

구조물 붕괴사고의 숨겨진 원인들; 인천 검단아파트 사고에서 얻는 시사점

유정호 광운대학교 교수
(myazure@kw.ac.kr)

- I. 대한민국 건설산업의 현주소
- II. 짓던 아파트가 왜 무너졌나?
- III. 숨겨진 원인 찾기
- IV. 요약 및 시사점

3

■ 국문요약 ■

건설산업은 국가 경제에 큰 비중을 차지하며 기여도 또한 크다. 2021년도 기준으로 GDP 내 건설투자 비중은 13.6%에 이르며, 경제성장기여율은 2015~2017년 평균 39.5%나 된다. 해외건설도 다시 부활하고 있는데, 최근 3년 연속으로 300억 달러 이상의 수주를 달성했다는 점에서 그러하다. 또한, 건설산업에 약 800만 명의 국민이 건설산업에 생계를 의존하고 있다. 그런데 이런 건설산업에 대한 인식이 좋지 않고, 각종 언론 보도 등 여론을 보면 부정적 내용이 너무 많다. 인천 검단아파트 사고와 같이 잇힐 만하면 꾸준히 발생하는 구조물 붕괴사고들은 건설산업에 대한 부정적 이미지를 아주 극적으로 강화해서 불에 기름을 붓는 것과 같은 효과를 낳고 있다.

이러한 부정적인 사고 발생을 방지하기 위해서는 건설산업의 각 세부 시스템들이 정교하게 구성되고 운영되어야 하며, 그 과정에서 체계적인 관리가 요구된다. 건설산업을 혁신하고 부실공사를 근절하기 위해서는, 건설사업이라는 시스템을 조망하면서 종합적으로 진단하고 개선방안을 마련해야 한다. 기술인력과 기술기업 차원에서, 건설사업관리시스템 차원에서, 건설제도 차원에서, 그리고 사회적 환경요인 차원에서. 그래야 전체 시스템의 균형잡힌 개선이 가능하다.

주제어 : 구조물 붕괴사고, 검단아파트, 건설사업관리시스템, 건설제도, 사회적 환경적 요인

I. 대한민국 건설산업의 현주소

건설산업은 국가 경제에 큰 비중을 차지하며 기여도 또한 크다. 2021년도 기준으로 GDP 내 건설투자 비중은 13.6%에 이르며, 경제성장기여율은 2015~2017년 평균 39.5%나 된다. 2015년도 기준으로 생산유발계수와 고용유발계수는 전체 산업평균의 1.10배와 1.15배를 차지하고 있다. 해외건설도 다시 부활하고 있는데, 최근 3년 연속으로 300억 달러 이상의 수주를 달성했다는 점에서 그러하다. ENR 자료를 보면 2021년도에 우리나라 해외건설 매출 상위 12개 기업의 해외매출 합계는 227억 달러에 이르는데, 이는 같은 해 조선업 수출액 합계인 230억 달러와 맞먹는다.

건설업체 숫자는 2022년도 기준 총 88,208개에 이르고, 이 중 종합건설사는 18,887개에 이른다. 물론 건설업체 숫자가 많아서 문제도 많겠지만, 고용 창출 효과라는 측면에서 본다면 분명 긍정적 효과가 있는 것은 분명하다. 2022년도에 건설산업 취업자수는 210만명에 이르고 있는데, 이는 전체 취업자의 7.5%에 해당하는 숫자이다. 4인 가족 기준으로 본다면 약 800만명의 국민이 건설산업에 생계를 의존하고 있는 셈이다.

그런데, 이런 건설산업에 대한 인식이 좋지 않고, 각종 언론 보도 등 여론을 보면 부정적 내용이 너무 많다. “건설현장에 대한 부정적 인식이 재취업 막아… 정확한 정보로 불안감 떨쳐야”(대한전문건설신문, 2022.8.30.), “건설업 부정적 이미지 바뀌야 89%”(한국경제신문, 2020.12.28.), “건설업 이미지 어찌다가… 건설 전공 대학생들 78%가 외면, 진로 바꾸겠다”(대한전문건설신문, 2021.6.24.), “넘어서야 할 ‘토건 기피’”(매일경제, 2020.6.9.), “젊은 기술자 사라진 건설현장…고령화 대비는”(서울경제TV, 2022.9.27.)… 표 1에서 보는 것처럼 잇힐 만하면 꾸준히 발생하는 구조물 붕괴사고들은 건설산업에 대한 부정적 이미지를 아주 극적으로 강화해서 불에 기름을 붓는 것과 같은 효과를 낳고 있다.

표 1 구조물 붕괴사고 통계(2019년 이후, 출처: CSI)

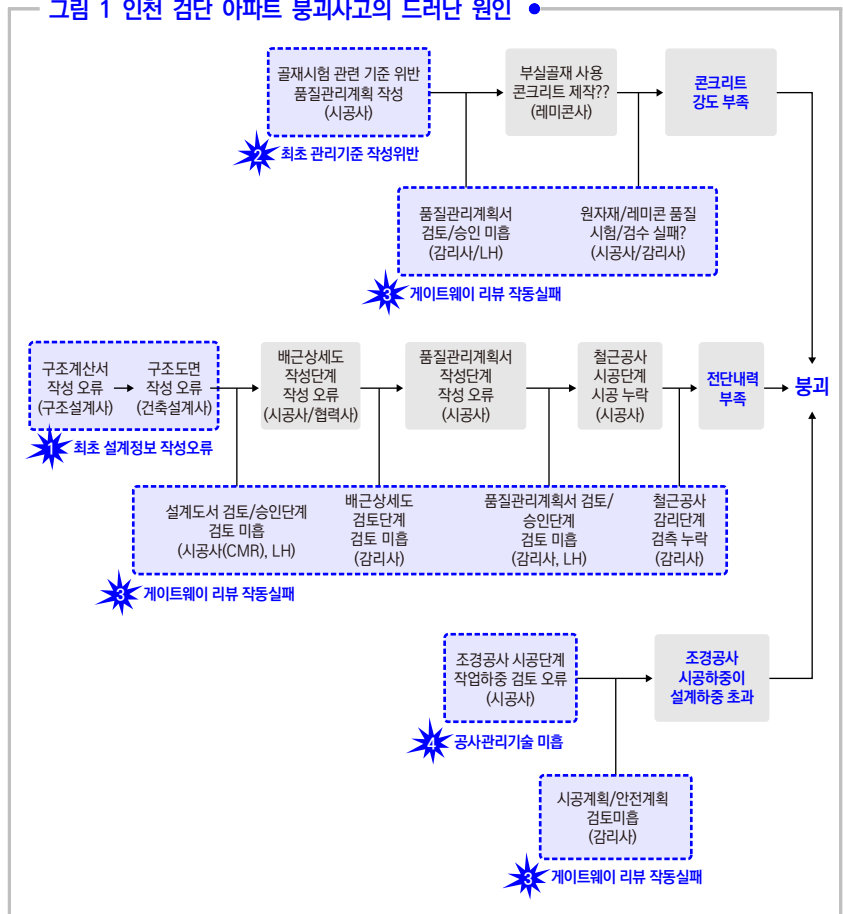
구 분		계	2019	2020	2021	2022	2023
발생건수	건설중	26	3	8	7	8	7
	사용중	14	-	4	7	3	-
사망자 (명)	건설중	35	2	9	14	10	2
	사용중	17	-	-	15	2	-
부상자 (명)	건설중	64	5	23	20	16	12
	사용중	11	-	-	10	1	-

II. 짓던 아파트가 왜 무너졌나?

2023년 4월 29일은 대한민국 건설 역사에 오랫동안 기억될 것이다. 이날은 대한민국 정부를 대신해서 공공주택을 공급하는 LH공사가 발주하고, 대한민국 최상위 아파트 브랜드를 자랑하던 GS건설이 시공하던 아파트가 짓던 도중에 무너진 사건이 일어난 날이기 때문이다. 국내의 유명 설계사가 설계하고, 널리 알려진 건설사업관리 전문기업이 시공단계 건설사업관리(이하 간단히 감리자라 표현)를 맡은 건설공사이기도 하다.

구조물 붕괴사고의 숨겨진 원인을 찾기 위해서는 먼저 드러난 직접원인부터 정확히 짚어봐야 한다. 그리고 그 직접원인 배후에 숨어있을 가능성이 있는 원인들을 찾아가야 한다. 인천 검단아파트 붕괴사고가 있기까지 진행된 사실관계를 정리하면 아래 [그림 1]과 같다.

그림 1 인천 검단 아파트 붕괴사고의 드러난 원인



첫째, 사고조사보고서에 드러난 구조설계 오류를 살펴보자. 이는 최초 설계정보 작성오류에 해당하므로 매우 중요하다. 일부 기둥에 대한 뚫림전단 검토 내용이 구조계산서에 누락되어 있었고, 일부 기둥은 구조계산서의 계산 근거에 따른 전단보강근과 구조계산서의 전단보강근 배근도가 서로 다르게 기재되어 있었다. 또한 일부 보와 기둥에서도 구조계산서의 계산 근거에 따른 배근과 구조계산서의 배근도가 서로 다른 내용이 있음이 밝혀졌다. 조사 위원회가 친절하게 구조설계의 적정성을 검토하여 적정한 것으로 판단내렸으나, 동일 구조계산서 내에 수록된 ‘계산근거에 따른 배근’과 ‘부재일람표의 배근’이 서로 다른 것은 심각한 문제이고, 건축구조기술사사무소에서 작성되는 구조계산서의 신뢰도를 떨어뜨리는 일이다.

그리고 구조부재 일부에서 배근 등이 구조계산서와 구조도면 상에 상이하게 나타나는 부분이 있다는 것이다. 이 부분에서 구조도면 작성 주체에 대한 시비가 생겨나고 있는데, 누가 작성하는가도 중요하겠지만, 왜 그런 오류가 발생했는지부터 따져봐야 할 것이다. 구조설계자가 직접 구조도면을 작성한다면 이런 오류가 발생하지 않을까? 위에서 본 바와 같이 같은 구조계산서 내에서도 서로 다르게 기재하는 오류를 범하고 있는데 말이다. 물론 건축설계자가 구조도면을 작성하는 주체로서 적합한지는 별도로 고민해 보아야 할 문제이긴 하다. 구조뿐만 아니라 다른 세부공종, 즉 토목, 조경, 전기, 설비, 소방, 통신 등에서의 관행과 통합설계도서작성이라는 관점을 충분히 고려해서, 보다 바람직한 답을 찾아야 할 필요성이 있다.

둘째, 시공자가 품질관리계획서를 작성함에 있어 골재시험 관련 기준을 어긴 점이 드러났다. 콘크리트 골재시험 빈도를 관련기준과 달리 골재원마다로 일괄적용하였고, 품질관리계획 변경 시 골재시험 빈도를 7회에서 0회로 변경하였으며, 관련 기준과 다르게 직접시험 수행 등을 레미콘 업체 제출서류로 대체토록 하였다. 감리자는 이를 ‘이상없음’으로 검토하였고 발주자는 시험 빈도 등을 조정할 특별한 사유 없이 승인하였다. 한편, 시공자와 감리자는 레미콘 업체 13개소(관급8 사급5) 중 10개소(관급5 사급5)에 대한 사전점검 시 골재시험 항목 기록내용 확인을 위한 시험을 실시하지 않았으며, 사전점검 시 골재시험을 시행한 3개소 중 1개소의 시험 결과 잔골재 조립률이 기준치(0.2) 보다 크게 변화하였음에도(0.31) 콘크리트 배합 보완 및 변경 검토 없이 레미콘을 타설하였다. 사고조사위원회는 레미콘 받아들이기 시험성적(기록)에는 이상이 없으나, 사고 후 현장 채취한 코어샘플 테스트 결과는 일부

III. 숨겨진 원인 찾기

설계강도 미만으로 보고하고 있다. 이는 위의 골재 품질관리 미흡과 연과성이 있을 가능성을 시사한다.

셋째, 시공자의 공사관리 역량과 감리자의 시공감독 역량에 대한 근본적인 질문을 던지지 않을 수 없다. 지하주차장 상부에서 중장비를 동원한 조경공사가 진행되는데, 가능한 모든 경우의 작업하중에 대해 검토하고 대책을 세웠어야 한다. 실수인지 실력인지는 모르겠지만 역설적으로 차라리 공사 중에 이렇게 무너진 것이 사용 중에 무너진 것 보다는 낫다는 자조 섞인 얘기가 나오는 대목이기도 하다.

넷째, 사업관리체계상 여러 단계에 걸친 검토 및 승인 과정(게이트웨이 리뷰 과정)이 있는데, 이 과정에서 설계오류가 걸러지지 않은 점, 그리고 시공 오류가 걸러지지 않은 점을 매우 심각하게 봐야하는데, 그 이유는 사업관리 시스템이 제대로 작동하지 않았다는 증거이기 때문이다. 다시말해, 사업관리 체계가 부실하다기 보다는 체계가 제대로 작동하지 않은 것이며, 이는 우리가 향후 개선방향을 논의할 때 주요하게 생각해야할 부분이다.

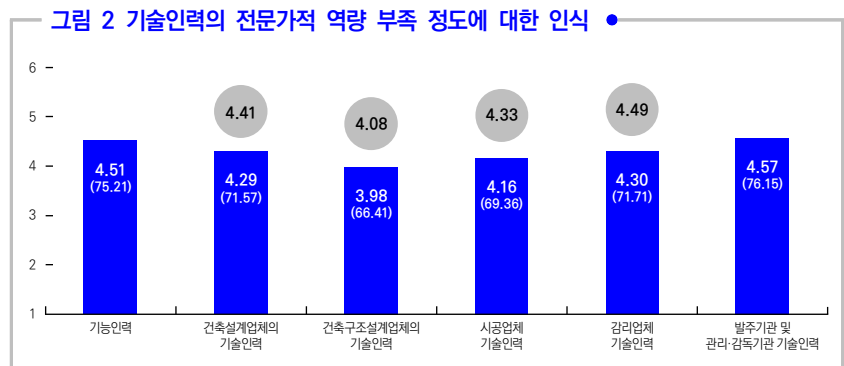
데밍(William Edwards Deming, 1900~1993)은 이렇게 말했다. “문제는 대부분 시스템의 결함에서 비롯된다. 사람은 시스템이 허용하는 것 이상의 성과를 낼 수 없다.” 그리고, “시스템이 작동하지 않거나 문제가 있을 때 우리는 who?라는 질문 대신 what?이라는 질문을 던져야 한다”라고도 말했다. 건설사업관리시스템에 문제가 생겼을 때 어떤 시각으로 접근해야할지 좋은 힌트를 준다. 필자는 구조물 붕괴사고의 숨겨진 원인을 찾아보기 위해 총 61개 문항으로 구성된 설문을 실시하였다. 총 응답자 수는 724명, 평균 경력은 약 22년이며, 소속 업종의 분포는 다음 [표 2]와 같다. 그리고, 설문 결과 중 다음과 같은 네 가지 질문과 관련된 내용을 중심으로 이하 내용을 설명하도록 한다.

표 2 설문응답자 분포

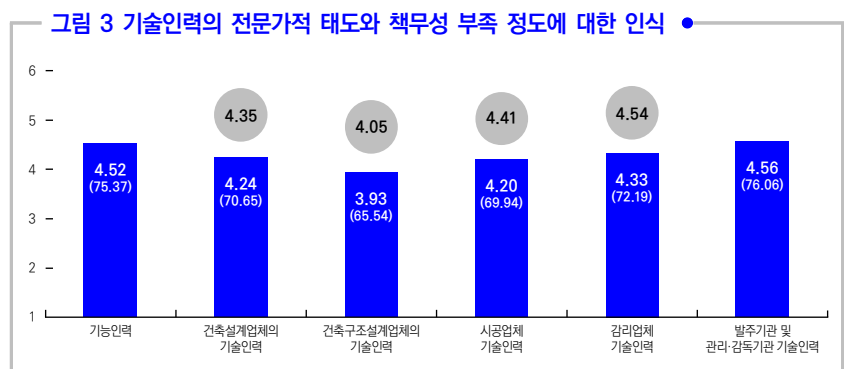
건축 설계	건축 구조	시공	CM/ 감리	전문 건설업	학/ 연구계	기타	합계
112	109	201	210	42	27	23	724
15.5%	15.1%	27.8%	29.0%	5.8%	3.7%	3.2%	100%

(질문 1) 참여 기술자와 기업의 전문역량과 태도는 만족스러운가?

건설은 사람이 하는 일이라고 한다. 건설사업에 참여하는 개개인의 역량이 무엇보다 중요하다는 의미이다. 현재 우리 건설사업 참여 기술자들과 그들을 고용하고 있는 건설관련 기업들의 전문역량은 충분한가? 그리고 그들의 전문가적 태도와 책무성, 윤리의식 등은 만족스러운가? 이런 기본적 질문에 대한 답을 알아보면 다음과 같다.¹⁾



[그림 2]에서 보는 바와 같이, 6점에 가까울수록 부족하다고 보는 것인데, 전반적으로 모두 부족함이 있다는 답변을 하고 있다. 그리고 미미한 차이이긴 하지만, 감리 및 건축설계 관련 기술인력의 기술력 부족이 더 크다는 답변이다. 그리고 재미있는 사실은 발주기관 및 관리감독기관의 기술력 부족이 가장 심각하게 인식되고 있다는 점이다.

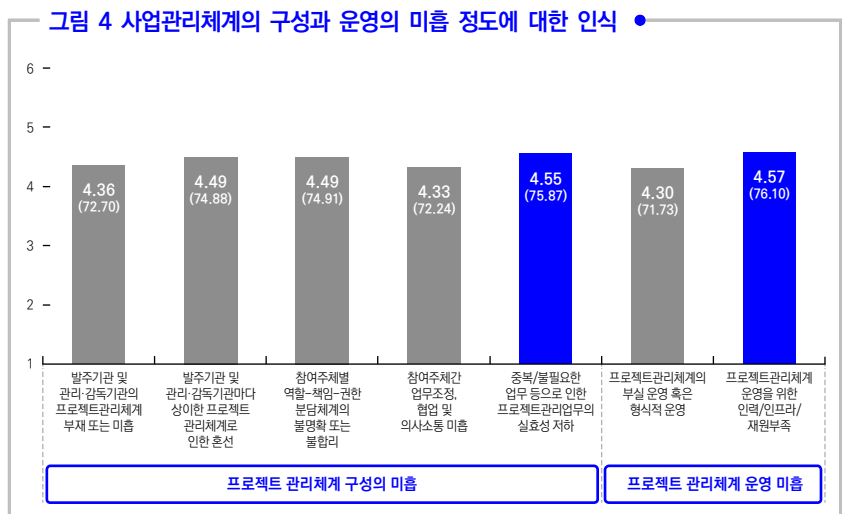


1) 그림에서 막대그래프 상단의 숫자는 해당 업종 소속자 응답을 제외한 결과임. 이하 동일

‘카르텔’이니 ‘전관예우’니 하는 얘기가 언론에 많이 나오고 있는데, 근본적으로 전문가적 태도와 책무성 또는 윤리의식의 문제를 짚어보지 않을 수 없다. [그림 3]에서 보는 바와 같이, 전반적으로 이 부분에서 부족함이 있다고 인식하고 있다는 것을 알 수 있다. 재미있는 사실은 직업윤리를 배운 경향이 있는 답변자는 80.7%에 달했는데, 완전한 청탁금지가 가능한지에 대해서는 71.3%나 그것이 어렵다고 답변하고 있다는 점이다. 윤리교육이 부실한 것인지, 윤리교육으로는 어떻게 할 수 없는 더 강력한 무엇인가가 있는 것인지, 이 부분에 대한 깊은 고민이 필요할 것이다.

(질문 2) 사업관리체계는 건설하고 제대로 작동되고 있는가?

위에서 데밍의 말을 인용한 것처럼, 개인의 역량이 아무리 뛰어나도 사업관리체계 내에서 그 역량을 발휘하게 되는 것이므로, 개인의 역량은 시스템의 성능을 뛰어넘을 수 없게 된다. 사업관리체계 구성은 미흡하지 않은지, 그리고 사업관리체계의 운영은 미흡하지 않은지 알아본 결과는 다음과 같다.



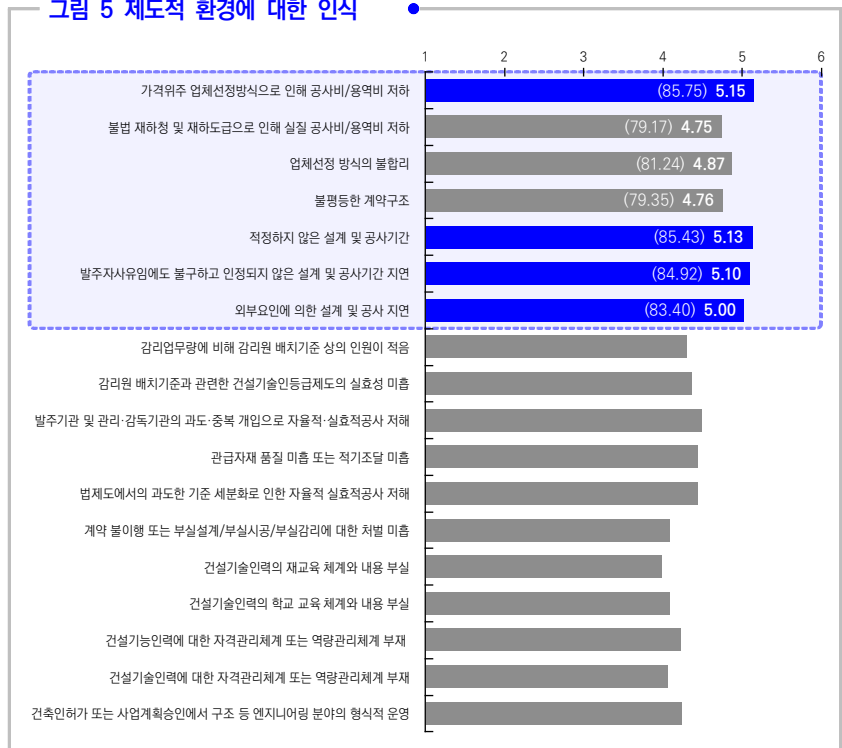
[그림 4]에서 보는 바와 같이, 사업관리체계 구성과 운영 두 측면 모두 부정적인 답변이 우세한 것을 알 수 있다. 특히, ‘중복/불필요한 업무 등으로 인한 프로젝트관리업무의 실효성 저하’라는 지적과 함께 ‘프로젝트관리체계 운영을 위한 인력/인프라/재원 부족’이 가장 심각한 문제로 인식되고 있다. 그 외에, 발주기관 마다 상이한 프로젝트관리체계도 현업의 기술자들을 어렵

게 하는 요소이며, 참여주체간 업무조정/협업/의사소통 미흡도 조속히 개선되어야 할 점으로 지적되고 있다.

(질문 3) 제도적 환경에는 문제가 없는가?

건설산업은 제도사업이라는 말이 있다. 그만큼 제도로부터 통제받는 부분이 크다는 의미이다. 우리가 알고 있는 대부분의 절차도 제도적으로 규정된 내용이다. 특히 LH와 같은 공공 발주자가 발주하는 사업은 처음부터 끝까지 모두 제도로 규정된 프로세스에 따라 진행되어야 한다. 그만큼 제도가 건설산업에 끼치는 영향이 막대하므로, 제도적 환경에 문제가 있다면 반드시 지적하고 개선해야할 필요가 있다. 제도적 환경과 관련한 18개 문항의 설문을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

그림 5 제도적 환경에 대한 인식



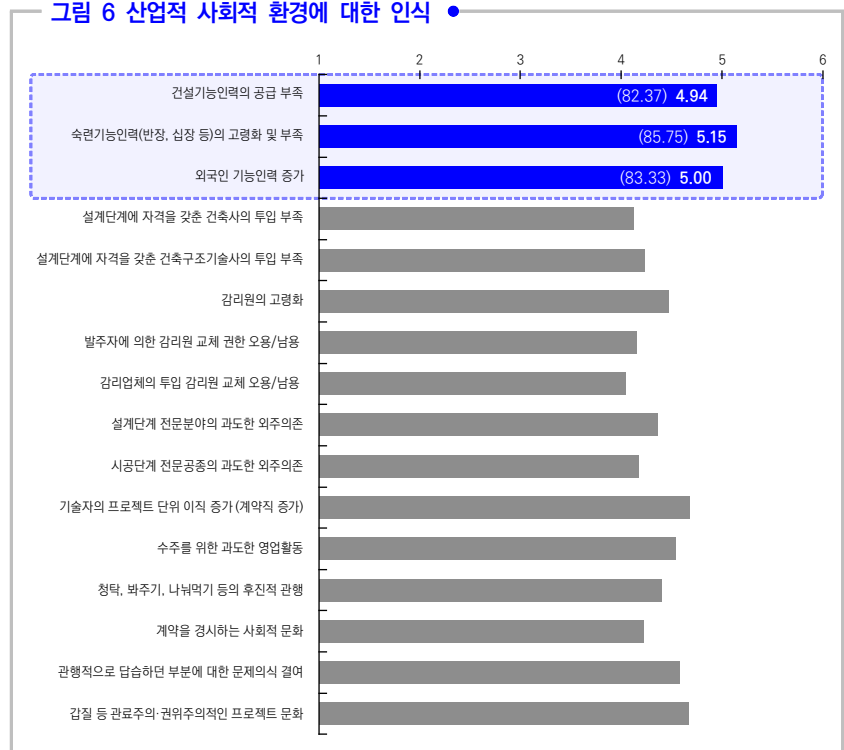
예상할 수 있듯 제도적으로 개선되어야 할 가장 중요한 문제는 ‘가격위주 업체선정방식으로 인한 공사비/용역비 저하’와 ‘적정하지 않은 설계 및 공사기간’이 꼽혔다. 결국 돈 부족과 시간 부족이 모든 문제발생의 근본원인이라

고 판단할 수 있다. 아울러, 근래에 빈번히 발생하는 ‘외부요인에 의한 설계 및 공사 지연’도 지적되고 있으며, ‘발주자 사유임에도 불구하고 인정되지 않는 설계 및 공사기간 지연’도 결국 시간부족으로 이어져 서두르게 만들고 실수하게 만든다고 인식하고 있는 것이다. 그 외에 눈여겨 볼만한 부분은 ‘발주기관 및 관리·감독기관의 과도·중복 개입으로 자율적·실효적 공사 저해’와 ‘법/제도에서의 과도한 기준 세분화로 인한 자율적·실효적 공사 저해’이다. 우리 제도는 없거나 부족해서 문제가 아니라 많아서 문제라 인식되고 있다.

(질문 4) 산업적·사회적 환경은 어떻게 변하고 있는가?

건설산업이 건설관련 제도로부터 큰 영향을 받는 것이 사실이지만, 건설관련 제도 또한 거시적 산업환경과 사회환경의 변화로부터 자유로울 수 없다. 이런 거시환경이 바뀌는 것은 당연한 개별 건설사업과는 동떨어진 것 같지만, 알게 모르게 직접적으로 간접적으로 영향을 주고받게 된다. 이런 내용을 담은 16개 문항의 설문을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

그림 6 산업적 사회적 환경에 대한 인식 •



산업 차원에서 혹은 사회적 차원에서 해결되어야 할 가장 시급한 문제는 역시 기능인력 관련 이슈였다. ‘숙련기능인력의 고령화 및 부족’이 가장 심각하게 인식되고 있으며, 이와 연관되어 ‘외국인 기능인력 증가’ 및 ‘건설기능인력의 공급 부족’이 가장 심각한 문제로 인식되고 있다. 숙련공뿐만 아니라 기능인력 공급 자체가 부족하고, 이로 인해 합법적·불법적 외국인 기능인력 증가가 피할 수 없는 현실이다. 그 외에도 감리원의 고령화와 계약직 기술자 증가에 따른 프로젝트 단위 이직 심화에 대한 심각성도 높이 인식되고 있음을 알 수 있다. 그 외에 관료주의나 권위주의적 프로젝트 문화도 우리 건설산업에 악영향을 미치는 사회환경적 요소로 지적되고 있다.

IV. 요약 및 시사점

위의 [그림 1]로 돌아가서 다시 한 번 짚어보자. 첫째, 최초 설계정보 작성 오류는 건축구조기술자의 기술역량 부족과 그것을 제대로 걸러내지 못한 건축구조설계사무소의 설계품질관리시스템의 부실에 그 원인이 있다. 둘째, 최초 설계정보 작성오류가 여러 단계의 게이트웨이를 무사통과할 수 있었던 원인은, 설계도서를 검토하고 검수해야 할 LH공사의 설계관리체계 부실, 구조안전심의 과정 부실, CMR로서의 시공자의 설계검토 기능 부실, 시공상세도면 작성과 검토과정에서의 시공자 및 감리자의 기술역량이 부족을 들 수 있다. 그리고 종합적으로 보면 전체 설계품질관리시스템이 제대로 작동하지 않은 결과라 할 수 있다. 셋째, 레미콘 골재와 관련한 품질관리 과정과 관련해서는 기술자의 기술역량 부족과 윤리의식에 의심을 가지지 않을 수 없다. 그리고 레미콘 파동이라는 사회적 환경요인이 어떤 영향을 미치는지에 대해 아무도 심각하게 고민하지 않은 결과이다. 소위 프로젝트 리스크관리가 제대로 이뤄지지 않은 것이다. 넷째, 조경공사과정의 부실은 시공자와 감리자의 기술역량 부족과 시공계획 검토 프로세스 운영 부실을 의심해볼 수 있다.

건설사업은 시스템이다. 각각의 세부 시스템이 맞물려 돌아가는 하나의 크고 정교한 시스템이다. 기획, 설계, 시공, 감리 등이 전체 건설사업을 구성하는 세부 시스템이다. 각각의 세부 시스템 내에서 발주자, 설계자, 시공자, 감리자, 또 경우에 따라 건설사업관리자 등 각 참여주체는 서로 역할을 분담하고 그에 맞는 책임과 권한을 서로 약속하고 일한다. 건설사업이 원활히 진행되려면 각 세부 시스템들이 정교하게 구성되고 운영되어야 하며, 그 과정에서 체계적인 관리가 요구된다. 그리고 건설사업의 궁극적 목적 달성을 위해

이런 세부 시스템들을 총괄적으로, 통합적으로, 그리고 유기적으로 관리해야 하는 것은 너무나 당연하다. 여기에 더해 건설사업을 둘러싼 각종 제도들도 일종의 거시적 시스템으로 작동하는데, 각종 인허가, 승인, 인증 등의 이름으로 건설사업의 운영에 큰 영향을 미친다. 따라서 건설산업을 혁신하고 부실 공사를 근절하기 위해서는, 건설사업이라는 시스템을 조망하면서 종합적으로 진단하고 개선방안을 마련해야 한다. 기술인력과 기술기업 차원에서, 건설사업관리시스템 차원에서, 건설제도 차원에서, 그리고 사회적 환경요인 차원에서. 그래야 전체 시스템의 균형 잡힌 개선이 가능하다.

참고문헌

1. ENR 2022 Top 250 Global Contractors
2. 2022년 4분기 기준 주요건설통계
3. 건설공사 안전관리 종합정보망 (www.csi.go.kr/index.do)
4. 인천 아파트 지하주차장 붕괴사고 조사결과 발표 보도자료 (국토교통부, 2023.7.5.)
5. 인천 서구 아파트 건설공사 중 슬래브 붕괴사고 사고조사 보고서 (국토교통부 건설사고조사위원회, 2023.7.)