최적화하고 사업의 타당성과 우선순위를 정하는 객관적인 기준을 마련하는 것으로서 치수사업에 의한 효과를 나타내는 편익과 사업시행 및 유지·관리비용을 평가하여 효율적으로 배분하기 위한 분석이다.

「치수사업경제성 분석 방법 연구 (2004, 건설교통부)」에 의하면 치수경제성분석은 홍수피해 대상지역에서 치수사업의 실시 유무에 따른 예상 홍수피해액을 산출하여 그 차이를 편익으로 하고, 산정한 사업비를 비용으로 하여 비교하는 경제성 분석이라 정의되어 있다.

5.1.1 경제성 분석의 개요

가. 목 적

금회 과업대상유역의 홍수범람구역 내에 자산을 조사하여 홍수범람시 피해액을 산정하고 홍수피해 방지를 위한 치수사업의 소요비용을 산정한 후 이에 대한 치수경제성 분석을 실시하여 과업구간 내의 하천개수에 대한 투자우선 순위와 합리적인 치수사업의 기본방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

나. 범 위

치수경제성 분석의 범위는 미개수구간 중 홍수로 인해 직·간접적인 재산상의 피해가 있는 지역을 대상으로 하여야 하며, 금회 치수경제성 분석은 축제 계획이 수립된 지구에 대해 경제성 분석을 실시한다.

각 하천별 치수경제성 분석 지구 및 경제성분석 수행에 필요한 통계자료를 제공받은 행정지자체는 다음 표에 제시하였다.

<표 5.1-1> 치수경제성분석 대상지구

하천명	지구명	안별	구 간(No.)	위 치	연장(m)	비고
안 천	안천축제좌안1	좌	1+570～3+767	영천시 화남면 안천리	2,250	
	안천축제좌안2	좌	3+783～5+044	영천시 화남면 안천리	1,278	

<표 5.1-1> 치수경제성분석 대상지구(계속)

하천명	지구명	안별	구 간(No.)	위 치	연장(m)	비고
안 천	안천축제좌안3	좌	5+137~5+836	영천시 화남면 안천리	682	
	안천축제좌안4	좌	6+365~8+288	영천시 화남면 구전리	1,907	
	안천축제우안1	우	0+635~1+628	영천시 화남면 안천리	1,011	
	안천축제우안2	우	4+708~5+763	영천시 화남면 안천리	1,107	
	안천축제우안3	우	5+849~6+491	영천시 화남면 안천리	642	
	안천축제우안4	우	7+197~7+359	영천시 화남면 안천리	163	
	안천축제우안5	우	7+421~7+707	영천시 화남면 구전리	271	
봉동천	봉동축제좌안	좌	4+425~5+164	영천시 괴연동	754	
	봉동축제우안	우	3+761~3+907	영천시 괴연동	151	
조산천	조산축제좌안1	좌	3+583~3+791	경산시 하양읍 대곡리	210	
	조산축제우안1	우	3+583~3+791	경산시 하양읍 대곡리	205	

5.1.2 치수사업의 편익 산정

가. 치수사업의 편익 항목

치수사업 시행에 따른 경제적 효과는 홍수로 인한 직·간접적인 침수피해 감소효과와 치수안전도 향상에 따른 토지이용의 고도화 등의 간접적인 효과가 있다.

그러나 치수사업의 간접적인 효과는 금액으로 계량화하는 것이 매우 어렵고, 그 합리적인 적용기준이 없으므로 다차원법에서는 사업시행 전·후의 직접피해액을 자산피해와 인명피해로 구분하여 산정함으로써 치수사업의 편익을 결정하도록 하였다.

<표 5.1-2> 다차원법의 편익 항목

편익분류		편익내용	비고
직접피해 절감편익	자산피해 절감편익	· 주거지역(건물+가정용품) 피해경감 · 농업지역(농경지+농작물) 피해경감 · 산업지역(유형자산+재고자산) 피해경감	
		· 공공시설물 피해경감	
	인명피해 경감편익	· 인명 손실 경감 · 이재민 경감	

다차원법에서 직접피해액 항목은 크게 인명피해액, 건물피해액, 건물내용물피해액, 농경지피해액, 농작물피해액, 사업소 유형·재고자산피해액, 공공시설물피해액의 7가지로 분류된다.

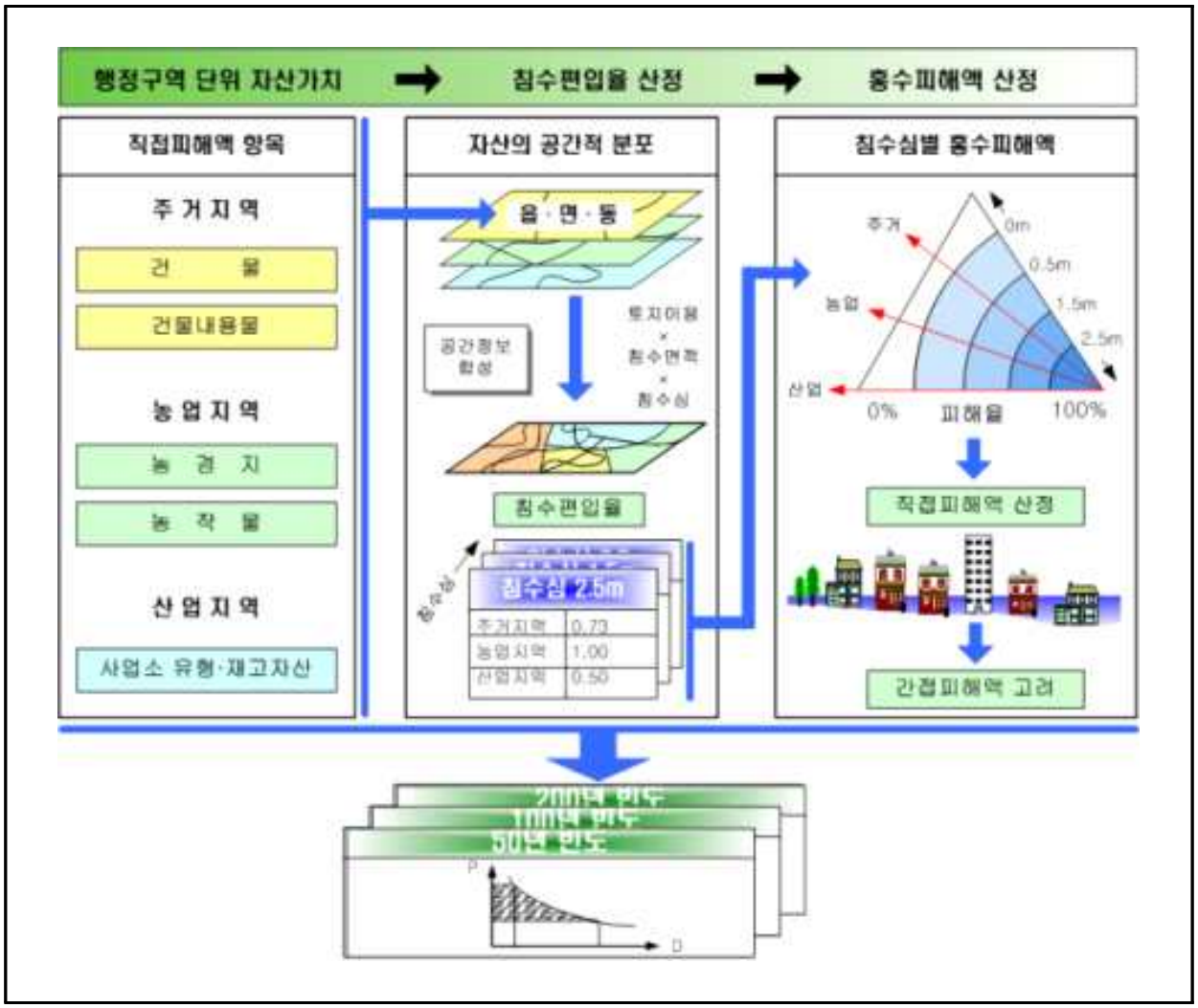
이 중 인명피해액과 공공시설물피해액을 제외한 5가지 피해액은 일반자산의 평가액을 근거로 산정하며 피해복구 후 같은 장소에서 다시 생활을 시작하기 위해서 가옥이나 가재 등을 재조달하는 경우가 많기 때문에 실제로 지출하는 피해액에 가까운 재조달가격 또는 복구비를 근거로 직접적인 피해액을 산정한다.

나. 다차원 홍수피해 산정방법의 기본구성

1) 일반 자산피해액 산정의 대상자산

직접피해액 산정의 대상자산은 인간이 생존이나 생활하기 위한 거주지나 농업, 제조업 그리고 서비스업 등 경제활동을 영위하기 위하여 축적해온 동산 및 부동산 등을 그 대상으로 한다.

즉, 건물, 건물내용물, 농경지, 농작물, 사업소 유형·재고자산이 이에 해당하며 공공시설물과 대비되는 개념에서 일반자산으로 구분한다.



<그림 5.1-1> 다차원법의 개념도(일반자산 피해액의 산정방법)

<표 5.1-3> 지역특성에 따른 대상자산

지 역 특 성	대 상 자 산
주 거 지 역	· 건물 : 일반세대의 주거용 건물 · 건물내용물 : 일반세대의 주거용 가정용품
농 업 지 역	· 농경지 : 전·답 · 농작물 : 홍수시에 있어서의 대표작물
산 업 지 역	· 사업소 유형·재고자산: 사업소자산 중 토지를 제외한 생산설비나 재고자산

2) 일반 자산피해액 산정의 기본단위

홍수피해지역의 범위가 홍수피해액에 미치는 영향을 구체적으로 측정하기 위하여 홍수지역의 범위를 행정구역상의 「면」단위로 설정하였다.

물론 「면」보다 더 작은 단위로 지역의 범위를 설정하는 것이 피해액 산정결과의 정확도를 높일 수 있지만, 피해액 산정방식이 가져야할 합리적인 특성들인 정확성, 가능성, 편의성, 그리고 단순성 등을 최대한 조화롭게 만족시켜줄 수 있는 현실적인 단위로 '면' 이라고 판단하여 금회 적용한 일반 자산피해액의 산정의 기본단위를 '면' 으로 선택

3) 일반 자산피해액 산정의 입력자료

직접피해액의 구체적 산정을 위해서는 다음과 같은 자료가 있어야 한다.

① 직접피해 대상자산 자료

② 침수심-피해율 관계

③ 해당지역의 침수심 자료

그러므로 직접피해액 산정식으로 실제 홍수피해액을 산정하기 위해서는, ①과 ②의 정보를 사전에 준비하여 위의 관계를 미리 설정해두고, 실제 특정한 홍수가 발생하게 되면 ③의 정보를 설정한 관계에 대입함으로써 실제 홍수피해액을 산정하게 된다.

다. 행정구역별 자산조사

치수사업의 편익을 산정하기 위해서는 우선 홍수규모별 예상피해액을 추정하여야 하는데, 이는 침수피해예상지역의 자산규모에 기초하여 결정된다.

다차원법에서는 자산조사의 기준을 「읍·면·동」과 같은 행정구역 단위로 구분하여 해당지역의 특성을 반영하는 구체적인 자산산정방법을 제시하고 있다.

조사대상 지역의 특성은 일차적으로 특정지역이 가지고 있는 주거특성, 농업특성, 산업특성으로 대분류되며, 이러한 지역특성에 관한 정보는 통계청 및 지자체 등과 같은 관련기관의 자료조사를 통해 데이터를 수집할 수 있다.

<표 5.1-4> 직접 피해대상 자산과 피해액 산정 방법

지역특성	분류		자 료	산 정 방 법
주거특성	건 물	단독주택	① 건축 형태별 건축연면적 주택수 ② 건축 형태별 건축단가 ③ 아파트, 연립주택의 층수 ④ 읍면동별 건축형태별 주택수	해당 읍면동의 평균 건물연면적에 건축단가를 곱해서 산정 (①×②×④,③은 고려사항)
		아파트		
		연립주택		
	건물내용물		① 가정용품 보급률 및 평균가격 ② 지역별 가정용품 평가액 ③ 읍면동별 세대수	세대수에 1세대당 평가단가를 곱하여 산정(②×③,①은 고려사항)

<표 5.1-4> 직접 피해대상 자산과 피해액 산정 방법(계속)

지역특성	분류		자 료	산 정 방 법
농업 특성	농경지	전	① 매몰,유실에 의한 피해액 ② 읍면동별 전,답 면적	매몰이나 유실이 발생하였을 경우 피해액을 바로산정 (①×②)
		답		
	농작물	전	① 단위면적당 농작물 평가단가 ② 읍면동별 전,답 면적 ③ 읍면동별 경작작물의 종류	논면적, 밭면적에 시군구별 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 농작물자산을 산정 (①×②,③은 고려사항)
		답		
산업 특성	유 형 자 산		① 산업분류별 1인종사자수당 사업체 유형·재고자산액 ② 읍면동별 산업분류별 종사자수	산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소유형 고정자산·재고 자산을 산정 (①×②)
	재 고 자 산			

1) 주거특성

가) 건물자산

건물자산 가치를 구하는 식은 아래와 같으며, 해당 읍·면·동의 건물면적에 건축단가를 곱해서 가옥자산을 산정하였다.

□ 건물자산가치(원) = 단위면적별 건축형태별 건축단가(원/㎡)
× 건축형태별 연면적비율(㎡/개수) × 가구수(개수)
× 기준년 건설업 Deflator

영천시 및 경산시 건축형태별 연면적비율은 통계청 주택총조사(2021년) 자료를 바탕으로 평균 건축연면적비율을 산정하였으며, 행정구역별 평수별 가구수에 관한 자료를 반영한 평균 건축연면적별 가구수건축 형태별 평균면적을 이용하여 건물자산가치를 사업평가 기준년에 맞추어 산정하기 위해 경제통계에 있어서 금액으로 표시된 통계량에서 물가상승에 의한 명목적 증가분을 제거하기 위하여 제수(除數)의 형태로 쓰이는 기준년 건설업 디플레이터(Deflator)를 보정지수로 이용하였다.

금회 분석에서는 통계청 국가통계포탈(http://www.kosis.kr)에서 제시하고 있는 건설업 디플레이터(Deflator)를 적용하였고, 2020년 100을 기준으로 하여 환산값을 적용하지 않았다.

<표 5.1-5> 건설업 Deflator 보정지수

(단위 : 원/세대)

연도(년)	2020	비고
건설업 Deflator	100	

자료 : 통계청 국가통계포탈(http://www.kosis.kr), 경제활동별 국내총생산(디플레이트) (건설업)

나) 건물내용물

건물 내용물 자산가치를 구하는 식은 아래와 같다.

□ 건물내용물 자산가치(원) = 가정용품 평가액(원/세대수) × 세대수 × 소비자 물가지수

여기서, 가정용품 평가액은 「치수사업 경제성분석방법 연구(2004, 국토해양부)」에 나와 있는 2004년말 가정용품 보급률 및 평균가격으로부터 각 가정용품 항목별 보급률과 평균가격을 곱하고 전체를 합하여 산정한 세대별 평가액을 적용하였다. 기초수량이 되는 세대수는 해당 년 시·군 통계연보의 읍면동 자료를 이용하였다.

특정 통계년도의 건물내용물 자산가치는 다음 표와 같이 사업평가 기준연도에 맞추기 위해 소비자가 구입하는 상품이나 서비스의 가격변동을 나타내는 기준연도 소비자 물가지수를 이용하여 조정하였다.

<표 5.1-6> 도시분류별 가정용품 평가액

(단위: 원/세대)

구 분	대도시	중소도시	전원도시	농촌지역	산간지역
가정용품 평가액	27,402,902	22,329,401	17,255,900	12,182,399	7,108,898

주) 자료 : 치수사업 경제성분석 방법연구: 다차원 홍수피해산정방법(2004, 건설교통부)

<표 5.1-7> 년도별 소비자물가지수

연도(년)	2004	2020	비고
소비자물가지수	72.42	100.00	

주) 자료 : 통계청 국가통계포탈(http://www.kosis.kr), 물가가계-물가-소비자물가조사-지출목적별 소비자물가지수(2020=100)

2) 농업특성

가) 농경지

전·답별 경지면적은 해당 지역의 시·군 통계연보로부터 과거 몇 년간의 자료를 수집하였으며, 농경지는 침수가 발생하여도 침수심이 1.0 m까지는 홍수피해가 발생하지 않고, 침수심이 1.0 m 이상인 경우는 매몰이나 유실이 발생하는 것으로 하여 피해액을 산정하였다.

나) 농작물

농작물 자산가치는 전·답별 면적에 시·군·구별 단위면적당 농작물 평가단가를 곱하여 산정하였다.

□ 농작물 자산가치(원) = 단위면적당 농작물 평가단가(원/ha) × 농작물 작부면적(ha)
× 소비자 물가지수

농작물 자산에 대한 평가시 전·답의 대표작물 및 특수농작물에 대한 생산량은 논의 경우는 벼의 수확량(생산량), 밭의 경우는 주요한 작물의 수확량으로 하되, 행정구역별 통계자료에 의한 곡종별 작물통계에 의거 최근 5개년간의 자료 중 최대·최소 수확량을 제외한 3개년 간의 값의 수확량 평균치를 평년작으로 하여 적용하였다. 단위면적당 농작물 평가단가는 「농작물생산비 통계(2018, 통계청)」에서 제시된 값을 사용하였다.

3) 산업특성

산업특성 자산가치는 해당 읍·면·동의 산업분류별 종업자수를 해당지역의 시·군 통계연보로부터 수집하여 산업대분류마다 종업자수에 1인당 평가단가를 곱하고 사업소 유형고정자산 및 재고자산을 산정하였다.

□ 산업지역 자산가치(원) = 산업분류별사업체1인당 유형·재고자산 평가액(원/인)
× 사업체별 종사자수(인) × 소비자 물가지수

산업분류별 사업체1인당 유형자산 및 재고자산평가액은 통계청의 「국부통계조사보고서(통계청, 1999)」에서 제시한 광역시도별·산업대분류별 유형고정자산과 재고자산을 광역시도별·산업대분류별 종사자수로 나누어 산정할 수 있으나, 1997년을 마지막으로 국부통계 산정방식이 간접추계로 바뀌면서 시도별·산업대분류별 분류 없이 전국단위의 전체산업에 대한 자산가치만 제공되고 있다.

금회 분석에서는 「치수사업 경제성분석 방법 연구 : 다차원피해산정방법(국토교통부 구)건설교통부, 2004)」에서 「국부통계조사보고서(통계청, 1999)」 자료를 이용하여 제시한 시·도별 산업분류별 사업체 1인당 종사자의 유형자산 및 재고자산에 소비자 물가지수를 적용하여 2020년에 대한 경상북도 산업대분류별 종사자 1인당 유형자산 및 재고자산을 산정하였다.

라. 침수편입율 산정

1) 공간정보 자료의 활용

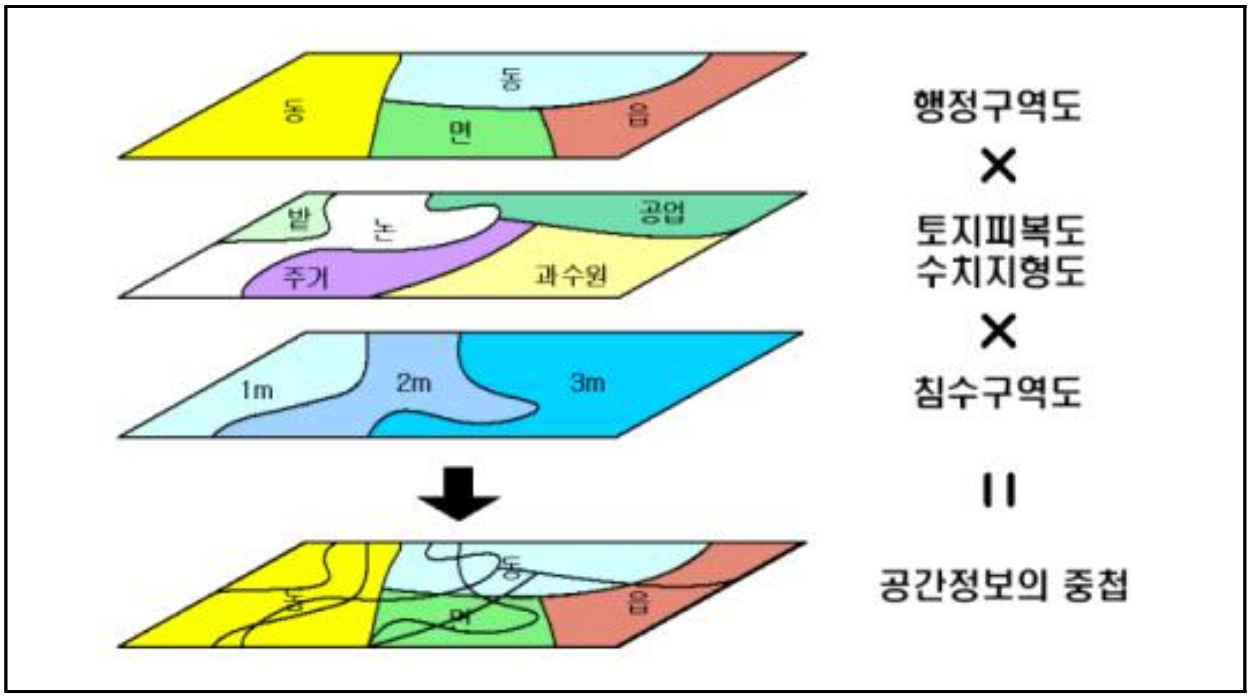
다차원법에서는 피해지역의 읍·면·동단위의 행정구역, 침수구역 및 침수심, 토지이용상태 등의 공간정보를 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 행정구역내에서도 침수피해지역의 침수심에 따라 주거지역, 농업지역, 산업지역별로 침수편입율을 산정한다.

2) 침수편입율 산정

침수편입율이란 행정구역내에서 주거, 산업, 농업 등 지역특성요소의 총자산가치를 실제 침수된 부분에 대한 자산가치로 환산하기 위해 지역특성요소별로 지리요소인 공간객체들의 위치(position)정보를 침수심별로 중첩하여 전체에 대한 비율로 나타낸 것이다.

따라서, 침수편입율은 행정구역별로 산정되며 주거, 산업, 농업의 세가지 지역특성 요소들이 각각 편입되는 침수심별로 산정되고 침수심별 편입율의 합은 1이 되며, 이러한 침수편입율은 지역특성 요소의 공간적 분포만을 고려하는 것이기 때문에 도형자료의 개수나 면적이 행정구역내의 통계자료와 반드시 일치할 필요는 없다.

침수편입율 산정시 행정구역도, 토지피복수치지형도, 침수구역도를 이용한 공간정보의 중첩 개념도는 아래와 같다.



<그림 5.1-2> 침수편입율 산정을 위한 공간정보의 중첩

마. 침수피해액 산정

1) 주거특성과 침수심에 따른 피해액

가) 건물피해액 산정

건물피해액은 등지반고별 건물자산액에 추정침수심 등에 따르는 피해율을 곱해서 산출한다.

□ 건물피해액 = 건물자산가치(원) × 주거지역 침수편입율 × 침수심별 건물침수피해율

나) 건물내용물 피해액 산정

건물내용물 피해액은 다음 표와 같이 등지반고 지구별 건물내용물 자산액에 추정 침수심 등에 따르는 피해율을 곱하여 산출하는바 주거형태와 무관하고 자산의 피해율은 모두 같다는 가정하에 산정하였다.

□ 건물내용물피해액 = 건물내용물 자산액 × 주거지역 침수편입율
× 침수심별 건물내용물 침수피해율

2) 농업특성과 침수심에 따른 피해액

가) 농경지 피해액

논과 밭의 침수심에 따른 피해는 동일한 기준을 적용하였는데, 농경지피해의 경계선을 침수심 1m로 정하였다.

침수심이 1m이상인 경우에 농경지매몰 및 유실에 의한 피해가 발생하는 것으로 하고, 그 피해액은 통상적으로 책정되는 농경지의 매몰이나 유실에 따른 피해액의 평균값을 사용하였다.

□ 농경지피해액 = 매몰, 유실의 평균피해액(원) × 농업지역 침수편입율(면적)
× 침수심별 농경지 침수피해율

나) 농작물 피해액

침수심 1m이하 에서는 논이나 밭이 침수되기는 하지만 매몰 및 유실 등의 농경지 피해액은 발생하지 않는다고 가정하여 농작물 피해액만 산정하였다.

□ 농작물피해액 = 농작물 자산가치 × 농업지역 침수편입율 × 침수심별 농작물 피해율

3) 산업특성과 침수심에 따른 피해액

산업특성과 침수심에 따른 피해는 유형자산의 피해, 재고자산의 피해 두가지 형태로 구분

□ 유형·재고자산피해액 = 유형·재고자산가치(원) × 산업지역 침수편입율
× 침수심별 유형·재고자산 침수피해율

바. 총 피해액 산정

1) 인명피해액

앞에서 산정한 주거지역, 농업지역, 산업지역에 대한 일반자산 피해액에 인명/이재민피해액 및 공공시설물피해액을 더하여 총 피해액을 계산하였다.

가) 인명손실

인명피해 손실추정방법은 침수면적당 손실인명수 즉 손실원단위를 이용하여 계산하였으며, 손실원단위는 1998년 불변가격으로 1인당 사망 2억5천, 부상 2천만원을 적용하며, '98년대비 분석 기준년의 국민소득증가율을 적용하여 보정하였다.

□ 인명손실액 = 침수면적당 손실인명수(명/ha) × 손실원단위(원/명) × 침수면적(ha)

단위침수면적당 손실인명수는 도시유형별 침수면적당 손실인명수에 의해 결정하며 지산천 유역의 경우 전원지역의 기준을 적용하였다.

나) 이재민피해 손실

이재민피해손실액 추정방법은 인명손실액 추정방법과 같이 침수면적당 이재민발생 추정결과를 이용하여 산정하였다.

□ 이재민피해액 = 침수면적 기준 이재민발생 추정결과(명) × 대피일수(10일적용)
× 일평균국민소득(원/명·일)

여기서, 대피일수는 최근 10년간의 재해연보를 참고하여 평균 10일로 산정하였으며, 일평균국민소득은 분석기준년의 1인당 일평균국민소득을 적용하여 산출하였다.

침수면적당 발생 이재민수는 과거 30년간의 자료를 평균하였고, 하천별 유역 현황을 고려하여 전원도시를 적용(0.27명/ha)하였다.

2) 일반자산 피해액

일반자산피해액은 건물, 건물내용물, 농경지, 농작물, 사업체유형자산 및 재고자산피해액을 전술한 방법에 의해 구하여 다음과 같이 산정한다.

□ 일반자산피해액= $\sum_{i=1}^{n}$ [RD_i(건물, 건물내용물, 침수심) + AD_i(농경지, 농작물, 침수심)
+ ID_i(사업체 유형·재고자산, 침수심)]
여기서, $RD_i(\cdot)$, $AD_i(\cdot)$, $ID_i(\cdot)$:거주, 농업, 산업지역 피해액 함수
n: 해당 읍·면·동 갯수

3) 공공시설물 피해액

침수지역내 공공시설물의 피해액을 직접 산정하는 것이 거의 불가능한 경우에는 일반자산피

해액에 대한 공공토목시설의 피해액비율을 사용하는 것이 일반적이다.

다차원법에서는 일본의 일반자산피해액에 대한 공공시설물의 피해액비율을 적용하는 것으로 하여 일반자산피해액의 1.694배를 적용하며 이상의 절차에 의해 직접피해액은 다음과 같다.

□ 직접피해액 = 일반자산피해액 + 공공시설물피해액 + 인명피해액
= 1.694 × 일반자산피해액 + 인명피해액

4) 유량규모별 피해액 산정

상기한 절차에 의해 산정한 치수경제성분석 대상지구의 홍수규모별 예상피해액을 정리하면 다음과 같다.

<표 5.1-8> 유량규모별 총 피해액

하천명	지구명	빈도(년)	피해(보호)면적(ha)				피해액(백만원)	일반자산(백만원)				인명(백만원)	공공시설(백만원)
			계	주거지역	농업지역	산업지역		계	주거지역	농업지역	산업지역		
안 천	안천 축제 우안1지구	020	0.64	0.00	0.64	0.00	57	10	0	10	0	2	45
		030	0.88	0.00	0.88	0.00	79	14	0	14	0	2	63
		050	1.27	0.00	1.27	0.00	124	22	0	22	0	3	99
		080	1.73	0.00	1.73	0.00	169	30	0	30	0	4	135
		100	1.97	0.00	1.97	0.00	191	34	0	34	0	4	153
		200	3.02	0.00	3.02	0.00	293	52	0	52	0	7	234
	안천 축제 우안2지구	020	1.48	0.00	1.48	0.00	158	28	0	28	0	4	126
		030	1.99	0.00	1.99	0.00	213	38	0	38	0	4	171
		050	2.59	0.00	2.59	0.00	287	51	0	51	0	6	230
		080	3.10	0.00	3.10	0.00	348	62	0	62	0	7	279
		100	3.31	0.00	3.31	0.00	387	69	0	69	0	7	311
		200	4.04	0.00	4.04	0.00	537	96	0	96	0	9	432
	안천 축제 우안3지구	0.53	0.00	0.53	0.00	35	6	0	6	0	2	27	5
		0.62	0.00	0.62	0.00	46	8	0	8	0	2	36	5
		0.71	0.00	0.71	0.00	63	11	0	11	0	2	50	9
		0.84	0.00	0.84	0.00	68	12	0	12	0	2	54	9
		0.95	0.00	0.95	0.00	85	15	0	15	0	2	68	14
		1.20	0.00	1.20	0.00	101	18	0	18	0	2	81	14

<표 5.1-16> 유량규모별 총 피해액(계속)

하천명	지구명	빈도(년)	피해(보호)면적(ha)				피해액(백만원)	일반자산(백만원)				인명(백만원)	공공시설(백만원)
			계	주거지역	농업지역	산업지역		계	주거지역	농업지역	산업지역		
안 천	안천 축제 우안4지구	020	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
		030	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
		050	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
		080	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
		100	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
		200	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0
	안천 축제 우안5지구	020	1.26	0.00	1.26	0.00	201	36	0	36	0	3	162
		030	1.37	0.00	1.37	0.00	223	40	0	40	0	3	180
		050	1.47	0.00	1.47	0.00	246	44	0	44	0	4	198
		080	1.58	0.00	1.58	0.00	268	48	0	48	0	4	216
		100	1.62	0.00	1.62	0.00	274	49	0	49	0	4	221
		200	1.78	0.00	1.78	0.00	301	54	0	54	0	4	243
	안천 축제 좌안1지구	020	7.29	0.00	7.29	0.00	770	137	0	137	0	16	617
		030	8.21	0.00	8.21	0.00	915	163	0	163	0	18	734
		050	9.42	0.00	9.42	0.00	1,105	197	0	197	0	21	887
		080	11.06	0.00	11.06	0.00	1,328	237	0	237	0	24	1067
		100	11.88	0.00	11.88	0.00	1,429	255	0	255	0	26	1148
		200	14.25	0.00	14.25	0.00	1,748	312	0	312	0	32	1404
	안천 축제 좌안2지구	020	2.88	0.00	2.88	0.00	259	47	0	47	0	0	212
		030	3.46	0.00	3.46	0.00	325	59	0	59	0	0	266
		050	3.98	0.00	3.98	0.00	407	74	0	74	0	0	333
		080	4.43	0.00	4.43	0.00	528	96	0	96	0	0	432
		100	4.67	0.00	4.67	0.00	627	114	0	114	0	0	513
		200	5.51	0.00	5.51	0.00	787	143	0	143	0	0	644
	안천 축제 좌안3지구	020	0.50	0.00	0.50	0.00	50	9	0	9	0	0	41
		030	0.63	0.00	0.63	0.00	72	13	0	13	0	0	59
		050	0.78	0.00	0.78	0.00	94	17	0	17	0	0	77
		080	0.97	0.00	0.97	0.00	110	20	0	20	0	0	90
		100	1.07	0.00	1.07	0.00	127	23	0	23	0	0	104
		200	1.67	0.00	1.67	0.00	193	35	0	35	0	0	158
	안천 축제 좌안4지구	020	4.07	0.00	4.07	0.00	556	101	0	101	0	0	455
		030	4.53	0.00	4.53	0.00	622	113	0	113	0	0	509
		050	5.19	0.00	5.19	0.00	721	131	0	131	0	0	590
		080	5.83	0.00	5.83	0.00	809	147	0	147	0	0	662
		100	6.21	0.00	6.21	0.00	869	158	0	158	0	0	711
		200	7.73	0.00	7.73	0.00	1,056	192	0	192	0	0	864

<표 5.1-16> 유량규모별 총 피해액(계속)

하천명	지구명	빈도(년)	피해(보호)면적(ha)				피해액(백만원)	일반자산(백만원)				인명(백만원)	공공시설(백만원)
			계	주거지역	농업지역	산업지역		계	주거지역	농업지역	산업지역		
봉동천	봉동 축제 우안지구	020	0.12	0.00	0.12	0.00	6	1	0	1	0	0	5
		030	0.13	0.00	0.13	0.00	11	2	0	2	0	0	9
		050	0.18	0.00	0.18	0.00	11	2	0	2	0	0	9
		080	0.18	0.00	0.18	0.00	22	4	0	4	0	0	18
		100	0.20	0.00	0.20	0.00	22	4	0	4	0	0	18
		200	0.25	0.00	0.25	0.00	28	5	0	5	0	0	23
	봉동 축제 좌안지구	020	0.11	0.00	0.11	0.00	11	2	0	2	0	0	9
		030	0.13	0.00	0.13	0.00	11	2	0	2	0	0	9
		050	0.15	0.00	0.15	0.00	22	4	0	4	0	0	18
		080	0.18	0.00	0.18	0.00	22	4	0	4	0	0	18
		100	0.20	0.00	0.20	0.00	22	4	0	4	0	0	18
		200	0.26	0.00	0.26	0.00	28	5	0	5	0	0	23
조산천	조산 축제 좌안1지구	020	0.26	0.00	0.00	0.26	17,259	3,138	0	0	3,138	14,121	0
		030	0.30	0.00	0.00	0.30	19,723	3,586	0	0	3,586	16,137	0
		050	0.33	0.00	0.00	0.33	22,187	4,034	0	0	4,034	18,153	0
		080	0.37	0.00	0.00	0.37	24,651	4,482	0	0	4,482	20,169	0
		100	0.41	0.00	0.00	0.41	27,122	4,931	0	0	4,931	22,190	1
		200	0.48	0.00	0.00	0.48	32,051	5,827	0	0	5,827	26,222	2
	조산 축제 우안1지구	020	0.34	0.00	0.00	0.34	22,853	4,155	0	0	4,155	18,698	0
		030	0.39	0.00	0.00	0.39	26,121	4,749	0	0	4,749	21,371	1
		050	0.44	0.00	0.00	0.44	29,383	5,342	0	0	5,342	24,039	2
		080	0.49	0.00	0.00	0.49	32,650	5,936	0	0	5,936	26,712	2
		100	0.54	0.00	0.00	0.54	35,917	6,530	0	0	6,530	29,385	2
		200	0.64	0.00	0.00	0.64	42,446	7,717	0	0	7,717	34,727	2

5.1.3 경제성 분석

가. 편익의 산정

연평균 피해액이란 한해에 발생가능한 홍수에 대한 기대 피해액이라고 할 수 있으며, 치수사업으로 인하여 경감된 연평균 피해액을 연평균 피해경감 기대액이라고 한다. 본 과업에서는 유량규모별 피해액을 산출하여 내구연한 동안의 연평균 피해경감 기대액(편익)을 산정하였다.

유량규모별 연평균 초과확률은 유량-빈도 곡선으로부터 산출하고, 유량규모별 피해경감액은 사업 전·후의 피해액 차이로부터 구한다. 구간 평균 피해 경감액과 구간확률을 곱하여 해당 구간의 연평균 경감액을 산출하고 이를 누계한 값이 연평균 경감 기대액으로 연평균 피해경감 기대액의 산출방법은 다음 표와 같다.

<표 5.1-9> 연평균 피해경감 기대액의 산정방법

유량 규모	연평균 초과확률	피해 경감액	구간평균 피해 경감액	구간확률	연평균피해 경감액	연평균 피해경감액 누계
Q_0	N_0	$D_0(=0)$	$\frac{D_0+D_1}{2}$	N_0-N_1	$d_1=(N_0-N_1)\times\frac{D_0+D_1}{2}$	d_1
Q_1	N_1	D_1				
Q_2	N_2	D_2	$\frac{D_1+D_2}{2}$	N_1-N_2	$d_2=(N_1-N_2)\times\frac{D_1+D_2}{2}$	d_1+d_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Q_m	N_m	D_m	$\frac{D_{m-1}+D_m}{2}$	$N_{m-1}-N_m$	$mrd_m=(N_{m-1}-N_m)\times\frac{D_{m-1}+D_m}{2}$	$d_1+d_2+\cdots+d_m$

치수사업이 제방사업일 경우에는 계획빈도까지의 연평균 피해액이 연평균 피해경감기대액과 같으며, 비제방사업일 경우에는 사업전과 사업후의 연평균 피해액을 각각 구하여 두 값의 차를 연평균 피해경감기대액으로 산정한다.

나. 비용의 산정

금회 분석에서 구조물의 잔존가치는 축제공은 사업비 기준 80%, 호안공은 20%, 보상비는 100%를 잔존가치로 보고 초기 투자 사업비에서 시설물의 잔존가치를 차감한 순 사업비의 2%를 연평균 유지관리비로 적용하였다.

다. 경제성 평가

1) 편익-비용 분석의 평가기준

여러 가지 투자계획 중에서 하나를 선택하거나 또는 최적규모로 결정된 시설에 대한 경제성 평가를 위해서는 일반적인 기준이 필요하다.

이러한 기준을 평가기준(evaluation criteria), 평가지표(evaluation indicator) 또는 투자기준(investment criteria)이라고도 하며, 순현가(NPV; net present value), 편익·비용비(B/C; benefit-cost ratio), 내부수익율(IRR; internal rate of return)의 세 가지가 주로 이용되고 있다.

가) 순현가(NPV, Net Present Value)

순현재가치(net present value, NPV)란 사업기간에 따른 할인율이 적용된 총비용과 총편익의 차로서 대상사업이 정해진 기간 내에 발생되는 편익과 비용의 차이에 관심을 두는 지표이다.

나) 비용-편액비(B/C, Benefit/Cost Ratio)

비용편익비(B/C)는 정해진 기간 내에 분석대상 사업에 투입된 비용대비 편익의 비율을 나타낸다.

다) 내부수익율(IRR, Internal Rate Return)

내부수익율(Internal Rate of Return, IRR)은 비용편익비가 1이 되는 할인율을 말하며 IRR은 순현가로 평가 할 때는 순현가가 0이 되도록 하는 할인율을 말한다. 즉 다음과 같은 관계식이 성립할 때의 할인율을 의미한다.

이 방법에서는 할인율이 최소투자수익율과 같을 경우 비용편익비가 1보다 작으면 사업계획을 기각하는 것이 원칙이다.

2) 평기기준의 비교·검토

순현가(NPV)분석은 모든 타당한 경제적 자료를 단일 계산화하여 심사나 순위 매김이 가능토록 하여주며, 적절한 할인율에 의해 순편익 흐름내의 미래가를 현재가로 계산한다.

일반적으로 순현가가 '0' 보다 작거나 같으면 사업안을 기각하는 것이 원칙이며, 그리고 사업의 예산에 대한 제약이 없을 경우 가장 높은 순현가를 나타내는 사업이 가장 먼저 우선순위 결정을 받게 된다.

또한, 예산이 제약될 경우라도 예산집행제약 내에서 가장 높은 순현가를 보이는 사업이 가장

높이 평가되고 있다.

편익·비용비율(B/C ratio)분석은 통상적인 평가방법으로 순현가 분석과 같이 단일계산 분석법이나, 실제비용과 편익의 크기가 나타나 있지 않기 때문에 편익·비용비율 분석 하나만으로는 분석이 충분치 못하다. 타당한 사업규모의 결정에서 순현가와 편익·비용비율은 사업규모의 증가에 따라 어느 규모까지는 증가시킬 수 있으며, 이 경우 사업규모를 순현가가 최대가 되는 곳에서 사업규모를 결정할 수 있다.

내부수익률(IRR)을 이용하여 결정하는 방법은 사업의 내부수익률이 사업평가에 이용된 수익률보다 작을 경우 사업을 기각하는 것이며, 이 방법은 NPV나 B/C비율을 구하는데 어떤 할인율을 적용해야 할지 불분명하거나 어려운 점이 많을 때 이용되기도 하나, 사업규모에 대한 정보가 반영되지 못하므로 투자의 우선순위를 결정하는 평가에는 독립적으로 이용이 불가능하며, 경제성 평가 방법별 장·단점을 비교하면 다음과 같다.

<표 5.1-10> 경제성 분석기법의 특징

방 법	특징 및 장점	단 점
순현가 (NPV)	· 적용이 쉽고, 결과나 규모가 유사한 대안을 평가할 때 이용됨 · 각 방법의 경제성 분석결과가 다를 경우 이 분석 결과를 우선으로 함	· 투자사업이 클수록 크게 나타남 · 자본투자의 효율성이 드러나지 않음
편익·비용비 (B/C ratio)	· 적용이 쉽고, 결과나 규모가 유사한 대안을 평가할 때 이용됨	· 사업규모의 상대적 비교가 어렵움 · 편익이 늦게 발생하는 사업의 경우 낮게 나타남
내부수익률 (IRR)	· 투자사업의 예상수익률을 판단할 수 있음 · NPV나 B/C 적용시 할인율이 불분명할 경우 이용됨	· 짧은 사업의 수익성이 과장되기 쉬움 · 편익발생이 늦은 사업의 경우 불리한 결과가 발생함

라. 경제성 분석 결과

경제적 타당성을 평가하는 지표로서 경제성분석 대상지구에 대한 유량규모별 비용과 편익의 현재가치에 따라 순현재가치(NPV; Net Present Value), 편익·비용비(B/C; Benefit-Cost ratio), 내부수익률(IRR; Internal Rate of Return)을 산정하였다.

동일치수사업에 대해서는 일반적으로 편익·비용비 기준에 의한 평가로 경제성 평가를 실시하며, 치수시설물의 건설 및 유지관리에 필요한 총비용과 치수사업에 의해 야기되는 총편익(피해경감)을 할인율을 이용해서 현재가치화하여 비교하였다.

금회 분석에서는 2007년 1월부터 기획예산처와 KDI에서 변경 제시한 적정 사회적 할인율(수자원 부문의 경우 운영 30년간은 5.5%, 이후 50년까지 4.5% 적용)을 적용하고, 분석기간은 80년으로 설정하였으며, 경제성 분석결과는 다음과 같다.

<표 5.1-11> 하천별 B/C 및 통합지표(다차원법)

하천명	지구명	유량규모	침수 면적 (ha)	현재가치 편익(B) (백만원)	현재가치 비용(C) (백만원)	B/C	NPV (백만원)	IRR
안천	안천축제우안1	20년빈도	0.64	121	9,029	0.010	-8,908	
		30년빈도	0.88	151	9,167	0.016	-9,016	
		50년빈도	1.27	184	9,304	0.020	-9,120	
		80년빈도	1.73	205	9,442	0.022	-9,237	
		100년빈도	1.97	223	9,579	0.023	-9,356	
		200년빈도	3.02	242	9,855	0.025	-9,613	
	안천축제우안2	20년빈도	1.48	335	7,864	0.040	-7,529	
		30년빈도	1.99	416	8,044	0.052	-7,628	
		50년빈도	2.59	492	8,224	0.060	-7,732	
		80년빈도	3.10	536	8,404	0.064	-7,868	-10.21%
		100년빈도	3.31	573	8,583	0.067	-8,010	-9.20%
		200년빈도	4.04	607	8,944	0.068	-8,337	-7.82%
	안천축제우안3	20년빈도	0.53	74	1,150	0.060	-1,076	-1.83%
		30년빈도	0.62	92	1,288	0.071	-1,196	-1.67%
		50년빈도	0.71	108	1,428	0.076	-1,320	-1.56%
		80년빈도	0.84	117	1,566	0.075	-1,449	-1.53%
		100년빈도	0.95	125	1,704	0.073	-1,579	-1.50%
		200년빈도	1.20	132	1,982	0.067	-1,850	-1.52%
	안천축제우안4	20년빈도	0.00	0	91	0.000	-91	-1.30%
		30년빈도	0.00	0	105	0.000	-105	-1.30%
		50년빈도	0.00	0	117	0.000	-117	-1.30%
		80년빈도	0.00	0	131	0.000	-131	-1.30%
		100년빈도	0.00	0	144	0.000	-144	-1.31%
		200년빈도	0.00	0	170	0.000	-170	-1.31%
	안천축제우안5	20년빈도	1.26	426	1,729	0.250	-1,303	
		30년빈도	1.37	511	1,745	0.293	-1,234	
		50년빈도	1.47	576	1,761	0.327	-1,185	-6.06%
		80년빈도	1.58	610	1,778	0.343	-1,168	-4.52%
		100년빈도	1.62	636	1,794	0.355	-1,158	-3.71%
		200년빈도	1.78	655	1,827	0.359	-1,172	-3.30%

<표 5.1-19> 하천별 B/C 및 통합지표(다차원법)(계속)

하천명	지구명	유량규모	침수 면적 (ha)	현재가치 편익(B) (백만원)	현재가치 비용(C) (백만원)	B/C	NPV (백만원)	IRR
안천	안천축제좌안1	20년빈도	7.29	1,631	13,772	0.120	-12,141	-4.11%
		30년빈도	8.21	1,980	14,239	0.139	-12,259	-3.21%
		50년빈도	9.42	2,273	14,710	0.155	-12,437	-2.56%
		80년빈도	11.06	2,442	15,180	0.161	-12,738	-2.17%
		100년빈도	11.88	2,578	15,650	0.165	-13,072	-1.87%
		200년빈도	14.25	2,689	16,588	0.162	-13,899	-1.52%
	안천축제좌안2	20년빈도	2.88	549	1,471	0.370	-922	1.61%
		30년빈도	3.46	673	1,642	0.410	-969	1.94%
		50년빈도	3.98	780	1,817	0.429	-1,037	2.11%
		80년빈도	4.43	848	1,990	0.426	-1,142	2.11%
		100년빈도	4.67	907	2,162	0.420	-1,255	2.08%
		200년빈도	5.51	957	2,509	0.381	-1,552	1.82%
	안천축제좌안3	20년빈도	0.50	106	714	0.150	-608	0.20%
		30년빈도	0.63	133	811	0.164	-678	0.34%
		50년빈도	0.78	158	910	0.174	-752	0.42%
		80년빈도	0.97	172	1,007	0.171	-835	0.41%
		100년빈도	1.07	184	1,105	0.167	-921	0.38%
		200년빈도	1.67	197	1,301	0.151	-1,104	0.27%
	안천축제좌안4	20년빈도	4.07	1,178	8,862	0.130	-7,684	-6.72%
		30년빈도	4.53	1,415	9,137	0.155	-7,722	-5.25%
		50년빈도	5.19	1,606	9,416	0.171	-7,810	-4.29%
		80년빈도	5.83	1,709	9,693	0.176	-7,984	-3.77%
		100년빈도	6.21	1,792	9,971	0.180	-8,179	-3.38%
		200년빈도	7.73	1,859	10,525	0.177	-8,666	-2.95%

<표 5.1-19> 하천별 B/C 및 통합지표(다차원법)(계속)

하천명	지구명	유량규모	침수 면적 (ha)	현재가치 편익(B) (백만원)	현재가치 비용(C) (백만원)	B/C	NPV (백만원)	IRR
봉동천	봉동축제우안	20년빈도	0.12	13	1,276	0.010	-1,263	
		30년빈도	0.13	17	1,277	0.013	-1,260	
		50년빈도	0.18	20	1,278	0.016	-1,258	
		80년빈도	0.18	23	1,279	0.018	-1,256	
		100년빈도	0.20	25	1,280	0.020	-1,255	
		200년빈도	0.25	26	1,282	0.020	-1,256	
	봉동축제우안	20년빈도	0.11	23	9,619	0.000	-9,596	
		30년빈도	0.13	27	9,657	0.003	-9,630	
		50년빈도	0.15	33	9,696	0.003	-9,663	
		80년빈도	0.18	36	9,734	0.004	-9,698	
		100년빈도	0.20	38	9,773	0.004	-9,735	
		200년빈도	0.26	40	9,849	0.004	-9,809	
조산천	조산축제좌안1	20년빈도	0.26	36,563	435	84.050	36,128	402.81%
		30년빈도	0.30	44,084	497	88.700	43,587	424.60%
		50년빈도	0.33	49,959	560	89.213	49,399	427.58%
		80년빈도	0.37	53,092	622	85.357	52,470	408.91%
		100년빈도	0.41	55,678	684	81.401	54,994	389.96%
		200년빈도	0.48	57,715	809	71.341	56,906	342.18%
	조산축제우안1	20년빈도	0.34	58,796	654	89.900	58,142	423.38%
		30년빈도	0.39	70,000	747	93.708	69,253	441.30%
		50년빈도	0.44	78,214	841	93.001	77,373	438.11%
		80년빈도	0.49	82,364	934	88.184	81,430	415.26%
		100년빈도	0.54	85,632	1,027	83.381	84,605	392.75%
		200년빈도	0.64	87,915	1,215	72.358	86,700	341.17%

5.2 소요재원 산정

금회 분석에서 구조물의 잔존가치는 개선법과 동일하게 반영하여 축제공은 사업비 기준 80 %, 호안공은 20 %, 보상비는 100 %를 잔존가치로 보고 초기 투자 사업비에서 시설물의 잔존가치를 차감한 순 사업비의 2 %를 연평균 유지관리비로 적용하였다.

<표 5.2-1> 지구별 총사업비

하천명	지구명	소요 사업비 (백만원)					
		축제공	호안공	구조물공	용지보상비	기타	계
안 천	안천축제우안1	77.1	316.9	3,538.2	582.7	2,123.4	6,638.3
	안천축제우안2	134.6	466.9	2,897.8	598.1	1,889.6	5,987.0
	안천축제우안3	57.0	449.6	77.4	371.4	315.4	1,270.8
	안천축제우안4	15.1	33.4	0.0	35.4	26.2	110.1
	안천축제우안5	22.8	60.7	708.2	0.0	427.5	1,219.2
	안천축제좌안1	490.6	551.5	4,598.0	2,624.7	3,045.7	11,310.5
	안천축제좌안2	90.2	458.9	113.1	627.8	357.6	1,647.6
	안천축제좌안3	128.9	319.8	12.6	462.7	249.1	1,173.1
	안천축제좌안4	144.2	727.2	3,035.3	1,022.6	2,109.6	7,038.9
봉동천	봉동축제우안	9.3	44.5	569.3	209.0	336.5	1,168.6
	봉동축제좌안	222.7	193.8	4,146.2	1,176.6	2,463.9	8,203.2
조산천	조산축제좌안1	32.6	35.5	-	422.9	36.8	527.8
	조산축제우안1	22.5	34.6	-	718.4	30.8	806.3

5.3 투자우선순위 검토

투자우선순위 결정은 「치수사업 경제성분석 방법 연구(2004, 건설교통부)」에서 제시한 다기준의사결정법(Multi-Criteria Decision Marking) 중 계층화 분석과정(AHP : Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 분석하였다.

5.3.1 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법 개요

AHP는 의사결정의 전 과정을 다수의 계층(level)으로 설계한 후, 계층별 기준 및 대안들의 중요도를 서로 비교하는 쌍대응비교법(paired comparisons method)에 의해 단계별로 평가함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 것을 지원하는 다기준의사결정기법이다.

5.3.2 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법의 평가기준

금회 적용한 AHP기법은 3개의 주 평가 기준과 5개의 세부 평가기준으로 구분하여 평가한다.

가. 경제성

경제성 항목은 전통적으로 가장 중요하게 취급되는 평가기준으로 사업의 비용과 효과를 분석하여, 투자의 최적화를 기하고 우선순위를 정할 객관적인 기준의 하나이다.

금회 분석에서 경제성 항목은 편익·비용비(B/C)를 이용하여 분석하였다.

나. 위험성

수자원 사업과 같은 대규모 투자사업은 1차적으로 경제적 효율성이 판단의 기준이 되지만 공공성이 강한 측면으로 인해 형평성을 고려하지 않을 수 없다.

즉, 홍수로 인한 피해의 가능성이 높은 지역에 대해서는 지리적 위치나 경제적 또는 정치적 능력에 상관없이 기본적으로 국가가 보장해 주어야 할 안전은 확보되어야 한다는 것이다.

이에 본 과업에서는 투자우선순위 결정 시 홍수피해 밀도가 높은 피해 중심지역을 고려하기 위하여 홍수피해잠재능과 장기간위험도를 세부평가 기준으로 선정하였다.

1) 홍수피해잠재능

「수자원장기종합계획(2000.12, 건설교통부)」에서 사용된 홍수피해 잠재능을 이용하여 분석하였다.

2) 장기간 위험도

장기간 위험도는 특정기간 n동안 정해진 용량을 한 번 이상 초과할 확률로 정의되며, 장기간 위험도 산정식은 아래와 같다.

$$R = 1-[1-P(X \geq x_{\cap acity})]^n$$

여기서, $P(X \geq x_{\cap acity})$는 확률변수 X(최대수위 또는 유량)가 특정변량을 초과할 확률을 가리키고, R은 n기간 동안 특정변량을 초과하는 사상 X가 한 번 이상 발생할 확률을 나타냄

다. 지속가능성

수자원 관리에서의 지속가능성이란 생태적 지속성, 사회적 지속성, 경제적 지속성으로 나눌 수 있다.

본 과업에서 생태적 지속가능성을 평가하기 위한 항목으로 환경부의 생태자연도 등급을 이용하였으며, 사회적 지속가능성의 평가를 위해서는 한국개발연구원(KDI)에서 예비타당성 평가를 위해 개발한 지역낙후도 지수를 이용하였으나, 그러나 경제적 지속성은 경제성 기준과 그 내용이 중복되기 때문에 지속가능성 기준에서는 생략하였다.

1) 생태자연도

생태자연도는 일정지역에 대하여 자연경관 및 생물상의 희귀성, 고유성, 풍부성 및 지역대표성을 고려하여 각각의 생태계(산림, 하천, 도시, 농지, 호소 등)에 대한 가치를 등급화한 것으로 「자연환경보전법」에 따라 1~3등급으로 구분하여 1/25,000축척의 지도에 그 분포상황을 주제도로 표현한 것이다.

2) 지역낙후도

지역낙후도는 국토의 균형적 발전을 고려하기 위한 기준으로, 본 과업에서는 공공투자관리센터(KDI)에서 예비타당성 평가를 위해 개발한 지역낙후도 지수를 이용하였다.

라. 가중치의 산정

각 항목별 가중치는 기존의 연구사례 등을 종합적으로 고려하여 경제성과 위험성 및 지속가능성에 대해 각각 0.50 : 0.25 : 0.25씩 가중치를 부여하였다.

또한 위험성의 세부기준인 홍수피해 잠재능과 장기간 위험도는 각각 위험의 효율성과 위험의 형평성을 나타낸다고 할 수 있어 이 두 가지 기준의 중요도에 대한 차별성을 명확하게 구분

하기 어려워 동일하게 부여하였다.

지속가능성의 세부기준인 생태자연도와 지역낙후도는 각각 생태적 지속성과 사회적 지속성을 나타내는 기준으로 각각 동일하게 가중치를 부여하였다.

<표 5.3-1> 지구별 가중치 산정결과

하천명	지구명	안별	연장(m)	사업비(백만원)	경제성	위험성		지속가능성		통합지수	투자우선순위
					비용편익분석(B/C)	홍수피해잠재능(PFD)	장기간위험도	생태자연도(등급)	지역낙후도(순위)		
안천	안천좌안1	좌	2,250	11,310.5	0.161	0.4313	0.001	3	82	0.38	7
	안천좌안2	좌	1,278	1,647.6	0.426	0.4313	0.220	3	82	0.72	1
	안천좌안3	좌	682	1,173.1	0.171	0.4313	1.000	3	82	0.51	3
	안천좌안4	좌	1,907	7,038.9	0.176	0.4313	0.381	3	82	0.44	4
	안천우안1	우	1,011	6,638.3	0.022	0.4313	0.046	3	82	0.22	9
	안천우안2	우	1,107	5,987.0	0.064	0.4313	0.989	3	82	0.39	6
	안천우안3	우	642	1,270.8	0.075	0.4313	1.000	3	82	0.40	5
	안천우안4	우	163	110.1	0.001	0.4313	0.354	3	82	0.23	8
	안천우안5	우	271	1,219.2	0.343	0.4313	0.056	3	82	0.60	2
봉동천	봉동좌안	좌	754	8,203.2	0.018	0.4313	0.044	3	82	0.20	2
	봉동우안	우	151	1,168.6	0.004	0.4313	0.982	3	82	0.31	1
조산천	조산좌안	좌	210	527.8	85.357	0.5100	0.020	2	40	0.75	1
	조산우안	우	205	806.3	88.184	0.5100	0.020	2	40	0.73	2

5.4 결론 및 기대효과

5.4.1 하천기본계획 고시에 관한 사항

가. 하천기본계획의 수립 목적 또는 변경 목적

안천 외 2개하천에 대하여 유역의 강우, 하천의 유량, 하도특성, 환경, 수자원개발 및 이용현황 등 하천의 홍수관리, 용수공급, 하천환경보전 등에 관한 제반사항을 조사·분석하여 하천기본계획을 수립함으로써 하천의 효율적인 이용과 보전, 유지관리에 원활을 기하고자 함

나. 연평균 강우량과 수자원 부존량

<표 5.4-1> 수자원부존량

하천명	수자원총량			손실량 (백만m³)	유출량(백만m³)		
	유역면적 (km²)	년평균강수량 (mm)	수자원부존량 (백만m³)		계	홍수시 유 출	평상시 유 출
안 천	37.05	1,234.5	45.74	19.47	26.27	18.71	7.56
			(100.0%)	(42.57%)	(57.43%)	(40.90%)	(16.53%)
봉동천	12.38	1,234.5	15.28	6.51	8.77	6.22	2.55
			(100.0%)	(42.60%)	(57.40%)	(40.69%)	(16.71%)
조산천	29.10	1,046.9	30.47	9.84	20.63	14.68	5.95
			(100.0%)	(32.29%)	(67.71%)	(48.18%)	(19.53%)

다. 홍수배분계획

하천명	산정지점명	지점 부호	유역면적 (km²)	유로연장 (km)	계획빈도 (년)	홍수량(m³/s)		비고
						기 본	계 획	
안 천	안천 종점	AC-00	37.05	13.07	80	300	300	
	세천(샛갓골천) 합류후	AC-01	36.02	12.20	〃	300	300	
	세천(샛갓골천) 합류전	AC-02	35.57	12.20	〃	300	300	
	한천천(소) 합류후	AC-03	35.36	11.74	〃	300	300	
	한천천(소) 합류전	AC-04	33.00	11.74	〃	280	280	
	온천천(소) 합류후	AC-05	32.98	11.56	〃	280	280	
	온천천(소) 합류전	AC-06	28.90	11.56	〃	260	260	

하천명	산정지점명	지점부호	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	계획빈도 (년)	홍수량(㎥/s)		비고
						기 본	계 획	
	안천교 지점	AC-07	28.49	10.42	〃	260	260	
	신안천(소) 합류후	AC-08	27.83	9.34	〃	260	260	
	신안천(소) 합류전	AC-09	21.48	9.34	〃	225	225	
	세천(황골천) 합류후	AC-10	20.90	7.97	〃	225	225	
	세천(황골천) 합류전	AC-11	20.28	7.97	〃	215	215	
	논실천(소) 합류후	AC-12	19.44	7.30	〃	215	215	
	논실천(소) 합류전	AC-13	15.94	7.30	〃	190	190	
	세천(둔달골천) 합류후	AC-14	15.55	6.70	〃	190	190	
	세천(둔달골천) 합류전	AC-15	13.00	6.70	〃	160	160	
	세천(바깥들천) 합류후	AC-16	12.64	6.11	〃	160	160	
	세천(바깥들천) 합류전	AC-17	11.39	6.11	〃	145	145	
	안천 시점	AC-18	10.30	4.77	〃	145	145	
봉동천	봉동천 종점	BD-00	12.38	8.09	〃	165	165	
	경부고속도로 교차점	BD-01	9.19	6.11	〃	140	140	
	공단 입구	BD-02	6.29	4.37	〃	115	115	
	봉동천 시점	BD-03	3.64	2.73	〃	80	80	
조산천	조산천 하구	JS-00	29.10	9.55	100	310	310	
	한교천(소) 합류후	JS-01	29.09	9.36	〃	310	310	
	한교천(소) 합류전	JS-02	17.10	9.36	〃	175	175	
	무학교 지점	JS-03	16.10	8.06	80	170	170	
	사기천(소) 합류후	JS-04	13.92	6.39	〃	155	155	
	사기천(소) 합류전	JS-05	7.64	6.39	〃	85	85	
	과업시점	JS-06	7.08	5.66	〃	80	80	

라. 주요지점별 기본홍수량·계획홍수량·계획홍수위 및 계획하폭

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
안 천	0+000	-	-	300	112.99	36	36	111.69	113.72	
	0+054	54.0	54	300	113.03	50	62	114.12	113.70	안천제1낙차공(철거)
	0+100	46.0	100	300	113.12	57	66	114.36	114.20	
	0+104	4.0	104	300	113.16	58	67	114.37	114.21	안천제1보(재가설)
	0+178	73.6	178	300	113.60	70	70	114.93	114.77	삼창교(재가설)
	0+200	22.4	200	300	113.60	74	74	114.91	115.48	
	0+300	100.0	300	300	113.88	89	89	115.69	115.88	
	0+399	99.0	399	300	114.25	78	78	116.36	116.30	
	0+499	100.0	499	300	114.82	64	64	116.90	116.74	
	0+599	100.0	599	300	115.65	58	58	117.37	117.26	
	0+691	91.6	691	300	116.45	75	75	117.68	117.80	안천제1잠수교(철거)
	0+699	8.4	699	300	116.45	66	66	117.16	116.77	
	0+800	101.0	800	300	117.07	64	64	118.16	119.71	
	0+900	100.0	900	300	118.26	80	70	118.72	118.73	
	1+000	100.0	1,000	300	118.48	56	71	119.30	118.46	
	1+097	97.0	1,097	300	118.84	65	73	119.75	118.38	안천제2잠수교(철거)
	1+099	2.0	1,099	300	118.91	73	73	119.75	118.54	
	1+201	102.0	1,201	300	119.25	76	76	120.56	119.89	
	1+282	80.5	1,282	300	120.08	53	63	121.46	120.99	안천제2낙차공(재가설)
	1+299	18.2	1,300	300	120.38	47	61	122.21	121.14	안천제3낙차공(철거)

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
안 천	1+303	3.3	1,303	300	120.38	45	59	122.28	121.21	
	1+323	19.7	1,323	300	120.71	52	71	122.29	122.29	한천교(재가설) 한천천(소하천) 합류
	1+404	81.3	1,404	280	120.93	30	55	산	121.20	
	1+505	101.0	1,505	280	121.16	34	56	산	122.37	논실천(소하천) 합류
	1+544	38.6	1,544	260	-	71	71	111.69	113.72	안천제3잠수교(철거)
	1+607	63.4	1,607	260	121.97	50	70	120.92	122.79	한천잠수교(이설)
	1+708	101.0	1,708	260	122.22	57	69	122.25	123.45	
	1+776	67.6	1,776	260	124.05	68	68	125.46	123.94	안천제2보(재가설)
	1+808	32.4	1,808	260	124.05	63	68	125.49	124.90	
	1+908	100.0	1,908	260	124.49	42	58	126.14	125.33	
	1+998	89.9	1,998	260	126.36	31	45	126.16	125.99	안천제3보(재가설)
	2+007	9.1	2,007	260	126.36	31	46	126.23	127.69	
	2+021	14.2	2,021	260	126.40	39	46	127.74	127.69	안천교(재가설)
	2+107	85.8	2,107	260	126.56	31	46	126.25	산	
	2+207	100.0	2,207	260	126.67	24	42	126.45	산	
	2+307	100.0	2,307	260	126.95	33	46	127.30	산	
	2+397	90.0	2,397	260	127.38	70	44	127.30	128.22	안천제4낙차공(철거)
	2+407	10.0	2,407	260	127.45	32	44	127.71	127.90	
	2+474	67.0	2,474	260	128.28	34	44	128.67	128.75	안천제5낙차공(철거)
	2+507	33.0	2,507	260	128.45	36	44	129.06	128.96	
	2+607	100.0	2,607	260	129.57	42	44	129.99	129.99	
	2+669	62.0	2,669	260	129.93	47	47	130.48	130.45	제2안천교(재가설)
	2+685	16.0	2,685	260	130.41	50	50	130.38	130.67	안천제4보(재가설)
	2+708	23.0	2,708	260	130.41	43	43	130.81	130.66	
	2+745	37.4	2,745	260	130.80	50	41	130.86	131.08	안천제5보(재가설)
	2+810	64.6	2,810	260	130.82	38	42	131.14	131.50	
	2+910	100.0	2,910	260	131.77	42	45	132.41	135.00	

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
안 천	3+010	100.0	3,010	260	132.04	30	42	132.83	산	
	3+110	100.0	3,110	260	132.79	40	50	133.09	산	
	3+210	100.0	3,210	260	133.41	27	40	133.56	산	
	3+309	99.0	3,309	260	134.61	23	42	134.56	산	
	3+409	100.0	3,409	260	134.92	29	43	135.80	산	
	3+440	30.4	3,439	260	135.34	31	42	135.91	산	안천제6낙차공(재가설)
	3+508	68.6	3,508	260	135.62	29	43	136.88	산	
	3+608	100.0	3,608	260	136.76	32	43	137.77	산	
	3+708	100.0	3,708	260	137.24	35	44	139.27	산	신안천(소하천) 합류
	3+807	99.0	3,807	225	138.17	49	51	140.15	산	
	3+898	90.8	3,898	225	140.91	30	44	140.63	산	안천제6보(재가설)
	3+911	13.2	3,911	225	140.91	28	31	141.19	산	
	4+015	104.0	4,015	225	141.64	27	38	141.85	산	
	4+112	97.0	4,112	225	142.22	23	35	142.28	141.90	
	4+136	24.0	4,136	225	142.49	26	35	141.83	142.26	안천제3잠수교(재가설)
	4+212	76.0	4,212	225	143.00	28	35	142.95	143.13	
	4+312	100.0	4,312	225	144.14	27	35	143.75	144.29	
	4+412	100.0	4,412	225	144.69	23	32	144.40	145.40	
	4+435	23.3	4,435	225	145.99	31	35	144.41	145.07	안천제7보(재가설)
	4+512	76.7	4,512	225	146.01	24	35	146.23	145.00	
	4+613	101.0	4,613	225	146.22	26	33	146.92	산	
	4+644	30.8	4,644	225	147.43	31	39	147.38	산	안천제8보(재가설)
	4+712	68.2	4,712	225	147.44	22	35	147.62	146.83	
	4+812	100.0	4,812	225	147.70	24	35	147.71	147.45	
	4+899	86.8	4,899	225	148.00	46	35	148.10	147.70	안천제4잠수교(철거)
	4+913	14.2	4,913	225	148.11	26	35	147.75	148.05	
	5+013	100.0	5,013	225	148.54	25	35	149.38	149.45	

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
안 천	5+044	30.7	5,044	225	148.79	40	35	149.76	149.85	안천제9보(재가설) 황골천(세천) 합류
	5+113	69.3	5,113	215	149.64	22	35	150.52	150.22	
	5+155	42.0	5,155	215	150.35	28	35	150.60	150.60	안천제1새마을교(재가설)
	5+214	59.0	5,214	215	150.62	32	35	150.83	151.60	
	5+314	100.0	5,314	215	151.18	32	35	151.72	152.87	
	5+368	54.0	5,368	215	151.83	38	35	152.66	152.84	안천제7낙차공(철거)
	5+415	47.0	5,415	215	152.15	28	35	151.83	153.06	
	5+473	58.0	5,473	215	153.05	29	35	152.56	152.65	안천제5잠수교(재가설)
	5+515	42.0	5,515	215	153.19	22	35	152.93	152.62	
	5+616	101.0	5,616	215	154.19	28	35	154.70	155.54	
	5+625	8.5	5,625	215	154.51	31	35	154.69	155.47	안천제10보(재가설)
	5+716	91.5	5,716	215	156.03	24	35	157.16	157.16	온천교(재가설) 온천천(소하천) 합류
	5+816	100.0	5,816	190	156.44	19	32	156.93	157.37	
	5+885	68.5	5,885	190	158.41	19	30	157.80	157.45	안천제11보(재가설)
	5+916	31.5	5,916	190	159.27	15	30	157.93	157.72	
	6+016	100.0	6,016	190	159.37	17	30	158.71	158.62	
	6+115	99.0	6,115	190	160.07	25	27	산	160.67	
	6+216	101.0	6,216	190	161.94	20	24	산	161.63	
	6+237	20.5	6,237	190	162.79	22	25	산	162.56	안천제12보(철거)
	6+316	79.5	6,316	190	163.56	15	22	산	163.40	둔달골천(세천) 합류
	6+417	101.0	6,417	160	164.81	16	30	164.33	164.05	
	6+517	100.0	6,517	160	165.37	15	30	166.51	166.18	
	6+571	53.5	6,571	160	166.16	14	31	166.75	166.58	안천신보(철거)
	6+598	27.5	6,598	160	166.80	14	30	167.10	167.10	안천제2새마을교(재가설)
	6+617	19.0	6,617	160	166.85	13	30	167.46	167.59	
	6+716	99.0	6,716	160	167.53	17	30	168.50	168.48	
	6+794	78.0	6,794	160	168.51	21	30	169.32	169.37	안천제13보(재가설)

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
안 천	6+816	22.0	6,816	160	169.25	19	30	169.82	169.65	
	6+916	100.0	6,916	160	170.45	13	30	170.04	170.81	
	6+924	8.0	6,924	160	170.49	14	30	170.79	170.79	안천제3새마을교(재가설) 세천(바깥들천) 합류
	7+016	92.0	7,016	145	171.59	12	12	171.07	170.96	
	7+116	100.0	7,116	145	172.64	18	18	171.81	172.08	
	7+147	31.0	7,147	145	173.70	17	17	172.56	172.32	안천제14보(재가설)
	7+216	69.0	7,216	145	173.82	14	25	173.03	173.97	
	7+316	100.0	7,316	145	173.95	13	25	173.69	173.38	
	7+416	100.0	7,416	145	174.47	13	25	174.97	175.81	
	7+424	10.0	7,426	145	175.17	15	25	176.14	176.14	안천제4새마을교(재가설)
	7+508	81.5	7,508	145	176.76	33	25	177.76	177.51	안천제6잠수교(철거)
	7+516	8.5	7,516	145	176.77	20	25	176.82	177.64	
	7+518	2.0	7,518	145	176.94	21	25	176.81	177.76	안천제15보(철거)
	7+593	74.6	7,593	145	177.92	7	25	176.45	176.45	안천제7잠수교(철거)
	7+616	23.4	7,616	145	178.27	15	25	177.43	178.72	
	7+716	100.0	7,716	145	178.89	18	25	179.64	180.64	
	7+816	100.0	7,816	145	180.18	18	25	180.90	181.49	
	7+867	50.7	7,867	145	180.90	5	25	179.53	179.60	안천제8잠수교(재가설)
	7+916	49.3	7,916	145	181.26	17	26	182.00	183.37	
	7+968	52.0	7,968	145	184.77	16	25	183.25	183.87	안천제16보(재가설)
	8+016	48.0	8,016	145	184.77	14	25	183.71	183.30	
	8+045	28.5	8,045	145	184.78	11	24	183.99	184.81	안천제9잠수교(철거)
	8+103	58.5	8,103	145	184.93	23	23	186.20	185.75	신설교량
	8+116	13.0	8,116	145	184.93	22	22	186.56	185.56	
	8+149	32.6	8,149	145	186.75	20	20	186.29	186.40	안천제8낙차공(재가설)
	8+216	67.4	8,216	145	187.22	14	14	186.61	186.32	
	8+291	75.4	8,291	145	187.97	15	15	192.00	192.84	

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
봉동천	0+000	0.0	-	165	68.05	47	47	70.93	65.34	
	0+016	15.5	16	165	68.10	41	41	70.97	69.65	봉동제1잠수교
	0+090	74.9	90	165	68.41	33	33	71.14	69.51	봉동제2잠수교
	0+101	10.6	101	165	68.41	30	30	68.40	69.56	
	0+151	50.0	151	165	68.45	29	29	69.19	70.25	
	0+187	36.1	187	165	68.60	31	31	70.88	70.88	봉동교
	0+195	7.9	195	165	68.61	30	30	70.66	70.86	
	0+295	100.0	295	165	69.01	30	30	70.24	70.08	
	0+388	93.0	388	165	69.44	34	34	70.17	70.18	
	0+430	42.0	430	165	69.59	33	33	71.62	71.62	봉동천교
	0+479	49.0	479	165	69.75	32	32	70.96	70.82	
	0+579	100.0	579	165	70.18	31	31	71.35	71.40	
	0+633	54.0	633	165	72.20	31	31	72.24	72.16	봉동제1보
	0+677	44.0	677	165	72.20	31	31	72.81	72.94	
	0+777	100.0	777	165	72.33	31	31	73.11	73.16	
	0+877	100.0	877	165	72.56	30	30	72.83	73.44	
	0+977	100.0	977	165	72.79	32	32	73.06	73.79	
	1+076	99.0	1,076	165	73.03	36	36	75.89	74.07	
	1+140	63.9	1,140	165	73.82	36	36	76.26	76.26	예실교(하류)
	1+156	16.1	1,156	165	73.84	36	36	76.06	76.06	예실교(상류)
	1+169	9.0	1,165	165	73.84	31	31	76.00	76.30	
	1+186	20.9	1,186	165	76.22	31	31	76.41	76.48	봉동제2보
	1+255	69.1	1,255	165	76.22	35	35	77.45	77.46	
	1+334	83.9	1,339	165	76.44	37	37	77.48	77.48	본촌교
	1+354	15.1	1,354	165	76.44	31	31	77.55	77.55	
	1+450	96.0	1,450	165	76.69	32	32	77.55	78.12	
	1+559	109.0	1,559	165	77.15	31	31	78.24	79.02	

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
봉동천	1+643	84.0	1,643	165	77.52	33	33	78.74	78.97	
	1+647	4.0	1,647	165	77.78	35	35	78.70	78.70	봉동6교
	1+748	101.0	1,748	165	78.17	32	32	79.32	80.06	
	1+809	61.0	1,809	165	79.00	33	33	79.84	79.84	봉동제8교
	1+849	40.0	1,849	165	79.33	37	37	80.29	80.82	
	1+949	100.0	1,949	165	80.75	29	29	91.22	83.04	보수교-고속도로
	2+003	53.8	2,003	165	81.06	35	35	83.01	83.01	영도교
	2+061	58.2	2,061	140	81.39	36	36	81.57	90.01	
	2+123	64.1	2,125	140	82.30	37	37	81.79	81.35	봉동제3잠수교
	2+158	32.9	2,158	140	82.30	29	29	82.84	81.80	
	2+259	101.0	2,259	140	82.76	23	23	83.61	산	
	2+361	102.0	2,361	140	84.09	29	29	84.39	85.00	
	2+413	52.0	2,413	140	84.20	34	34	84.54	84.54	봉동제11교
	2+462	49.0	2,462	140	84.25	37	37	84.93	85.33	
	2+554	92.0	2,554	140	84.36	36	36	86.46	85.30	
	2+654	100.0	2,654	140	85.39	28	28	86.85	86.97	
	2+682	27.5	2,682	140	86.14	32	32	87.56	87.56	초원교(재가설)
	2+711	29.3	2,711	140	86.94	30	30	88.32	87.36	봉동제3보(재가설)
	2+736	25.2	2,736	140	87.05	35	35	88.56	87.33	
	2+834	98.0	2,834	140	87.08	25	25	87.98	산	
	2+929	95.0	2,929	140	87.94	25	25	88.64	산	
	3+030	101.0	3,030	140	89.56	25	25	91.13	산	
	3+128	98.0	3,128	140	90.58	25	25	92.26	산	
	3+228	100.0	3,228	140	91.36	28	28	92.87	94.58	
	3+256.1	30.8	3,259	140	91.87	26	26	94.30	94.30	봉동제13교
	3+310	51.2	3,310	140	93.74	26	26	94.91	94.91	봉동제4보
	3+327	17.0	3,327	140	93.74	26	26	95.16	95.16	

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
봉동천	3+427	100.0	3,427	140	94.02	26	26	95.53	95.53	
	3+450	24.5	3,452	140	94.11	26	26	95.76	95.76	봉동제14교
	3+527	75.5	3,527	140	94.45	26	26	95.55	95.95	
	3+592	65.1	3,592	140	94.92	26	26	96.02	96.54	봉동제4낙차공
	3+630	37.9	3,630	140	95.54	25	25	96.33	96.79	
	3+653	23.1	3,653	140	95.58	25	25	95.93	96.57	봉동제3낙차공
	3+700	46.9	3,700	140	96.24	25	25	97.70	97.70	세창교
	3+722	22.0	3,722	115	96.53	33	33	98.40	97.99	
	3+781	59.3	3,781	115	96.96	16	20	98.30	98.30	채신교(재가설)
	3+787	6.3	3,788	115	97.50	15	20	98.15	98.15	봉동제5보(재가설)
	3+822	34.4	3,822	115	98.06	25	25	99.18	98.27	
	3+923	101.0	3,923	115	98.47	25	25	100.77	99.25	
	3+962	39.3	3,962	115	99.35	23	23	100.99	100.99	세창1교
	4+021	58.7	4,021	115	99.76	25	25	102.00	100.62	
	4+092	71.2	4,092	115	101.02	21	21	102.08	102.28	봉동제19교
	4+120	27.8	4,120	115	101.98	21	21	103.02	103.42	봉동제6보
	4+221	101.0	4,221	115	102.98	21	21	103.80	104.20	
	4+260	39.0	4,260	115	104.42	21	21	105.65	106.05	봉동제7보
	4+323	63.0	4,323	115	105.16	20	20	105.40	106.60	
	4+329	7.8	4,331	115	105.26	19	19	105.27	106.47	봉동제20교
	4+424	93.2	4,424	115	106.50	16	16	108.14	108.54	
	4+427	3.1	4,427	115	107.32	11	15	107.87	107.22	봉동제8보(철거)
	4+481	54.3	4,481	115	107.65	8	15	107.85	107.85	괴연교(재가설)
	4+524	42.6	4,524	115	107.97	9	15	109.55	107.40	
	4+605	80.8	4,605	115	108.34	7	17	109.09	107.70	봉동제9보(재가설)
	4+624	19.2	4,624	115	108.70	7	16	109.44	107.78	
	4+676	52.4	4,676	115	109.08	8	15	110.25	108.77	봉동제10보(철거)

하천명	측 점 (STA.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
봉동천	4+724	47.6	4,724	115	109.78	8	15	110.36	110.19	
	4+754	30.0	4,754	115	109.90	4	14	109.90	109.90	봉동제21교(재가설)
	4+793	38.8	4,793	115	110.74	13	13	115.37	110.06	하이브리드교
	4+824	31.2	4,824	115	111.20	8	13	113.20	111.00	
	4+838	14.0	4,838	115	111.83	7	13	111.85	111.85	봉동제23교(재가설)
	4+896	58.1	4,896	115	114.25	14	14	113.49	114.40	봉동제11보(재가설)
	4+925	28.9	4,925	115	114.84	17	17	113.70	산	
	5+026	101.0	5,026	115	115.10	17	17	114.95	산	
	5+126	100.0	5,126	115	116.71	17	17	116.17	118.72	
	5+226	100.0	5,226	115	118.50	22	22	120.56	140.00	
	5+291	65.2	5,291	115	120.11	17	17	122.53	154.39	
조산천	0+000	0	0	310	51.11	143	143	53.14	53.04	
	0+049	49	49	310	51.11	100	100	52.90	52.99	제1여울(종점)
	0+083	34	83	310	51.12	98	98	53.02	52.97	제1여울(시점)
	0+100	17	100	310	51.13	99	99	53.13	53.18	한교천(소하천) 합류
	0+170	70	170	175	51.50	99	99	52.88	53.37	제1징검다리
	0+200	30	200	175	51.70	104	104	52.30	53.31	
	0+222	22	222	175	51.72	140	140	55.91	55.91	철교
	0+300	78	300	175	51.74	60	60	55.12	55.12	하주교
	0+400	100	400	175	51.89	44	44	54.06	53.43	
	0+500	100	500	175	52.04	47	47	53.57	53.03	
	0+511	11	511	175	52.20	46	46	53.59	53.19	제2징검다리
	0+577	66	577	175	52.62	39	39	53.00	53.49	제2여울(종점)
	0+600	23	600	175	52.76	41	41	53.51	53.85	
	0+607	7	607	175	52.96	44	44	54.17	54.08	제2여울(시점)
	0+634	27	634	175	53.58	54	54	56.76	56.76	하주2교

하천명	측 점 (No.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
조산천	0+672	38	672	175	53.71	52	52	55.07	55.53	제1가동보
	0+700	28	700	175	53.77	52	52	54.69	55.44	
	0+771	71	771	175	54.21	49	49	54.92	55.02	제1인도교
	0+800	29	800	175	54.31	49	49	55.18	55.39	
	0+881	81	881	175	54.50	51	51	55.65	55.65	조산교(재가설)
	0+900	19	900	175	54.51	50	50	55.95	55.65	
	1+000	100	1,000	175	54.58	48	48	56.89	57.09	
	1+038	38	1,038	175	54.63	45	45	57.14	57.23	제3여울(종점)
	1+073	35	1,073	175	55.72	37	43	57.55	56.02	제3여울(시점)
	1+100	27	1,100	175	56.32	44	44	58.00	58.00	금락교(재가설)
	1+200	100	1,200	175	56.64	34	34	58.68	57.09	
	1+209	9	1,209	175	57.48	33	33	58.72	56.14	제2인도교
	1+265	56	1,265	175	57.49	29	29	58.87	57.53	제4여울(종점)
	1+295	30	1,295	175	57.70	30	30	59.20	57.50	제4여울(시점)
	1+300	5	1,300	175	58.14	29	29	59.28	57.48	
	1+400	100	1,400	175	58.41	30	30	61.08	58.72	
	1+433	33	1,433	170	59.09	30	30	61.75	62.89	무학교
	1+500	67	1,500	170	59.18	33	33	60.86	산	
	1+600	100	1,600	170	59.45	34	34	60.14	60.01	
	1+700	100	1,700	170	60.09	34	34	61.32	61.16	
	1+799	99	1,799	170	60.93	35	35	62.89	62.56	
	1+838	39	1,838	170	61.54	31	31	63.14	62.98	서사교
	1+897	59	1,897	170	61.84	30	30	63.59	63.75	
	1+997	100	1,997	170	62.84	30	30	65.03	산	
	2+098	101	2,098	170	64.01	31	31	66.17	산	
	2+197	99	2,197	170	65.16	31	31	67.27	산	

하천명	측 점 (No.)	거리(m)		계 획 홍수량 (㎥/sec)	계 획 홍수위 (EL.m)	하폭(m)		기설제방고 (EL.m)		비 고
		구간	누가			현재	계획	좌안	우안	
조산천	2+237	40	2,237	170	67.01	29	29	67.83	66.51	제3징검다리
	2+297	60	2,297	170	67.28	29	29	68.60	68.17	
	2+346	49	2,346	170	67.95	29	29	69.11	69.11	장군교
	2+372	26	2,372	170	67.95	28	28	69.53	68.04	조산제1낙차공(철거)
	2+393	21	2,393	170	68.17	28	28	69.77	68.95	
	2+494	101	2,494	170	69.52	27	27	70.85	산	
	2+586	92	2,586	170	70.47	24	24	72.17	산	제3인도교(신설)
	2+594	8	2,594	170	70.91	24	24	71.80	산	
	2+601	7	2,601	170	71.13	26	26	72.21	산	조산제2낙차공(재가설)
	2+694	93	2,694	170	73.20	30	30	75.43	산	
	2+794	100	2,794	170	74.45	23	30	75.81	73.62	
	2+843	49	2,843	170	76.47	24	29	76.54	75.72	제4징검다리
	2+894	51	2,894	170	77.19	26	29	78.39	76.50	
	2+994	100	2,994	170	78.19	32	32	81.96	78.47	
	3+086	92	3,086	170	79.96	12	30	79.22	78.80	제1잠수교 사기천(소하천) 합류
	3+094	8	3,094	85	80.22	34	40	82.28	79.84	
	3+192	98	3,192	85	82.97	18	18	86.84	83.76	
	3+292	100	3,292	85	84.99	17	17	87.73	85.28	
	3+392	100	3,392	85	88.26	19	19	89.57	산	
	3+491	99	3,491	85	92.37	13	13	93.09	93.90	
	3+583	92	3,583	85	94.13	5	12	93.75	93.75	제1복개(종점)
	3+591	8	3,591	85	94.26	5	12	95.22	95.22	
	3+691	100	3,691	85	97.47	5	10	97.94	97.94	
	3+766	75	3,766	85	100.10	5	9	100.28	99.71	제1복개(시점)
	3+791	25	3,791	85	100.77	8	8	100.53	산	
	3+828	37	3,828	85	101.46	17	17	102.63	103.33	

마. 하천공간 지구지정에 관한 사항

하천명	지구구분	안별	구간(No.)	구간연장(m)	비 고
안 천	【좌안지구】			8,290	
	일반보전지구	좌	0+000~2+307	2,307	
	복원지구	좌	2+307~2+810	503	
	일반보전지구	좌	2+810~6+517	3,707	
	복원지구	좌	6+517~8+290	1,773	
	【우안지구】			8,290	
	복원지구	우	0+000~1+069	1,069	
	일반보전지구	우	1+069~2+307	1,238	
	복원지구	우	2+307~2+810	503	
	일반보전지구	우	2+810~4+712	1,902	
봉동천	【좌안지구】			5,290	
	일반보전지구	좌	0+000~0+430	430	
	복원지구	좌	0+430~1+900	1,470	
	일반보전지구	좌	1+900~2+005	105	
	복원지구	좌	2+005~2+560	555	
	일반보전지구	좌	2+560~2+740	180	
	복원지구	좌	2+740~3+527	787	
	일반보전지구	좌	3+527~4+427	900	
	복원지구	좌	4+427~5+169	742	
	일반보전지구	좌	5+169~5+290	121	
	【우안지구】			5,290	
	일반보전지구	우	0+000~0+430	430	
	복원지구	우	0+430~1+809	1,379	
	일반보전지구	우	1+809~2+365	556	
	복원지구	우	2+365~2+834	469	
	일반보전지구	우	2+834~4+427	1,593	
	복원지구	우	4+427~4+890	463	
	일반보전지구	우	4+890~5+290	400	
조산천	【좌안지구】			3.828	
	근린친수지구	좌	0+000~2+794	2,794	
	복원지구	좌	2+794~3+828	1,034	
	【우안지구】			3.828	
	근린친수지구	우	0+000~2+494	2,494	
	일반보전지구	우	2+494~2+794	300	
	복원지구	우	2+794~3+828	1,034	

바. 하천기본계획의 열람에 관한 사항

○ 안천 외 2개소 하천기본계획에 관한 상세한 내용은 경상북도에서 열람할 수 있음

5.4.2 주요 사업내용

과업하천 유역 내 주요사업내용은 다음과 같음(보축지구는 공사비산정에서 제외하였음)

하천명	사업내용	사업비	비 고
안천	• 축 제 : 9,311 m • 호 안 : 9,311 m • 횡단구조물 : 28개소 • 배수시설물 : 27개소	36,395 백만원	
봉동천	• 축 제 : 905 m • 호 안 : 905 m • 횡단구조물 : 9개소 • 배수시설물 : 22개소	9,371 백만원	
조산천	• 축 제 : 990 m • 호 안 : 990 m • 횡단구조물 : 3개소 • 배수시설물 : 11개소	3,246 백만원	

5.4.3 기대효과

가. 기본사항

○ 체계적인 조사, 종합분석, 하천 정비·관리계획 수립을 통하여 상·하류의 일관성 있는 하천기본계획을 수립

○ 홍수처리계획은 제방보강, 배수시설 증설, 하도정비 및 보 개량(사업중), 횡단시설물 보강 등을 통해 내·외수에 안전한 하천이 되도록 계획

○ 이수적 측면에서 필요한 하천관리유량의 추가확보 계획을 마련하여 하천의 정상적인 상태 및 기능을 유지할 수 있도록 노력 필요

○ 하천환경 측면에서 하천의 물리특성, 생물서식성, 수환경성, 이용잠재성 등 하천환경 관리목표를 설정하고 이를 달성하기 위한 다양한 관리방안을 마련

○ 기타 관련된 타 계획과의 연관성을 최대한 고려하여 계획

○ 치수계획의 적정성을 검정하고 수문학적 매개변수, 수리학적 매개변수(조도계수 등)를 검토할 수 있는 기초자료 확보를 위하여 하천 유역내 강우량계 및 수위계(유량계) 설치계획을 수립하여야함

나. 기대효과

○ 제방보강을 통해 80년(조산천 하류부 100년) 빈도 홍수에 안전한 치수안전도 확보로 홍수피해와 복구비 절감

○ 하천유지유량 추가 확보를 통해 맑고 건강한 하천을 조성, 지역주민들은 일상 속에서 자연을 공유

○ 하천이 단순한 보전의 대상에서 레저, 휴식 등 적극적 이용의 대상으로 전환되어 강을 활용한 새로운 형태의 여가패턴 창출

- 지역주민에게 다양한 문화·휴식공간 제공 및 자전거길 설치 등으로 레저문화 활성화 기반 조성

다. 모니터링 사전 준비

본 과업에서 수행하고자 하는 하도변화 모니터링은 하천의 하도를 대상으로 하는 종 • 횡단 측량이라 할 수 있다. 하도변화 모니터링은 하천 지형의 특성을 파악 하는 데에 주된 목적을 두고 있기 때문에 기존의 종 • 횡단 측량과 사실 동일하다. 그러나 하도를 모니터링 하는 방법과 절차에 따라 하도의 종 • 횡단 정보는 서로 상이해질 수 있다. 이와 같은 측면은 자료의 정확성에 직접적으로 영향을 주기 때문에 모니터링 방법과 절차에 대한 일관된 규정은 필요하다. 이는 모니터링 장비에 따라 좌우되기 때문에 어떻게 보면 모니터링 장비에 대한 시각으로도 접근할 수 있다. 모니터링 장비는 기계적인 오차를 내포하기 때문에 허용오차의 범위 또한 장비 선정에 있어 상당히 중요하다.

이에 따라 본 과업에서는 2장에서 구축된 하도변화 모니터링망을 대상으로 종 • 횡단 측량을 수행하기 위해서 기존의 모니터링 방법과 기준 등을 검토하였다. 최근 국토지리정보원에서는『측량 • 수로조사 및 지적에 관한 법률 시행규칙』제21조 제4항의 규정에 의해 공공측량 작업규정을 개정 고시하였다(국토지리정보원 고시 제 2010436호, 2010). 공공측량 작업규정을 개정한 주된 이유는 공공측량작업규정의 운영과정에서 나타난 개선 • 보완하고 최근 활용이 증대되고 있는 네트워크 RTK 측량에 대한 기준을 마련하여 원활한 공공측량을 수행하고자 하는 데에 있다.

본 과업에서 검토한 기준 및 지침서는 수로측량업무편람(KHOA, 2011), 국제수로기준(IHO), 공공측량작업기준(대한측량협회, 2010), 하천설계기준(한국수자원학회, 2009) 등이며, 이를 통해 모니터링 장비와 기준 등을 검토하여 모니터링 방법을 최종적으로 선정하였다.

1) 방법 및 기준 검토

본 과업에서의 모니터링 방법과 자료처리 기준은 수로측량업무편람(국립해양조사원(KHOA), 2011), 국제수로기구(IHO) 기준 등을 참고하였다. 참고한 기준과 자료는 표 3.1~표 3.4와 같다. 본 과업에서는 이러한 기준들을 비교 검토하여 국내 하천에서의 모니터링 수행에 적정한 기준들을 채택하였다. 결과적으로 국립해양조사원 수로측량 업무편람의 기준을 준용하였으며, 세부사항에 대한 구체적인 방법들은 국제수로기구(IHO)의 방법을 주로 준용하였다.

기준 및 지침서	내용	
KHOA 수로측량 업무편람 (2011.10)	측량의 좌표	· 측지계 및 좌표계
	상대측위 기법	· 후처리 상대측위 기법 · 실시간이동측위(RTK) 기법
	육상측량	· 기준점 측량 · 수준측량 · 지형현황측량 · 해안선 측량(Coast Line Survey)
	해상측량	· 수심측량 - 음향측심기 - 멀티빔음향측심기
IHO 수로측량기준	Position (S-44, 5E)	· Horizontal Uncertainty · Vertical Uncertainty · Sounding Density / Line Spacing
	Data Attribution (S-44, 5E)	· Point Data Attribution
	Elimination of Doubtful Data (S-44, 5E)	· Extent Area to be Searched · Conducting The Search · Presentation of Search Results
대한측량협회	· 4대강살리기사업 수심측량 지침서, 2009	
하천설계기준	· 하천설계기준, 한국수자원학회, 2009	

라. 수준 및 종단측량 기준 검토

① 수준측량은 국립지리원에서 매설한 1등 또는 2등 수준점으로부터 조사구간 내에 설치한 거리표까지의 수준표고를 연결하는 측량이다.

② 종단측량은 좌, 우 양안의 거리표의 표고, 제방 종단 변화점의 지반고, 주요 구조물의 위치 및 표고를 거리표로부터 측정하여 실시하며, 원칙적으로 거리표를 출발하여 왕복측량을 행하거나 다른 거리표에 연결한다.

③ 종단측량은 평지에서는 1~3급 수준점측량, 산지에서는 1~4급 수준점측량으로 실시한다. 다만, 지형 및 기타 상황을 고려하여 간접수준점측량을 실시할 수 있다.

④ 고도의 정확도를 요하지 아니하는 수준 및 종단측량에 해당하는 경우는 네트워크 RTK 방식을 이용하여 아래와 같이 수준 및 종단측량을 실시할 수 있다.

■ 작업지역에 균등하게 분포하는 최소 5개의 수준점에서 네트워크 RTK 측량을 통한 타원체고를 산출한다.

■ 산출된 타원체고로부터 수준점의 표고를 감산하여 각 지점에서의 기하학적 지역 지오이드고를 산정한다.

■ 이동점에서의 높이는 위에서 산정한 5개 지점에서의 지오이드고로부터 내삽한 지오이드고를 이용하여 타원체고로부터 감산함으로써 결정한다.

⑤ 하천 등의 종단측량의 결과에 따라 종단면도를 작성하고, 종단면도의 횡축척은 1/1,000-1/100,000, 종축척은 1/100-1/500을 표준으로 한다.

마. 횡단측량 기준 검토

① 횡단측량이란 좌우거리표의 시준선상의 횡단측량을 실시하여, 횡단면도를 작성하는 작업을 말한다.

② 횡단측량은 좌, 우 거리표의 시준선상의 지형의 변화점 등에 대하여 거리표로부터 거리 및 지반고를 측정한다.

③ 횡단측량의 범위는 종단측점을 중심으로 제외지 측은 하천수가 흐르는 부분을 포함하여 전 구간을 측량한다.

④ 한 단면의 횡단측량을 실시할 때 점간 거리는 하폭에 따라 5~20m를 원칙으로 하나 급변화가 있는 지점이나 저수로 등에서는 l~5m 간격으로 측량하여 완전한 횡단면을 작성할 수 있도록 한다.

⑤ 횡단측량을 위하여 육지부(또는 연안육역)에서는 횡단측량을, 수부(또는 연안 수역)에서는 수심측량을 실시한다.

⑥ 고도의 정확도를 요하지 아니하는 측량에 해당하는 경우는 네트워크 RTK 방식을 이용하여 아래와 같이 횡단측량을 실시할 수 있다.

■ 작업지역에 균등하게 분포하는 최소 5개의 수준점에서 네트워크 RTK 측량을 통한 타원체고를 산출한다.

■ 산출된 타원체고로부터 수준점의 표고를 감산하여 각 지점에서의 기하학적 지역 지오이드고를 산정한다.

■ 이동점에서의 높이는 위에서 산정한 5개 지점에서의 지오이드고로부터 내삽한 지오이드고를 이용하여 타원체고로부터 감산함으로써 결정한다.

⑦ 횡단면도는 횡단측량 결과에 따라 작성하고, 횡단면도의 횡축척은 1/100~ 1/10,000, 종축척은 1/100~1/1,000을 표준으로 한다.

1) 방법 및 장비 선정

하도변화 모니터링을 수행하는 방법과 장비를 결정하는 것은 상당히 중요하다. 사실 본 과업의 모니터링 대상구간은 한강 등 4대강 본류 하도로서 상당히 광범위 하고 수심 또한 상당히 깊기 때문에 모니터링 방법 및 장비 선정 측면은 상당히 중요한 부분이다. 이에 따라 본 과업에서는 하도변화 모니터링을 수행하기 이전에 하천설계기준(국토해양부)과 공공측량작업규정(대한측량협회), 국제수로국(IHO)에 언급되어 있는 수심측량 방법과 기준, 수심측량 장비, 수심측량 오차 등에 주안점을 두고 검토하여 모니터링 방법과 장비활용 계획 등을 수립하였다. 본 과업에서는 수심이 깊은 곳에서는 음향측심기를 사용하고, 다만 수심이 1.0m 이내로 유지되는 구간에서는 추나 바(bar) 또는 간접측량을 수행하는 것을 원칙으로 하였다. 측심위치는 공공측량작업규정 제32조 및 운영세칙 제15조에 명시된 RTK(Real Time Kinematic) 또는 Network-RTK 방법으로 결정하는 것을 원칙으로 하였으며, 다만 부득이한 경우에는 DGPS 또는 Total Station 등 이용할 수 있도록 하였다.

본 과업의 대상 하도구간은 상당히 광범위하고, 홍수기 이후 짧은 시간에 모니터링을 수행해야 하기 때문에 사실 본 과업은 시간적인 제약을 받는다. 이에 따라 본 과업에서는 보다 빠르고, 효율적인 결과를 도출할 수 있는 측면에 주안점을 두고 모니터링 방법과 장비를 선정하였다. 하도변화 모니터링을 하기 위해서는 충분한 사전 준비가 필요할 것으로 판단된다. 이에 따라 본 과업에서는 모니터링 방법에 따른 측량 오차, 기준, 모니터링 장비의 특성 등을 사전에 파악하여 하도변화 모니터링을 효율적으로 수행하였다. 아래에 본 과업에서 선정한 방법과 장비를 기술 하였다.

1) 모니터링 방법 및 장비 선정

① 3차원 좌표를 신속하게 획득할 수 있는 Network-RTK

② 음향측심기에 Network-RTK를 활용할 수 있는 GPS

③ 수심과 함께 유속, 유량의 정보가 표출되는 초음파유속계(ADVM)

④ 하천정보수집 로봇(R2V2)

표 3.5 하도변화 모니터링 활용 장비

종 류	장비명	구 분	성 능
Echo Sounder	M9 (Sontek)	가정음속도 발진주파수 최저수심(측점범위) 최고수심(측정범위) 정도 유속	1,500m/sec 이상 500kHz 0.2m 80m 2cm + d/1000, d는 수심(cm) 수심 0.2m~40m까지 유속 측정
GPS	Trimble R6 (Trimble)	수신 주파수 정도	L1, L2(L2C) (2주파) ±(3mm+0.1PPM×D), D=거리(km)
R2V2	R2V2 (DATAPCS)	측정 거리	1,000m
기타	광파측량기, 레벨측량기, 보트		



그림 3.1 하도변화 모니터링 활용 장비

2) 모니터링 방식

본 과업에서는 하도정보에 시공간적인 특성을 반영하기 위해서 모니터링 방식을 수시조사와 정기조사로 계획하였다. 수시조사는 홍수기 기간 동안에 수행하는 것으로서 하도변화의 개연성이 충분히 예견되는 지류 합류부와 만곡 하도구간 등을 대상으로 하였다. 또한 정기조사는 홍수기 후의 일정기간 동안에 수행하는 것으로서 본류하도와 지류 합류부 구간을 대상으로 하였다.

본 과업에서는 하도변화의 개연성이 충분히 예견되는 지류 합류부와 만곡 하도 구간 등에서는 수시조사를 수행하여 홍수기 기간 동안의 특성이 반영된 자료가 생산되도록 하였다. 또한 홍수기 후의 일정기간 동안에는 본류하도와 지류 합류부 구간을 대상으로 정기조사를 수행하여 홍수기 이후의 하도정보가 생산되도록 하였다.

3) 모니터링 절차

1. 하천구간 선정: 모니터링 대상이 되는 하천구간을 선정합니다. 선정 기준은 하천의 유형, 특성, 우선순위 등을 고려합니다.
2. 모니터링 지점 설정: 선정된 하천구간에서 모니터링 지점을 설정합니다. 설정 기준은 하상변동의 정도, 대표성, 접근성 등을 고려합니다.
3. 모니터링 항목 및 방법 결정: 모니터링 지점에서 측정할 항목과 방법을 결정합니다. 측정항목은 유량, 수위, 유속, 수심, 하상단면, 퇴적물 입도, 유사량 등이 있습니다. 측정 방법은 수동 측정, 자동 측정, 원격 측정 등이 있습니다.
4. 모니터링 시기 및 주기 결정: 모니터링 시기와 주기를 결정합니다. 결정 기준은 하천의 계절별 변화, 사업의 목적 및 범위, 예산 및 인력 등을 고려합니다.
5. 모니터링 자료 수집 및 처리: 모니터링 자료를 수집하고 처리합니다. 수집된 자료는 품질 검증, 보정, 보완 등을 통해 신뢰성을 확보합니다. 처리된 자료는 분석 및 해석을 위해 적절한 형태로 저장하고 관리합니다.
6. 모니터링 결과 분석 및 해석: 모니터링 자료를 분석하고 해석합니다. 분석 방법은 통계적 분석, 수치모형 분석, 공간분석 등이 있습니다. 해석 내용은 하상변동의 양상, 원인, 영향 등을 포함합니다.
7. 모니터링 결과 활용 및 보고: 모니터링 결과를 활용하고 보고합니다. 활용 방안은 하천관리 및 복원의 기초자료, 평가 및 개선의 근거자료, 정책 및 계획의 참고자료 등이 있습니다. 보고서는 모니터링 과정과 결과를 요약하고 정리하여 작성합니다.

5.4.4 유지관리

가. 하도관리

1) 하도관리의 목적과 방향

하도가 본연의 기능을 다할 수 있도록 하도의 유지관리를 하는 행위를 하도관리라고 하며 하도관리에서 치수방재는 홍수시 유역으로부터 발생된 홍수 유출량과 토사 등을 하도를 통하여 유역 밖으로 안전하게 배제시킴으로써 홍수로 인한 재해를 방지하는 것을 의미한다.

하도관리의 방향 중 홍수 시 하도관리는 수리기하학적 하도관리와 토사수리학적 하도관리로 구분할 수 있다. 수리기하학적 하도관리는 유역의 홍수 유출량을 안전하게 배제할 수 있는 하도단면, 수로경사, 수로형태의 유지에 관한 것이며, 토사수리학적 하도관리는 홍수 시 유역에서 발생된 토사유출량의 안전한 소통과 홍수량에 대한 하천의 동적반응으로 나타나는 유사의 운송에 관련된 안정하도, 하상구성 토사, 제방, 호안, 수공구조물 등의 관리에 관한 것이다.

2) 홍수시 하도관리

가) 수리기하학적 하도관리

○ 홍수량

홍수량의 규모는 하도관리에 있어서 중요한 지배 인자이므로 치수방재의 측면에서 첨두홍수량을 저감시키는 방안을 생각해 볼 수 있을 것이다. 첨두홍수량을 저감시키는 가장 확실한 기법은 유역의 홍수 지체시간과 기저시간을 늘리거나 유출율을 감소시키는 것이다. 즉, 유역에 홍수조절용 저수지를 건설하거나 유역의 자연녹지를 증대시킴으로써 첨두유량을 낮추고 기저시간을 늘릴 수 있으며, 유역의 저류능이 크게 증대될 수 있는 것이다. 본 순천서천 유역은 홍수조절효과를 가지는 저수지 및 홍수조절지 댐이 전무하며, 충분한 통수능을 확보하여 별도의 저감시설을 계획하지 않았다.

○ 통수능

하도의 통수능을 향상시키는 위해서는 조도계수를 낮추거나 유수단면적 및 경심을 증대시키는 방안을 생각할 수 있다. 일반적으로 수위의 변동에 따라 유수단면적과 조도계수가 변하므로, 통수능 조절은 수위조절을 통하여 달성될 수 있다. 이를 위하여 하도 내 식물의 제거, 하상의 평탄화, 하도준설, 수위유지 시설의 건설 등이 사용 될 수 있다.

○ 하도단면

하도단면은 일정한 단면적에 대하여 최대로 유량을 소통시킬 수 있어야 한다. 하도단면 형상에는 단단면과 복단면이 있으며, 복단면은 홍수시 제방의 안정성이나 저수로부로의 하상변동을 국한시키고 저수시 고수부지의 활용에 유리한 단면형이다. 하도의 통수기능을 최대로 하고 건설비를 최소로 하기 위해서 하도단면은 가능한 한 주어진 단면적에 대하여 윤변이 작게 되는 것을 택하여야 한다. 이런 측면에서 볼 때 하도단면은 복단면보다 단단면을 채택하는 것이 유리하나 단면형의 결정은 저수시 하도관리와 홍수시 제방의 안전성 등을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

경우 복단면의 유수단면적이 최대가 되도록 홍수터의 높이를 가능한 한 낮추어야 한다. 그러나 고수부지의 높이를 너무 낮추면 고수부지의 침수빈도가 증가하므로 고수부지의 높이는 그 이용계획을 고려하여 결정되어야 한다.

○ 수로경사

일반적으로 수로경사는 하폭이 좁아질수록 커지고 하류에서 상류로 갈수록 커지는 경향이 있다. 따라서 일정유량인 경우 하류보다는 상류에서 통수능이 작다. 홍수시 하도경사는 수면경사에 중요한 영향을 미치므로 상·하류간의 하도경사에 급변점이 형성되지 않도록 하상관리에 유의하여야 한다. 하도경사의 급변점은 하천 내에서의 개발행위에 의하여 발생될 수 있다. 즉, 하상골재의 채취, 제방법선의 변경 또는 하폭의 급격한 변동으로 유발될 수 있으므로 홍수전에 하도내에서 이러한 점이 없는지를 확인하여야 한다. 이러한 문제가 발생되었을 경우에는 그 지점 상하류 하도의 안정에 어떤 영향을 미칠 것인지를 분석하여 대처하여야 한다.

○ 하천수계 형태

하천수계의 구조 또는 형상은 유역의 지표면 경사, 지형 및 지세, 지질구조, 지각운동 등과 같은 인자에 따라 달라지며 유역의 홍수특성 결정에 중요한 용인으로 작용한다. 즉, 하천수계 형태는 홍수 시 유출수문곡선의 첨두유량과 홍수도달시간에 영향을 미치므로 홍수 시 하도관리에 있어 유역 특성인자로서의 하천형태를 충분히 고려하여야 한다. 하천수계의 형태는 수지상(樹枝狀), 평행상(平行狀), 우상(羽狀), 방사상(放射狀) 및 복합상(複合狀)으로 분류할 수 있으나, 대부분의 실제 하천은 이와 같은 여러 형상이 같은 수계에 복합적으로 나타나고 있다. 수지상의 하천에 비하여, 방사상의 하천형태가 유역의 출구에서 첨두유량이 크게 나타난다. 유역에서 하천수계 형상을 변경시킬 사유가 발생할 경우에는 이러한 점을 고려하여 유출수문곡선의 첨두유량이 작고 홍수 도달시간이 가급적 큰 하천수계 형태가 되도록 하는 것이 좋다. 특히, 어떤 지역에서 홍수

시 상습적인 침수가 발생할 때, 홍수량 배제를 위하여 유로를 변경시켜야 하는 경우에는 이와 같은 점을 충분히 검토하여야 한다.

나) 토사수리학적 하도관리

○ 하상구성 토사와 하상형태

하천에서 하상구성 토사의 입도분포는 상류로부터 하류로 내려갈수록 세립화 되고, 하천횡단면의 유심부로 갈수록 조립화 되는 것이 일반적인 경향이다. 따라서 하도의 하상구성 토사관리는 이러한 자연 상태에 근접하게 하여야 할 것이다. 유사운송은 유역특성, 하도의 수리학적 특성, 수문학적 특성 및 토사의 특성에 따라 달라진다.

상류에서 하류로 감에 따라, 그리고 하도사행의 정도 및 하폭의 크기에 따라 하상구성 토사의 입도특성이 달라지므로 홍수시 하도안정 및 유지관리를 위하여 국부적이거나 대규모적인 하상구성토사의 입도분포 특성변동이 발생되지 않도록 하천개발 행위에 유의하여야 한다. 하상형태는 흐름 특성과 유사특성에 따라 좌우되며, 유사특성으로서 하상구성 토사의 입경이 중요하다.

홍수시 하상형태가 수면변동과 조도계수에 크게 영향을 미치므로, 하도개수 혹은 하도내의 골재 채취 시에는 적절한 흐름이 유지될 수 있도록 하상구성 토사의 입도분포를 조절하여야 한다.

○ 안정하도

안정하도는 동적 평형상태의 하도를 말한다. 즉, 홍수시 하도의 세굴과 하상의 퇴적이 평형을 이루는 상태가 되도록 하도를 설계할 필요가 있다.

일반적으로 하도가 세굴되는 과정을 보면, 하상과 사면이 만나는 부분의 사면측으로부터 시작되어 사면측으로 진행되며 하상을 넓히는 작용을 한다. 종국에는 사면의 붕괴가 일어나면서 사면 전체가 제내지쪽으로 후퇴하는 형상이 된다.

토사 수리학적으로 세굴이 가장 잘 발생될 수 있는 하도단면은 유심부 하상과 사면의 하상부근에 집중되어 있다. 이 부분에 대한 보호시설이 필요하며, 홍수가 끝난 후 이 부분의 하상변동 여부를 조사하고 다음의 홍수에 대비하여야 한다.

다) 하상변동과 하상유지

○ 하도단면 변동

하도의 측면에서 볼 때 가능한 한 주 흐름의 편기현상이 일어나지 않는 것이 좋으나 이는 하도형태에 따라 달라질 것이다. 첨두홍수량의 통과를 전후한 하상의 거동을 보면 증수부에서는