

공사용도면 현황분석에 기반한 일반업무시설 실시설계도면 체크리스트 개선방안

Checklists for Construction Drawings of Office Buildings based on Working Drawing Analysis

이 범 구*
Lee, Beom-Koo

정 태 환**
Jung, Tae-Hwan

박 형 진***
Park, Hyung-Jin

구 교 진****
Koo, Kyo-Jin

요 약

현재 실시설계도면 작성과정에서 시간, 비용 등 제한조건으로 인해 실시설계도면 자체의 품질저하가 발생하고 있으며, 시공상세도는 표준화된 기준이 없이 임의적으로 작성되고 프로젝트 완료 후 대부분이 폐기가 되어 설계단계로 피드백 되지 않아 실시설계도면 품질저하의 악순환이 초래되고 있다. 본 연구에서는 실시설계도면과 시공상세도의 품질 향상을 위하여 일반업무시설에 대한 기존 실시설계 체크리스트를 기본으로 공사현장에 요구되는 정보와 시공상세도를 반영하고, 설계자의 설계도면 구성 분류에 따른 검토항목과 시공자의 공사별 분류 방법에 따른 검토항목을 상호 연계함으로써 시공성을 반영한 실시설계도면 체크리스트 개선안을 제시하였다. 실시설계도면과 시공단계가 연계된 공사별 통합 체크리스트의 활용성을 위해 인덱스 매트릭스를 개발하였으며, 실무전문가를 대상으로 심층면담조사를 통해 유효성을 확인하였다.

키워드 : 업무시설, 실시설계도면, 시공상세도, 체크리스트, 인덱스 매트릭스, 시공성

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설의 전체 프로세스 중 설계가 차지하는 비중은 매우 크고 중요하다. 그러나 우리나라 건설산업 구조나 외형적인 판단 등 시공 위주의 진행으로 설계분야는 시공분야에 비하여 간과되고 있는 것이 현실이다(김예상 2005). 건설 프로세스 중 설계단계의 성과물인 도면이나 시공상세도 등의 도서는 사업비와 시공품질을 결정하는 매우 중요한 요소이기 때문에 현재 건축사사무소에서는 설계진행 단계에서 항목별로 체크리스트를 사용하여 관리 하고 있다. 그러나 이 단계에서는 설계오류에 대한 검토는 잘 이루어지지 않고 있으며, 그 결과로 공사현장에서 설계오류로 인한 설계변경을 빈번히 발생시킨다. 이러한 점은 공사비 증가를 야기하고 그로 인한 계약자 상대 간 분쟁을 발생시키기도 한

다. 따라서 공사착수 이전에 실시설계도면의 품질을 개선한다면 상당수의 시공단계 설계변경을 사전에 예방할 수 있으며 결국은 공기와 공사비 절감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 실시설계도면의 품질을 향상시키면서 시공단계에서의 설계변경을 최소화하고 시공품질과 시공성을 위하여, 현재의 시공성이 반영된 실시설계도면 체크리스트에 대한 개선안을 제시하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 실시설계 체크리스트 개선안 도출을 위하여 2009년 3월 현재 공사가 완료되거나 진행 중에 있는 중·대규모의 일반업무시설 중, 국내의 건축사사무소가 설계를 수행한 11개의 프로젝트를 대상으로 조사, 분석 하였다. 기존 체크리스트의 문제점 도출을 위한 면담조사는 건축사사무소 팀장 이상, 실무 관리

* 일반회원, 한미파슨스 주식회사 부장, 공학석사, bklee@hanmiparsons.com

** 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 석사과정, jungtthh@nate.com

*** 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과, 공학석사 archiphj@naver.com

**** 종신회원, 서울시립대학교 건축공학과 교수, 공학박사(교신저자), kook@uos.ac.kr

자, 공사현장 공사과장 또는 현장소장 그리고 건설사업관리자 중 설계관리 담당자를 대상으로 하였고, 연구의 범위는 실무자 면담에서 도출된 창호공사와 방수공사를 중점적으로 연구하였다.

개선 체크리스트 작성을 위하여 관련 규정과 선행 연구문헌, 기본·실시설도서의 내용을 조사하였으며 실무자 면담을 실시하였다. 또한 사례를 통하여 공사용도면의 구성과 분야별 생산량을 분석하였으며 이러한 과정을 통해 체크리스트 개선안을 도출하였다. 개선안 도출 후 관계 전문가의 면담조사를 통하여 연구 내용을 검증하였고 끝으로 결론과 향후 연구 과제를 제시하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 실시설계

설계업무는 일반적으로 기획설계와 계획설계, 기본설계 그리고 실시설계로 구분되어 진행된다(건설기술관리법). 그 중 '실시설계'는 기본설계를 바탕으로 하여 입찰, 계약 및 공사에 필요한 설계도서를 작성하는 업무로서 실제로 공사가 가능한 설계도서를 완성하는 단계의 설계를 말한다(우유미 2007). 실시설계도서는 설계도면과 공사 시방서, 공사비 내역서, 관련 계산서 등으로 구성되어 있다. '실시설계도면'은 건축사가 자기책임하에 건축물의 건축·대수선, 건축설비의 설치 또는 공작물의 축조를 위하여 건설기술관리법시행령(제38조)에서 규정한 단계에 따라 작성한 설계도서 중 시방서나 각종 계산서 등을 제외한 도면을 말한다.

2.2 설계 체크리스트

'체크리스트'의 정의는 일반적으로 일정한 계획의 수립이나 작업의 진행에 있어서 고려해야 할 중요점이나 사항 절차들을 리스트화 한 것이다. 설계분야에서의 체크리스트는 설계 전 과정에서 고려하고 점검해야 할 사항들을 체계적으로 순서에 맞게 정리하여 검토를 가능하게 하는 것이다(유승환 2005).

미국의 경우에는 Working Design Manual, Housing Design Check List 등 다양한 설계체크리스트가 만들어 지고 있고 체크리스트들은 설계도면을 평가하면서도 디자인에 관련된 세부사항을 체크하는 것이 아니라, 디자인 의도를 유지하며 정보의 정확성만을 체크하는 것이 특징이라고 할 수 있다(정대용 2000). 일본의 경우에는 '建築設計實務의 チェックシート', '建築實施設計圖書 作成基準' 등 도쿄건축사회, 일본건축가협회를 통하여 출판물에 의한 체크리스트가 널리 보급되어 활용되

고 있다. 일본의 체크리스트는 검토자가 설계의 포괄적인내용과 도면에 포함되어야 할 사항을 항목별로 누락됨이 없이 체크할 수 있는 특징을 가지고 있다(東京建築士會, 2003).

2.3 시공상세도 및 시공성

'시공상세도(Shop Drawing)'는 공종별로 세분화하여 작성한 상세 설계도면을 말한다. 시공상세도는 실시설계도면에 누락된 경우와, 공법이나 자재의 변경 또는 상세 사항을 알려줄 때 그리고 도면작성 시 공종별 간섭이 발생하는 경우에 시공 순서와 상세한 공사 방법을 제시하므로 재시공에 따른 비용 절감과 품질을 향상시키고자 할 때 필요하다(정보선 2008). 또한 작업자에게 정확한 지시가 가능하므로 정밀시공이 확보되며 작업자와 시공자의 의사소통 수단이 된다. 이러한 시공상세도는 법적절차나 기준 없이 임의적으로 작성되고, 프로젝트 종료시 보존되지 않고 폐기되어 피드백이 이루어지지 않고 있는 것이 현실이다.

오늘날 공기·비용·품질 등의 시공 측면을 설계단계에서 충분히 고려해야 한다는 시공자의 요구가 높아짐에 따라 설계와 시공의 정보를 어떠한 방법으로 원활하게 할 것인지에 대한 방법을 필요로 하게 된다. '설계자의 업무에 의하여 나타나는 성과품을 시공단계에서 얼마나 효율적으로 활용할 수 있게 할 것인가'를 시공성 향상의 궁극적인 목표로 하고 있는 미국과 영국, 그리고 일본에서는 시공성 개념을 다음의 표 1과 같이 정의하고 있다.

표 1. 외국의 '시공성' 정의

국가	정의
미국	'전반적인 사업 목적을 달성하기 위한 계획, 설계, 조달 및 현장 작업의 건설지식과 경험을 적절하게 사용하는 것' (Construction Industry Institute)
영국	'완성 건축물에서 요구되는 모두를 만족시키는 것을 전제로 하여 건축물의 설계업무가 시공을 간단하도록 하는 정도' (Construction Industry Research and Information Association)
일본	'생산설계'라는 용어를 사용하여 '경제성, 품질의 안전성 등의 관점에서 설계를 재검토하고 시공의 현실성을 도모하는 것' (古坂秀三)

3. 공사용도면 및 기존 체크리스트 분석

3.1 공사용도면 현황 및 문제점 분석

'공사용 도면(Working Drawing)'이라 함은, 건축법시행규칙(제1조 2항)에서 규정하는, 공사에 필요한 서류인 설계도서 중 도면을 말하며, 여기에는 공사 발주를 위한 입찰도면(Bidding Drawing)과 건축사가 작성하여 건축주에게 납품하는 실시설계도면(Construction Drawing), 공자가 공사 중 필요에 의하여

작성하는 시공상세도(Shop Drawing)를 포함한다.

본 연구는 2009년 3월 현재 공사가 완료되거나 진행 중에 있는 중·대규모의 일반업무시설 중, 국내의 건축사사무소가 설계를 수행한 프로젝트를 대상으로 하였다. 실시설계도면의 분야별 생산량과 시공상세도 분석을 위하여 국내 건축사사무소가 수행한 11개의 프로젝트 사례와 실시설계도면이 완성된3개의 프로젝트를 조사하였다.

실시설계도면에서의 상세도면은 현장에서 쉽게 알 수 있도록 확대하여 작성하는 도면으로서, 작성부위가 누락될 경우 현장작업자는 공사에 대한 이해가 부족하게 되어 재작업으로 인한 공사의 품질저하와 잦은 설계변경 등의 문제를 발생시킬 수 있다. 이를 확인하기 위하여 대상 11개의 프로젝트에 대한 실시설계도면 생산량을 표 2와 같이 조사하였다. 전체생산량 대비 상세도면이 51%로 가장 높고, 설계개요와 재료마감표 등의 개요사항이 16% 그리고 기본도면과 창호도가 각각 14%로 나타났다. 조사결과 프로젝트에서의 실시설계도면, 상세도면 생산량은 부족하지 않은 것으로 나타났다.

표 2. 도면의 구성 및 분야별 생산량과 비율

구성 프로젝트	개요			기본도면			상세도면			창호도	기타		생산량 (매)
	목록	개요	재료	평면도	입면도	단면도	평단면	단면	전개 / 상세		정화조	특수	
P01	3	7	4	8	2	1	4	-	8	4	1	4	48
P02	4	7	5	18	10	5	3	34	25	29	8	-	148
P03	2	8	8	9	4	2	17	8	11	13	1	-	83
P04	1	6	5	10	2	3	11	5	9	10	6	3	71
P05	2	14	7	10	4	2	16	25	27	28	5	3	143
P06	4	13	9	9	3	2	34	12	18	36	9	-	149
P07	4	32	7	9	3	2	24	16	48	38	2	6	191
P08	6	11	9	10	3	6	57	21	15	15	-	18	171
P09	3	10	6	17	2	2	53	66	39	10	2	20	230
P10	1	37	10	22	4	2	22	57	46	20	-	6	227
P11	2	7	10	18	2	2	31	53	45	30	7	5	212
합	32	152	80	140	39	29	272	297	291	233	41	65	1,673
비율	16%			12%			51%			14%	7%	100%	

시공상세도 작성이 미비할 경우 현장에서 시공성을 떨어뜨리는 중요 요인이 될 수 있다. 이러한 점을 알아보기 위하여 시공상세도의 작성 실태를 조사하였다. 시공자에 의한 상세도면 검토항목과 최근 3년 이내에 완공된 3개 현장(C, F, G)에 대하여 시공자가 승인을 요청하거나 혹은 감리단이 승인한 시공상세도 목록(작성항목)과 비교하여 표 3와 같이 정리하였다.

표 3. 시공상세도 검토항목과 시공상세도 작성항목 비교

검토항목	공통	가설	기초	골조	철골	조적	미장	방수	단열	타일	창호	외벽	금속	지붕	수장	포장	기타	소계
	(3)	(2)	(4)	(7)	(1)	(5)	(4)	(4)	(2)	(3)	(9)	(8)	(4)	(2)	(12)	(3)	(5)	(78)
C	3	2	3	5	1	5	4	3	2	3	8	5	4	2	11	1	3	65
F	-	-	2	3	1	1	-	1	-	2	8	4	3	-	1	2	3	31
G	-	-	-	2	-	2	-	2	-	2	5	1	3	-	4	1	1	23

조사결과 사례 C의 경우는 시공상세도 검토항목보다 약간 부족한 수준으로 작성이 되었고, 사례 F, G의 경우는 시공상세도 검토항목보다 작성항목이 절반도 못 미치는 부족한 상황 이었다. 이것으로 현장에서 필요로 하는 시공상세도가 충분히 작성되지 않고 있다는 것을 알 수 있다.

3.2 실시설계도면 체크리스트 사례 분석

설계자가 설계업무를 수행하면서 자체적으로 검토하는 항목이 무엇이고 어떤 분야를 중점적으로 재확인 하는지를 조사하기 위하여 직원 수 200인 이상인 건축사사무소 세 곳에서 현재 사용하고 있는 각각의 체크리스트를 사례를 수집하여 분석하였다. 체크리스트의 항목은 “설계도서 작성기준(건설교통부고시 제 1996-130호, 1996)”에 따라 분류하였으며 이 기준에 포함되지 않는 내용은 ‘기타’와 ‘시공성’으로 구분하여 총 11개 항목으로 분류하였고, 이를 정리한 표는 다음 표 4와 같다.

표 4. 분석을 위한 실시설계도면의 체크리스트 구분

구분	작성 도서	
개요	① 총괄	표지, 도면목록표
	② 개요	배치도, 안내도, 주차/조경/우·우수 계획도, 면적표
	③ 재료관련	재료마감표, 상세도
기본도면	④ 평면도	각 층 평면도
	⑤ 입면도	정면도, 배면도, 좌·우 측면도
	⑥ 단면도	중·횡 단면도, 주단면 상세도
상세도면	⑦ 전개도	천정평면도, 입면 전개도, 바닥 패턴
	⑧ 평·단면 상세도	개별 실 평면/단면상세도, 수직동선 관련 상세도, 서터/핏트/ 발코니 등의 부분상세도
⑨ 창호관련	일람표, 상세도	
⑩ 정화조 및 특수	소음, 방진, 음향, 주방, 장식품 등	
⑪ 시공성 및 기타	철근콘크리트, 조적, 방수, 단열 등	

3개 프로젝트의 체크리스트 사례를 분석한 결과, 설계자가 실시설계를 진행하면서 각각 339개와 466개, 315개 항목에 대하여 자체적으로 검토를 수행하였으나, 이 중 57.5%와 56.4%, 62.9%는 현장에서의 실제 시공성을 위한 검토보다는 설계도면 자체의 품질 향상을 위한 것으로 표 5를 통하여 알 수 있다.

표 5. 실시설계도면 검토 항목

설계사 분류	A				B				C				
	계	DQ	CQ	MM	계	DQ	CQ	MM	계	DQ	CQ	MM	
개요	총괄	5	4	1	0	0	0	0	0	4	4	0	0
	개요	25	16	3	6	66	44	17	5	23	22	0	1
	재료관련	18	9	7	2	20	16	3	1	13	11	2	0
기본도면	평면도	43	27	5	11	50	36	12	2	46	34	3	9
	입면도	7	6	0	1	15	12	3	0	10	9	0	1
	단면도	20	17	3	0	9	9	0	0	14	12	1	1
상세도면	전개도	10	7	3	0	23	8	13	2	14	9	3	2
	상세도	71	42	8	21	209	98	68	43	100	64	20	16
참호관련	32	22	8	2	54	32	16	6	25	15	6	4	
정화조및특수	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
시공성및기타	108	45	59	4	20	8	12	0	66	18	39	9	
계	항목수	339	195	97	47	466	263	144	59	315	198	74	43
	비율(%)	100	57.5	28.6	13.9	100	56.4	30.9	12.7	100	62.9	23.5	13.6

DQ : 도면 작성에 있어서의 충실도와 계획적인 측면, 법적 저촉사항 등의 검토사항
(표기의 오류나 누락, 상호간 불일치)

CQ : 시공품질: 공사비, 공종간 불일치, 공정 등의 시공성 검토사항

MM : 원공 후 사용자를 위한 검토사항

‘설계품질’과 관련한 지적 내용은, 설계자의 주의 부족에 의한 단순실수와 도면 상호간의 불일치, 관례에 의한 누락사항으로 구분할 수 있다. 설계자의 주의 부족이나 실수에 의한 것은, 도면에 실명이나 상세도면·단면도의 번호 누락, 확대평면도와 전체도면과의 불일치, 마감 재료의 상호 불일치 등으로서 이는 설계도면 납품 이전에 전반적으로 체크를 실시한다면 개선될 것으로 판단된다.

3.3 면담을 통한 현황조사 및 문제점 분석

3.3.1 조사 개요 및 내용

건축사사무소가 작성하여 납품하는 실시설계도면의 만족도와 문제점을 조사하기 위한 면담은 건축사사무소의 팀장 이상 실무 관리자 4인과 공사현장의 공사과장 또는 현장소장 3인 그리고 건설사업관리사에 근무하는 설계관리담당자 4인을 대상으로 실시하였다. 면담자의 경력은 10년 미만이 2인, 10년 이상 20년 미만이 4인, 20년 이상 30년 미만이 4인 그리고 30년 이상이 1인으로서 이들 11인의 평균 경력은 17년4개월이며, 이 중 5인이 건축사면허를, 3인이 기술사 자격증을 보유하고 있었다.

설계자와 시공자, 건설사업관리자를 구분하여, 실시설계도면 전반에 대한 평가와 충실도, 완성도, 필요한 도면이 작성되었는지의 여부 등을 조사하였다. 또한 기존 실시설계 체크리스트에서 보완되어야할 공정에 대하여 공통적으로 질의하고 마지막으로 실시설계도면의 현안에 대한 문제점을 해결하기 위한 방법을 제안하도록 요청하였다.

3.3.2 면담조사 결과 및 분석

설계자의 실시설계도면 전반에 대한 만족도와 실시설계도면의 품질 중 완성도에 대한 만족도 평가에서 3인은 보통으로 1인

은 불만족으로 답변하였다. 면담자가 속한 설계사무소 직원 구성원 중 현장실무 경험이 있는 직원, 건설회사 출신 직원의 비율은 모두 10%미만으로 답변하여 현장에서의 실무 경험이 부족한 상태에서 도면작업이 이루어지는 것으로 나타났다. 또한 설계를 진행하면서 협력사와 협의 사항 중 설계 용역비와 설계 기간에 대하여는 4인 모두 불만족으로 답변하였으며, 설계용역비나 설계 기간이 설계품질에 영향이 있는지에 대하여 3인은 상황에 따라 다르다고, 1인은 영향이 많다고 답변하였다.

실시설계도면의 완성도나 품질의 개선이 이루어지지 못하는 데에는 첫째 건축사사무소 자체의 품질관리가 이행되지 않고 있고, 둘째 프로젝트 관리능력이 있는 전문가를 확보하지 못하는 데에 원인이 있다는 견해를 나타내었다. 기타 설계자 입장에서 설계도면의 충실도와 완성도가 부족한 것은, 설계진행 중 건축주 요청에 의한 변경사항이 많이 발생하고, 많은 건축사사무소가 영세하여 설계사무소 구성원의 기술과 전문성을 높이는 데에 어려움이 있으며, 설계도면은 단순히 허가를 득하기 위한 서류로 보는 발주자의 인식 그리고 도면에 의한 정밀시공보다는 자신의 기술력을 신뢰하는 건설기술자의 의식수준을 사유로 들었다.

공사용도면 중에서 보완해야 할 주요공종 3가지를 제시하라는 물음에 대하여 표 6과 같이 창호·알미늄·유리등의 창호공사(10인)와 철근·철골·콘크리트·거푸집공사 등의 골조공사(9인), 방수공사(5인), 타일 및 석공사(4인)가 보완되어야할 주요 개선필요 공종이라는 의견을 제시하였다.

표 6. 공종별 보완요구·중요도 평가

공종	상세사항	설계자	시공자	건설사업관리자	계
가설	공통가설, 가설	0	1	0	1
토공사 및 기초	터파기 및 흙막이, 우·오수 관련도면	0	1	0	1
골조	철근 철골콘크리트, 거푸집	4	2	3	9
방수	조적, 미장, 방수	1	2	2	5
타일·석	타일, 석공사	2	0	2	4
창호	창호, 유리, 알미늄	4	2	4	10
금속지붕	난간, 경량벽체, 등기구, 커튼박스, 홀통	1	1	0	2
수장	바닥 비닐계타일, 흡음 천정판	1	1	1	3
포장	시설물, 도로 및 주차장 포장	0	0	0	0
기타	운송설비, 장비	0	0	0	0
합계		18 *무응답2	9	12	37

또한, 면담자들은 실시설계도면의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 공종별·공사별·설계분야별로 검토해야 할 주요 항목들을 크로스 체크하여 표기의 오류나 누락을 최소화해야 한다는 의견을 제시하였다.

4. 실시설계도면 체크리스트 제안

4.1 체크리스트 도출 프로세스 및 개선방향

본 연구에서 제안하는 체크리스트 개선 도출 프로세스는 그림 1과 같이 건축사사무소에서 사용하고 있는 기존의 설계체크리스트를 기본으로 하였다. 여기에 시공자가 시공상세도 검토사항, 감리자가 검측요청서에 의거하여 현장에서 확인하는 사항 및 건축공사 표준시방서에서 요구하는 사항, 건설사업관리자가 검토하는 사항들 중에서 설계자에 의하여 최종 납품되는 공사용도면에 반영되어야 할 사항을 보완하였다.

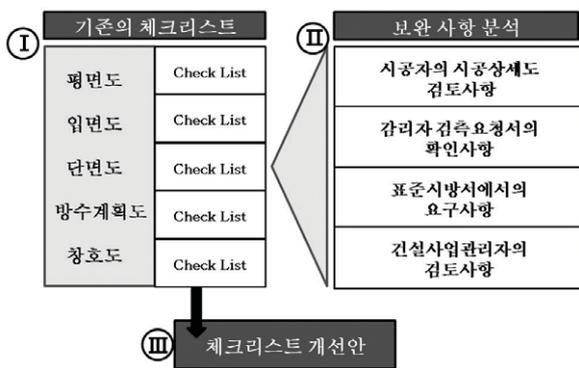


그림 1. 체크리스트 개선안 도출 프로세스

체크리스트 개선안 구조는 그림 2와 같이 공사용도면의 품질을 향상시키고 설계사별로 동일한 수준의 도면이 생산되도록 하기 위하여 기존의 체크리스트와 공사용도면에 반영해야 할 사항들을 취합한 체크항목들을 설계품질과 시공품질로 분리하였다. 설계품질과 관련한 검토항목들은 평면도·입면도·단면도 등의 기본도면과 방수관련도면, 창호관련 도면 등의 도면분류에 따라서 분류하였다. 시공품질 및 유지관리와 관련한 검토항목들은 계획적인 측면과 시공적인 측면, 자재·장비등의 제품측면, 타공종과의 간섭여부 측면으로 분류하였으며 이를 다시 도면분류 방법에 따라 세분하여 크로스 체크가 될 수 있도록 분류하였다.

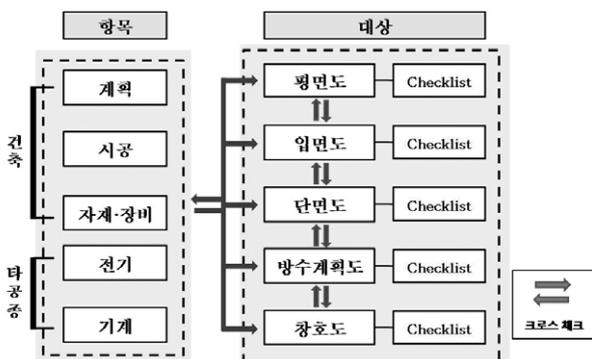


그림 2. 체크리스트 개선안 구조

체크리스트 개선안 도출을 위하여 다음의 사항을 고려하였다. 첫째, 설계분야별·공종별·공사별로 검토해야 할 주요 항목들이 크로스 체크되어 표기의 오류나 누락이 최소화되도록 한다. 둘째, 현장에서 필요로 하는 공법, 시공성이 반영된 설계도면이 작성되었는지 확인 가능하도록 한다. 셋째, 시방서나 설계설명서, 구조계산서 등의 도서와 설계도면과의 상이점이 없는지 여부를 확인할 수 있도록 한다. 넷째, 건축주의 요구 사항과 관련 법규에 저촉되지 않았는지 여부를 확인할 수 있도록 한다.

본 연구에서는 공사용도면 현황분석 및 사례조사, 실무자 면담(3.3절)에서 도출된 '기존 체크리스트에서 보완되어야할 주요 공종 3가지'인 창호공사, 골조공사, 조적·방수공사를 선정하였다. 3가지 공정 중 구조도면까지 검토해야하는 골조공사와 공종 관련 건축 전도면을 검토해야하는 조적공사를 제외한 창호공사, 방수공사 체크리스트를 중점적으로 개선하였다.

4.2 체크리스트 개선안

창호공사의 체크리스트 개선안은 기존 건축사사무소의 실시 설계 체크리스트 항목 29개와 표준시방서의 규정 1개, 건설사업 관리자의 체크리스트 20개, 시공자에 의한 시공상세도 11개, 감리자에 의한 검측요청서 26개, 감리업무수행지침서의 검토항목 16개를 통합한 후 이 중 설계도면에 반영되어야할 항목을 선정하고 이를 설계 관련분야와 공사의 공종별로 분류하였다. 이렇게 분류된 체크리스트를 표 7과 같이 실시설계도면 작성규정에 따라 평면·입면·단면·창호도, 표준시방서를 기준으로(RC·조적·미장·방수·창호·유리공사 등) 분류하였고, 검토 항목들을 체크리스트 사례와 관련분야에서 상호 크로스 체크하여 검토할 수 있도록 작성하였다.

표 7. 창호공사 관련 체크 항목 (일부)

체크리스트 사례						검토항목	관련 분야			
I	II	III	IV	V	VI		평면	입면	단면	창호
			●			회전문은 계단으로 부터 2m 이상 띄울 것	■			
			●			그릴의 위치 및 유티크기 확인		■		■
			●			화장실 등 기압차가 다른 실의 문 하부에 그릴 설치				■
			●			배연창 유티 개구부면적 확인	■	■		■
		●			●	Frame Size가 벽체 두께보다 작거나 크지 않은가	■		■	■
		●				방화구획에 따라 방화문이 설치되는가	■			■
		●				창호 타입별 설치 위치가 적정하지	■			■
●						창호입면과 List 및 외부 입면 등 형태의 동일 여부		■		■

- I. 건축사사무소의 실시설계 검토 List
- II. 표준시방서의 작성 규정
- III. 건설사업관리자의 검토 List
- IV. 시공상세도
- V. 검측요청서의 검토 List
- VI. 감리업무수행지침서의 검토 항목

체크항목 작성과 더불어 공법, 시공성이 반영된 관련분야(평면, 입면, 단면 창호)의 개선 체크리스트를 작성하였다. 표 8은 상호 크로스 체크리스트(표7)를 이용하여 작성한 개선 체크리스트의 일부로서 벽체에 설치되는 창호의 높이가 적정하지 여부, 천정고 확보 등 시공적 사항을 검토할 수 있는 창호공사의 단면도관련 개선 체크리스트이다.

표 8. 창호공사의 단면도 관련 개선 체크리스트(예)

구분	내용	
단면 (Ge)	표기 (D)	1. 치수 표기가 명확한가? - 개구부 외각, Frame 외각 2. 일람표와 상세도가 일치하는가? - Head, Jamb, Sill과 인접 마감과 일치 여부 - 바닥 Level 차 확인 3. 창호도, 평면도, 입면도, 전개도 등과 일치하는가? 4. 바닥 Level 차이가 있는 경우 범위, 위치 철저히 표기
	시공 (C)	1. 시공성을 위한 Open 크기를 고려하였는가 2. 외부에 면한 창호에 대한 조치: 실란트, 후레싱, Weather Strip 3. 설치 위치에 대한 Dimension 누락 여부 4. 유리커튼월 : 유리판 고정 접합부의 마감 처리 5. 이질재 접합부 방수, 방수처리 방법 6. 모체에 고정 방법
	계획 (P)	1. 벽체에 설치되는 창호(Grill)의 설치 높이 2. 설비용 점검구는 바닥으로부터 일정 치수 높여서 설치하였는가? 3. 방화구획이 필요한 실의 창호 적정성 여부 - 기계실, 전기실, 방재실, 피난계단 등 - 엘리베이터 전실 4. 셔터 설치부분의 구조 보와의 간섭유무, 셔터박스 설치 시 천장고 확인
상세 (S)	계획 (P)	1. 방음문이나 필요한 실의 창호에 필요한 조치를 하였는가?
	시공 (C)	1. 외부에 면한 창호에 대한 조치: 실란트, 후레싱, Weather Strip 2. 유리커튼월 : 유리판 고정 접합부의 마감 처리 3. 부재와 부재 연결부위 마감 방법

표 9. 창호공사 개선 체크리스트 인덱스 매트릭스

구분	공통	표기 (D)	계획 (P)	제품 (Ma)	시공 (Co)	타공종				
						구조 (St)	기계 (M)	전기 (E)	소방 (F)	
평면도 (WP)	평면도(Ge)	WPGe	PGeD	PGeP	PGeMa	PGeCo	PGeSt	*	*	PGeF
	기계(M)	WPM	*	WPMP	*	*	*	WPMM	*	WPMF
	전기(E)	WPE	*	WPEP	*	*	*	*	WPEE	WPEF
입면도 (WE)	입면도(Ge)	WEGe	WEGeD	WE GeP	*	*	*	*	*	*
	전개도(U)	WEU	WEUD	*	*	*	*	*	*	*
단면도 (WSe)	단면도(Se)	WSeGe	WSe GeD	WSe GeP	*	WSe Co	*	*	*	*
	상세도(S)	WSD	*	WSDP	*	WSD Co	*	*	*	*
창호도 (WW)	일반(Ge)	WGe	WGeD	WGeP	*	*	*	*	*	*
	창(W)	WW	WWD	WWP	*	WWCo	*	*	*	WWF
	문(D)	WD	*	WDP	WDMa	WDCo	*	WDM	WDE	WDF
	셔터(S)	WS	WSD	WSP	*	WSCo	*	*	WSE	*
	그릴(Gr)	WGr	WGrD	WGrP	*	WGrCo	*	*	*	*
	하드웨어(H)	WH	WHD	WHP	*	WHCo	*	*	*	*
유리(GI)	WGI	WGID	WGIP	WGIMa	WGICo	*	*	*	*	

* WP(창호도 평면), WE(창호도 입면), WS(창호도 단면), WW(창호도 창호) Ge(일반사항), M(기계설비), E(전기설비) F(소방설비) U(전개도), Se(단면도), W(창), D(문), S(셔터) Gr(그릴), H(하드웨어), GI(유리), D(표기), P(계획), Ma(재료) Co(시공), St(구조)

창호공사와 관련한 체크리스트 개선안을 설계분야에 따라 평면도와 입면도, 단면도, 창호도 관련항목으로 구분하고, 시공단계에서 재료·시공·구조·기계·전기·소방 등의 간섭사항을 체크할 수 있도록 분류하여 표 9과 같이 인덱스 매트릭스를 작성하였다.

방수공사의 체크리스트 개선안은 기존 건축사사무소의 실시 설계 체크리스트 항목 43개와 표준시방서의 규정 3개, 건설사업 관리자의 체크리스트와 시공자에 의한 시공상세도 각 8개, 감리자에 의한 검측요청서 6개, 감리업무수행지침서의 검토항목 12개를 이용하여 창호공사 개선안과 같은 방법으로 표 10을 작성하였다.

표 10. 방수공사 관련 체크 항목(일부)

체크리스트 사례						검토항목	관련 분야			
I	II	III	IV	V	VI		재료	평면	단면	방수
●						설계도면의 마감표(방수·방습)	■			■
●			●	●		수직·수평 직교부위 모서리 끝맺음의 처리			■	■
●						방수·방습층 보호상세(방수)				■
●				●		상세도의 시공부위(공통)			■	■
●						방수재의 이음방법				■
●						바탕면(모체)의 처리방법			■	
●						도막방수와 구획방수의 구분				■
●			●			사용자재의 특수시방 (사용시 주의점 특성)			■	■

- I. 건축사사무소의 실시설계 검토 List
- II. 표준시방서의 작성 규정
- III. 건설사업관리자의 검토 List
- IV. 시공상세도
- V. 검측요청서(TP(Inspection Test Plan, 검측요청서)의 검토 List
- VI. 감리업무수행지침서의 검토 항목

표 11. 방수공사의 재료마감표 및 평면도 관련 체크리스트 (예)

구분	내용		
재료 마감표 (Wam)	표기(D)	1. 설계도면의 마감표 확인(방수·방습) 2. 재료마감표와 방수계획은 일치 확인	
	계획(P)	1. 방수처리 시 방수범위 표기, 방수재의 선정 방수 공법, 돌출 구조물의 처리 표기 2. 트랜치, 드레인, 처마홈통, 선홈통의 위치, 규격, 개소를 표기하여 우수계획 명확히 반영 3. 지하층 바닥 배수계획 제시	
평면도 (Wap)	제품(Ma)	1. 방수재의 부위별 적용 종류, 공법, 연속성, 연장한계, 두께 등의 적정성 검토	
	일반 (Ge)	표기 (D)	1. 구배, DA 배수, 물끊기, 집수정의 위치, 규격 및 개소 표기 2. 배수가 필요한 부분의 Drain 및 구배가 표기되었는가? - 최하층에서의 배수 루트 확인 및 표기
		계획 (P)	1. 트랜치바닥방수, 드레인, 트랜치 등 설치여부 확인 설치 시, 우수트랜치와 기계실 트랜치 연결 불가 2. 지하층 외벽 내부의 마감재료 습기 고려 3. 주방배수를 위한 트랜치, 드레인 및 그라스트랩 설치 및 상세 검토
	기계 (M)	1. 기계실 바닥의 배수를 위한 시설 2. 장비설치 시 방수하자 대비	
전기 (E)	1. 전기실, 발전기실, 배터리실 등의 물차단방법 제시 2. 장비설치 시 방수하자 대비		

방수공사 체크항목과 더불어 시공성이 반영된 관련분야(재료 마감표 및 평면, 단면, 방수계획)의 개선 체크리스트를 작성하였다. 표 11는 방수공사 체크항목(표10)을 이용하여 작성한 개선 체크리스트의 일부이다. 배수계획, 방수공사의 범위 확인 그리고 방수재의 적용 부위별 종류와 공법에 대한 확인이 가능하도록 작성하였다. 평면도는 일반사항과 기계설비 및 전기설비로 구분하여 작성하였다.

방수공사와 관련한 체크리스트는 설계분야에 따른 분류로서 재료마감표와 평면도, 단면도, 방수계획도로 구분하였고, 시공성을 고려하여서는 재료와 시공성·기계·전기 등의 간접사항을 체크할 수 있도록 분류하여 표 12와 같이 인덱스 매트릭스를 작성하였다.

표 12. 방수공사 개선 체크리스트 인덱스 매트릭스

구분	표기 (D)	계획 (P)	제품 (Ma)	시공 (Co)	타공종			
					구조 (St)	기계 (M)	전기 (E)	소방 (F)
재료마감표 (Wam)	WamD	WamP	WamMa	*	*	*	*	*
평면도 (Wap)	일반 (Ge)	WapD	WapP	*	*	*	*	*
	기계 설비 (M)	*	*	*	*	Wap MM	*	*
	전기 설비 (E)	*	*	*	*	*	Wap EE	*
단면도/단면 상세도 (WaSe)	WaSeD	WaSeP	*	WaSeCo	*	*	*	*
방수계획도 (Wa)	Wad	Wap	Wama	Waco	*	*	*	*

* Wam(재료마감표), Wap(방수공사 평면), WaSe(방수공사 단면), Wa(방수계획도), Ge(일반사항), M(기계설비), E(전기설비)
D(표기), P(계획), Ma(재료), Co(시공), St(구조)

표 13. 개선 체크리스트 통합 인덱스 매트릭스의 구성

도면분류	도면 및 공종	검토항목	도면분류	도면 및 공종	검토항목			
평면도	일반사항	공통사항	단면도	일반사항	공통사항			
		표기		PG	창호공사	시공		
		계획		PGeP	방수공사	시공		
	창호공사	제품		PWGeMa	일반사항	표기	WGe	
		시공		PWC		계획	WGeP	
		구조		PWS		제품	문	WDMa
		소방설비		PWF			하드웨어	WHMa
	방수공사	기계설비		PWwM	유리	WGIMa		
		전기설비		PWwE	창	시공	WWC	
		입면도		일반사항		공통사항	E	소방
전개도	공통사항		EU	문	시공	WDC		
창호공사	시공		EC		기계설비	WDM		
방수계획도	일반사항		표기		WamGeD	전기설비	WDE	
			계획	WamGeP	소방설비	WDF		
			제품	WamGeMa	셔터	시공	WSC	
	표기		WamD	전기설비		WSE		
	재료마감표		재료마감표	표기	WamD	그릴	WGrC	
				계획	WamP	하드웨어	WHC	
제품				WamMa	유리	WGIC		

* WP(창호도 평면), WE(창호도 입면), WS(창호도 단면), S(구조) WW(창호도 창호) Ge(일반사항), M(기계설비), E(전기설비), U(전개도) F(소방설비), S(단면도), W(창), D(문), S(셔터), H(하드웨어), Gr(그릴) G(유리), D(표기), P(계획), Ma(재료) C(시공)

본 연구에서 제안하는 새로운 방식의 체크리스트는 하도급 공사를 수행하는 데에 필요한 사항들이 도면에 반영되었는지 여부를 크로스 체크할 수 있으며, 반영되어야 할 사항이 누락되었는지 여부를 확인할 수 있게 된다.

표 13은 창호공사, 방수공사의 통합 인덱스 매트릭스의 구성이다. 이러한 인덱스 매트릭스는 여러 체크리스트를 손쉽게 찾기 위해 검색하도록 하는 것으로 이용법은 다음과 같다. 만약 창호공사에서 단면도관련 체크리스트 중 계획부분을 검토를 할 경우 창호공사 개선 체크리스트 인덱스 매트릭스(표9)를 검토한다 (WSGeP가 이에 해당된다). 이것을 통해 표 8의 창호공사 단면도 계획부분(GeP) 1~4의 검토사항을 손쉽게 찾고, 그것을 검토하여 시공성을 반영할 수 있다.

4.3 전문가 면담을 통한 검증

1차 면담(3.3절)에서 도출된 개선방안과 현장 실무에서 필요로 하는 공종별 체크항목을 보완한 체크리스트에 대하여 2차 면담조사를 수행하였다(당초의 1차 면담자를 포함하여 건축사사무소 9인, 현장실무자 9인, 건설사업관리자 8인 등 총 26인). 설계자와 건설사업관리자(CM)에게는, 실시설계도면에서 검토되어지는 공종별 체크사항에 대한 견해와 시공성이 포함된 새로운 체크리스트를 제공한다면 이를 실무에 활용할 의향과 문제점은 무엇인지 여부 및 기대효과에 대하여 의견을 수렴하였다. 시공자에게는, 실시설계도면에서 검토되어지는 공종별 체크사항에 대한 견해와 개선된 체크리스트의 대한 만족 여부에 대한 의견을 물었다.

실시설계도면 검토를 위한 공종별 체크사항에 대하여 전체 26인 중 보통(7인)과 만족(14인), 매우만족(5인)하다는 견해를 나타내었다. 설계자와 건설사업관리자들은 새로운 체크리스트를 활용하거나(5인), 적극 활용할 것(4인), 상황에 따라 다를 것(8인)이라는 견해를 나타내어 이를 활용할 의향이 있음이 확인되었다. 그리고 현장에서의 만족도가 어떨지에 대하여 시공자와 건설사업관리자 17인 중 82.4% 인 14인이 효과가 많을 것이라고 답변하는 등 본 연구에서 제안한 실시설계도면 체크리스트 개선안에 대한 기대효과와 현장 실무자의 만족도는 높은 것으로 나타났다.

4.4 프로젝트 적용을 통한 검증

4.2에서 제시된 체크리스트 개선안을 실시설계도면에 적용하였을 때 나타나는 도면의 품질 변화를 확인하기 위하여 창호공사를 대상으로 2개 프로젝트에서 적용, 검증하였다. (표14 참조)

표 14. 검증 프로젝트 개요

프로젝트		규모 (지하/지상)	연면적: ㎡(평)	구조	기준층 (평면)
T01	삼성동 0빌딩 휴막이공사 진행 중	3/6	4192(1,268.10)	RC	3개층
T02	관양동 S빌딩 마감공사 진행 중	1/5	973.7(294.5)	RC	없음

창호공사의 체크항목은 전체 106개로서 이는 평면도(20개), 입면도(6개), 단면도(24개), 창호도(56개)와 관련이 있다.

평면도 관련항목(5개+창호도와 공통 15개)으로서는 Door Frame의 크기가 벽 마감이나 걸레받이 두께 미반영, 셔터설치 시 기둥이나 보 등의 구조물의 간섭으로 인하여 위치의 조정이 필요하거나 Guide rail이 벽체에 매립되지 못하는 경우 등 각각 16개 항목(T01)과 19개 항목(T02)의 표기 누락이나 상호 불일치, 계획의 오류 등이 나타났다.

또한 입면도 관련항목(창호도와 공통 6개)에 있어서는 유리의 두께 및 Color 표기 누락, 창호 형태의 상이, 문짝의 재질 표기 누락이나 상이 등 표기, 계획, 시공성 등에 있어서 각각 3개 항목(T10)과 5개 항목(T02)으로 나타났다.

단면도 관련항목(9개+창호도와 공통 15개)에 있어서는 Pipe Shaft 점검구를 바닥과 동일한 높이로 설치하는 것으로 표기하였거나 외기에 면한 Door 하부에 Sill 설치 또는 표기 누락, 그리고 경량칸막이 벽에 설치하는 보강상세 누락 등 14개(T01) 항목과 22개 항목(T02)의 표현이 불명확하거나 누락된 것으로 나타났다.

창호도 관련항목(56개)에 있어서는 A1.창호와 철제창호 접합부에 부식방지 조치가 누락되었거나 St's 창호 표면마감표시 누락, Door Hardware 표기 누락, 문짝의 내부 채움재 표기 누락 등 주로 시공성을 고려한 디테일 도면이 부족한 것으로 조사되었다(T01, T02 각각 37개 및 41개)

표 15. 검증을 통해 체크된 항목 수

구분	도면매수	체크된 항목 수				
		평면(20)	입면(6)	단면(24)	창호(56)	합계(106)
T 01	48	16	3	14	37	70
T 02	24	19	5	22	41	87

이상의 검증에서 나타난 표기누락이나 계획의 오류, 시공성 미반영 등의 체크된 항목들이 시공사 선정을 위한 현장설명회 이전의 실시설계도면에 반영된다면 공사계약 체결 후 설계도면으로 인하여 시공 중에 나타나는 설계변경과 이에 따른 공사비 증가, 공기연장 등 계약 상대방간의 분쟁을 최소화할 수 있을 것으로 판단되며 두 개의 프로젝트 공사관계자(현장소장 및 공사과장 각1인, 총4인) 모두 동일한 의견을 나타내었다.

5. 결론

실시설계도면의 완성도 부족과 품질의 미확보, 적정하지 못한 재료나 공법의 적용은 공사를 진행하면서 관계자의 불만을 초래하게 되고 설계변경의 발생이나 공사기간의 연장 요인이 된다. 시공단계의 이러한 요인들은 준공정산 시에 공사비 증가나 계약기간 연장의 문제점으로 나타나게 되어 건축주와 시공자 간 분쟁을 발생시키기도 한다. 그러나 이러한 문제점과 분쟁은 오류·누락이 없고 시공성과 유지관리성이 반영된 설계도면으로 공사를 수행한다면 발생되지 않으며 이는 실시설계단계에서 개선할 수 있는 사항이다. 이를 바탕으로 작성하여 제안한 체크리스트는 다음의 특징을 갖고 있다. 첫째, 설계자의 도면 분류에 따른 검토항목과 시공자의 공종별 분류 방법에 따른 검토항목이 크로스체크 되도록 상호 연계되었다. 둘째, 도면 표기의 오류나 누락, 타 공종과의 간섭이나 상호 불일치 여부를 도면별 공종별로 크로스 체크할 수 있다. 셋째, 디자인 의도나 계획대로 작업자가 공사를 수행할 수 있는지 즉, 실현 가능한 공법인지의 여부를 확인할 수 있다. 넷째, 시공상세도에 표현하는 내용과 현장 검측 시에 확인하는 사항, 표준시방서의 요구사항, 건설사업관리자가 보완 요청하는 사항들이 표현되었는지 여부를 확인할 수 있다.

본 연구는 시공성을 반영한 실시설계도면의 체크리스트를 제안한 것에 의미가 있다. 또한 제안한 내용은 일반업무시설의 창호와 방수공사에 대하여만 제시하였지만, 제시한 프로세스를 적용하여 타 용도의 시설과 공사에 있어서도 개선된 체크리스트를 작성할 수 있을 것이다. 또한 제시한 개선 체크리스트 인덱스 매트릭스를 전산프로그램화한다면 설계자와 현장의 관계자들은 이를 활용하여 더욱 용이하게 실시설계 도면을 체크하고 품질 높은 공사를 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국 건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2007년도 건설기술혁신사업(과제번호: 05기반구축 D05-1)의 지원으로 이루어졌음.

참고문헌

김예상 (2005), 미국의 설계경쟁력 어디에서 오나?, 보문당
이교선 (1996), “시공성 개선을 위한 설계 시공 접점의 정보”, 건

- 축, 제40권 6호, 대한건축학회, pp. 22~25
- 정대기, 김예상 (1998), “설계도서를 중심으로 한 설계품질 평가에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 구조계, 14권5호, pp. 363~370
- 정대용 (2000), 공사비용 절감을 위한 실시설계도면 체크리스트 평가항목 선정에 관한 연구, 단국대학교 대학원, 석사학위논문
- 이영호 (2006), “국제경쟁력 강화를 위한 건설공사 시공상세도 개선방안”, 건설기술정보 통권 276호, 한국건설기술연구원
- 조용훈, 이재훈, 이동렬 (1999), “공사전 도면검토를 통해 본 건축실시설계도면의 문제점 연구”, 대한건축학회 논문집 계획계, 제15권 12호, pp. 61~70
- 東京建築士會, (2003), 建築設計實務のチェックシート, 彰國社
- 日本建築家協會, 2005, 建築實施設計圖書作成基準, 彰國社
- Russell, J. S, K. E. Swiggum, et al. (1994), “Constructability Related To TQM, Value Engineering, And Cost/Benefits”, Journal of Performance of Constructed Facilities, 8(1), pp. 31~45
- Fischer, M, 1997, “Characteristics of design-relevant constructability knowledge”, Journal of Construction Engineering and Management, 123(3), pp. 253~260

논문제출일: 2009.10.30

논문심사일: 2009.11.06

심사완료일: 2010.05.12

Abstract

Currently the quality of construction drawings is deteriorated due to restrictions on time and costs allowed to the design phase. Moreover shop drawings are arbitrarily produced without the standard criteria, and cleared off after the completion of construction. As a result, the information of produced shop drawings is not feedback to the design phase, and the quality of the construction drawings become worse. This study proposes checklists that include information requested at construction sites and the shop drawings as well as the existing checklists for the construction drawings. The checklists integrate designer's check-items according to breakdown of drawings and contractor's check-items based on construction process. Index matrices of the integrated checklists is developed for practical application of the checklists, and validated through intensive interview with design and construction practitioners.

Keywords : *Office building construction drawing, shop drawing, checklists, index matrix*
