

도심지 소규모 재개발·재건축공사시 흠막이가시설 사고예방을 위한 건설사업관리 방안 연구 : 상도유치원 붕괴사고 중심으로

오세길¹⁾*, 박주문²⁾**

A Study on the Management of Construction Project for Preventing Accidents of Reclamation
: basic on the collapse of Sangdo Kindergarten

Oh, Se-kil* Park, Joo-Moon**

Abstract: The purpose of this study is to investigate the cause of repeated accidents through the investigation and analysis of the collapse cases of domestic earthquakes in order to prevent the earthquake disaster in the urban redevelopment and reconstruction. It is designed and constructed to draw out various problem factors and to find solutions to these problems. And the contents related to various laws and systems of the construction project management stage. Especially. In the management of the construction management centered on the safety management and quality control of the technical aspect design, supervision, construction phase through the cause of the accident and improvement measures based on the investigation report of the collapse of the construction site near Sangdo Kindergarten in Seoul. Supervisor. And constructors should be settled on the responsibility and responsibility of God. In order to achieve the purpose of the project, a system is established to link worker-centered occupational safety and health management with technology-based safety construction management, and analysis of how the quality control of the earthquake prevention affects safety construction management The purpose of this study is to prepare the optimum management plan of construction business. As a result of this study, it is aimed to accomplish the purpose of small scale redevelopment and reconstruction construction project by providing optimization method in the stage of construction project management in order to prevent collapse caused by differences in design, is expected.

키워드: 재개발재건축, 흠막이가시설 붕괴사고, 설계변경, 안전관리, 품질관리, 건설사업관리제도

Keyword: Redevelopment reconstruction, Earthquake disruption accident, design change, safety management, Quality Management, Construction Project Management, System

서론

1.1 연구의 배경

최근 도심지 소규모 재건축시 흠막이 가시설 붕괴로 인근 건축물의 붕괴사고 발생되어 주민의 생명과 안전에 큰 위협이 되는 건설공사 안전사고가 언론보도를 통하여 크게 사회적 문제가 되고 있다. 이런 건설공사 안전사고가 발생할 때마다 사고원인조사와 및 대책을 마련하였지만 유사한 흠막이가시설 붕괴사고는 그치지 않고 반복하여 발생하고 있는 실정이다. 소규모 재개발·재건축은 스프롤된 지역의 생활환경개선을 위하여 소자본의 건축주들이 조합을 구성 소규모

모의 재개발·재건축을 시행하고 있는 실정이다. 도심지 노후 건축물을 철거하고 주거환경개선 재건축을 위한 굴착공사는 흠막이 가시설의 안정성 뿐만 아니라 인접 지반 및 건축물에 대한 영향과 변위에 주의하여야 한다. 그러나 붕괴에 취약한 지반을 충분히 보강하지 않고 공사를 강행하는 건설업계의 관행이 원인이 되고 있다.

소규모 재개발·재건축공사 현장여건상 특수성과 굴착공사전 지층구조의 불확실성에 따른 흠막이 가시설공사의 정확한 설계의 어려움과 설계변경과정의 변경사유 및 책임소재와 공사비 부담 및 공사기간 변경에 따른 추가공사부담 등의 많은 문제점과 이에따른 계약변경 분쟁 그리

* 인천대학교 도시과학대학 도시계획·정책학과 박사과정

**인천대학교 도시과학대학 도시행정학과 교수, 공동저자(jmoonpark@inu.ac.kr)

고 시공과정의 건설사업관리의 부실 등과 설계 변경사유와 공사비 책임소계가 명확하지 못한 상태에서 건설공사의 진행으로 건설사고 발생시 정확한 원인 및 책임규명에 어려움이 있는 것이 사실이다. 다양한 선행연구 고찰을 통하여 설계, 인허가, 시공 과 건설사업관리단계에 있어서 흠막이가시설공사의 사고예방을 위한 안전관리와 품질관리의 상관관계를 중점분석하여, 건설공사의 목적달성에 최적의 건설사업관리 방안을 모색하고자 하였다.

2.2 연구의 목적 및 방법

인구의 도시집중으로 인하여 부족한 주택공급이 확대됨에 따라 재개발 재건축 등 정비사업이 활발해지고 있다. 따라서 도심지 소규모 재개발·재건축시 흠막이가시설 붕괴사고로 인한 산업재해 발생률은 줄지않고 반복되고 있는 실정이다.

최근 고용노동부의 국내의 산업재해 현황 자료에서 년도별 재해발생형태의 무너짐·전도관련 통계를 파악하였다.

<Table 1>산업재해원인조사자료 무너짐·전도관련

년도	구분	재해 총계(명)		무너짐·전도(명)	보합(%)	증감(%)
2010	산업재해	98,645		19,090	19	
	건설업	22,504	23%	3,894	17	
2011	산업재해	93,292		17,060	18	-5
	건설업	22,782	24%	3,734	16	1
2012	산업재해	92,256		16,316	18	-1
	건설업	23,349	25%	3,650	16	2
2013	산업재해	91,824		18,296	20	0
	건설업	23,600	26%	4,051	17	1
2014	산업재해	90,909		16,487	18	-1
	건설업	23,669	26%	3,693	16	0
2015	산업재해	90,129		16,108	18	-1
	건설업	25,132	28%	3,921	16	6
2016	산업재해	90,656		16,364	18	1
	건설업	26,570	29%	4,307	16	6
2017	산업재해	89,848		16,799	19	-1
	건설업	25,649	30%	4,047	16	-3
계	산업재해	73,7559		13,6520	19	
	건설업	19,3255	26%	3,1297	16	

국내 흠막이가시설 붕괴사고 사례조사 및 분석을 통하여 국내 산업재해 원인조사 자료에 의하면 건설업이 재해률(26%)이며, 그중 붕괴·도괴원인이 16%로 가장 높은 재해발생률이 해마다 반복되는 실정이다.

본 연구에서는 해마다 반복되는 사고원인과 대책과 관련한 선행연구 고찰과 사례현장의 사고원인 및 분석을 통하여, 흠막이가시설의 설계와 시공단계의 다양한 문제발생 요인을 도출하고, 이러한 문제해결 방안을 모색하기 위해 기술적 측면과 관리적측면에서, 관련 법과 제도의 내용을 파악하였다. 특히, 서울상도유치원 인근 공사장 붕괴사고 진상조사보고서를 중심으로 파악된 사고발생 원인과 대책을 확인을 통하여, 기술적 측면의 설계단계, 감리단계, 시공단계의 안전관리 및 품질관리를 중심으로, 건설사업관리 최적화 방안을 마련하고자 한다. 또, 사고예방으로 사업목적 달성을 위한 근로자 중심의 산업안전보건관리와 기술중심의 안전시공관리가 연동되는 시스템을 구축하기 위해 흠막이가시설공사시 품질관리가 안전관리에 어떤 상관관계를 가지고 영향을 미치는지를 분석하여 반복되는 흠막이가시설 붕괴사고로 인한 산업재해 발생률을 줄일 수 있는 최적의 건설사업관리 방안을 마련하는데 본 연구 목적이다.

본 연구결과로 흠막이가시설공사 설계, 시공, 건설사업관리 단계의 기술적측면과 법과 제도 등 사업관리측면에서 현장시공시 설계변경 등 여건 변화요인별 흠막이가시설 붕괴사고방지를 위한 건설사업관리의 최적화 방안을 마련함으로써 소규모 건축재개발, 재건축 건설사업의 성공적 목적달성이 기대된다.

2. 선행연구 고찰

2.1 기술적 이론

조은경(2010)은 국내 재개발·재건축 공사현장의 굴착 뿐 아니라 모든 건축공사의 굴착을 위해서는 설계단계부터 지반조사로 현장 시추조사 등을 실시하여 기초지반 및 지층의 구성상태를 파악하고 합리적인 기초 및 흠막이 벽체 설계가 이루어져야 함에도 지반조사 방법 등에 대한 별도 규정이 없다는 점, 기존 건축물로 인하여 조사에 어려움이 있다는 사유 등을 들어 형식적인 지반조사 실시 및 문헌조회에 의거 지반조사보고서를 작성하여 설계에 반영 건축허가를 득하는 것에만 급급하고 있어, 향후 실 착공도서 작성시 이를 재검토하여야 하는 문제가 있다.고 주장한다.

성주현외 2인(2011)은 현장에서 지반조사를 단

기간에 끝내고 굴착공사를 시작하는 국내 건설업계의 관행에서 기인한다하였다. 국내 대부분의 건설공사 지반조사는 사업주가 건축사무소에 설계용역에 포함하여 일괄 계약하는 방식으로 진행하고 있다. 설계예산은 대부분 비용 절감의 이유로 최소한의 예산을 배정하기 때문에 필요한 지반조사 조차 제대로 수행되지 않고 있는 것이 국내의 실정이다. 따라서 암반의 불연속면에 대한 조사, 인접구조물 및 매설물 조사 등 공사현장의 현황 파악에 대한 업무에 소홀하게 된다. 이런 사례는 소규모의 공사현장에서만 발생하는 것이 아니라, 대규모의 공사현장에서도 지반조사를 토질 및 기초기술사의 책임하에 수행하지 않고 대부분 용역을 끝내기 때문으로 판단된다.고 주장하였다.

우리나라 내륙지반의 경우 대부분 지하 10m~20m이내에서 기반암이 출현하고, 깊은 곳의 경우라도 30m이내에서 기반암이 나타나고 있다. 그러나 대부분의 지반조사에서는 이러한 암반선의 확인에 그치고 암반이 내포하고 있는 각종 불연속면의 강도, 방향성 등에 대한 조사는 심도있게 진행하지 않고 있다. 암반의 불연속면에 의한 파괴, 절리층에 충전되어 있는 물질이 지반굴착시 흠막이벽 배면 지반의 활동을 일으킬수 있는 경우 등이 있다. 또한, 지형적인 특징으로 우수 또는 지하수가 모여들어 수압이 증가하거나 불연속면으로 지하수가 침투하여 앵커천공시 지하수와 토사가 유출되어 흠막이벽의 붕괴로 이어지는 사고 사례가 다수 존재하며, 당초 설계시 불연속면을 고려하지 않았을 경우에는 허용치 이내였으나 불연속면을 가정하였을 경우에는 일부 말뚝 및 앵커가 불안정한 것으로 검토되었다.

오세길(2002)는 지반굴착공사시 토류벽의 거동을 예측하기 위해서는 벽체에 작용하는 횡토압 크기와 변위분포에 대해 알기 위해서는 응력-변위 관계식을 결정하고 각각의 경제조건에 따라 평형과 적합 조건을 만족시키는 탄소성학적 해석을 하여야 한다.고 주장하였다. 그러나 설계시 예측한 지반거동과 굴착공사 진행시 지반의 거동은 차이를 나타내게 된다. 그 결과 설계시 예측 지반거동과 실제 공사시 지반거동의 차이를 최소화하기 위한 합리적인 설계와 시공시 구조물의 안정성을 확보를 위한 노력이 필요하다.고 주장하였다.

굴착공사시 작용하는 토압과 변위는 굴착깊이가 10m ~ 15m(연암층)이상 굴착되었을 때 지중수평변위가 가장 크게 발생한 것은 굴착공사 기간중 지하 토층의 경사방향에 따른 지반활동이 발생하여 추가토압이 벽체에 작용한 것으로 알고 있다.고 주장하였다. 또, 최대 수평변위는 현

장계측치가 설계치 보다 크게 나타났으며, 굴착깊이에 대하여 현장계측치는 0.05~0.25H지점에서 발생하였으나, 설계시 프로그램 해석치는 0.94H 지점에서 발생하여 이론적인 값보다 상단에서 발생한 것으로 나타났다.고 주장하였다.

2.2 관련 법 및 제도

굴착 및 흠막이 가시설붕괴 사고사례의 원인 및 대책에서 언급한 바와 같이 기술적측면 뿐만 아니라 관리적측면에서 안전관리와 품질관리가 상관관계를 가지고 효과적으로 이루어지기 위하여 관련법, 시행령, 규칙, 지침 등의 제도의 정비가 필요하다. 또, 경제 효율성제고를 위하여 행정 및 규제완화로 인한 안전과 품질확보 절차가 생략되고 관련 근거자료확보가 부재하며, 설계, 시공단계의 품질저하로 인한 안전관리 등 리스크 요인이 증가 되고 있다. 또, 사고조사위원회의 사고원인과 관련 근거자료 부족으로 합리적인 사고발생원인과 대책마련에도 미흡하여 개선이 필요한 것으로 확인되었다.

성주현외 2인(2011)은 굴착공사의 안전시공을 위해서는 현장특성을 고려하여 합리적인 안전관리계획의 작성, 심사와 이행이 이루어져야 한다. 그러나 한국시설안전공단에서 2009년 21개 현장에 대한 안전관리계획서의 검토의뢰를 받아 검토한 결과 지반굴착공사와 같은 세부공종에 대한 세부안전관리계획에 포함되는 안전성계산서는 안전관리의 중요한 부분임에도 누락 또는 미흡한 경우가 많았으며 특히 공공공사보다 민간공사에서 미비한 경우가 많았다. 또한, 현재 지반굴착공사의 인접시설물 영향에 대한 사전조사·검토는 거의 전무하여, 민원이나 구조물에 문제가 발생하여 이에 대응하기 위한 수준에서 수행되고 있다.고 주장하였다. 이와같이 현재 안전관리계획서는 착공을 위한 부속서류로 전락하여 건설공사 사고예방에 적절히 대응하지 못하고 있는 실정인 것으로 조사되었다. 또한, 안전관리계획을 심사하는 발주청 및 행정기관의 전문성 미흡으로 실질적인 심사가 이루어지지 않고 있으며, 특히 건설사고가 많이 발생하는 건축공사의 경우 일전적으로 인허가를 담당하는 행정기관의 건축과 등에서 심사를 하나 전문인력의 부재로 심사에 어려움 있는 것으로 조사되었다. 또한 대부분의 공사에서 안전관리계획 작성 및 검토비용이 공사비에 반영되지 않아 시공사가 착공을 위한 형식적이 안전관리계획서를 작성하는 등 소홀한 경우가 많으며, 행정기관의 경우 전문성 부족에 의해 외부기관에 검토를 의뢰하고자 해도 예산이 없어 못하는 경우가 많았다. 위와 같이 현행 안전관리계획의 형식적인 작성,

검토, 심사, 이행은 특히 불확실성이 높은 지반 굴착공사의 안전관리 부실에 큰 영향을 미치는 것으로 판단되며, 제대로 된 안전관리계획의 작성, 검토, 이행만으로도 사고예방에 상당한 효과를 발휘할 것으로 판단된다. 따라서, 도심지 소규모 재개발·재건축현장은 이러한 열악한 현장 여건 및 특성을 고려하고 중요한 인접시설물 보호차원에서 굴착 및 흙막이 가시설공사시는 제도적 개선을 통하여 실효성있는 안전관리와 품질관리가 되도록 개선이 필요하다.

따라서, 이와 관련되어 개선이 필요한 법과 규정을 다음과 같이 요약하였다.

2.2.1 건축법 및 규정

건축법 제23조 건축물의 설계는 제11조 제1항에 따라 건축허가를 받아야 하는 건축물의 설계는 건축사가 아니면 할 수 없다. 제91조3(관계전문기술자와의 협력) ③에는 깊이 10미터 이상의 토지 굴착공사 또는 높이 5미터 이상의 옹벽 등의 공사를 수반하는 건축물의 설계자 및 공사감리자는 토지 굴착 등에 관하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 「기술사법」에 따라 등록된 토목 분야 기술사 또는 국토개발 분야의 지질 및 기반 기술사의 협력을 받아야 한다. ④ 설계자 및 공사감리자는 안전상 필요하다고 인정하는 경우, 관계 법령에서 정하는 경우 및 설계계약 또는 감리계약에 따라 건축주가 요청하는 경우에는 관계전문기술자의 협력을 받아야 한다. 그러나 건축법 제25조(건축물의 공사감리) ② 「건설산업기본법」 제41조제1항 각 호에 해당하지 아니하는 소규모 건축물로서 건축주가 직접 시공하는 건축물 및 주택으로 사용하는 건축물 중 대통령령으로 정하는 건축물의 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 허가권자가 해당 건축물의 설계에 참여하지 아니한 자 중에서 공사감리자를 지정하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주가 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 허가권자에게 신청하는 경우에는 해당 건축물을 설계한 자를 공사감리자로 지정할 수 있다.

2.2.2 건축 인·허가 절차

제11조(건축허가) ① 건축물을 건축하거나 대수선하려는 자는 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장의 허가를 받아야 한다.

제12조(허가·신고사항의 변경 등) ① 법 제16조제1항에 따라 허가를 받았거나 신고한 사항을 변경하려면 다음 각 호의 구분에 따라 허가권자의 허가를 받거나 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다.

규칙 제14조(착공신고 등)

- ① 법 제16조 제1항에 따른 건축공사의 착공신고를 하려는 자는 별지 제13호서식으 착공신고서에 다음 각호의 서류 및 도서를 첨부하여 허가권자에게 제출하여야 한다.
- 2. 별표2의 토지굴착 및 옹벽도 중 흙막이 구조도면(법제9조1항에 따라 신고하여야 하는 건축물로서 지하2층이상의 지하층을 설치하는 경우에 한한다)

2.2.3 산업안전보건법

법 제48조(유해·위험방지계획서의 제출 등) ① 대통령령으로 정하는 업종 및 규모에 해당하는 사업의 사업주는 당해 사업에 관계 있는 건설물·기계·기구 및 설비 등을 설치·이전하거나 그 주요 구조부분을 변경하는 때에는 이 법 또는 이 법에 의한 명령에서 정하는 유해·위험방지사항에 관한 계획서를 작성하여 노동부령이 정하는 바에 의하여 노동부장관에게 제출하여야 한다.

④ 노동부장관은 제1항 내지 제3항의 유해·위험방지계획서를 심사한 후 근로자의 안전과 보건상 필요하다고 인정할 때에는 공사의 착공을 중지하거나 계획을 변경할 것을 명할 수 있다.

⑤ 제1항 내지 제3항의 규정에 의하여 유해·위험방지계획서를 제출한 사업주는 노동부령에 정하는 바에 의하여 노동부장관의 확인을 받아야 한다.

규칙 제120조 (대상사업자의 종류 등)

④ 법 제48조제3항에서 노동부령이 정하는 규모의 사업이란 함은 다음 각호의 1에 해당하는 규모의 사업을 말한다.

6. 깊이 10미터이상인 굴착공사

⑤ 법 제48조제3항에서 노동부령이 정하는 자격을 갖춘자라함은 다음 각호의1에 해당하는 자를 말한다.

- 1. 건설안전분야 산업안전지도사
- 2. 건설안전기술사 또는 토목·건축분야 기술사
- 3. 건설안전산어기상이상으로서 건설안전

관련 실무경력 7년(기사는 5년)이상인 자
 법 제15조(안전관리자 등)
 ① 사업주는 제13조제1항 각호의 사항중 안전에 관한 기술적인 사항에 대하여 사업주 또는 관리책임자를 보좌하고 관리감독자에 대하여 이에 관한 지도·조언을 하도록 하기 위하여 사업자에 안전관리자를 두어야 한다.
 ② 안전관리자를 두어야 할 사업의 종류 규모 및 안전관리자의 수 자격 직무 권한 선임방법 기타 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
 ④ 대통령령이 정하는 종류 및 규모에 해당하는 사업의 사업주는 노동부장관이 지정하는 안전관리업무로 전문으로 행하는 기관에 안전관리자의 업무를 위탁할 수 있다.
 ⑤ 안전관리대행기관의 지정요건 및 지정절차에 관한 사항은 대통령령으로 정하고 안전관리대행기관의 업무수행기준·안전관리 대행자격 그 밖에 필요한 사항은 노동부령으로 정한다.

계획의 내용을 당해 건설공사를 허가·인가·승인 등을 한 행정기관의 장에게 제출하여야 한다.
 영 제46조의 4(안전점검의 실시)
 ① 건설업자 또는 주택건설등록업자는 직접 또는 제2항의 규정에 의한 건설안전점검기관에 의뢰하여 다음 각 호의 구분에 따라 안전점검을 실시하여야 한다.
 1. 건설공사의 공사기간동안 매일 자체안전점검을 실시할 것

2.3 흠막이가시설 관련 법령의 문제점 분석

건축법 제23조 건축물의 설계는 건축사가 아니면 할 수 없다라고 되어있고, 깊이 10미터 이상의 토지 굴착공사는 건축물의 설계자 및 공사감리자는 토지 굴착 등에 관하여 기술사법에 따라 등록된 토목 분야 기술사의 협력을 받아야 한다. 또, 설계자 및 공사감리자는 안전상 필요하다고 인정하는 경우, 관계 법령에서 정하는 경우 및 설계계약 또는 감리계약에 따라 건축주가 요청하는 경우에는 관계전문기술자의 협력을 받아야 한다.라고 되어있다.

2.2.4 건설기술진흥법

2.2.4.1. 안전관리

법 제26조 2(건설공사의 안전관리) ① 건설공사의 발주자, 건설업자 및 주택건설등록업자는 건설공사의 안전관리에 노력하여야 한다.
 ② 건설업자 및 주택건설등록업자는 건설공사의 안전을 확보하기 위하여 안전점검 및 안전관리조직 등 건설공사의 안전관리계획을 수립하고 이에 따라 안전점검을 실시하여야 한다. 이 경우 건설업자 및 주택건설등록업자에 고용되어 안전점검업무를 수행하는 건설기술자는 안전관리계획에 따라 성실하게 그 업무를 수행하여야 한다.
 영 제46조 2(안전관리계획의 수립)
 ① 법 제26조의 2 제3항의 규정에 의한 안전관리계획을 수립하여야 하는 건설공사는 다음 각 호와 같다.
 2. 지하 10미터 이상을 굴착하는 건설공사. 이 경우 굴착깊이 산정시 집수정, 엘리베이터피트 및 정화조 등의 굴착부분은 제외하고 토지에 고저차가 있는 경우 깊이 산정으로 「건축법 시행령」 제119조 제2항의 규정에 의한다.
 ② 건설업자 또는 주택건설등록업자는 안전관리계획을 작성한 때에는 공사감독자 또는 감리원의 확인을 받아 건설공사를 착공하기 전에 발주자에게 제출하여야 한다. 안전관리계획의 내용을 변경한 때에도 또한 같다.
 ③ 제2항의 규정에 의하여 안전관리계획을 제출받은 발주자중 발주청이 아닌자는 건설업자 또는 주택건설등록업자가 제출한 안전관리

그리고 건축법 제25조(건축물의 공사감리) ② 「건설산업기본법」 제41조제1항 각 호에 해당하지 아니하는 소규모 건축물로서 건축주가 직접 시공하는 건축물 및 주택으로 사용하는 건축물 중 대통령령으로 정하는 건축물의 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 허가권자가 해당 건축물의 설계에 참여하지 아니한 자 중에서 공사감리자를 지정하여 목적물의 품질 및 안전을 확보토록 하였으나, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 건축주가 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 허가권자에게 신청하는 경우에는 해당 건축물을 설계한 자를 공사감리자로 지정할 수 있다.라고 되어 있어서 소규모 건축물로서 소자본의 건축주가 설계자로 하여금 공사감리를 함으로써 안전관리에 소홀할 수 있으므로 개선이 필요하다.

제12조(허가·신고사항의 변경 등) ① 법 제16조제1항에 따라 허가를 받았거나 신고한 사항을 변경하려면 허가권자의 허가를 받거나 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 신고하여야 하고, 규칙 제14조(착공신고 등) ① 법 제16조 제1항에 따른 건축공사의 착공신고를 하려는 자는 서류 및 도서를 첨부하여 허가권자에게 제출하여야 하나, 토지굴착 및 옹벽도 중 흠막이 구조도면(법제9조1항에 따라 신고하여야 하는 건축물로서 지하2층이상의 지하층을 설치하는 경우에 한다)로 되

어있어 안전문제에 노출되므로 소규모 건축공사가 포함되도록 개선이 필요하다.

산업안전보건법상 제48조(유해·위험방지계획서의 제출 등) ① 대통령령으로 정하는 업종 및 규모에 해당하는 사업의 사업주는 그 주요 구조부분을 변경하는 때에는 이 법 또는 이 법에 의한 명령에서 정하는 유해·위험방지사항에 관한 계획서를 작성하여 노동부령이 정하는 바에 의하여 노동부장관에게 제출하여야 하며, 규칙 제120조 (대상사업자의 종류 등) ① 법 제48조제1항에서 노동부령이 정하는 업종 및 규모에 해당하는 사업으로 깊이 10미터이상인 굴착공사는 노동부령이 정하는 자격을 갖춘자가 안전관리를 하여야 하나 소규모 건축공사 경우 유해위험방지계획서의 의무 규제가 어렵고, 산업안전관리는 근로자보호에 치중하여 외부기관에 위탁하는 등 기술적 측면의 직접 안전시공관리에 소홀할 수 있습니다.

건설기술진흥법상 지하 10미터 이상을 굴착하는 건설공사의 발주자, 주택건설등록업자는 건설공사의 안전관리에 노력하여야 하고, 영 제46조 2 안전관리계획의 수립시행하나, 이 경우 굴착깊이 산정시 집수정, 엘리베이터피트 및 정화조 등의 굴착부분은 제외하고 토지에 고저차가 있는 경우 깊이 산정으로 「건축법 시행령」에 규정되어있어 소규모 건축공사시 안전관리대상에서 사실상제외 되거나 소홀할 수 있어서 불합리하므로 개선이 필요하다.

굴착공사 관련한 법령이 소규모 건축공사의 경우 영세한 건설업자의 경우 착공 승인을 위한 서류중심의 산업안전보건법상의 형식적인 안전관리에 그치고 실질적인 시공사의 건설기술진흥법의 안전관리에 소홀할 수 있는 법령의 개선이 필요하다.

2.4 흙막이가시설 관련 법 및 제도 개선

<Table 2> 흙막이가시설 관련 법령 개선(안)

구분	주요 내용	관련 법령	개선사항
설계	깊이 10미터 이상의 토지 굴착공사 -건축물의 설계자 및 공사감리자는 토목 분야 기술사 또는 국토개발 분야의 지질 및 기반 기술사의 협력	건축법 및 규정	흙막이가시설 설계는 건축사가 아닌 해당전문가 직접 설계참여
공사 감리	해당 건축물의 설계에 참여하지 아니한 자 중에서 공사감리자를 지정. 다만, ...허가권자에게 신청하는 경우에는 해당 건축물을 설계한 자를 공사감리자로 지정 가능.	건축법 및 규정	공사 감리는 설계자가 아닌 상주감리로 별도 배치 필요

인-허가	허가를 받았거나 신고한 사항을 변경하려면 다음 각 호의 구분에 따라 허가권자의 허가를 받거나 특별자치시장·특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장에게 신고 -지하2층이상의 지하층을 설치하는 경우	건축법시행령 및 규정	인 허가 사항 변경시 허가권자 확인·점검 강화 개선 -10m이상굴착공사는 적용 개선
유해 위험 방지 계획서	그 주요 구조부분을 변경하는 때에는 유해·위험방지사항에 관한 계획서를 작성하여 노동부장관에게 제출 -깊이 10미터이상인 굴착공사	산업안전보건법	사업자의 인허가를 위한 형식적 서류 제출 개선
안전 관리	허가 인가 승인 등을 한 행정기관의 장 또는 발주청이 부실에 대하여 구체적인 민원이 제기되거나 안전사고 예방 등을 위하여 점검이 필요하다고 인정하는 건설공사 - 건설업자 및 주택건설등록업자는 건설공사의 안전을 확보하기 위하여 안전점검 및 안전관리조직 등 건설공사의 안전관리계획을 수립하고 이에 따라 안전점검을 실시 -안전관리계획서승인, 확인	건설기술진흥법	산업안전보건법의 유해위험방지계획서와 건설기술진흥법상의 안전 관리가 연계하여 기술안전관리가 되도록 개선
품질 관리	- 품질관리계획서 및 품질시험 계획서 승인, 점검	건설기술진흥법	현장담당기술자 상시배치 관리
안전 관리	기술측면 안전관리와 품질 관리의 통합체계화	건설기술진흥법	-현장담당기술자 상시배치 관리
안전 관리 조직	-근로자중심의 안전관리	산업안전보건법	근로자 안전관리와 기술 안전 관리와 실질적 통합 관리로 개선

3. 흙막이가시설 붕괴사고사례 원인별 고찰

3.1 국내 흙막이가시설 붕괴사고 사례

<Table 3>각 종 흙막이가시설 붕괴사고사례 현황

사례명	발생 일자	개요	사고원인	피해현황
가산동 현장	2018. 8.31	흙막이붕괴	흙막이 붕괴로 토사유실	부상 2명
상도 유치원	2018. 9.6	흙막이붕괴	우천, 설계 및 시공부실	유치원건물 붕괴
동탄 신도시	2007. 11.17	흙막이붕괴	비가내려 지반약화, 부실시공	사상2명, 실종1명
분당구 서현동		흙막이붕괴	연약층 활동, 어스앵커역지력 감소	건물1동피해
광명시 재건축현장	2005. 11.7	흙막이붕괴	터파기 주변 동화임스라이딩, 옹벽붕괴	6명중상
가좌역현장	2007. 6.3	흙막이붕괴	지하철공사장옹벽 붕괴	인명피해없음

3.2 서울상도유치원 공사장 붕괴사고 현황

서울상도유치원 사고 진상조사 위원회 (2018), 서울상도유치원 인근 공사장 붕괴사고 진상조사 보고서를 참고하여 다음과 같이 작성하였다.

1) 공사개요

사고발생	: 2018. 09. 06.
현 장	: 서울특별시 동작구 성대로 25가길
사 업 비	: 4,650백만원
공 기	: 2018.5.24 ~ 2019.4.05
공 정 륜	: 15.0%
용 도	: 공동주택(49세대)
대지면적	: 2,322.00㎡
층수	: 지하1층 ~ 지상6층

2) 사고현장 전경



3) 지반조건

지반조사내용과 지반조사의 문제점은 <Table 5>와 같이 요약하였다.

<Table 4>지반조사의 내용 및 문제점

구 분	지반조사 내용
지층구조	매립층, 풍화토, 풍화암, 연암 순,
지하수위	시추심도 하부에 존재
코어회수율	55~95%
RQD	20~23%
지반조사의 문제점	<ul style="list-style-type: none"> - 붕괴 지점을 대상으로 수행된 지반조사 결과에 의하면 원 설계와 비교하였을 때, 지층구조를 적용하는데 오류. - 설계에 적용된 지층보다 암반층이 하부에서 나타남. - 지층의 경사도 굴착면 측으로 기우는 형상으로서 설계와 반대로 파악. - 암반층은 버팀보 지지구간으로 갈수록 깊게 분포하는 형태를 보이며, 암반층에 내재된 편마암의 엇리 주방향성은 지형 형태와 유사하게 46/131로 파악.(<Figure 3.3> 불연속면 경사방향 분포 참조)

※ 현장 지반조사시 불연속면 경사방향은 다음

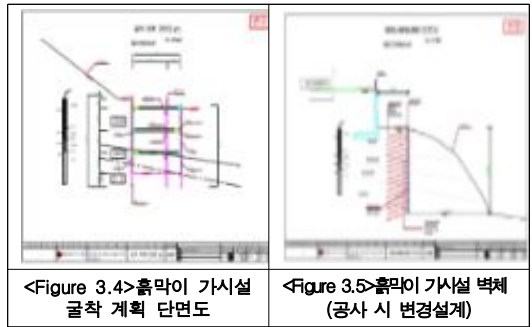
<Figure 3.3> 불연속면 경사방향 분포와 같이 나타났다.

<Figure 3.3> 불연속면 경사방향 분포



- 4) 변경설계 H-PILE+토류판 가시설 단면도
- 5) H-PILE+토류판 가시설 설계변경의 문제점

<Table 5>H-PILE+토류판 가시설 설계변경의 문제점



구 분	설계내용
당초 설계	<ul style="list-style-type: none"> - 배면 상재하중이 1.3으로 적용되어 있으나 입력 자료값상의 단위 확인이 필요.(계산서는 SI단위로 계산되어 SI단위로는 13kPa이 적용되어야함) - 가시설 평면도 및 가시설 흠막이 전개도상에 토류판 두께가 70~100mm로 적용 되어 있으나 가시설 계산서 상 토류판의 적용두께는 80mm - 변경계산서 내용은 일부 문제가 있는 것으로 파악, - 배면지반의 지지가 불량하였을 경우 가시설 우측 소일네일링 보강구간의 변형 발생이 있을 수 있어 점진적으로 추가적인 하중발생이 추정됨
변경 설계 승인	<ul style="list-style-type: none"> - 착공 후 2018년 5월에는 가시설 흠막이벽체 공법을 주열식흠막이(CIP)에서 H-Pile + 토류판 공법으로 변경하여 시공(Figure 3.4참조) - 흠막이 변경 전·후에 지층의 분포 방향이 상이한 것으로 나타나 있으며, 현장시공 중 지층의 변화나 지하수 유출에 대한 조사 및 관련 기술자(설계자, 감리자 및 시공자)의 확인여부는 전무
설계 변경 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 주열식흠막이벽체(CIP)에서 H-Pile간격 C.T.C 1.6m에서 C.T.C 1.8m로 변경(H-Pile + 토류판 C.T.C 1.8m로 설계 변경된 구조계산서(2018.05.)는 확인불가) - 굴착심도는 G.L 및 E.L의 혼용표기 및 구조계산서와 상이하여 설계도면과 실제 시공된 굴착심도 및 흠막이벽체 H-Pile의 근일 심도의 확인이 불가. - 소일네일링 착공신고 도면에는 Macro Pile(HD29 C.T.C 1.0m)적용하는 것으로 표기되어 있고, 설계변경도면에는 Macro Pile(HD25 C.T.C 1.0m)로 상이하게 표기.

<ul style="list-style-type: none"> - 소일네일링 구간 중 Micro Pile(HD29 C.T.C 1.0m) 적용구간 미표기(착공신고도면), 제출된 설계변경도면에는 일부구간에 Micro Pile 설치구간이 표기됨. - 상도유치원 인접 소일네일링 착공신고도면의 지층조건(지층분포방향)과 설계변경도면의 지층분포방향이 상이하게 표기. - 흙막이 구조계산서에 상재하중의 적용은 상도유치원 및 옹벽에 대한 상재하중을 고려하지 않고 상시하중 1.3 t/m²(시공하중)만 적용하여 검토됨. - 분양대상 건축물 및 도시형생활주택 증수인허가에 관한 실의에서 사면안정성 검토 및 상도유치원 옹벽에 대한 안정성 검토를 조건으로 조감부동의로 건축심의를 득하고, 2018년 2월 21일 제4차 건축위원회 검토심의에서 소일네일링 시공 및 Facing Core에 대한 조건부 의견을 득함.
--

6) 설계변경 문제점에 대한 검토 결과

<Table 6> 설계변경 문제점에 대한 검토 결과

구 분	검토 결과
설계변경	- 착공신고, 승인후 현장에서 임의 설계변경 시공
설계도서	- 착공도면과 변경시공도면이 상이하고, 시공 상황을 확인할 수 없을 정도로 변경절차 이행하지 않고 임의시공
공사관리	- 공사중 지반의 변화 및 지하수유출 등과 같은 확인조사 미실시

7) 지반조사 사고원인 조사분석

<Table 7> 지반조사 사고원인 조사분석

구 분	분석내용
검토기법	<ul style="list-style-type: none"> - 붕괴된 흙막이 벽체의 거동을 분석하기 위해 시추조사 6개소 등 지반조사와 현장, 실내 시험을 실시하고, 원 설계 내용을 재검토. - 설계 시 부적절하게 적용된 부분을 도출하여 한계평형 해석을 수행하여 안정성 여부를 확인. - 붕괴 당시 영상자료와 계측기록을 분석하여 거동을 살펴보고, 추가 조사된 내용을 토대로 지층조건, 지반정수, 시공단계를 재설정하여 거동 해석을 수행. - 소일네일링으로 지지되는 구간에 대하여 한계평형해석, 2차원 수치해석, 3차원 수치해석을 수행함으로써 붕괴 메커니즘을 분석.
붕괴원인	<ul style="list-style-type: none"> - 2018년 8월 20일 이후 9월 6일 사이에 급격하게 흙막이 구조물 거동이 변화하였음을 계측자료와 유치원 건물의 점진 자료를 통해 알 수 있었다. 사고 당일 23시 23분 경 약 20초가 붕괴가 발생하는 영상 자료에서 불안정성이 내재된 상태에서 옹벽과 유치원 건물의 붕괴를 야기하는 거동이 일시에 발생. - 지반조사 결과에 의하면 원 설계와 비교하였을 때, 지층구조를 적용하는데 오류가 있

<p>었다. 설계에 적용된 지층보다 암반층이 하부에서 나타나며 지층의 경사도 굴착면 측으로 기우는 형상으로서 설계와 반대로 파악되었다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 암반층은 버팀보 지지구간으로 갈수록 깊게 분포하는 형태를 보이며, 암반층에 내재된 편마암의 엽리 주방향성은 지형 형태와 유사하게 46/131로 파악되었다. - 소일네일링으로 지지된 흙막이 벽체를 설계할 때 한계평형해석으로 안정성을 확인 하였는데 지층구조가 실제와 차이를 보이고, 옹벽 전면에서 활동되는 것으로 가정 하였으나 실제는 옹벽 후방까지 영향을 미쳤기 때문에 최소 안전율이 불안전측 에서 산정되었다. 따라서 시공에 적용된 소일네일링의 길이는 안정을 확보할 수 없는 조건이었다. 지반조사에서 파악된 지반정보를 반영하고 붕괴사고 전 강수조건을 감안하여 재해석한 결과, 불안정하였음을 확인하였고, 2차원, 3차원 결과에서 소일네일링과 슛크리트와 같은 지지구조물이 허용 응력상태를 상회하였음을 확인하였다. - 소일네일링을 지지되는 흙막이 벽체의 경우 굴착지반의 지층구조, 강도특성, 암반 불연속면 발달상황 등을 면밀히 확인하여야 하는데 이에 대한 지반조사가 부적절하였다. - 한계평형해석법에 의해 소일네일링의 안정성을 확인하는 과정에서 오류가 있었고, 충분한 길이를 확보하지 않은 상태에서 굴착공사가 진행되었다. 사고 이전 계측자료에서 이상 거동이 감지되었지만 사전 대응조치가 이뤄지지 않았다.

8) 사업 및 공사관리 분석

① 건설기술진흥법과 관련 검토사항

<Table 8> 건설기술진흥법 관련 검토

구 분	분석 내용
안전관리계획서	<ul style="list-style-type: none"> - 제62조 및 동법 시행령 제98조에 따라 안전관리계획서 작성대상에 해당 : 지하 10m이상 굴착공사 - 안전관리계획서는 착공서류에 첨부하여 인허가기관에 제출하였으나, 작성내용이 미흡하고, 감리의 확인을 받지 않았으며, 현장여건 변화에 대한 현행화를 실시하지 않았다. - 굴착 및 가시설을 설치 전, 정기안전점검계획을 수립하여 감리의 확인을 거친 후 인허가기관의 승인을 득하고 정기안전점검을 실시하여야 하나, 굴착 및 가시설사 완료단계에 이르기까지 이를 시행하지 않았다. - 높이 2m이상의 흙막이 지보공에 대하여 가설구조물의 구조적 안전성 확인을 해당공종 착공 전 관계전문가(토질및기초기술사)로부터 받아야함에도 이를 시행하지 않은 상태에서 착공하여 붕괴 원인을 사전에 예방하지 못하였다.

작성 내용의 적정성 : 미흡	제98조(안전관리계획의 수립) ② 건설업자와 주택건설등특업자는 법 제62조 제1항에 따라 안전관리계획을 수립하여 제출하는 경우에는 미리 공사감독자 또는 건설사업관리기술자의 검토·확인을 받지 않음..
공사장 주변 안전관리 대책 : 미흡	- 공사현장 주변 영향범위 내에 매설된 주요 매설물 조사 미흡 및 관계기관 미 협의 - 공사 지점으로부터 피해가 예상되는 범위 및 공사 지점으로 부터의 거리 미 표 시
대상시설물별 세부안전관리계획 : 미흡	- 붕괴재해 위험분석 누락 - 인접시설물 보호를 위한 안전시공계획 누락 - 굴착단계별 시공상세도 등 보완 - 흠막이 안전성 검토 보완 - 흠막이 관련도면 추가 및 보완 - 현장에 적용한 계측관리지침 마련
안전 관리 계획서의 현행화 : 미흡	건진법 시행령 제98조 제2항에 따라 공사 착공 후 현장여건(안전관리조직, 지반여건 등) 변경 시에는 안전관리계획을 변경하고 이를 감독자 또는 감리의 검토·확인 후 인허가기관의 장의 승인을 득하여야 하나 이를 시행하지 않았다.
정기안전점검 등 : 미 실시	10m이상을 굴착하는 건설공사 등으로 굴착공사 완료단계(토류벽, 소일네일링)에 이르기 까지 인허가기관의 승인 및 정기안전점검을 실시하지 않았다.
가설구조물의 구조적 안전성 검토 : 미 실시	제101조의2(가설구조물의 구조적 안전성 확인) 법 시행령 별표 2의2에 따른 건축구조, 토목구조 또는 토질 및 기초를 직무 분야로 하는 기술사 중에서 공사감독자 또는 건설사업관리기술자가 해당 가설구조물의 구조적 안전성을 확인을 하지않았다.

② 공사관리 적정성 검토

<Table 9> 공사관리 적정성 관련 검토

구 분	분석 내용
지질조건 변동 등 설계변경 적정성	- 민간공사로서 설계변경 근거가 되는 공문시행, 공식적인 변경요청에 따른 설계도면 작성, 감리 및 발주자의 확인, 인허가기관의 협의 등이 체계적으로 진행되지 않았다. - 건축법 제16조 및 동 시행령 제12조에서 '신축·증축·개축·재축·이전·대수선 또는 용도변경에 해당하지 아니하는 변경'은 건축법 제22조에 따른 사용승인을 신청할 때 허가권자에게 일괄하여 신고할 수 있다고 규정하고 있어 건축물 부대토목 공사의 변경은 인허가 기관의 신고를 즉시하지 않아도 되는 문제점이 있다
건축법 제16조 (허가와 신고 사항의 변경)	- 건축주가 제11조나 제14조에 따라 허가를 받았거나 신고한 사항을 변경하려면 변경하기 전에 대통령령으로 정하는 바에 따라 허가권자의 허가를 받거나 특별자치시장·특별자치도지사 또는

건축법 시행령 제12조(허가·신고 사항의 변경 등)	시장·군수·구청장에게 신고하여야 한다. 다만, 대통령령으로 정하는 경미한 사항의 변경은 그러하지 아니하다.. - 공사 착공 전에 시공사가 인허가기관에게 안전관리계획서를 제출(공문)하고, 인허가기관은 감리의 확인 여부 및 적절성을 확인한 후 공문으로 승인하여야 한다. 그러나 동작구청은 안전관리계획서를 착공신고서의 붙임 서류로 접수하였고, 안전진단전문기관의 검토의견(적정)을 토대로 착공을 승인하였다.
건축법 시행규칙 제19조의2(공사 감리업무 등)	② 법 제16조제1항 단서에서 "대통령령으로 정하는 경미한 사항의 변경"이란 신축·증축·개축·재축·이전·대수선 또는 용도변경에 해당하지 아니하는 변경을 말한다. 굴토공사 진행 중 지반조건이 설계와 다름을 인지하고도 현장 지반조건을 고려한 설계변경을 실시하지 않았으며, 흠막이 지보공의 공법을 변경하면서도 감리 및 발주자의 확인 없이 설계를 변경하여 시공하였다. - 감리이행체계 : 공식적인 감리*로 지정되지 않은 자(김OO, OO알앤디(주))가 현장의 의사결정을 좌우함으로써, 안전관련 의사결정 및 조직체계의 문제점을 내재하고 있었다.
검측요청 및 실시 : 미 실시	공사의 품질확보를 위한 공사 검측의뢰서를 작성하여 감리의 확인을 받을 것을 감리가 지속적으로 요구하였으나 시공사는 이를 따르지 않았다
작업일보(일일 공정보고) : 부실 작성	- 흠막이공사의 매우 난이도가 높은 공사임에도 시공사는 토목담당 기술자를 투입하지 않았다. 시공계획서 및 공사일지가 세부적으로 작성되지 않았다.

3.3 사고 원인분석

3.3.1 직접적인 원인

- 흠막이 가시설의 사고유발 원인

지반조사와 구조해석 등을 실시하여 검토한 결과 <Table 10> 흠막이가시설 사고를 유발원인을 작성하였다.

<Table 10> 흠막이가시설의 사고 유발원인

구 분	사고 유발원인
지반조사 결과	- 굴착면측으로 경사진 상태로 조사되었는데, 이는 당초 설계 시 적용된 지층구조가 실제와는 반대 방향이다. 실제 굴착공사 시 굴착면으로 거동이 발생할 가능성이 있었다. - 풍화암의 출현심도가 설계 당시보다 7m 정도 깊게 나타나므로 불안전측에서 지층을 설정하여 구조계산이 수행되었다. - 소일네일링의 적정성을 판단하기 위해 검토

	<p>한 한계평형해석에서 지층상태와 상재하중 조건을 불안전측에서 적용하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 소일네일링으로 지지되는 흙막이 벽체의 경우 굴착지반의 지층구조, 강도특성, 암반 불연속면 발달상황 등을 면밀히 확인하여야 하는데 이에 대한 지반조사가 부적절하였다. 한계평형해석법에 의해 소일네일링의 안정성을 확인하는 과정에서 오류가 있었고, 충분한 길이를 확보하지 않은 상태에서 굴착공사가 진행되었다.
--	---

3.3.2 간접적인 원인

- 사업 관리측면의 사고유발 원인

규정과 절차 미준수로 인한 <Table 11> 사업 관리측면의 사고 유발원인을 작성하였다.

<Table 11> 사업관리측면의 사고유발 원인

구 분	사고 유발원인
사업 및 공사관리	<ul style="list-style-type: none"> - 안전관리계획서 작성·검토가 부실하였으며, 감리의 시공품질 확인 절차가 누락되었다. - 현장 시공 중 공법 등을 변경할 경우에는 안전관리계획을 수정하고, 감리 또는 감독의 검토·확인 후 인허가기관의 승인을 받지 않았다 - 시공자는 시공현장의 안전성 여부를 정기적으로 확인하는 정기안전점검을 실시하지 않았으며, 가설구조물 구조적 안전성확인 절차도 누락하였다. - 현장감리 및 현장 운영체계가 미흡하여 비상주 감리가 현장의 문제점을 인지하고 설계도면 수정요청, 지반조건 변경 등에 대한 대책수립 및 공사 중지 등 협조요청을 하였음에도 시공사는 적절한 조치를 시행하지 않았다

3.4 재발방지대책 분석

3.4.1 사업관리 측면의 재발방지대책

재발방지대책은 사업시행자, 인허가 기관 그리고 공사참여자인 시공자, 감리자의 업무 및 활동과 관련되는 <Table 12> 사업관리 측면의 재발방지대책을 작성하였다.

<Table 12> 사업관리 측면의 재발방지대책

구 분	재발방지대책
인허가 관련	<ul style="list-style-type: none"> - 건축법 제16조에 따른 인허가 및 신고대상 시설물에 일정규모 이상의 흙막이 지보공을 포함 안전점검 제도 및 체계개선 필요. - 감리의 실질적 공사 중지권 부여 등 건설현장 감리의 역할과 책임 강화 검토 - 감리 지정제를 확대 시행 * 현재대상 : 30세대 미만의 아파트, 연립, 다세대주택과 건축주가 직접 시공하는 연면적

	<p>200㎡이하의 소규모 건축물(단독 제외)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건축물공사의 부대 토목공사가 일정규모(건진법 시행령 101조의 2)이상의 토목분야 상주감리로 의무화 필요
사업 및 공사 관리	<ul style="list-style-type: none"> - 현장대리인, 기술자 등 공사내용에 적격한 자 배치 및 현장 상주 설계 및 공사 관리 행정 - 안전관리계획의 현행화 및 보완 - 정기안전점검 실시 후 공사 진행 - 가설구조물 시공 전 관계전문가의 구조적 안전성 확인 후 공사 진행
감리 업무 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 공종별 감리, 검측업무의 체계적 시행 및 활동기록 유지 - 시공계획서, 안전관리계획서 및 설계변경 등에 대한 전문 감리원의 기술검토체계 확보 (발주처 및 인허가기관은 감리의 확인 여부를 확인 후 승인 조치)
계측 관리 기준강화	<ul style="list-style-type: none"> - 계측관리 빈도를 굴착 시에는 1회/일이상 시행토록하고, 계측 종료기간은 굴착공사 종료 후 뒤매우기 완료시까지로 1) 조건별 계측빈도 강화 및 규정화 : 도심지 내 근접시공의 경우 계측관리가 필수적이며 정기적으로 수행되어야 하는데, 당 사고현장의 경우 계측업체가 하도업체와 10회 측정을 계약하여 2개월 간 주 1회 정도로 시행되어 공사 단계별 거동양상을 명확하게 측정하기 어려웠으므로 기술력이 보다 나은 원도급자와 계약하고 최소 주2회 계측, 이상거동 감지 시 계측횟수를 증가시키는 것을 명문화할 필요하다. 2) 계측기설치보고서 제출 의무화 : 계측기기 설치 시 오류를 내포할 수 있으므로 초기치 설정 시 심도, 수직도, 주입정도, 오작동 여부 등을 확인할 수 있는 「계측기 설치보고서」 제출을 의무화할 필요하다. 3) 현장 모니터링 CCTV 설치 의무화 : 금번 사고조사 시 활용된 CCTV 영상은 이상거동 원인을 파악할 수 있는 매우 중요 자료였음을 볼 때, 향후 공사 현장에서의 CCTV 설치를 의무화할 필요(안전관리비를 활용할 수 있음) 규정화할 필요하다.

3.4.2 기술관리측면의 재발방지대책

흙막이가시설 현장의 유사사고 예방을 위한 사고의 재발방지를 통한 안전확보 방안으로서 설계 및 시공과 관련한 <Table 13>기술적 측면의 재발방지대책을 작성하였다.

<Table 13>기술적 측면의 재발방지대책

구 분	재발방지대책
지반조사 시행분석	<p>부정확한 지반조사 결과를 반영한 것이 사고원인 중의 하나임을 감안하면, 향후 공사 시 철저한 지반조사가 요구되며, 이를 위해 굴착공사 현장 내·외부를 조사시 다음 사항들의 준수가 필요하다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 지반조사 간격은 각 구조물별 최소 30m 이내로 유지할 것(참조 : 서울시 지반조사 편람) 2) 지반조사 심도는 굴착 바닥면 하부 3.0m까지 시

	<p>행할 것(사고현장의 경우 암반도달 시 중단하였음) 3) 소일네일링, 레이커와 같이 다른 지지 공법에 비해 변형이 큰 경우, 암반의 불연속면 조사를 시추공 영상촬영 등의 기법으로 파악하고, 불연속면의 전단 강도를 실험적으로 규명하여 진행할 것.</p>
<p>설계기준 및 적용성 구체화</p>	<p>1) 소일네일링 설계기준 명확화 : 일반적인 기준상 굴착 깊이의 0.6~0.8배 정도의 길이를 확보하여야 활동 파괴면과 교차하여 미찰저항을 발휘할 수 있으므로 길이에 대한 설계기준이 명확하게 제시될 필요 2) 소일네일링 적용성 : 당해 사고 현장의 경우 대지 경계가 근접되어 충분한 네일 길이를 확보할 수 없는 조건이었으며, 향후에도 이처럼 타인의 대지에 근접하여 굴착공사가 빈번할 수 있으므로 부지 내에서 해결할 수 없는 지지구조물인 소일네일링이나 어스앵커 등 대지침범이 불가피한 경우에는 목적구조물 공사 완료 후 전량 제거를 전제로 적용을 유도할 필요</p>

4. 결론

본 연구에서는 해마다 반복되는 사고원인과 대책과 관련한 선행연구 고찰과 사례현장의 사고원인 및 분석을 하였다. 특히, 서울상도유치원 인근 공사장 붕괴사고 진상조사보고서를 중심으로 파악된 사고발생 원인과 대책을 통하여, 기술적 측면과 사업관리측면의 건설사업관리의 최적화 방안을 마련하고자 하였다. 이번 연구결과는 도심지 소규모 재개발·재건축공사시 흠막이가시설 사고예방을 위한 개선사항으로 다음과 같이 제시한다.

첫째 : 직접적인 원인인 기술적측면에서 볼 때, 흠막이 가시설공사시는 관계전문가가 직접 참여하여, 설계전 상세한 지반조사 시행하고, 구조적 안전성을 확인하고, 설계자는 설계도서에 서명 날인하여 감독자 또는 감리자에게 제출토록 설계단계의 안전관리를 위한 제도 개선이 필요하다.

둘째 : 사업관리측면에서 흠막이공사는 매우 난이도가 높은 공사이므로 시공담당기술자와 사업관리기술인(감리)은 자격있는 유경험 기술자가 반드시 현장상주토록 제도 개선이 필요하다.

셋째 : 계측관리 기준은 계측관리 빈도를 굴착 시에는 1회/일 이상 시행토록하고, 계측 종료 기간은 굴착공사 종료 후 되메우기 완료시까지로 규정화가 필요하다.

넷째 : 품질관리제도는 설계준공전 설계경제성평가 의무화(설계VE)로 착공전 사전 안전성, 경제성 등 기술적 성능향상 할 수 있도록 제도의 개선이 필요하다.

다섯째 : 안전관리제도는 산업안전보건법의 관리적 노동자 중심의 안전관리와 건설기술진흥법

의 기술안전관리와 품질관리의 통합관리시스템 구축이 필요하다.

여섯째 : 인허가 관련하여 건축법 제16조에 따른 인허가 및 신고대상 시설물에 일정규모 이상의 흠막이 지보공을 포함하고, 변경신고사항도 명시토록 개선이 필요하다.

일곱째 : 비용을 줄이기 위해 무리한 공사진행과 감독관청의 사태 방지를 위한 공정한 입찰·조달단계의 제도 개선이 필요하다.

여덟째 : 재발방지를 위해 사고조사위원회가 사고원인과 책임자를 밝히기 위해서는 흠막이를 제대로 설계, 시공, 사업관리를 했는지 인·허가 기관이 관리하고, 현장에서 매뉴얼이 제대로 적용되었는지 시공사의 공사관련 서류를 확인 가능한 문서 분류체계를 구축해야 한다.

이러한 제도개선을 통하여 도심지 소규모 재개발·재건축공사시 흠막이가시설 사고예방을 위한 건설사업관리방안이 마련됨으로써, 성공적인 건설사업의 목적달성이 기대된다.

REFERENCES :

서울상도유치원 사고 진상조사 위원회 (2018), 서울상도유치원 인근 공사장 붕괴사고 진상조사 보고서, 동작구청

조은경(2010) “국내 재개발·재건축 굴착 및 흠막이 공사의 문제점 분석 및 해결방안 모색에 대한 연구”, 서울산업대학교

오세길(2002). “지하굴착 토류벽체에 작용하는 토압과 변위에 관한 연구”, 충남대학교 토목기술(1994). “굴착과 흠막이” 광신인쇄. 제2권. 2호.

국토교통부(2017) 설계안정성 검토 업무메뉴얼, 국토교통부

건설교통부(1996), “지하굴착공사 안전관리 편람” (제) 한국건설안전기술원.

한상태(2017), “건설현장 사고원인별 안전관리 개선방향 연구” 서울과학기술대학교

최석인(2016) “ 건설 안전사고 저감 대책의 문제점과 안전관리 체계의 개선방향” 한국건설산업연구원

김경호.(2014) 국내건설현장의 안전사고 재해분석과 사고 예방 대책에 관한 연구, 서울과학기술대

손기상2외(2009) “ 전문건설업체 발생 재해의 원인 분석 및 관리대책 연구”, 한국산업안전보건공단.

심규범(2013) 재해예방을 위한 건설안전시스템
구축방안. 한국건설산업연구원
권오규(2002) 건설공사 안전관리 개선 방안에 관
한 연구, 울산대학교

논문투고일 2019년 5월 30일
논문심사일 2019년 6월 10일
논문게제일 2019년 6월 30일