

현황”과 같이 기장군에서 복구사업비 합계 464억 2,500만 원⁵⁸⁾을 과다 산정(계상)하여 제출하였고, 국민안전처에서는 이를 감액·조정하지 아니한 채 그대로 복구사업비로 확정하였다.

그 결과 복구사업비 464억 2,500만 원이 과다 지급되어 지원 목적 외로 사용될 우려가 있다.

<조치할 사항>

부산광역시 기장군수는 앞으로 수해발생 이전에 용지매수 및 하천정비공사를 완료한 구간의 복구사업비까지 총 복구사업비에 포함하여 복구사업비를 과다하게 산정(계상)하는 일이 없도록 관련 업무를 철저히 하시기 바랍니다.(주의)

국민안전처장관은 수해발생 이전에 용지매수 및 하천정비공사가 완료된 좌광천 등 5개 지방하천에 대한 복구사업비를 총 복구사업비에서 제외하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

(2)

복구사업 시행방법 불합리

부산광역시에서는 2014. 10. 1. 수영강, 철마천, 송정천 수해복구 공사를 직접 설계하고 기장군으로 하여금 복구공사를 시행하도록 통보(하천관리과-8371호)하여 복구사업을 총괄 추진하는 한편, 기장군에서는 2014. 11. 5. 주식회사 ■■(대표자 V)과 “효암천 수해복구공사 실시설계용역” 계약(계약금액 2억 2,373만 원)을 맺는 등 수해복구공사를 직접 설계한 후 부산광역시와 협의하여 복구공사를

58) 용지매입비 388억 5,500만 원(125,742㎡), 하천정비공사비 72억 7,800만 원(3.4km) 및 설계비 등 기타 2억 9,200만 원

시행하는 등 2014. 8. 25. 호우로 제방 유실 또는 범람 피해를 입은 기장군 소재 효암천 등 17개 하천에 대하여 하천 복구사업을 시행하고 있다.

「자연재난조사 및 복구계획수립 요령」(2014. 7. 29. 구 소방방재청 훈령 제364호) 제2조 [별표] 3. 다) (3)에 따르면 하천기본계획이 수립된 지구 내에서 대규모 피해가 발생할 때에는 피해 발생의 원인을 근원적으로 해소하고 기능을 개선하기 위해 하천 전체 구간을 대상으로 개선복구사업을 시행하도록 되어 있다.

그리고 하천 유량은 상류보다 하류쪽이 더 많기 때문에 하류 하천의 폭이 상류보다 좁은 경우 홍수 시 범람이나 제방 유실의 원인이 될 수 있다.

한편 2014. 8. 25. 집중호우 시 기장군 관내 하천들이 하천기본계획대로 폭을 확장하지 않은 상태에서 범람하여 주택 침수 및 농경지 유실 등 474억 원의 2차 피해가 발생하였다.

따라서 하천 폭 부족(통수단면 부족) 등으로 홍수피해가 발생한 하천에 대한 재난복구사업을 추진할 때에는 전체 하천 폭을 하천기본계획대로 확장하는 ‘개선복구사업’으로 시행하고, 부득이 단계적으로 하천공사를 시행하는 경우에는 하류부터 시행하는 등 우선순위가 높은 순서대로 사업을 추진함으로써 가급적 홍수피해가 재발되는 일이 없도록 하여야 한다.

그런데 기장군에서는 [별표 17] “기장군 하천 재난복구사업 시행 현황”과 같이 효암천 등 하천기본계획이 수립된 17개 하천 중 좌광천, 덕선천 및 서부천 등 3개 하천에 대하여만 전체 구간을 대상으로 개선복구공사를 시행하고, 효암천 등 14개 하천은 하폭이 하천기본계획상 하폭의 1/3 정도에 불과⁵⁹⁾하는 등의 상황 인데도 하천 폭의 확장 없이 피해부위만 원상태로 복원하는 기능복원사업 위주로

59) 효암천 NO. 14+33(기본계획 기준) 지점의 경우 홍수 예방을 위해 필요한 하폭이 30m이나 현재 하폭은 10m에 불과

일부 구간만 개선복구사업을 시행하거나 우선순위를 무시한 채 개선복구사업을 시행하였다.

이 밖에 기장군에서 [별표 18] “수해복구사업 추진 방법 비교”와 같이 개선 복구사업과 기능복원사업을 병행 시행하면서 효암천, 장안천, 일광천 및 수영강 등 4개 하천의 경우 하류부터 단계적으로 시행하지 않고 중·상류부터 먼저 폭을 확장하거나 우선순위가 낮은⁶⁰⁾ 구간을 먼저 개선복구방법으로 시행하였다.

이와 관련하여 감사원 감사기간(2015. 6. 24.~7. 21.) 중 기장군에서 송정천의 하류인 기장군 기장읍 비리 진입 교량(당사교, 연장 13.3m) 부분의 하천을 대상으로 하류부 폭을 확장하지 않은 상태(폭 13.3m)에서 상류 429m를 개선복구방법으로 하천 폭을 확장(44.87m)하여 수해복구사업⁶¹⁾을 시행하였을 경우 홍수위 변화와 침수가능성을 분석⁶²⁾한 결과, [별표 19] “송정천 하류를 확장하지 않고 상류만 확장하였을 때 상류 홍수위 변화도 및 수위 분석 결과”와 같이 측정번호 No. 37+00 지점의 홍수 시 수위가 5.51m로 상승하여 송정천 홍수위 3.86m보다 최대 1.65m 높아지는 등 하류를 확장하지 않으면 개선복구방법으로 상류 제방을 확장 하더라도 제 기능을 못하고 상류가 침수되는 것으로 확인되었다.

또한 효암천의 경우에도 [표 28]과 같이 수해복구(기능복원) 공사를 시행한 측정번호 No. 35+00 지점의 홍수 시 수위가 40.55m까지 상승하여 현 제방 높이 보다 최대 2.83m만큼 월류하는 것으로 분석되었다.

60) 수영강에 대한 사업 우선순위를 분석한 결과 양산시와 접하는 수영강(법기1지구, 3.8km)의 좌안은 경상남도에서 2013년 10월 하천기본계획에 따라 하폭확장사업을 시행하고 있어 우선순위가 가장 높음에도 맞은 편 우안은 부산광역시 기장군에서 일부만 시행하고 우선순위가 낮은 다른 지역에 대해 복구사업 시행(좌안은 시행하고 우안은 미시행 시 사업효과가 반감 되고 우안에 대한 홍수 피해가 가중)

61) 부산광역시 기장군에서 2015. 1. 23. 주식회사 ○○건설과 계약(4억 3,300만 원, 관급제외)을 맺고 송정천 수해복구공사(2공구)를 시행(준공)

62) 홍수위 산정 프로그램(HEC-RAS)으로 분석

[표 28] 홍수위에 대한 현재의 제방 높이 비교(효암천)

(단위: m)

대표 측점 (NO.)	홍수 시 수위 (A) (홍수위, EL.)	현 제방 높이 (B) (EL.)		월류량 (A- B)	
		좌안	우안	좌안	우안
4+00	19.30	18.50	18.60	0.80	0.70
14+00	26.21	24.91	26.27	1.30	- 0.06
24+47	33.30	32.30	32.30	1.00	1.00
34+00	40.53	38.33	38.25	2.20	2.28
35+00	40.55	37.72	39.43	2.83	1.12
54+00	52.20	51.72	51.10	0.48	1.10
64+27	57.88	56.66	57.01	1.22	0.87

주: 30년 빈도 강우량에 대한 홍수위 기준

자료: 하천기본계획(효암천)

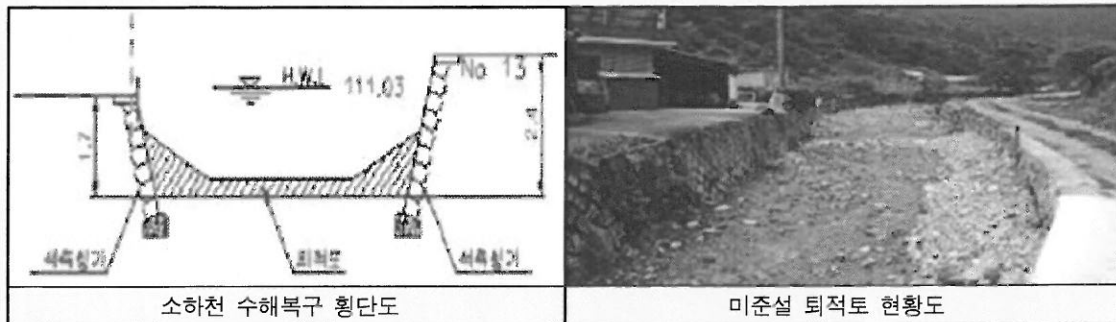
그 결과 하천 수해복구공사(복구비 합계 1,104억 8,800만여 원⁶³⁾)를 시행하고서도 침수 피해 재발이 우려되는 등 복구사업의 효과가 저하되어 예산이 비효율적으로 집행될 우려가 있다.

<유사 사례>

- 창원시에서 2015. 2. 9. 주식회사 ㉠㉠건설(대표이사 W)과 계약(1억 9,100만 원)을 맺고 같은 해 6. 10. “정삼1소하천 수해복구공사”를 준공하는 등 10건의 하천공사를 추진
 - 「자연재난조사 및 복구계획수립 요령」 제2조의 [별표] 3. 가.에 따르면 하천에 대한 재해 복구사업을 할 때 하상에 퇴적물이 있을 경우에는 통수 단면적을 확보할 수 있도록 준설 계획을 수립하도록 규정
 - 따라서 침수피해를 예방하기 위해서는 통수 단면을 감소시키는 하천 내 퇴적물을 함께 처리하는 것이 바람직
 - 그런데 “정삼1소하천 수해복구공사”의 경우 연장 240m 구간을 복구하면서 [그림 20]과 같이 통수 단면의 약 30%까지 퇴적물이 있는데도 준설하지 않는 등 [별표 20] “소하천 수해복구공사 계약 및 미준설 퇴적토 명세”와 같이 10건의 공사에서 총 13,375㎡의 퇴적토를 준설하지 않은 채 시행

63) 수해복구공사를 시행한 17개 하천 중 전체 구간 개선복구공사를 시행한 좌광천, 덕선천 및 서부천 등 3개 하천을 제외한 효암천 등 14개 하천에 대한 복구비 합계 1,104억 8,800만여 원

[그림 20] 소하천 수해복구 구간 미준설 퇴적토 현황



자료: 창원시 마산합포구

- 그 결과 소하천의 통수 단면 부족으로 인하여 집중호우 시 하천이 범람하는 등 침수 피해 재발 우려

<조치할 사항>

부산광역시장과 부산광역시 기장군수는 우선순위에 맞지 않게 중·상류 폭을 먼저 넓힌 효암천 등 14개 하천에 대하여 수해가 재발되지 않도록 조속히 하류 하천 폭을 확장하거나 하천기본계획에 따라 하천을 정비하는 등 적절한 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

창원시장은 수해가 재발되지 않도록 하천 퇴적물을 준설하여 정삼 1소하천 등 10개 소하천 통수단면을 확보하는 등 적절한 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

(3)

하천 수해복구사업 설계 부적정

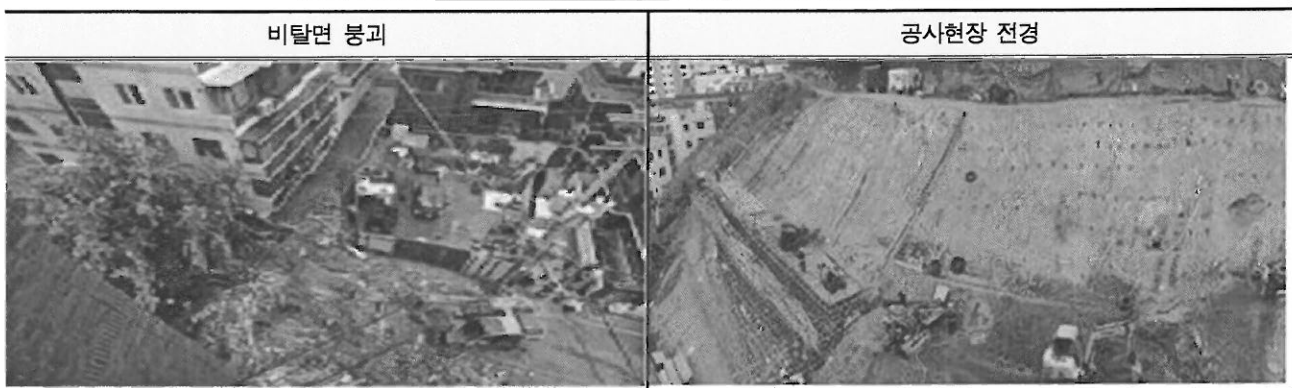
부산광역시에서 2014. 3. 27. 주식회사 ●●(대표이사 X)과 “철마천 하천정비 사업 실시설계용역” 계약(계약금액 1억 8,000만 원)을 맺어 2015. 2. 11. 이를 준공하는 등 부산광역시 및 기장군에서 [별표 21] “하천 수해복구공사 실시설계용역

(6)

비탈면 복구사업 추진 부적정

부산광역시에서 2014. 8. 25. 집중호우로 산사태가 발생한 비탈면에 대하여 2015. 2. 4. 주식회사 ■■(대표이사 AA)과 “구포 생태공원 수해복구공사([그림 26] 참조)” 계약(계약금액 49억 8,000만 원)을 맺어 2016. 2. 3. 준공 예정으로 시행하고 있다.

[그림 26] 구포 생태공원 비탈면 붕괴 및 공사현장 전경



자료: 부산광역시 건설본부 제출자료 재구성

「건설공사 비탈면 설계기준」(2011년, 구 국토해양부) 제5장 5.5.3에 따르면 비탈면 안전성 확보를 위해 우기 시 기준안전율⁷⁹⁾을 1.2 이상 확보하도록 되어 있다.

또한 위 공사 설계도서 등에 따르면 비탈면 하부 파괴 범위 내에 가옥, 건축물 등의 고정 시설물이 있는 점을 고려하여 위 기준안전율을 상향하여 우기 시 1.25 이상을 확보하도록 되어 있으며, 시공 전 지반조건이 실시설계와 상이할 경우 실제 지반조건에 맞게 구조계산을 재실시하여 비탈면 기준안전율(1.25)을

79) 기준안전율(F_s) = $\frac{\text{지반이 가지는 전단강도}(S)}{\text{현재 지반에 작용하고 있는 전단강도}(\tau)}$

이론상 안전율이 1.0 이상이면 안전하나 주변환경과 하중 등에 대한 불확실성 때문에 허용 안전율을 도입하여 설계에 적용함

확보하도록 되어 있다.

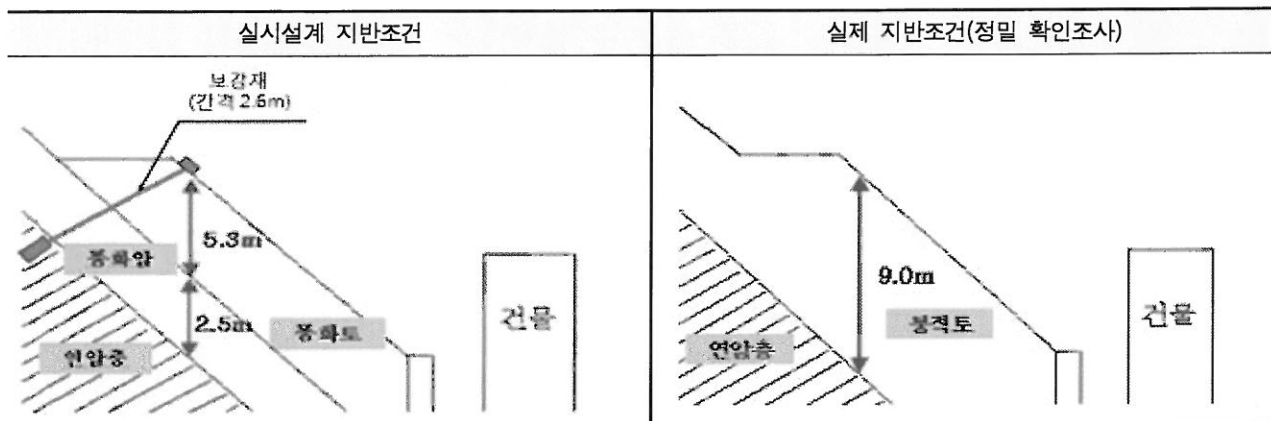
또한 2015년 3월 실시설계 시 축점번호 No. 343부터 No. 370까지 구간 (폭 27m, 높이 25m)의 지반조건을 [그림 27]과 같이 지면으로부터 7.8m 깊이에 기반암(연암)이 존재하고, 상부에 풍화토 및 풍화암이 분포하는 것으로 추정하여 보강재(앵커볼트)를 2.6m의 수평 간격으로 41공을 시공함으로써 비탈면 기준안전율 1.25 이상을 확보하도록 설계하였고, 2015. 5. 2. 축점번호 No. 360 및 No. 370 지점에 현장 시험천공(간이시험)을 실시한 결과, 실시설계 시 추정했던 지반조건과 상이한 것을 확인한 바 있었다.

따라서 No. 360 및 No. 370 구간에 대하여 실제 지반조건을 정확히 확인하기 위해 정밀 확인조사(보링 등)를 실시하고, 구조계산 등을 재실시하여 비탈면 기준안전율을 확보하여야 했다.

그런데도 위 관서에서는 2015년 6월 현재까지 위 구간에 대한 정밀 확인 조사를 실시하지 않는 등 실제 지반조건에 따른 비탈면 안전성 확보 여부(구조 계산 등)를 확인하지 않고 있다.

이에 대하여 감사원 감사기간(2015. 6. 24.~7. 21.) 중 정밀 확인조사(보링 실시)를 실시한 결과, [그림 27]과 같이 No. 360 구간의 지반조건이 실시설계 조건과 다르게 붕적토(풍화토보다 점착력이 1/2에 불과)가 분포하고 기반암까지의 깊이도 실시설계 조건(7.8m)보다 1.2m가 깊은 9.0m 깊이에 분포하는 등 실제 지반이 실시설계보다 불량한 상태인 것으로 확인되었다.

[그림 27] 실시설계 및 정밀조사 결과 지반조건 변경 현황



자료: 부산광역시 제출자료 재구성

또한 정밀 확인조사 결과에 따라 비탈면 안전성 확보 여부를 확인하기 위해 구조계산을 실시한 결과, 축점번호 No. 343부터 No. 370 구간까지의 보강재(앵커 볼트)를 현재 설계대로 시공(41공 시공, 간격 2.6m)할 경우 우기 시 비탈면 안전율이 0.99로서 기준안전율(1.25 이상)에 미달되는 것으로 분석되었다.

그 결과 비탈면 기준안전율이 확보되지 않아 우기 시 산사태가 재발될 우려가 있다.

<유사 사례> 봉양로 비탈면 복구사업 추진 부적정

- 창원시에서 2014. 8. 25. 호우 피해 복구를 위해 2014. 10. 28. 주식회사 □□(대표이사 AB)와 “봉화산 사면유실 수해복구공사 실시설계 및 정밀점검 용역” 계약(1,900만여 원)을 맺고 같은 해 11. 27. 준공 납품받은 성과품에 따라 2015. 1. 26. ★★주식회사(대표이사 AC)와 “봉양로 수해복구공사” 계약(최종 계약금액 5억 8,400만 원)을 맺어 시행(2015. 6. 20. 준공)하면서
 - 「건설공사 비탈면 설계기준」 3.7.4 및 5.5.4 등에 따르면 깎기 비탈면 기준안전율은 1.2 이상으로 설계하도록 하고, 흙의 강도 특성(점착력, 내부마찰각 등 이하 “지반정수”라 한다)은 시료를 채취하여 실내시험(삼축압축시험 등)을 실시하여 구하도록 규정
 - 그리고 위 수해복구공사 실시설계 및 정밀점검 용역의 과업지시서 1.5에도 ‘실내시험’(실내토질시험)을 실시하도록 약정
 - 한편, 위 관서에서는 2012년 2월 1억 5,700만여 원을 들여 봉양로 비탈면(폭 50m, 높이 15~

17m)에 대한 수해복구공사를 하면서 실내시험 없이 지반정수를 가정(토사기준 단위중량 1.9t/m^3 , 점착력 1t/m^2 , 내부마찰각 30° 등)하여 안정성을 검토(안전율 1.245)하고 설계·시공한 결과 2014. 8. 25. 집중호우 시 위 보강한 비탈면이 붕괴

- 따라서 위 붕괴된 비탈면에 대하여 재차 보강공사를 할 때에는 지반의 정확한 상태(지반정수)를 파악하기 위한 실내시험을 실시하고 그 결과로 산출된 지반정수(점착력, 내부마찰각 등)를 기초로 안정성을 검토하는 것이 타당
- 그런데도 2014. 8. 25. 집중호우 시 또다시 붕괴된 위 비탈면에 대한 수해복구공사 실시설계 및 정밀점검 용역을 하면서 실내시험을 실시하지 않고 추정한 지반정수(토사기준 단위중량 1.85t/m^3 , 점착력 0t/m^2 , 내부마찰각 30° 등)로 안정성을 검토(안전율 1.285)하고 5억 8,400만 원의 예산을 들여 비탈면 보강공사(계단식옹벽+앵커 30톤/공)를 시행
- 그 결과 정확한 지반의 상태를 알지 못하여 현재 비탈면에 대한 안정성 검토 결과를 신뢰할 수 없게 되었고, 비탈면의 안전율이 부족하여 붕괴 재발 우려

<조치할 사항>

부산광역시장은 구포 생태공원 수해복구공사에서 실제 지반조건에 맞는 비탈면 기준안전율(우기 시)을 확보하지 못한 구간(측점번호 No. 343 ~ No. 370)에 대하여 설계를 변경·시공하여 비탈면 안전성을 확보하는 방안을 마련하시기 바랍니다.

(통보)

창원시장은 봉양로 수해복구공사에서 시공 완료된 봉양로 비탈면에 대하여 앵커 인장시험⁸⁰⁾ 등으로 안정성을 검증하고 그 결과에 따라 붕괴 재발을 방지하는 방안을 마련하시기 바랍니다.(통보)

80) 앵커를 설계 인장력까지 인장하여 시공된 앵커의 적정성을 확인하는 시험으로서, 봉양로 수해복구공사가 준공된 현재 시공 전 가정된 지반조건과 비탈면 등 구조물의 안정성 확보 여부까지 확인(역추정)할 수 있음