

택지개발사업의 사전재해영향 검토 및 저감대책

Pre-Analysis of Disaster Effects and Countermeasures on Development Works of Housing Site

안성식*, 김진홍**

Sung-Sick Ahn, Jin Hong Kim

요 지

사전재해영향성검토 협의제도는 개발로 인해 발생할 수 있는 재해유발 요인을 사전에 검토하여 이를 사전에 제거하는 것이 목적이다. 사전재해영향성 검토는 1996년부터 시행한 재해영향평가의 한계점을 보완하기 위하여, 2005년 개정된 자연재해대책법에서는 사전재해영향성 검토협의제도를 포함하였으며, 2005년 8월 17일 동법 시행령을 개정 공포하여 사전재해영향성검토 협의제도를 본격적으로 시행하게 되었다.

본고에서는 사업 대상 지구를 “부산장안지구 택지개발사업(1단계)”로 선정하였으며, 개발에 따른 재해발생요인, 즉 유출량 증가에 따른 하류부의 홍수피해 가중, 토공 공사에 따른 토사유출량 증가, 절·성토계획 따라 유발되는 사면의 불안정에 대한 사전검토를 목적으로 하였다.

사업시행에 따른 개발중 토사유출량의 증가와, 개발후 홍수유출량의 증가로 재해의 위험이 예상되어 개발중의 임시저류지 겸 침사지 2개소와 개발 후의 영구저류지 1개소를 계획하여 홍수유출량을 2.48m³/sec을 줄이고, 토사유출을 90% 포착하였다.

핵심용어 : 택지개발사업, 재해영향평가, 사전재해영향성 검토, 홍수피해, 토사유출량, 침사지

1. 서론

사전재해영향성검토 협의제도는 개발로 인해 발생할 수 있는 재해유발 요인을 사전에 검토하여 이를 사전에 제거하는 것이 목적이다. 사전재해영향성 검토는 1996년부터 시행한 재해영향평가의 한계점을 보완하기 위하여, 2005년 개정된 자연재해대책법에서는 사전재해영향성검토 협의제도를 포함하였으며, 2005년 8월 17일 동법 시행령을 개정 공포하여 사전재해영향성검토 협의제도를 본격적으로 시행하게 되었다.

본고에서는 사업 대상 지구를 “부산장안지구 택지개발사업(1단계)”로 선정하였으며, 개발에 따른 재해발생요인, 즉 유출량 증가에 따른 하류부의 홍수피해 가중, 토공공사에 따른 토사유출량 증가, 절·성토계획 따라 유발되는 사면의 불안정에 대한 사전검토를 목적으로 하였다.

2. 사전재해영향성 검토항목

사전재해영향성검토협의제도의 협의대상을 선정하기 위하여 크게 행정계획과 개발사업으로 구분되며, 총 95개의 사업으로 결정되어 있다. 이 중 본고에서 검토한 대상지점은 개발사업에 속하며, 입지유형별로는 산지지역이고, 협의대상 유형별로는 지역 및 도시개발에 따른 택지개발사업실시계획에 따른 검토내용으로 볼 수 있다.

* 정회원 · 중앙대학교 공과대학 건설환경공학과 박사수료 · E-mail : ahnss77@hanmail.net

** 정회원 · 중앙대학교 공과대학 건설환경공학과 교수 · E-mail : jinhkim@cau.ac.kr

3. 대상지역 선정 및 현황조사

3.1 유역 및 하천특성조사

대상지역에는 지방하천인 덕선천이 인접하여 흐르고 있다. 덕선천은 국도 14호선과 부산-울산간 고속도로와 동해남부선을 지나 좌광천에 유입되며, 유역면적은 7.36km, 하천연장은 5.57km, 하천정비기본계획의 과업범위는 3.00km이다.

3.2 지형 및 토질조사

금회 사업지구의 표고분석 결과 50m 미만이 전체면적의 62.3%인 98,551m²를 차지하고 있으며, 50m이상의 면적은 37.7%인 59,579m²를 차지하고 있다. 또한, 경사분석 결과 전체면적의 53.4%인 84,586m²가 15°미만에 분포하고 있으며, 15~20°의 면적은 19,854m²로 12.6%, 20~25°의 면적은 25,910m²로 16.4%, 25°이상의 면적은 27,780m²로 17.6%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다.

지질현황은 한국지질자원연구원의 축적 1:50,000 수치지질도 중 동래·월내도폭을 참고하였다. 시추조사는 BX size 9개소를 대상으로 시행하였으며, 지층은 표토층, 풍화토층, 풍화암층, 연암층으로 조사되었다. 또한 표준관입시험과 심도별 N치의 추정지지력, 공내 지하수위 측정 및 실내 물성시험을 하여 전반적인 토양의 분류와 함수상태 등을 검토하였다.

3.3 재해관련지구조사 및 재해발생현황조사

사업지구에 대하여 과거의 재해이력 및 재해발생현황 조사가 우선적으로 수행되어야 하며, 이에 관한 행정기관과 지역 주민을 대상으로 조사한 결과, 재해위험지구 및 수해상습지는 없는 것으로 조사되었다. 또한 재해연보를 통하여 부산광역시 기장군의 피해상황을 조사하였으며, 재해연보에 나타난 최근 10년간(2000~2009) 기장군의 최대 홍수피해는 2003년에 발생하였으며, 피해액은 316억원으로 조사되었다.

4. 재해영향예측 및 검토

4.1 홍수유출예측

본 연구에서는 사업지구와 인접한 기상청 관할의 부산관측소 강우자료(1961~2009년)를 이용하여 강우분석을 실시하였다. 설계강우의 재현기간은 임지구조물 30년 빈도, 영구구조물 50년 빈도로 채택하였다. 설계강우는 Huff 방법의 4분위법에 의해 채택하였으며, 홍수유출량은 모든 유역에서 NRCS합성단위도법이 Clark 유역추적법이나 Snyder합성단위도법 보다 크게 산정되어 재해위험 가중성에 따른 영향을 최소화하기 위하여 NRCS합성단위도법을 적정 유출모형으로 결정하였다.

표 1에서 보는 바와 같이 산정지점별, 단계별 홍수유출량을 산정하였으며, 전체적으로 사업개발 전·후 비교시에 홍수량이 0.1m³/sec 증가하는 것으로 검토되었고 이에 따른 저감대책이 필요할 것으로 판단된다. 개발전에는 지표상태가 주로 산지였다가 개발중에는 사업지구 내의 대부분이 나대지화 되고, 개발후에는 사업지구의 불투수면 증가 등으로 인해 유출률 변화가 큰 것과 아울러 토지이용계획에 의한 유역면적의 변화에 기인한다.

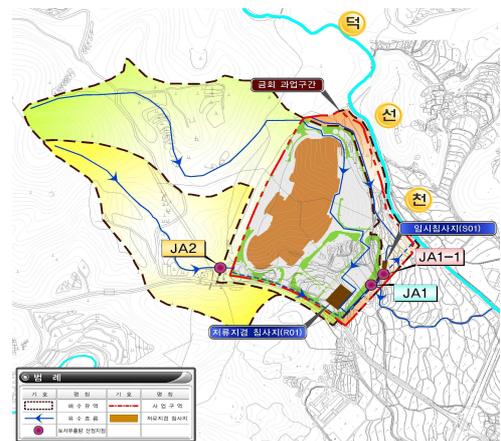


그림 1. 홍수 및 토사유출량 산정지점도

표 1. 홍수유출량 증가 분석(30년, 50년 빈도)

산정지점	개발전(50년 빈도)		개발중(30년 빈도)		개발후(50년 빈도)		
	유역면적 (km ²)	점두유출량 (m ³ /sec)	유역면적 (km ²)	점두유출량 (m ³ /sec)	유역면적 (km ²)	점두유출량 (m ³ /sec)	변화량 (m ³ /sec)
JA1	0.30	11.81	0.30	11.34	0.30	12.62	0.81
JA2	0.19	7.73	0.13	4.85	0.13	5.40	-2.33
JA1-1	-	-	0.03	1.49	0.03	1.62	1.62
합계	0.49	19.54	0.46	19.48	0.46	19.64	0.10

4.2 토사유출예측

금회 개발에 따른 토사유출량 산정은 임시침사지 및 저류지 위치를 결정하고 배수유역을 설정하여 개발전·중·후 유역단위별로 토사침식량을 산정하였다. 본 보고서에서는 비교적 합리적으로 토사유출량을 산출하는 것으로 알려진 수정범용토양손실공식(RUSLE) 중에서 안전을 고려하여 개발중에 토사유출량이 크게 산정된 단일호우시 방법을 채택하였으며, 그 결과는 다음 표 2와 같다.

표 2. 토사유출량 산정결과

산정지점	구분	유역면적 (ha)	RUSLE공식		원단위량 (m ³ /year)	비고
			연평균(m ³ /year)	단일호우(m ³ /storm)		
JA1	개발전	30.0	48	74	38	
	개발중	30.0	1,005	1,527	4,219	
	개발후	30.0	18	28	229	
JA2	개발전	19.0	75	114	23	
	개발중	13.0	69	105	14	
	개발후	13.0	69	105	14	
JA1-1	개발전	-	-	-	-	
	개발중	3.0	31	47	900	
	개발후	3.0	0.08	0.08	45	

4.3 사면안정해석

대상 지역의 계획평면도 및 질성토의 중·횡단면도 상에서 나타난 취약 단면과 이 지역의 토질 조건을 고려하여 검토할 대표 단면을 선정하고, 사면안정해석을 수행한 결과는 그림 2와 같다.

시장부지 조성을 위해 성토부 하단부에 보강토옹벽을 시공하는 것으로 계획하였으며, 검토단면의 사면 안정성을 검토한 결과 건기시 안전율 1.50, 홍수시 안전율 1.54, 수위급강하시 안전율 1.29로써 각각의 기준안전율인 1.5와 1.2를 상회하므로 사면 형성에 따른 안정성은 확보된 것으로 판단된다. 성토부는 다짐 90%를 가정하여 토질정수를 추정하였으며, 성토부 시공시 다짐이 중요하다.

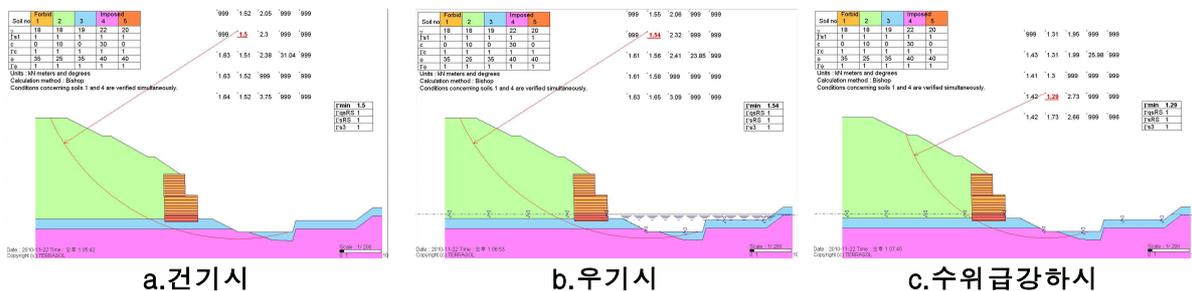


그림 2. 사면안정해석 결과

5. 재해영향 저감대책 수립

5.1 재해저감대책 수립

재해영향 예측에 따른 검토결과 금회 사업시행으로 인해 개발중의 토사유출량이 크게 증가하며, 홍수유출량도 증가할 것으로 판단되며, 이에 본 보고서에서는 개발중에 임시구조물인 임시침사지 겸 저류지 2개소를 계획하였다.

본 연구에서는 개발중 임시구조물이라는 점을 감안하여 30년 빈도를 설계빈도로 설정하였으며, 전절에서 산정한 토사유출량에 유사전달율, 포착율, 퇴적토의 단위중량을 고려하여 퇴사량을 산정하였다. 침사지 용량결정에서는 하루하천의 토사퇴적과 혼탁으로 인한 오염을 방지하기 위하여 0.20mm까지 100% 포착할 수 있는 소요 최소면적과 공사중 홍수조절지 기능까지 고려하여 결정하였다. 홍수유출량은 저류지 홍수추적을 통해 기지의 수문곡선으로부터 저류지의 저류량에 의하여 임의 시간을 통과하는 동안에 하류지점의 유출수문곡선을 결정하는 과정으로 산정하였다. HEC-1 프로그램을 이용하였으며, 30년 빈도의 적정저류지의 규모 및 방류구의 크기를 2개소에 대하여 산정하였다.

개발후에는 본 사업으로 인한 유출량 증가로 하류부 재해발생 가능성이 증대되며, 저감대책으로는 영구저류지 1개소를 설치하여 재해영향의 위험을 최소화 하도록 하였으며, 시장부지 특성을 고려하여 지하화 하여 상부를 주차장으로 활용하도록 계획하였다.

표 3. 저류지 겸 침사지 용량 및 규모(개발중, 개발후)

구 분	개발중		개발후	비고	
	저류지겸 침사지	임시침사지	영구저류지 및 침사지		
바닥고(EL.m)	0.00	0.00	0.00		
토 사 조절부	퇴사위(EL.m)	0.55	0.13	0.02	
	침전부(m)	0.45	0.87	0.98	
	상단고(EL.m)	1.00	1.00	1.00	
	용량(m ³)	2,565	419	2,565	
	바닥면적(m ²)	2,565	231	2,565	
	바닥길이(m)	54	21	54	
	바닥폭(m)	47.5	11	47.5	
홍 수 조절부	깊 이(m)	2.28	0.93	2.60	
	상단고(EL.m)	3.28	1.93	3.60	홍수위
	용량(m ³)	5,848	451	6,669	
여유고(m)	1.12	1.07	0.80		
마루부	마루고(EL.m)	4.40	3.00	4.40	
	총깊이(m)	4.40	3.00	4.40	
	총용량(m ³)	11,284	1,414	11,284	
	상단면적(m ²)	2,565	759	2,565	
	상단길이(m)	54	33	54	
	상단폭(m)	47.5	23	47.5	
사면경사	-	1 : 2	-		
주여수로	형 식	BOX	BOX	BOX	
	규 격	2.3×1.0@1	1.0×1.0@1	2.3×1.0@1	
	표고(EL.m)	1.00	1.00	1.00	
설 계 홍수량 (m ³ /sec)	저류전	11.34	1.49	12.62	
	저류후	9.21	1.27	10.14	
	저감량	2.13	0.22	2.48	

주) 침사지의 표고는 현장여건의 변경을 감안하여 바닥고를 EL.0.0m로 가정함

5.2 제방저감대책 효과 분석

본고에서는 사업 시행에 따른 재해영향을 최소화하기 위하여 개발중 임시저류지점 침사지 2개소와 개발후 영구저류지 1개소를 계획함으로써 표 4와 같은 홍수유출량 저감효과를 기대할 수 있었다.

표 4. 개발중(30년 빈도), 개발후(50년 빈도) 저감효과

개발상태	산정지점	유역면적 (km ²)	홍수유출량(m ³ /sec)		저감량 (m ³ /sec)	비고
			개발전	개발중(저감후)		
개발중	JA1(R01)	0.30	11.34	9.21	2.13	임시
	JA1-1(S01)	0.03	1.49	1.27	0.22	
개발후	JA1(R01)	0.30	12.62	10.14	2.48	영구

6. 결론

본 연구에서는“부산장안지구 택지개발사업(1단계)”시장부지 구성에 따른 사전재해영향성 검토를 통해 개발중 및 개발후의 재해영향에 따른 저감대책을 수립하였다. 사업시행에 따른 홍수유출량과 토사유출량의 증가로 재해의 위험이 발생되었으며, 개발중 임시저류지점 침사지 2개소와 개발후 영구저류지 1개소를 계획하여, 홍수유출량을 2.48m³/sec을 줄이고, 토사유출을 90% 포착할 수 있었다.

앞서 언급한 바와 같이 사전재해영향성 검토는 대상사업이 주변지역에 자연 및 인위적인 재해를 유발하거나 또는 유발할 가능성이 잠재되어 있는 대규모 시설 사업임을 고려하여 발생 가능한 모든 재해요소들을 추출하고 이에 대하여 기술적, 경제적으로 실현 가능한 재해영향 저감대책을 수립하여 사전에 재해로부터 국토보전과 국민의 생명 및 재산을 보호하는데 그 목적을 두고 있다. 이에 따라 사전재해영향성 검토 취지에 맞추어 사업지구 내에서 처리할 수 있는 최적의 대책을 재해유형별로 결정하였으며 각각의 저감대책을 계획한대로 공사시 적정한 시설투자과 철저한 관리로 개발에 따른 재해영향을 최소화하였을 때 사업지구내 및 주변지역의 재해위험성은 크게 경감될 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 건설교통부(2005). 하천공사표준시방서.
2. 지해산업개발주식회사(2003). 지해 침식방지 시스템 환경 및 생태보존.
3. Gulliver, J.S., Thene, J.R., and Rindels, A.J.(1990). "Indexing gas transfer in self-aerated flows", Journal of Environmental Engineering, ASCE, Vol.116, No.3, pp.503-523.
4. Thornton, C.I., Robeson, M.D., Bitner C.J., and Lipscomb C.M.(2002). A-Jacks low drop grade control structure design: Project Report, Engineering Research Center, Colorado State University, pp.25-87.