

신월 빗물저류 배수시설 사고관련 보고

2019. 9. 3.

도시기반시설본부

목 차

I. 사업개요 및 추진경위

II. 사고 내용

III. 사고원인 분석 및 즉시 조치사항

IV. 문제점 및 개선방안

V. 목동사고 재발방지대책 T/F 구성·운영

1. 일정별 진행내용

2. 전문가 T/F팀 구성

3. 전문가 T/F 주요 검토방향

VI. 향후계획

신월 빗물저류 배수시설 사고관련 보고

2019.7.31.(수) 발생한 신월 빗물저류 배수시설에서 발생한 인명사고와 관련하여 사고현황 및 즉시 조치사항·재발방지대책 추진계획에 대해 보고드립니다.

I 사업개요 및 추진경위

□ 사업개요

- 공 사 명 : 신월빗물저류 배수시설 등 방재시설 확충공사
- 공사기간 : '13. 5.27.~'19.12.15.(당초 준공기한 '19. 6.30.)
- 규 모 : 저류용량 32만 m^3
 - ※ 저류배수터널(D10m) 3.6km, 유도터널(D5.5m) 1.1km , 수직구 6개소
- 총사업비 : 1,390억원(시비 1,040억원, 국비 350억원)

□ 추진경위

- '13. 5.27. : 공사 착공
- '19. 6.26. : 전체공사 준공기한 연기(6.30. → 12.15.)
 - '18. 9. 양천구 요청으로 유지관리용 카-리프트 및 창의공원 조성 위해 연기
- '19. 6.30. : 5,6차공사 준공검사원 제출(시공사→감리단)
 - '19. 5. 무부하 시운전 실시 - '19. 6. 부하 시운전 세 차례 실시
 - ※'19. 7.15. : 5차, 6차분 준공검사(감리단, 시공사, 공사관리관 날인)
- '19. 7. 1. : 시설 인수인계를 위한 합동운영 통보(물순환안전국)
 - 운영기간 : '19. 7. 1. ~ 10.15.
 - 운영주체 : 양천구청(협조 : 서울시, 도기본, 시공사, 감리단)
 - 운영사유 : 국내 최초 도입시설 운영상 문제점 도출, 인계후 원활한 운영 목적
 - 운영방법 : 목동상황실 상주(2명), 수방 1단계부터 시공참여자 포함
 - 상황실 상주 : 양천구 치수과
 - 시공참여자 : 제어시스템 개발자, 수문 등 주요설비 시공참여자
- 합동 시험가동 : '19. 7.22., 7.28. : 두 차례 실시(양천구 주관, 도기본, 시공사, 감리단 참여, 7.28. 수위 50%, 60% 수문자동개방 설정)
- '19. 8. 1. ~ : 공사 중지(고용노동부)

II

사고 내용

□ 사고개요

- 일 시 : 2019.7.31(수) 08:24 ※ 119상황실 신고접수
- 장 소 : 신월 빗물저류 배수터널내(유지관리수직구 기준 상류 200m 내)
- 인명피해 : 사망 3명
 - 구○○(협력업체, 66세), 안○○(현대건설, 30세), 웨린○○(미안마, 24세)

□ 사고내용

- 07:10 터널내 가설전선 수거 점검차 작업자 2명이 진입한 상태에서 양천지역 기습강우로 저지1수직구(수위 50%시 자동개방) 및 고지수직구(수위 60%시 자동개방) 수문이 자동 개방되어 터널내로 빗물이 유입되고,
 - 강수현황(신월동) : 31mm/30분(07:20~07:50)
 - ※ 07:30 기상청 호우주의보발령
- 07:50 작업자 대피를 위하여 터널에 들어간 현대건설 직원1명도 터널내 빗물 유입에 고립되어 3명 모두 사망



〈사고자 장례 현황〉

- ▶ 故 구○○ (66세, 협력사) : '19. 8. 4(일) 06:00 장례완료
- ▶ 故 안○○ (30세, 현대건설) : '19. 8. 6(화) 07:00 장례완료
- ▶ 故 웨린○○ (24세, 협력사) : '19. 8. 6(화) 18:45 본국(미안마) 운구 완료

□ 당시 시간대별 상황

- 07:10 : 협력업체 작업자 2명 터널에 들어감(가설전선 잔재 점검차)
- 07:20 : 목동 현장 강우 시작(07:20~40분 사이 15mm 강우)
- 07:30 : 기상청 호우주의보 발령
- 07:38 : 양천구(남○○) → 현대건설(김○○) 수문개방 예정 통지
- 07:40 : 저지 1 수직구 수문 자동개방(수위 50%, 폐쇄 08:06)
- 07:40 : 현대건설(김○○) 제어실로 들어가 수문 자동개방 상황 확인
- 07:43 : 현대건설(김○○) 저지1수문 자동 개방상황 현장내 카톡방에 상황 전파(현장소장 등 19명)
- 07:44 : 고지수직구 수문 자동개방(수위 60%, 폐쇄 08:03)
- 07:50 : 작업자 2명 대피를 위해 현대건설 직원(안○○) 터널 진입
- 08:03 : 최초 빗물유입수 유출수직구에 도달
- 08:09 : 빗물유입수 전량 유출수직구에 도달(수위 3.9m)

Ⅲ 사고원인 분석 및 즉시 조치사항

□ 사고원인 분석(자체)

- ① 사고 당일 05:30 기상예보에 08시 강우예보가 있었으나, 07:20~40분 사이 목동 현장에 15mm(강우강도 45mm/hr 수준)의 기습 폭우가 내림
- ② 공사 중 운영주체(양천구)와 관리주체(시공사)간의 소통 부족으로 사고 예방 기회 놓침
- ③ 현장 중앙제어실이 24시간 상시 감시체계가 아니어서 당시 위급상황에서 수문폐쇄 등 응급조치에 어려움이 있었음

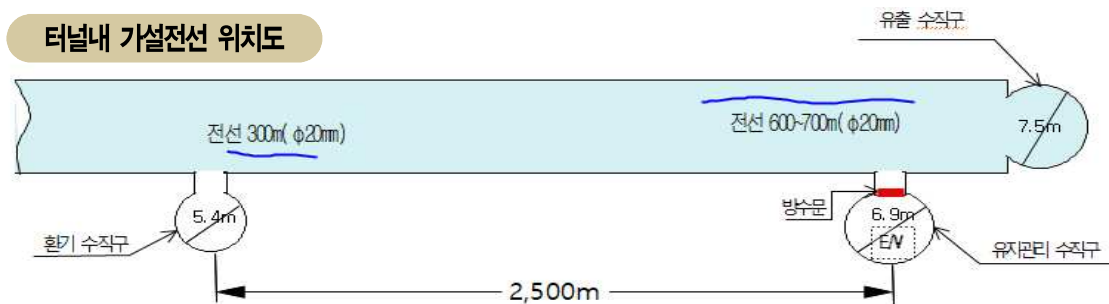
④ 기 설치된 통신 중계기 및 경보장치를 시험가동을 위해 6월 말 철거함으로써 작업자가 휴대전화 및 무전기만으로는 연락이 닿지 않았음

- 시험가동 기간 : '19. 7. 1.~10.15.(이후 양천구로 시설 인계 예정)

⑤ 사고 당일의 터널 내부 작업에 대해 감리단에 사전 승인을 받지 않아 터널내 출입시 안전조치사항 준비 확인 과정이 미흡

- 터널내 가설전선 수거방법 파악 등 소소한 작업으로 간주, 이행하지 않았던 것으로 추정

※ 가설 전선은 7.15. 준공검사 후 대부분 철거, 나머지는 강우 상황(태풍 다나스 등)에서 철거 못하고 있다가 사고 당일 재개(아래 그림 참조).



⑥ 공사현장이 발주처를 대행하여 전면 책임감리제로 관리되고 있으나, 현장관리 시스템이 잘 가동되고 있는지 점검 확인하는 활동이 미흡

※ 정확한 사고원인은 현재 경찰(양천경찰서) 수사와 고용노동부(서울남부지청) 조사 중으로 그 결과가 나와야 확인 가능

즉시 조치사항

- ◆ 수문작동 등 중앙제어실 제어권 회수 (양천구 → 도기본, '19.8.9)
- ◆ 공사중 시설운영 및 안전관리매뉴얼 시달 ('19. 8.12)
- ◆ 공사중인 터널 현장 안전관리 매뉴얼 사례 전파 ('19. 8.13)

근무체계 보완 및 수문개폐 기준 변경

- 중앙제어실 근무체계 보완 ('19.10.15까지, 이후 별도계획 수립예정)

〈 사 고 전 〉	〈 현 재 〉
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 운영주체 : 양천구 치수과 ▶ 평시근무 : 2명(양천구 직원) <ul style="list-style-type: none"> ※ 근무시간 : 09:00~18:00 ▶ 호우단계시 : 시공참여자 합동근무 <ul style="list-style-type: none"> ※ 시공참여자 : 제어시스템개발자, 수문 설비시공에 참여한 자 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 운영주체 : 도시기반시설본부 ▶ 평시근무 : 2명(도기본1, 양천구1) <ul style="list-style-type: none"> ※ 근무시간 : 24시간 근무 ▶ 터널내 작업 / 점검시 감리원/시공사 1명이상 함께 근무

- 수문개폐 운영지침 변경

- 개방 기준수위 : 운영안내서상 “**관거 높이의 70%**” 를 준수
- 평시 수문운영 : “**수동조작으로 설정**” 운영(필요시 자동개폐 전환 운영)
- 수문 자동/수동 설정여부 결정 : **도시기반시설본부**
- 수방관련 수문 개방여부 결정 : **양천구**

터널 출입조건 및 안전장비 강화

- 출입시간 제한(09:00~18:00) 및 사전허가 확행
 - 사전작업·출입허가서 작성(감리원 확인), 중앙제어실에 제출 후 진입 가능
 - ※ **강우예보 있거나 강우시 터널내 작업 및 출입을 절대 불허**
- 보호장구 및 피난·탈출시설 구비
 - 비상통신·경보시설 설치(중계기, 경보싸이렌 등)및 작업자 연락처 공유
 - 구명조끼 착용 터널진입, 지상탈출용 워킹타워 또는 밧줄사다리 설치
- 공사중인 터널현장에 안전관리 매뉴얼 전파
 - 제물포, 서부간선, 신림봉천, 신림선 등 7개 현장

IV

문제점 및 개선방안

건설·감리제도 분야

문제점

- 감리단에 사전 작업계획 보고가 없어 터널 진입 통제 미흡
- 시공자와 감리자의 근무시간이 달라 감리 업무시간 공백 발생
- 단순하고 소소한 작업에 대한 감독기능 부재
- 타시도 발생 중대재해 하도급 업체 5년간 서울시 진입금지 예규 적용 불가(서울특별시 공사계약특수조건 제20조)

개선방안

- 단순 작업이라도 위험공간 작업의 경우 사전허가제 확행(즉시 시행)
- 감리단 시차출근제 의무화(출퇴근 7·4제, 즉시 시행)
- 모든 작업에 대한 감독체계 구축(즉시 시행)
- 타시도 중대재해 발생 하도급업체 진입금지토록 조례 등 검토

안전관리·피난 분야

문제점

- 터널내 빗물 유입을 고려한 대피시설, 피난장구 불비
- 기상정보 전파 절차로 전파 지연(기상청→재해대책본부→공사관리관)
- 배수터널이 법률상 밀폐공간에 들지 않아 관리수준 모호

밀폐공간 정의 : 산소결핍, 유해가스로 인한 질식·화재·폭발 등의 위험 만을 주요 장소로 구분
※ 「산업안전보건기준에 관한규칙」 별표18 : ‘수로터널 등 구조물 내부’ 포함 건의

- 공사진행에 따른 안전관리자 감축으로 느슨한 현장 안전관리
※ 목동 사고현장 안전관리자 배치 상황 : 공사중: 3명 → 5월: 2명 → 6월: 1명

개선방안

- 구멍조끼 착용 후 터널진입, 지상탈출용 시설(사다리 등) 설치(즉시 시행)
- 방재기상정보시스템을 활용 근로자까지 기상정보 전파 시스템 구축
- ‘수로터널’ 밀폐공간에 포함되도록 법률개정 건의 (고용노동부장관)
- 안전관리자 배치기준 강화토록 법률개정 건의 (고용노동부장관)

(현행)

공사 진행사항에 따른 안전관리자 축소 가능



(개정건의)

공사 진행에 관계없이 공사금액에 따른 안전관리자를 준공까지 유지

□ 배수시설기능 검증 분야

문제점

- 터널내 유지관리 인력(시설점검, 준설 등) 진입을 전제로 한 매뉴얼상 안전대책 보완 필요
- 터널내부 작업자는 지상 상황(기습호우, 통신상황 등)을 알 수 없어 긴급사항 발생 시 대처가 어려움.
- 수문의 작동(자동↔수동 전환, 수문개폐)은 중앙제어실 내에서만 가능한 구조로 긴급사항 발생시 즉각 대응 곤란 예상
- 기타 문제점
 - 유지관리수직구에서 터널 출입문인 방수문 누수
 - 빗물유입수 배제 펌프 집수정 덮개 이물질 끼임 현상 발생
 - 지하수 유출량(하루 4,800 m^3) 공학적 재검토

개선방안

- 안전대책 보완 및 어떤 경우도 사전 승인 없이 터널 내 진입 불허(즉시 시행)
- 수문개폐 사전 경보 시스템 보완으로 작업자 대피시간 확보
- 수문작동 시스템 이중화 (현장 제어실, 양천구 재난상황실)

V

목동사고 재발방지대책 T/F 구성 · 운영

1

일정별 진행내용

- '19. 8. 8. : 학계, 업계, 협회 등 전문가 집단 TF팀 구성
- 3개 분과, 전문가 15명 구성(시의회 1, 학계 5, 협회 3, 업계 6)
- '19. 8.14. : 전문가 집단 TF팀 전체 회의(Kick-off meeting)
- 사고원인 및 문제점 토의 후 목동현장 이동, 배수시설 및 시스템 확인

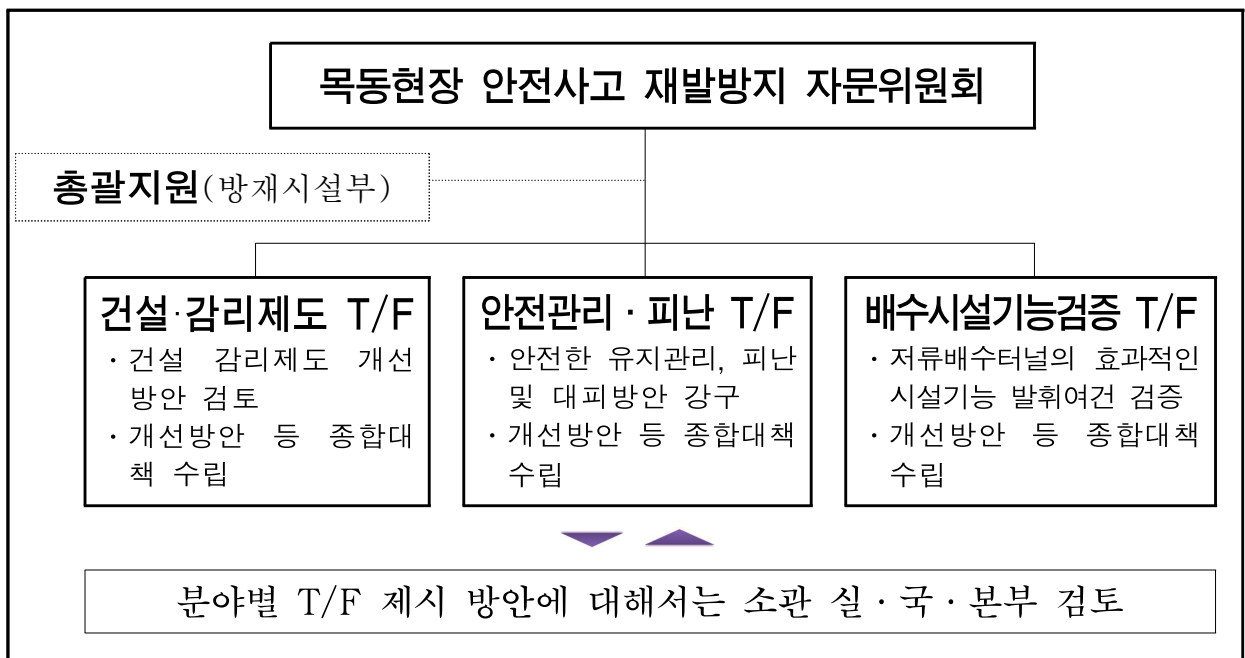


- '19. 8.19.~ : 3개 분과별 TF팀 회의

2

전문가 T/F팀 구성

□ 체 계 도



구 성 : 총 17명 (위원장 : 문영일 교수)

- 내부(2) : 도시기반시설본부장, 시설국장
- 외부(15): 시의회 1, 학계 5, 협회 3, 업계 6
 - 건설감리제도(4) : 황이숙(한국건설기술관리협회), 김영승, 조상구(대한전문건설협회), 김구환(동부엔지니어링)
 - 안전관리피난(4) : 성흠제 의원(도시안전건설위원회), 이영주 교수(시립대), 강희진(사회재난연구센터), 박대영(함께안전해요)
 - 배수시설검증(7) : 문영일(시립대), 강부식(단국대), 명남재(경동엔지니어링), 정경문(선진엔지니어링), 강우영(eps), 김경엽(한국산업기술대), 김갑일(명지대)

운 영

- 운영기간 : '19. 8. 8. ~ 9. 25.
 - '19. 8.14.(수) 10:30 전체 참석 Kick off meeting
- 회의개최 : T/F팀 별 수시 개최

3 전문가 T/F 주요 검토방향

건설·감리제도 분야

- 시공사와 감리단의 근무시간 상이로 인한 관리업무 공백 해소 대안
- 감리단 및 공사관리관 업무지침서 이해 숙지 강화 방안
- 모든 작업(소규모 작업, 점검 등)에 대한 감독강화 방안
- 작업 정보공유 확대 방안(감리단 ↔ 원도급 ↔ 하도급 ↔ 작업반장)
 - ※ 위험공종 작업시 근로자 포함

안전관리·피난 분야

- 위험 작업공간 내 피난·대피 방안
- 밀폐공간의 범위 강화 방안(법률개정)
- 안전관리자 배치기준 강화 방안(법률개정)
- 모든 근로자까지 기상정보 제공 확대 방안(긴급사항 대처 판단 정보 제공)

□ 배수시설 기능 검증분야

- 공사중·운영중 매뉴얼 강화
- 수문개폐와 연동되는 경보장치 보완
- 수문 작동제어 이중화 시스템 구축 방안(현장중앙제어실, 양천구 재난상황실)
- 유입수 강제배수 효율 증대 시설개선 방안
- 지하수 유출량 공학적 검토

VI 향후 계획

- 2019. 8.15.~ 9.25. : 각 분과별 T/F 운영
- 2019. 8. : 건설업체 등 입찰참가 자격제한 처분절차 검토
- 2019. 9. 25. : T/F 전체회의 예정(재발방지 대책 종합)
- 2019.10. : 재발방지대책 수립 및 전파