

KBC 2005에 따른 구조도면 작성



김종수
CSSE 대표이사

KBC-2005의 시행으로 구조기술사사무소에서 구조도면을 책임지고 작성하는 일이 늘어나고 있다. 당사에서는 1995년 삼풍사고 이후 구조설계의 품질확보차원에서 도면팀을 구성하여 본격 시작했으며 그간의 여러 가지 시행착오와 경험을 기술하고자 한다.

1. 구조기술사사무소가 구조도면을 작성해야하는 당위성

구조설계계산서 작성에서 보듯이 공사규모가 작고 단순했던 30~40년 전에는 건축사사무소에서 구조도면을 작성하는데 애로사항이 별로 없었으나, 현재의 각종 건축공사는 시스템이 갖추어진 신기술을 요하는 물론 더욱 정확하고 치밀함을 요구하고 있다. 따라서 과거 사례에서 건축사사무소 작성의 구조도면과 구조계산서의 불일치, 책임소재의 불분명 등으로 시공현장에서 다수의 사고는 물론, 소중한 생명을 앗아가는 경우가 일어난 것은 주지의 사실이다.

건축물을 시공하는 과정에서 구조도면은 시공현장에서 시공을 위한 종합정보 저장지이다. 외국 구조도면처럼 구조도면에는 구조평면도와 상세도를 추가하여 구조기술자들이 구조설계를 진행하므로 시공자에게 알려야하는 특기사항(Notes)들이 상세히 들어가야 마련이다. 그러나 현재 건축사사무소에서 작성되는 구조도면은 그렇지 않은 것이 현실이다.

분야별 업무수행에 있어서 권한과 책임은 동시에 가는 것이다. 당사에서도 구조도면이 공사용 도면으로 현장에 납품하게 될 때까지는 건축설계사무소, 구조기술자, 구조도면제도사 등 관련자들이 도면 한 장당 수차례의 검토 수정과정을 거치게 된다. 건축사사무소가 작성한

구조도면을 구조기술자가 검토하는 작업량에 비해 직접 구조도면을 작성하면 그 작업량이 몇배가 되며, 그 결과가 구조도면의 품질로 이어진다.

2. 선진국의 구조도면 사례와 구조도면 용역비

당사에서는 해외협력사와 국내 구조설계업무를 다수 수행하며 구조도면에 관해서 협업한 경험이 있다. 외국사들은 각 설계단계별(계획, 실시, 상세설계)로 도면을 발전시켜 건축사와 건축주의 요구에 맞게 제출하고 있으며, 계획설계 (Schematic Design) 단계에서 구조형식과 부재크기까지 포함하여 건축주가 예산을 수립할 수 있는 정도의 도면을 완성한다. 그래서 구조기술사사무소가 구조도면을 작성하면 전문구조계산서가 아닌 구조도면으로 건축사, 건축주와의 대화가 가능하기 때문에 더 좋은 품질의 구조도면으로 다가갈 수가 있다.

현재 구조도면 작성 시 전체 구조설계 용역비의 40%를 구조도면 작성 용역비로 한국건축구조기술사회에서 제시하고 있다. 이 비용의 타당성에 대한 전체맥락을 이해하기 위해서 외국 기술사사무소의 인원 구성비를 보면, 대개 엔지니어 4명당 1명의 제도사로 구성되어 기본도면을 작성한다. 여기서 기본도면이란 국내 건축사사무소에서 작성하는 거푸집(Form Work)용 도면이 제외된 도면을 말하며, 이 도면은 원래 시공사(Contractor)가 작성하는 제작도(Shop Drawing)의 일부이나 국내에서는 정작 중요한 배근상세도는 간략하게 그리면서도 이 거푸집용 도면의 비율이 전체 구조도면에서 상대적으로 높은 편이다.

당사에서도 약 10년 동안 4:1 정도의 구조도면제도사 비율로 구조

기본도면을 작성해왔고, 관행상 작성하는 거푸집용 도면은 건축사사무소가 작성한 후 당사사무실에서 구조도면의 일부로 편집하여 진행하여 왔다. 이 경우 인원 비율로 해도 구조도면의 전체도면에 대한 비율은 25%를 넘지 않으므로 이러한 근거로 2002년도 용역기준에서는 구조도면 비용의 비율을 전체 구조설계 용역비의 30%로 정했다. 2005년 구조설계 용역비를 개정하면서 건축사사무소의 거푸집용 도면을 구조기술사사무소에서 작성을 하는 것을 전제로 전체의 40%로 상향 조정했다.

도면팀을 운영하면서 상사에 관한 자료가 축적되지 않은 초기에는 상대적으로 비용이 많이 들고, 구조기술자들도 제도사, 건축설계자와 협업에 어려움이 있다. 그러나 이제는 당사의 구조기술자들은 직접 확대 축척(Scale)의 구조도면을 검토하지 않는 것을 불안해 할 정도로 기술자가 구조도면 검토를 당연한 것으로 여기며, 제도사와 건축설계자들과 협업을 잘하고 있다.

구조사무소 소장들과 대화 내용을 참고로 하면 구조도면을 작성하면 용역비는 증가되나, 계약업체의 부도 또는 진행 중 계약중단이 될 경우 부담이 늘어나는 것을 우려하고 있다. 이는 그간의 경험을 보면 우려일 뿐이며 우리가 확보해야 할 구조설계의 품질의 당위성을 생각하고, 외국 의 사례 등을 보더라도 이제는 머뭇거릴 때가 아니라고 생각한다.

3. 건축사사무소 또는 현장시공자와의 구조도면 작성 시 애로사항

처음 구조도면을 함께 수주하게 되면 건축사사무소에서는 구조도면을 외주 처리하기 때문에, 구조도면 관련 인력을 최소화시키거나 아예 두지 않으려고 한다. 그러나 기본적으로 설계 진행단계에 따른 건축과 연계된 치수(Dimension), 단차(Level) 등은 건축사사무소에서도 구조와 함께 검토되어야 좋은 품질의 구조도면이 된다는 것을 건축사사무소에 꾸준히 설득하여야 한다. 구조설계사가 받는 구조설계용역비(15%내외) 자체가 건축사의 이러한 협력을 감안하여 전체건축공사에서 구조가 차지하는 비중인 20~25%에서 5~10%를 감한 것이다.

시공기술자들은 대개 구조엔지니어가 작성한 구조도면으로 시공할 경우 대부분이 만족해한다. 건축사사무소에서 작성된 구조도면보다 상세가 훨씬 명료하고 구체적이며, 거기에 필요한 각종 주기사항들이 상세하게 표현되기 때문이다. 처음에 당사에서는 의욕적으로 전체 보 목록(List)들을 전개도로 표현하여 현장에 납품했으나, 오히려 이때까지 단면중심의 목록에 익숙해진 시공기술자들의 요청에 의해 꼭 필요한 부분만을 전개도로 표현하여 도면을 작성하고 있다. 장래에는 전

개도 중심의 보 목록을 시공자들이 요청할 가능성도 있다고 본다.

4. 단계별 구조도면 업무내용

1) 계획설계 (Schematic Design)

- ◆ 구조설계 기준 확정 ◆ 구조재료 강도 확정 ◆ 설계하중표 작성 (중력하중, 지진하중, 풍하중) ◆ 구조형식 선정-중력하중: Floor Frame 대안 제시, -횡력하중: Lateral System 대안 제시, -Expansion Joint 설치 여부 판단, -기초형식 결정: 토목 엔지니어와 협의 후 결정, -특수공법 적용여부 판단 (타파기관련 및 System Form 등) -공기 및 공사비 절감을 위한 VE(Value Engineering) 개념 적용
- ◆ 최적의 구조형식 선정 (안전성, 시공성, 경제성, 사용성 확보)
- ◆ 구조계획 평면도 작성 (부재크기 표현함: 구조물량 산출 후 직접공사비 비교)
- ◆ 인, 허가 관련(심의포함) 자료 작성 ◆ 풍공학 전문가와 풍동실험 협의
- ◆ 계획설계용 설계 설명서(구조계산서) 작성

2) 기본설계(Design Development)

- ◆ 계획설계를 근거로 정밀 구조해석 실시 ◆ 각종 구조평면도 작성
- ◆ 인, 허가 관련(심의포함) 자료 작성 ◆ 각종 배근도 작성 (Auto-CAD 사용) -슬래브, 보, 기둥, 기초, 옹벽 등 배근 상세도 및 주요부분 상세도 작성
- ◆ 주요부에 대한 사용성 평가 - 보행에 의한 바닥진동 평가
- ◆ 풍동실험 결과에 따른 구조해석 재실시 ◆ 기본설계용 구조계산서 작성
- ◆ 착공용 기본도면 완성 ◆ 골조물량 산출 후 직접공사비 재검토

3) 실시설계(Construction Document)

- ◆ 관련사와 협의 후 문제점 보완 및 수정 (설계사+시공사)
- ◆ 기본설계시 작성한 구조기본도면 보완 ◆ 실시설계 구조도면에 대한 검토 및 날인
- ◆ 최종 구조계산서 작성 ◆ 구조특기 시방서 작성 (건축에서 작성한 내용을 검토보완)

4) 구조기본도면과 거푸집도면(Form Work)의 구별

구조기본도면

- ◆ 구조평면도(설계하중표, 주요구조부재 크기 등 포함)
- ◆ 구조적으로 필요한 부분에 대한 단면 및 입면도
- ◆ 기초, 기둥, 보, 슬래브, 벽체, 배근일람표 및 상세도
- ◆ 계단 및 램프 등 구조적 주요배근상세도
- ◆ 기타 잡배근 상세도(구조적으로 필요부분 전부)
- ◆ 구조일방사항 및 시공관련 특기사항

거푸집(Form Work)도면

- ◆ 배근의 설치 및 가공을 위한 각종 입면(입면도, 단면도 등)
- ◆ 계단, 램프 등 평, 단면 상세(구조평면도에 표기된 이외의 것)
- ◆ 배근이 표현되지 않는 거푸집을 위한 확대코어 및 램프상세도, 수장공사를 위한 콘크리트 부분(방수턱, 수벽 등)
- ◆ 단위세대 상세, 코어상세, 중심도 등
- ◆ 구조에서 결정할 수 없는 업무(주심도 및 설비개구부 등)

5. 구조도면의 체계

S-000:도면목록, 구조 특기사항, 설계하중, 구조계획서

S-100:기둥 중심, 기초배치, 각종 구조 평면도

S-200:거푸집(Form Work)도면 (코어 및 램프 평, 단면도)

- S-300:구조 입면도, 부분 단면 상세도
- S-400:기초 배근도
- S-500:기둥 배근도
- S-600:보 배근도
- S-700:벽체 배근도 (외벽, 내벽, 코아)
- S-800:슬래브 배근도 (바닥, 계단, 램프)
- S-900 : 철골 상세도 (주심, 접합, 입면, 데크)

6. 구조도면 실사례

- 1) 구조 평면도 (RC조, PC조, 철골조-각1매)
- 2) 구조 배근도 (기둥, 지하외벽-각1매)
- 3) 구조 상세도 (보 전개도-1매)

