

건설공사의 안전제고 방안; 설계 및 감리를 중심으로

박환표 한국건설기술연구원 연구위원
(hppark@kict.re.kr)

- I. 서론
- II. 건설안전 사고와 부실공사 현황
- III. 건설안전 사고와 부실공사 방지를 위한 설계 및
감리제도의 개선방안
- IV. 결론

2

■ 국문요약 ■

우리나라 해외 건설업체는 세계 최고층 건축물인 부르즈칼리파와 세계 최대 규모의 현수교인 차나칼레대교를 건설하였다. 특히 ENR 기준 2022년 우리나라의 해외건설 매출액은 263.3억 달러로 세계 5위를 차지하여 해외건설 경쟁력이 높은 것을 알 수 있다. 그러나 최근 광주 아파트 붕괴사고와 인천 검단신도시 아파트 붕괴사고 등 부실공사가 지속적으로 발생하여 건설공사에 대한 신뢰가 저하되어 제도개선이 필요하다. 따라서 본고는 부실공사 방지 및 건설안전사고 예방을 위하여 설계자와 감리자의 역할과 책임강화에 대한 개선방안을 제안하였다. 첫째, 설계단계에서는 설계안전성 검토 강화 및 설계단계에서부터 안전관리 및 시공경험이 풍부한 건설안전 및 시공 전문가가 적극 참여하여 안전을 고려한 설계가 수행될 수 있도록 제도개선이 필요하다. 둘째, 주요 구조부 결함의 중대위험에 대한 감리의 공사중지 명령을 의무화하고, 감리자의 역량강화를 위한 전문교육 시스템 개선이 필요하다. 이상과 같이 건설공사의 부실방지 및 건설안전사고 예방은 다양한 건설공사 참여주체가 각자 역할을 명확히 추진하고, 상호관계에 협력 강화를 통한 각 공사단계에서 부실공사의 예방과 관리하는 역할이 무엇보다도 중요하다.

주제어 : 건설안전, 설계안전성 검토, 감리제도, 해외건설

I. 서론

국내 건설업체는 그 동안 우수한 시공능력으로 세계 최고층 건축물인 부르즈칼리파를 건축하였고, 또한 세계 최대 규모의 현수교인 차나칼레대교를 건설하였다. ENR 발표자료를 보면, 2022년 우리나라의 해외건설 매출액은 263.3억 달러로 세계 5위를 차지하고, 해외설계 매출액은 6.5억 달러를 달성하여 해외건설 시장에서 경쟁력이 높은 것을 알 수 있다. 이렇듯 해외건설에서는 우리나라의 건설업체들이 건설경쟁력이 우수함에도 불구하고, 국내 건설산업에서의 부실시공과 안전사고가 지속적으로 발생하는 이유가 어디에 있을까? 한번 심도있게 생각해 봐야 할 시점이다.

우리나라는 과거 성수대교 붕괴사고(1994.10.21)와 삼풍백화점 붕괴사고(1995.6.25)로 인하여 건설공사의 부실시공을 방지하기 위하여 책임감리제도를 도입하여 운영하여 왔다. 건설공사는 설계단계, 감리단계, 시공단계 및 유지관리단계에 이르기까지 다양한 주체인 발주자, 설계자, 감리자, 시공자가 참여하여 공사를 효율적으로 관리 및 운영해야 부실공사를 예방할 수 있다. 따라서 정부는 감리제도 뿐만 아니라 설계안전성 검토제도, 위험성 평가제도 등 안전사고를 예방하기 위한 다양한 제도를 운영하고 있다. 이러한 감리제도 및 안전관리 제도개선에도 불구하고, 최근 광주 아파트 붕괴사고(2022.1.11), 인천 검단신도시 아파트 붕괴사고(2023.4.29), 성남 정자교 보도부 붕괴사고(2023.4.5) 등 부실공사가 지속적으로 발생하여 건설공사에 대한 신뢰가 저하되고 부정적인 이미지가 증가하고 있어 근본적인 제도개선이 필요하다.

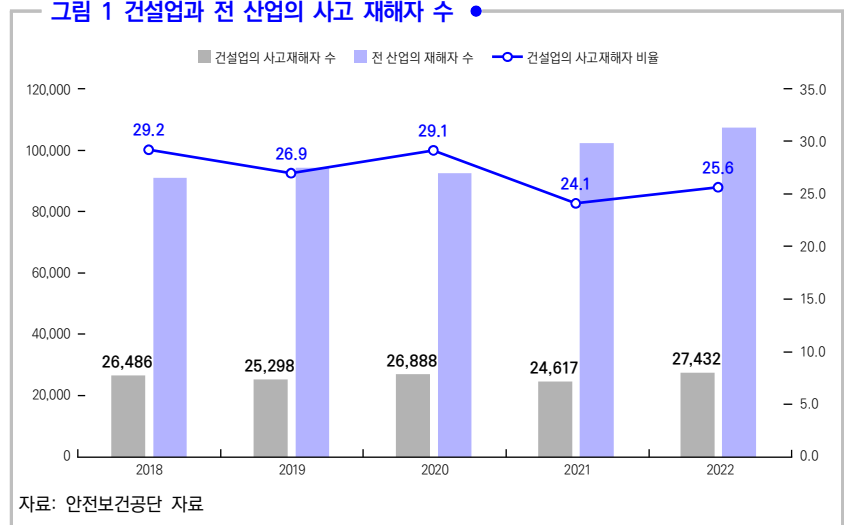
특히 건설공사의 안전사고는 2018년부터 2022년까지 연평균 549명의 사망자로 감소 추세이지만, 전체 산업에서 건설업의 안전사고 사망자가 차지하는 비중은 연평균 26.1%로 가장 높은 실정이다. 중대재해처벌법(2022.1.27) 시행 이후 2022년의 건설업 사망자 수는 전년 대비 2.2%(12명) 감소하고 있으나, 여전히 미흡한 실정이다. 즉 이러한 강한 법률이 제정되었음에도 건설재해로 사망하는 근로자가 거의 줄지 않고 있다. 따라서 본고는 부실공사 방지 및 건설안전사고를 예방하기 위하여 설계 및 감리단계를 중심으로 개선방안을 제언하고자 한다.

II. 건설안전 사고와 부실공사 현황

1. 건설공사의 안전사고 현황

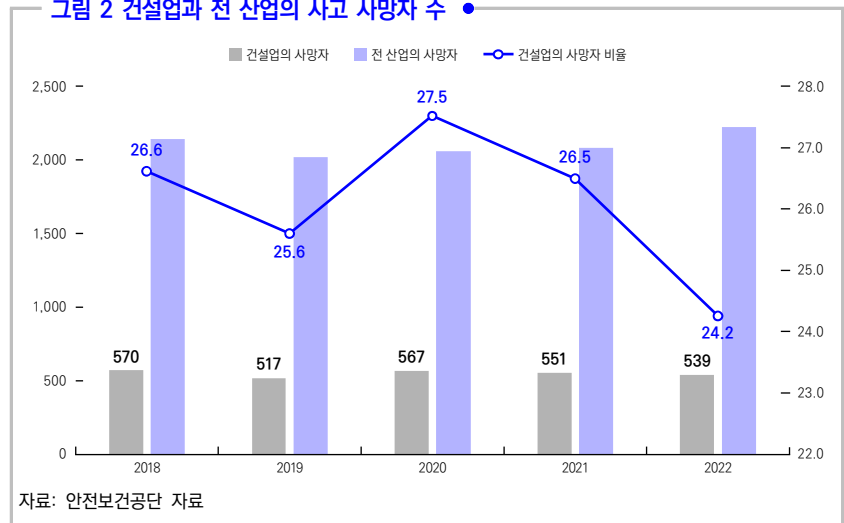
건설공사는 수주산업으로 그 생산활동이 옥외에서 수행되고 있어 기상상황 등의 영향을 크게 받는다. 또한 생산구조에 있어서도 발주자, 설계자, 감리자, 시공자 등 다양한 주체가 참여하기 때문에 복잡적이고 하도급에 의한 의존도가 높은 실정이다. 따라서 타 산업에 비하여 건설공사 현장에서 안전사고가 높은 실정이다. 최근 5년간 건설업의 업무상 재해 현황 자료를 분석해 보면, 지속적으로 증가 추세이다. 특히 2022년의 건설업 사고재해자 수는 27,432명으로 전년 대비 11.4% 증가하였고, 특히 전 산업에서 차지하는 비중이 25.6%로 가장 높은 실정이다(그림 1).

그림 1 건설업과 전 산업의 사고 재해자 수



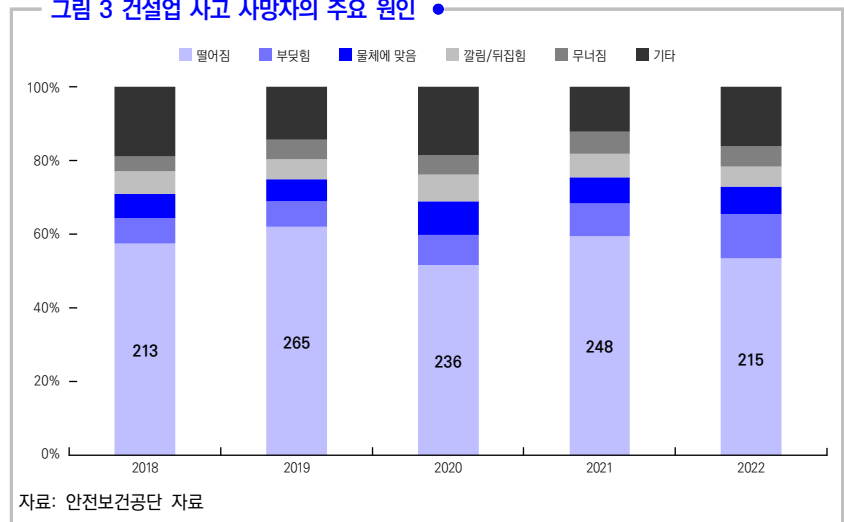
또한 최근 5년간 건설업의 업무상 사망자 추이를 분석한 결과, 연평균 1.1% 감소하였고, 사망자 수는 539명으로 전년 대비 2.2% 감소하였다(그림 2). 그러나 공사금액 50억원 이상 건설현장에서는 사망자가 오히려 증가하고 있다. 2023년 6월말까지 사망자는 57명으로, 전년 동기 대비 7명 증가하였다. 따라서 대형 건설업체의 시공 현장에서 중대재해가 지속적으로 발생하고 있어 하루속히 해결해야 할 문제로 볼 수 있다. 또한, 전 산업의 사망자 수는 연평균 0.7% 증가 추세이지만, 2022년의 사망자 수는 2,223명으로 전년 대비 6.9% 증가하였다.

그림 2 건설업과 전 산업의 사고 사망자 수



또한 건설업의 사고 사망자의 주요 원인을 분석한 결과, 떨어짐(56.7%), 부딪힘(8.6%), 물체에 맞음(7.3%)이 주요 사항으로 차지하고 있다(그림 3). 즉 건설안전사고는 건설근로자의 고소작업에서 추락으로 인한 사망의 비율이 높은 것을 알 수 있다.

그림 3 건설업 사고 사망자의 주요 원인



2. 중대 건설안전사고 현황 분석

고용노동부가 발표한 6월말 산업재해 현황을 분석한 결과, 2023년 상반기 국내 업무상 사고로 인한 건설업 사망자는 171명으로 전체의 43.6%를 차지하고 있고, 전년 동기 대비 23% 정도 감소하였다. 그러나 중대재해처벌법의 적용을 받는 공사금액 50억원 이상의 중대형 건설현장에서는 오히려 사망사고가 증가하여, 2023년 2분기 공사금액 50억원 이상 건설업의 사고 사망자는 57명으로 전년 동기 대비 7명 증가하였고, 50억원 미만 현장의 사망자는 90명으로 오히려 전년 동기 대비 12명 감소하였다. 이러한 결과를 보면, 중대재해처벌법이 도입되어 운영 중에 있음에도 대형 건설업체의 중대 건설안전사고는 감소하고 있지 못하는 실정이다. 이러한 건설공사 안전사고는 부실공사로 나타나고, 인명피해와 재산상 손해까지 발생하고 있어 제도개선이 필요하다.

3. 최근 아파트 붕괴사고 현황 및 문제점

최근 발생한 광주 아파트 붕괴사고와 인천 검단신도시 아파트 붕괴사고 원인은 설계, 감리, 시공단계에서 종합적인 문제로 지적되고 있다. 광주 아파트 붕괴사고의 건설사고조사위원회는 39층 바닥 시공방법과 지지방식을 당초 설계도서와 다르게 무단 구조변경하고, 콘크리트 품질관리의 부실로 콘크리트 강도 부족으로 인한 철근과 부착 저하가 주요 원인이라고 분석하였다. 또한 시공과정을 확인하고 붕괴위험을 예방해야 할 감리자의 역할 소홀 등 전반적인 관리 부실로 조사결과가 나왔다. 이러한 붕괴사고는 39층(PIT) 바닥 슬래브 콘크리트 타설 작업 완료 직후 PIT층 바닥이 붕괴되면서 시작되어, 23층까지 16개층 이상의 외벽이 파손 붕괴된 공사현장에서 작업 중이던 근로자 6명이 사망하고 1명이 부상을 입었다(표 1).

또한 인천 검단신도시 아파트 주차장 붕괴사고의 건설사고조사위원회는 설계단계, 감리와 시공단계까지 총체적인 부실문제라고 조사결과를 발표하였다. 조사결과, 구조설계상 모든 기둥(32곳)에 철근(전단보강근)이 필요한데, 기둥 15개에 철근을 적용하지 않도록 설계부실에 발생하였다. 감리자는 설계도면을 확인하고 승인하는 과정에서 이러한 문제점을 파악하지 못하는 감리 부실과 더불어 시공과정에서 철근이 추가로 누락되어 총체적인 문제라고 지적하였다. 또한 콘크리트의 강도 시험 결과에서도 기준치 보다 낮게 측정되어 콘크리트 품질관리측면에서 미흡한 것으로 나타났다.

표 1 최근 아파트 붕괴사고 현황 및 사고원인

구분	광주 아파트	인천 검단신도시 아파트
사고 유형	건축물 신축공사 중 붕괴사고	지하 1층 상부 슬래브 및 지하 2층 상부 슬래브의 붕괴
감독유형	-	시공책임형 건설사업관리 감독권한대행 등 건설사업관리
사고 전개	39층(PIT) 바닥 슬래브 콘크리트 타설작업 완료후 보양작업 중 PIT 바닥이 붕괴되면서 39층 하부로 16개층 이상의 외벽과 슬래브가 파손 및 붕괴 (사고발생: 2022.1.11)	지하 1층 상부 슬래브 붕괴와 이로 인한 지하 2층 상부 슬래브 연쇄 붕괴 (사고발생: 2023.4.29)
사상자	근로자 6명 사망, 1명 부상	인명피해 없음
재산 손해	재시공으로 인한 물적 손해	재시공으로 인한 물적 손해
사고 원인	테크플레이트 지지용 콘크리트 가벽 임의 설치로 인한 집중하중 발생 콘크리트 시공 품질관리 부실에 의한 구조체 강성 미달 시공관리, 감리기능이 작동되지 못한 공사관리 부실	전단보강근 미설치에 따른 전단내역 부족 조경공사 등 설계하중을 초과하는 시공하중에 대한 조치 미흡 붕괴구간 콘크리트의 재료품질 저하 무량판 슬래브 접합부 배근상태 등에 대한 검측 미흡 조경공사 등 시공하중 적재 시에 구조검토 및 확인 미흡 무량판구조의 안전확보를 위한 설계기준과 표준시방서 미흡

자료: 광주 아파트 신축공사 붕괴사고, 국토교통부 건설사고조사위원회 사고조사 보고서, 2022.3
인천 검단신도시 아파트 붕괴사고, 국토교통부 건설사고조사위원회 사고조사 보고서, 2023.7

이상과 같이 최근 발생한 아파트 붕괴사고는 설계단계, 감리단계, 시공단계에서 설계누락, 품질관리 미흡, 감리자의 설계도서 검토 미흡으로 나타났다. 이러한 사고는 각 단계에서 각 주체들이 검토해야 할 사항이 제도로 이루어지지 않았기 때문에 붕괴사고가 발생하여 인명피해와 재산상의 피해를 초래하였다.

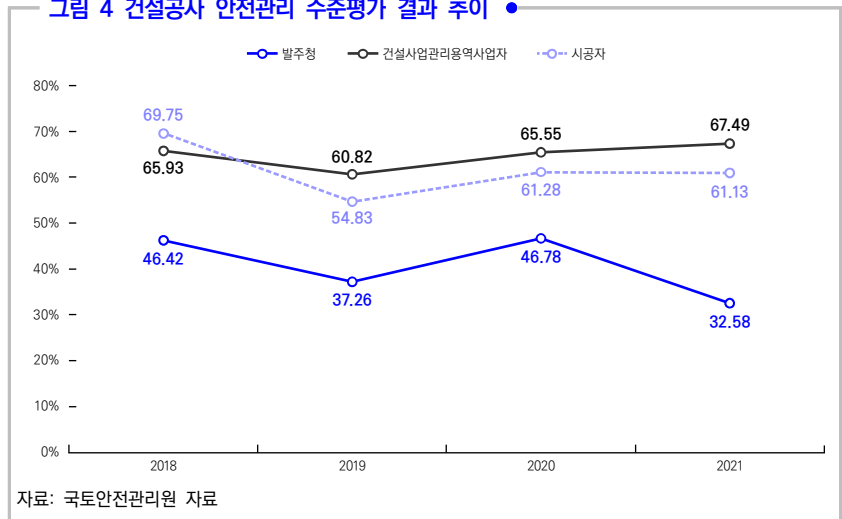
III. 건설안전 사고와 부실공사 방지를 위한 설계 및 감리제도의 개선방안

1. 건설안전관련 제도의 한계

건설안전사고 및 부실공사 방지를 위하여 설계의 안전성 검토, 안전관리계획서 검토, 위험성 평가, 참여자의 안전관리 수준 평가, 감리제도 등이 운영되고 있다. 건설안전관련 제도의 내용을 보면, 설계의 안전성 검토와 안전관

리계획서 검토는 건설기술진흥법 제62조 규정되어 있다. 설계의 안전성 검토는 설계단계에서 건설안전을 고려한 설계가 될 수 있도록 시공 중 위험요소를 사전에 발굴, 위험성 평가 및 저감대책을 수립해 설계에 반영함으로써 위험요소를 설계단계에서 제고 또는 저감하는 활동이다. 또한 건설공사 착공 전에 건설사업자 등이 수립한 안전관리계획서의 검토를 통해 사고위험요인을 보완함으로써 시공과정에서의 안전사고를 예방할 수 있는 제도를 운영하고 있다. 그리고 사업장 위험성 평가는 유해 및 위험요인을 파악하고, 해당 유해 및 위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성과 중대성을 추정 및 결정하고 감소대책을 수립, 실행하는 과정으로 산업안전보건법 제36조에 규정하고 있다. 또한 건설공사의 안전을 확보하기 위하여 건설공사 참여자의 안전관리 수준을 평가하여 그 결과를 공개하고 있다. 평가대상은 총공사비 200억 원 이상인 공공 건설공사 참여자를 대상으로 발주청, 시공자(본사, 현장), 건설사업관리용역업자(본사, 현장)를 대상으로 실시하고 있다.

그림 4 건설공사 안전관리 수준평가 결과 추이



최근 4년간 건설공사 안전관리 수준평가한 결과, 발주자의 안전관리 수준의 평균점수는 지속적으로 감소 추세이고, 2021년 평균점수가 32.58로 저조한 실정이다. 그리고 시공자와 건설사업관리용역업자의 안전관리 수준 평균점수는 증가 추세이나 2021년 평균점수가 각각 61.13, 67.49로 조사되었다(그림 4).

2. 부실공사 방지를 위한 설계제도 개선방안

현재 설계단계에서 시공 중 위험요소를 사전에 검토할 수 있는 설계의 안전성 검토제도가 운영 중에 있으나, 새로운 공법 및 구조에 대한 이해 부족과 설계누락으로 건설공사시 부실시공 및 안전사고가 발생하고 있다. 따라서 건설재해 예방 및 부실공사를 방지하기 위하여 설계안전성 검토(DfS) 강화와 건설기획 및 설계단계에서부터 시공경험이 풍부한 건설안전 전문가가 적극 참여하여 안전을 고려한 설계가 수행될 수 있도록 제도개선이 필요하다. 또한 인천 검단신도시 아파트의 붕괴사고는 무량판구조의 철근(전단보강근)이 설계누락으로 발생하였다. 따라서 무량판구조의 구조 안전성의를 강화할 수 있는 제도개선이 필요하다. 특히 특수구조 건축물인 무량판 구조의 구조기술자의 참여범위가 확대될 필요가 있다. 특히 빅데이터를 활용한 설계안전성 검토를 할 수 있는 시스템 구축 및 운영이 필요하다.

3. 부실공사 예방을 위한 감리제도 개선방안

정부는 광주 아파트 붕괴와 같은 건설현장 안전사고의 재발을 예방하기 위하여 부실시공 근절대책을 2022년 3월 29에 발표하였다. 이 대책에는 시공 품질관리 강화방안, 감리내실화 방안 등이 포함되어 있다. 각 주체의 역할도 중요하지만, 감리자의 역할이 부실공사 방지에 중요하다.

첫째, 주요 구조부 결함의 중대위험에 대한 감리의 공사중지 명령을 의무화하여 감리자가 공사에 대한 책임과 권한을 강화할 필요가 있다. 둘째, 인허가관청이 부실감리를 제재할 수 있는 감리비 지급 보류 권한에 대한 법적 근거를 마련하여, 감리자가 내실있게 설계도서 검토 및 공사감리를 수행할 수 있도록 책임감을 부여하였다. 셋째, 감리수행을 위한 전문교육을 강화할 필요가 있다. 감리의 업무 중 설계도서 검토 및 설계도서 대로 이행여부를 확인하는 것이 부실공사를 예방하는데 가장 중요하다. 특히 설계도서 검토는 현장의 책임감리원 뿐만 아니라 본사의 비상주 감리원이 함께 설계도서를 면밀히 검토할 수 있는 역량 강화와 시스템 구축이 필요하다.

IV. 결론

건설공사는 발주, 설계, 시공, 감리 단계에 이르기까지 다양한 주체가 참여하여 함께 협력해야만 고품질의 시설물이 완성되고, 유지관리단계에서 관리

및 운영을 유지관리 매뉴얼에 따라 운영함으로써 재해사고를 예방할 수 있다. 최근 광주 아파트 붕괴사고와 인천 검단신도시 아파트 붕괴사고와 같은 부실공사가 지속적으로 발생하여 제도개선이 필요하다.

따라서 본고는 부실공사 방지 및 건설안전사고 예방을 위하여 설계자와 감리자의 역할 및 책임강화가 필요하다. 첫째, 설계단계에서는 설계안전성 검토 강화 및 설계단계에서부터 시공 및 안전관리 경험이 풍부한 건설안전 및 시공 전문가가 적극 참여하여 안전을 고려한 설계가 수행될 수 있도록 개선이 필요하다. 둘째, 주요 구조부 결합의 중대위험에 대한 감리의 공사중지 명령을 의무화하고, 감리자의 역량강화를 위한 전문교육 시스템 개선이 필요하다. 또한 빅데이터를 활용한 설계안전성을 검토할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 이상과 같이 건설공사의 부실방지 및 건설안전사고 예방은 다양한 건설공사 참여주체가 각자 역할을 수행하고, 상호관계에 협력 강화를 통한 각 공사단계에서 공사 부실을 예방할 수 있는 사항을 체크하고, 관리하는 역할이 무엇보다도 중요하다.

참고문헌

1. 2023년 6월말 산업재해 발생현황, 안전보건공단, 2023.8
2. 광주 아파트 신축공사 붕괴사고 사고조사 보고서, 국토교통부, 2022.3
3. 인천 서구 아파트 건설공사 중 슬래브 붕괴사고 사고조사 보고서, 국토교통부, 2023.7
4. 부실시공 근절 방안, 국토교통부, 2022.3.
5. 건설공사 안전관리 수준평가, 국토안전원, 2022.
6. The TOP 250 List, ENR, 2023.8