

지하철 7호선 침수사고의 원인분석과 예방을 위한 제언

정 기 택 한국산업안전공단 건설안전지원 국장
공학박사
건설안전·토목시공·토목품질시험 기술사

1. 서 언

'98년 5월 2일 6시 40분경 발생한 지하철 7호선 침수사고는 사회 전반에 엄청난 파장을 일으킨 또 하나의 대형 안전사고로 기록되었다.

그러나 이러한 대형 안전사고들의 원인을 살펴보면 사소한 부주의와 방심을 그 첫째 원인으로 꼽을 수 있다. 이번 지하철 7호선 침수사고도 임시 가설구조물로 대한 계획부재 및 소홀한 관리와 관심부족에 기인된 것으로 판단된다.

성수대교 및 삼풍백화점 붕괴사고 등 지난날의 대형참사가 우리의 기억속에서 채 사라지기도 전에 또 다시 이러한 사고가 발생한 것은 우리 모두가 총체적으로 안전불감증에 젖어 있음을 다시 한번 보여주는 것이기에 더욱 안타까움을 금치 못한다.

다행히 신속한 전동차의 운행중지 조치로 대형인명 참사는 모면했지만 우리는 막대한 재산상의 직·간접적 손실을 그 대가로 치뤄야만 했다. 사소한 부주의가 불러 온 대가는 엄청난 것이라 볼 수 있다.

최근의 IMF한파로 건설경기가 부진한 상황에서 이러한 사고는 건설업계 뿐 아니라 국가경제에도 어려움을 가중시키는 요인으로 작용할

것이다.

따라서 이번 사고의 발생원인, 문제점, 향후 조치 등을 세밀히 파악, 분석하여 이러한 사고가 다시는 재발되지 않도록 하여야 한다.

2. 사고개요

'98년 5월 2일 04:00경 기상청에서 서울일원

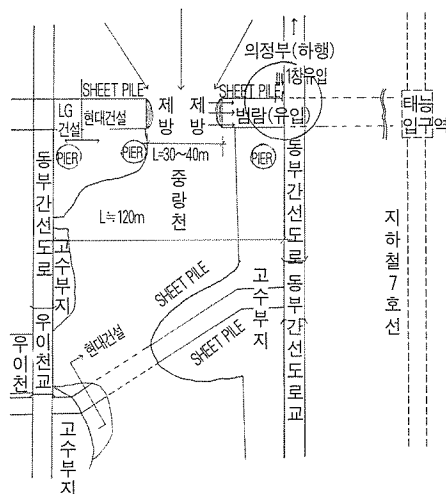


그림 1. 사고발생 현황도(평면도)

I. 제1차 월류 : '98. 5. 2. 06:40분
(Q=800,000ton)

II. 제2차 침수

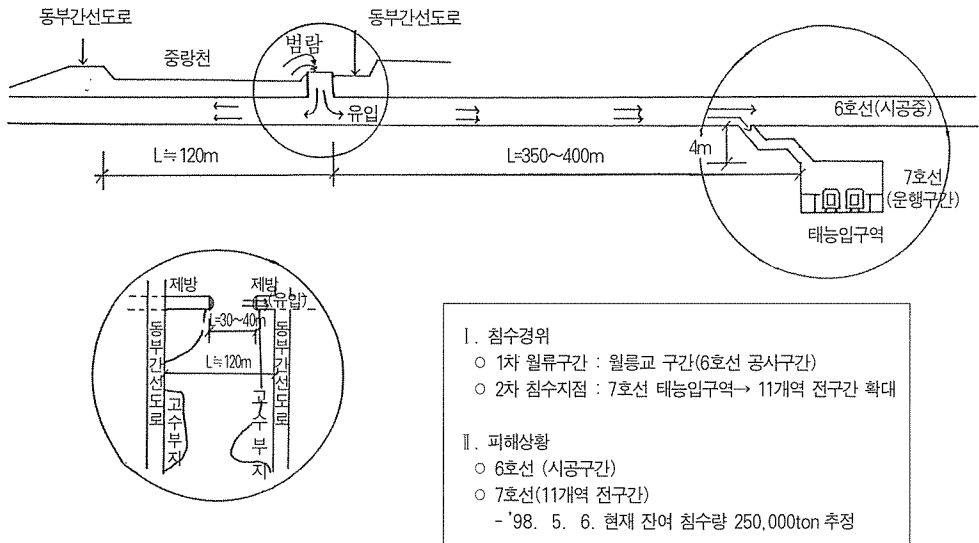


그림 2. 사고발생 현황도(단면도)

에 호우주의보 발령과 함께 중랑천변 유역에 약 2시간 동안 45mm의 집중호우 발생, 중랑천의 수위가 급상승되어 시공중인 지하철 6-12공구의 수직구로 하천수가 월류되면서 총 80만톤으로 추정되는 하천수가 6-12공구의 굴착구간을 따라 7호선 환승역 연결통로로 유입되어 7호선 태릉입구역을 포함한 총 11개 역사 전 구간이 침수되었다.

3. 하천수 유입경위

지하철 6-12공구 수직구로 유입된 하천수는 6호선 공사구간을 따라 약 400m 떨어진 7호선 태릉입구 역사 환승연결부 쪽으로 유입되었고 연결부의 조적벽체가 하천수의 수압으로 붕괴되면서 7호선 11개역 전 구간이 완전 침수되었다.

4. 피해상황

유입된 하천수로 인해 침수된 7호선 구간의 물빼기 작업, 오물 제거를 위한 청소 및 구조물의 점검과 계전기, 차단기, 컴퓨터의 통신장치, 정류기 등에 대한 수리 및 교체와 열차충돌 방지를 위한 열차 자동제어장치(ATC) 등에 대한 점검과 파손부위에 대한 복구비와 함께 시공중인 지하철 6호선의 굴착부분의 안전성 검토와 가시설물에 대해 변위 및 변형 여부 등에 대한 공사 재개전 안전점검 및 진단 등의 소요비용과 공사기간 지연에 따른 비용, 교통혼잡 등 시민들의 간접 피해까지 감안한다면 그 피해 규모는 일부에서 추산하는 1,000억원 보다 훨씬 상회할 수 있을 것으로 판단되어 진다.

5. 원인분석

가. 설계계획 단계에서의 검토미비

사고 당시 반경 50m 이내에 지하철 6-10공구 및 6-12공구의 임시 가물막이, 북부 도시고속도로의 교각 2개, 하류부에 광역 상수도 공사를 위한 임시 가물막이 2개소 등 총 6개소의 가설물막이가 축조되어 계획 및 설계당시 120m의 중랑천의 하상폭이 임시가물막이로 인해 30~40m 정도로 좁아진 상태에서 5월중에 예기치 못한 폭우가 발생됨에 따라 하천의 병목 부위에서 수위가 급상승하게 되었으며 여기에 중대한 문제점이 지적될 수 있다.

이는 교통효과 판단에 있어서 병목현상(Bottle Neck)과 같은 이치로 해석된다.

순간적으로 수위 상승의 조건을 제공하게 된 것이다. 설계시에 하천폭이 120m였으므로 기타 공사에 의해 실 유하폭원이 30m로 축소되었으면 이에 상응하는 하천의 유하량조사, 강우량

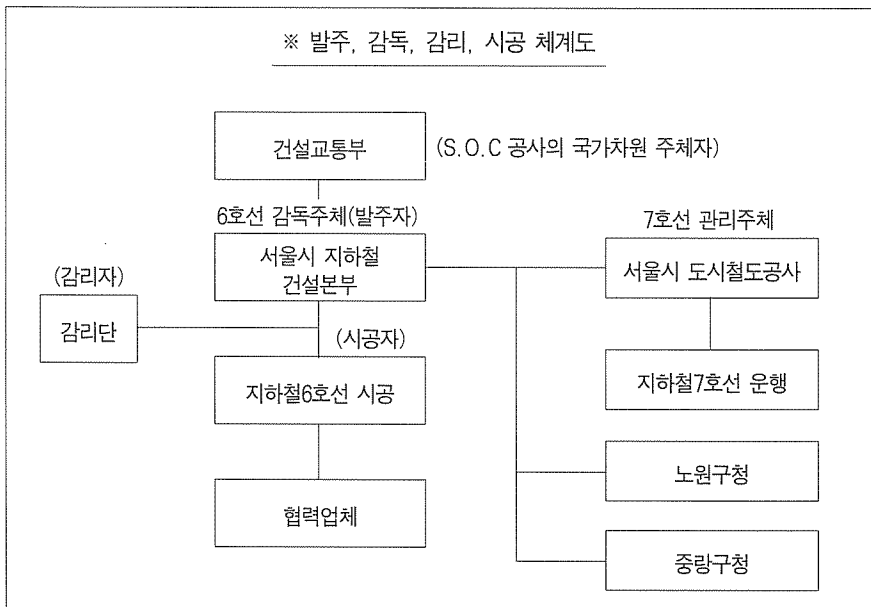
빈도 적용에 대한 검토 등을 통하여 가설물막이의 구조 및 규격 등 설계변경 조치가 즉각 시행되어야 되고 시방서가 작성되어야 함에도 각각의 공사 발주시 가설물막이 시설에 대한 사전검토가 제대로 이루어지지 못하였다고 생각된다.

이의 경우 총체적 안전체계(Total Safety Net Work System)가 상실된 경우라 하겠다.

나. 공사관련 감독기관 상호협조체계의 문제점

본 사고의 경우 발주자 및 공사감독·감리체계 및 시공자 등 관계, 관련조직의 총체적 안전계통도가 이루어지지 않은 점을 지적하고 싶다.

- 다음 표에서 도식한 바와 같이 S.O.C 등 국책공사의 최초이자 최종책임은 국가차원에 있어 건설교통부가 되어야 한다. 건설관계의 최고정부 행정부서이기 때문이다. 물론 공사의 직접발주 책임은 서울시 지하철 건설본부이며 7호선 개통구간의 관리책임은 서울시 도시철도공사이다. 이에 노원





구청과 중랑구청은 사고유역 내 동시다발 공사의 인·허가 관계 책임부서가 된다.

- 최소한 위의 정부기관 및 발주기관, 공사착공 인·허 기관은 동일 선상의 안전체계를 형성하고 이에 만전을 기하는 제도적 장치와 기술이 요구되고 있다는 점이다.
- 이는 곧 “Total Safety Net Work System(종합안전관리체계)”의 결여현상 속에서 공사를 수행하는 “안전관리부재 현실”임을 입증하고 있다 하겠다. 물론 어느 특정기관, 단체 단독의 책임은 결코 아니라고 생각한다. 즉, 총체적 책임, 연대적 책임의 사슬에서 벗어날 수 없다는 것이 세론이기 때문이다.

다. 가설물막이 시설의 시공상 문제점

가설물막이 구조인 Sheet Pile(강판 물막이 구조)은 '96년도에 시공하였고 '97년 우기에 대비하여 절단조치하도록 시방에 제시되어 있었다.

단, 우기철이 지나고 나면 절단부위를 용접하여 홍수시의 수위에 안전한 높이를 유지토록 감리자로부터 지시가 있었던 것으로 조사되었다.

그런데, 시공자는 절단부위의 강판 용접시공을 변경하여 대안으로 토사제방(모래주머니)으로 가설물막이 구조를 변경하였다. 바로 제2의 직접원인이 여기에 있다.

급시에 3개 지류 하천에서 홍수가 유입되어 수위가 급상승하였고, 설상가상으로 위에서 언급한 중랑천의 유하폭이 30m 정도로 축소되어 사고지점의 가설물막이를 월류하는 조건을 부여하였다.

더욱 심각한 점은 동부간선도로 접속구간의 Sheet Pile의 시공은 하부에 관통되는 하수관로와 동부간선도로 콘크리트 옹벽 기초부위와의 간섭으로 약 2m 정도 설치되지 아니하였다.

이것은 제3의 원인제공 핵심이 될 수 있다. 설상가상으로 상승되는 하천수는 사고지점의 유역수 역류 현상(Back Water)을 유발하였음이 분석되고 있다.

라. 7호선 연결통로 구간에 대한 차수벽 설치의 문제점

제1차적으로 6호선 수직구 가설물막이 구간에서 유수가 월류되었다 하더라도 개통운행중인 7호선 연결통로 시공구간은 수압에 충분히 대응하는 완벽한 차단벽의 시공이 필수조건이다.

그런데, 이에 대한 시공성과 안전성을 사전에 검토 한번 없이 형식적으로 설치된 조적벽체는 대량 유입수에 의한 수압에 견디지 못하고 완전 붕괴되어 엄청난 사회적, 국가적 재난의 현상화를 불러 일으킨 주요원인을 제공한 셈이다.

이것이 제4의 원인제공 요인이 되고 있다. 차수벽 시공과 설계 그리고 확인의 책임은 누구인가? 안전공학에서 말하는 “Fail Safe System”을 외면한 처사라고 판단되어 진다.

6. 사고예방을 위한 제언

가. 감리자의 책임과 권한의 형평성 유지

- 건설기술관리법, 건설공사 감리법규 등에 의한 감리제도는 건설공사에 있어 정착되어 가고 있다. 감리자는 발주자의 명을 받아 설계 및 시공상의 제반기술 검토, 품질관리, 안전관리, 공정관리 등의 감독업무를 위임받은 자를 칭한다. 선진국의 감리제도와 우리의 현실을 엄밀히 비교분석하고 우리의 감리실태를 파악한다면 무엇이 가장 심각한 것인가는 명백하게 해답이 나올 것으로 판단된다.
- 감리제도의 현실성은 인력조직의 한시성,

전문기술의 결여성, 기술경험축적 미흡성 등의 지적은 일반화된 사실이라 판단된다. 가장 심각한 문제점은 책임과 권한의 균등 이론에 대한 문제이다. 냉철하게 생각해 볼 때 법 규정상(감리용역계약 중심)의 제반 권한이 부여되고 있는가? 또한 권한은 상실되고 책임부담만 큰 모순이 공사감리 소홀로 직결되고 있다는 점을 그 누가 부인할 것인가?

- 이제 우리도 CM(Construction Management) System의 선진 책임감리기법을 우리의 실정에 맞게 적용하는 노력을 경주하여야 한다.

나. 선진기법 개발 및 적용의 필요성

Site Accident Management Program(현장 재해관리 프로그램)의 개발에 대한 Project별 공법특성과 현장시공상의 안전조건을 결합한 실행안전계획을 도입하여야 한다.

이에 대한 기법을 한국산업안전공단 건설안전지원국의 중요 연구과제 도입의 항목으로 정하여 추진중에 있다. 본 기법의 특성은 건설공사의 안전관리계획 수립시 설계 및 시공의 단계에 부합되는 유해·위험요인을 분석하고 이에 대한 대책을 Process(공정)별 사고발생요인(Event-Case)별, 분석표(The Analysis Data & Program Accident)를 작성, 보급, 지도함으로써 예상되는 건설재해를 사전에 억제코자 함이 그 목적이라 하겠다.

예를들어 급변 지하철 구간 침수사고에 있어서 위 작업공종 세부 재해분석표가 작성되어 Accident Critical Step(중요위험요인)을 사전에 예측하고 확인할 경우 재해를 예방할 수 있었을 것이다.

다. 홍수 위험지역에서의 가설구조물에 대한 시공 및 관리

하천 등지에서 임시가설물막이 공사를 시행할 경우에는 시공전 적정공법, 하천폭, 최대 홍수위, 가설물막이가 하천 수위에 미치는 영향 등에 대한 철저한 검토가 필요하며, 정밀시공과 함께 시공 후에도 가설물막이의 변형, 세굴, 차수상태 등에 대한 철저한 관리가 필요하다.

도심지 대형 굴착공사 현장의 흙막이 지보공의 경우에는 우기 전 주변하수관 준설, 맨홀관의 연결관 상태, 노면수 유도처리 등 우수가 현장 주변 및 내부로 침투되는 것을 방지하기 위해 배수처리에 대해 철저한 대책이 필요하며, 흙막이 지보공의 변형 여부에 대한 조사와 함께 계측관리를 더욱 강화하여야 한다.

또한 우기대비 대책반 편성과 대기조를 운영하고 양수기 확보 및 작동상태 등의 점검도 필요하다 하겠다.

7. 결론

안전은 최악의 상대조건에 대응하는 계획을 의미한다. 건설공사의 근원적 안전대책은 계획단계의 확인, 설계단계의 확인, 시공단계의 확인, 자연현상의 최악상태에 대응한 안전대책의 확인이 필수적이라 생각되며 재해는 곧 사회적, 국가적 손실을 의미하므로 어떠한 일이 있어도 우선적으로 건설재해를 극소화 함이 현재의 어려운 IMF경제체제를 타개하는 첩경이며 지금까지의 타성적 안전관리와 노후된 의식에서 과감히 탈피하여 건설안전의 새좌표를 설정하는 계기로 삼아 우리모두 안전이 생활화되고 정착되도록 온갖 노력을 경주해 나가야 할 것이다.