

재해예방을 위한 건축공사 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트

Occupational Health and Safety Risk Assessment Checklist for Preventing Accidents During Building Design Phase

한 병 수* · 홍 성 호** · 박 찬 식***

Han, Byoungsoo · Hong, Sungho · Park, Chansik

요 약

지금까지 건설재해를 예방하기 위한 건설공사의 안전관리는 시공단계에서만 활발히 수행되어 왔다. 하지만 사망재해의 15%가 작업자 안전에 부정적인 영향을 미치는 부적절한 설계에 의해 발생하였다는 점을 감안할 때, 설계(안)에 존재하는 안전 위험성을 조기에 발굴 및 평가하여 제거 및 최소화할 필요가 있다.

본 연구는 '안전을 위한 설계(Design for Safety)' 개념을 활용하여 설계(안)에 존재하는 안전 위험요소를 발굴 및 평가할 수 있는 체크리스트의 개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 영국 산업안전보건청(Health and Safety Executives)에서 활용하고 있는 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 구조, 활용절차 및 문제점에 관한 문헌연구를 수행하였다. 이를 통해 공간, 부위 및 공종별 안전 위험요소와 원인의 분류, 안전수준의 정량적 평가, 안전위험요소의 제거 및 최소화를 위한 안전설계지침 및 관련 안전기준을 반영한 새로운 안전 위험성 평가 체크리스트를 제안하였다. 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트는 건축공사 전반에서 발생할 수 있는 재해를 조기 예방하는데 있어 유용한 도구로 사용될 수 있다.

키워드 : 건설안전, 안전 위험성 평가, 안전을 위한 설계

1. 서론

영국은 시공자 중심의 안전관리에서 건설사업 전반에 걸쳐 모든 주체가 상호 협력하는 총체적 안전관리(Total Safety Management)로 패러다임을 전환하여 타 국가보다 월등히 높은 안전성과를 달성하고 있다¹⁾. 세계적 수준의 안전성과를 한국이 성취하기 위해서는 총체적 안전관리로 전환하기 위한 준비를 미리 할 필요가 있다.

총체적 안전관리의 전환은 발주자 및 설계자에게 부여될 새로운 안전책임과 역할, 건설사업 초기단계부터 시작되는 안전

관리업무, 설계단계 안전 위험성 평가방법으로 구성되는 안전관리 프로그램의 추가가 필요하다(Hinze et al. 1992, Gambateses et al. 2001, Behm 2005). 하지만 새로운 안전책임과 역할, 안전관리업무는 영국과 같이 오랜 기간 건설사업 참

1) 2003년 사망만인율(작업자 만명당 사망자수 비율)이 0.76로 한국의 1/4 배 수준인 영국은 세계 최고의 안전수준을 보이고 있다. 이는 1994년 CDM(Construction Design and Management) 규정과 이의 실행지침인 ACoP(The Approved Code of Practice)의 제정을 통해 시공자 위주의 안전관리에서 총체적 안전관리의 변화를 도모하였기 때문에 가능하였다. 실제로 총체적 안전관리의 적용을 통해 영국은 중대재해만인율(작업자 만명당 4일 이상의 중대재해자수가 차지하는 비율)이 68%, 일반재해만인율(작업자 만명당 4일 미만의 일반 재해자수가 차지하는 비율)이 60% 가량 감소하는 효과를 얻었다. CDM 규정과 ACoP의 핵심은 발주자, 설계자에게도 안전책임과 역할을 부여하여 계획-설계-시공-유지관리 전반에 걸친 안전관리 프로그램을 마련함으로써, 건설사업 전반에 걸쳐 모든 주체가 안전관리에 상호 협력토록 하고 있다는 것에 있다.

*일반회원, 건원엔지니어링, 공학석사, sonofgod007@hanmail.net

**일반회원, 대한건설정책연구원 책임연구원, 공학박사(교신저자), hsh3824@ricon.re.kr

***중신회원, 중앙대학교 건축학부 교수, 공학박사, cpark@cau.ac.kr

여자의 의견수렴과 동의를 거쳐야만 국내 도입이 가능하다. 반면에 설계단계에서 안전 위험요소를 발굴하여 해결하는 도구인 안전 위험성 평가방법은 현재 시공자 중심의 안전관리 프로그램에서도 충분히 운영 가능할 뿐만 아니라, 건설재해 예방을 위한 효과적 도구로 활용될 수 있다.

일부 국가도 안전 위험성 평가방법을 적용하고는 있으나 주로 적용범위가 시공단계에 국한되어 있다. 영국의 산업안전보건청(Health and Safety Executives)만이 설계자가 활용할 수 있는 안전 위험성 평가 체크리스트를 공중, 안전 위험요소, 원인, 위험수준(발생확률, 강도), 해결방안으로 구성하여 보급하고 있다. 하지만 영국 HSE의 체크리스트도 다음과 같은 이유로 인해 건설안전에 전문성이 부족한 설계자가 활용하기에 어렵다는 문제점을 지니고 있다. 첫째, 설계자에게 익숙하지 않은 공중(작업) 관점에서만 안전 위험요소, 원인, 위험수준 및 해결방안을 파악하도록 하고 있다. 둘째, 공중별 안전 위험요소와 원인을 설계자가 자신의 경험과 지식을 토대로 직접 작성토록 되어 있다. 셋째, 안전 위험요소별 위험수준에 관한 통계자료가 없어 설계자가 위험수준을 예측하기 어렵다. 넷째, 안전 위험요소를 예방하는데 효과적인 최선의 예방대책과 참고자료(각종 안전기준)가 없어 안전 위험요소별 대책강구가 어렵다. 만일 이와 같은 문제점을 지닌 영국의 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트를 도입한다면, 한국도 동일한 어려움을 겪게 될 것이다.

따라서 본 연구는 한국의 안전관리 프로그램이 총체적 안전관리로 전환하기 위한 방안의 하나로 건축공사에 한정하여 설계자가 안전 위험요소의 발굴·제거·최소화시 용이한 체크리스트를 개발하는데 목적이 있다. 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트를 개발하기 위한 절차는 다음과 같다.

(1) 문헌연구를 통해 영국 산업안전보건청의 안전 위험성 평가 체크리스트의 구조 및 활용방법을 고찰한다.

(2) 안전 위험성 평가 체크리스트를 개선한다. 안전 위험성 평

가 체크리스트의 개선방안은 다음과 같다. 첫째, 대표적 건설분류체계인 Maserformat과 Uniformat를 활용하여 안전 위험성 평가 체크리스트에 적합한 분류체계를 정립하여 설계자에게 익숙한 공간 및 부위를 추가한다. 둘째, 기존 연구에서 제시된 안전 위험요소 및 원인을 분석하여 분류체계에 따라 정리한다. 셋째, 한국산업안전공단 홈페이지(www.kosha.net)에 게재된 건설업 재해사례 중 최근 3년간(2001년~2004년) 발생한 총 500건을 분석하여 안전 위험요소별 위험수준에 관한 통계자료를 산출한다. 넷째, 기존 연구에서 제시된 안전 위험요소별 예방대책 및 참고자료(각종 안전기준)를 분석하여 분류체계에 따라 정리한다.

(3) 설계자가 사용하기 쉬운 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 구조와 활용방법, 그리고 국내에 도입하기 위한 제도적 방안을 제시한다.

2. 영국 HSE의 안전 위험성 평가 체크리스트

2.1 체크리스트의 구조 및 활용방법

설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트는 표 1과 같다.

공중명(작업명)은 설계에 의해 건설공사에서 수행될 공중이

표 1. 영국 HSE와 BAA의 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트

공중명 작업명	위험성 평가				해결방안
	안전 위험요소	원인	발생 확률	발생 강도	
철골 세우기	구조물의 부분적 붕괴	부적절한 가설 버팀대 등	중	상	· 시공절차 상세화 · 가설 상세도 작성

표 2. 발생확률과 강도의 평가기준

발생확률		발생강도	
상	매우 많이 발생	상	사망, 장기적인 장애를 일으키는 부상, 질병
중	많이 발생	중	단기적인 장애를 일으키는 부상, 질병
하	보통	하	기타 부상이나 질병

주: 상/상은 안전 위험요소의 위험수준이 치명적이므로 설계(안)이 반드시 수정되어야함을 의미한다.

표 3. 안전 위험요소의 제거 및 최소화를 위한 대안의 평가

대안 1		고정 사다리와 보도											
대안 2		이동 통로 platform											
		미		가능		기술		비용		시간		환경	
대안 1의 평가	항상 안전한 작업수단 제공	시각적인 침입		모든 지역으로의 영구적인 접근로 제공		부가적인 하중이 불분명함		낮은 초기비용·유지관리비용		짧은 설치시간 소요		명확한 영향 없음	
	평가	A	평가	C	평가	A	평가	B	평가	A	평가	A	평가
대안 2의 평가	항상 안전한 작업수단 제공	영구적으로 건물에 설치한 것이 없음		platform이 사용될 때, 좌석이 있는 지역이 정리될 필요가 있음		아트리움 구조의 부가적인 하중이 없음		높은 초기 비용·중간강도의 유지관리비용		해당 지역의 정리, 설치, 제거에 시간 소요		명확한 영향 없음	
	평가	A	평가	A	평가	B	평가	A	평가	B	평가	B	평가
평가 : A - 적절 B - 보통 C - 부적절													
최종결정		대안 1		대안 2		✓		설명 :					
서명		설계자				프로젝트 관리자				견적가			

다. 안전 위험요소와 원인은 해당 공종이 수행될 경우 발생할 수 있는 사고유형 및 원인을 말한다. 발생 확률과 발생강도는 해당 안전 위험요소가 발생할 가능성과 파급효과(인명 및 재산상 피해)를 표 2와 같은 기준에 의해 판단된 값이다.

설계자는 체크리스트를 활용하여 설계가 진행되는 동안 설계(안)에 존재하는 안전 위험요소와 원인을 자체적으로 작성하고 발생확률과 발생강도를 평가한다. 위험수준이 치명적이라고 판단되는 경우에는 허용할 만한 수준까지 저감하는 방안을 설계(안)에 반영한다. 안전 위험요소의 제거 및 최소화를 위한 대안 평가는 표 3과 같이 안전·심미성·기능성·엔지니어링·비용·시간 및 환경을 기준으로 이루어진다. 각각의 평가기준에 대해 대안의 적합성을 적절(A), 보통(B), 부적절(C)로 점수화한다. 최종결정은 대안 중에서 상기 평가기준에 가장 적합한 것을 결정하고, 이에 대한 동의를 구하기 위해 설계 참여자가 모두 서명한다. 이와 같은 과정은 설계가 완료될 때까지 지속적으로 진행된다. 만일 설계(안)의 수정을 통해 안전 위험요소가 제거 또는 최소화될 수 없을 경우에는 정리하여 시공자에게 전달한다.

3. 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트 개선

본 연구는 설계자가 사용하기 쉬운 설계단계 안전 위험성 체크리스트를 분류체계, 안전 위험요소 및 원인, 위험수준, 안전설계 평가기준 및 관련 기준으로 구성하였다. 이의 상세한 개발방법 및 내용은 다음과 같다.

표 4. 안전 위험성 체크리스트의 분류체계

	Masterformat	Uniformat														
		일반공사	토공사및대지공사	콘크리트공사	조적공사	금속공사	목공사	단열방수공사	창호공사	마감공사	장미및시설폐수공사	기구및비품설치공사	특수공사	운송설비공사	기계설비공사	전기설비공사
기초	표준기초	○	○	○												
하부구조	슬래브		○					○								
	지하굴착	○														
상부구조	지하벽		○	○					○							
	바닥시공		○	○	○											
	지붕시공		○	○	○											
외부	계단시공		○	○	○											
	벽		○	○	○	○			○	○						
내부	외부창호								○							
	분할			○		○	○			○						
운송설비	내부마감		○							○						
	장공사				○	○					○					
기계설비	운송설비시공												○			
	배관														○	
전기공사	HVAC														○	
	화재예방														○	
일반사항	서비스&분배기															○
	전력															○
장비	고정&가동	○														
	장비															○
특별시공																○

3.1 분류체계

안전 위험요소, 원인, 안전설계 평가지침, 관련 안전기준의 분류는 설계자가 익숙한 공간 및 부위로 대분류하고 여기에 포함되는 공종 및 작업을 중분류 하였다. 공간 및 부위의 분류는 Unifomat을, 공종 및 작업의 분류는 Masterformat을 활용하였다. 표 4는 본 연구에서 활용한 안전 위험성 평가 체크리스트의 분류체계를 보여주고 있다.

3.2 안전 위험요소 및 원인

영국 CIRIA(Construction Industry Research and Information association, 1997a), 미국 CII(Construction Industry Institute, 1996), 영국 CIC(Construction Industry Council, 2005)에서 제시된 각종 안전 위험요소와 원인을 상기 분류체계에 따라 정리하였다. 각 문헌에서 제시된 안전 위험요소, 원인 중에서 유사성이 높은 것은 하나로 통일하였다. 표 5는 각 문헌에서 제시한 공종(작업)별 발생 가능한 안전 위험요소와 원인을 예시로서 나타낸 것이다.

표 5. 기존 문헌에서 제시된 공종(작업) 안전 위험요소 및 원인(예시)

공종	위험요소	원인	
토공사및대지조성	CIRIA (1997)	추락	출입이 통제된 작업지역으로 진입
		설비의 이동	용이하지 않은 현장의 출입, 하중, 이동통로
		붕괴	오래된 구조물 존재
		지중 매설물	대지에 매설되어 있는 지중물
		충돌	비좁은 통행 지역으로의 양중/선적
	CII (1996)	진선	고압선 밑에서 작업 시 감전위험
		비상통로	사고 시 신속한 대응을 위한 비상통로 부재
		굴착	밀집된 작업 또는 부적절한 작업방법
	CIC (2005)	유해물질	부적절한 취급
	콘크리트공사	CIRIA (1997)	추락
소음진동			콘크리트의 압밀, 다듬기, 파괴
면지 흡입			콘크리트의 파괴, 천공, 절단, 다듬기
충돌			콘크리트 진동기, 콘크리트 펌프, 움직이는 기계장치의 접촉
유해물질			시멘트의 먼지, 비빔 콘크리트에 의한 피부자극
CIC (2005)		붕괴	반경대의 부재 불량한 작업방법 비계, 거푸집, 타설, 양생의 부적절성
		취급방법	단위부재의 무게, 형태 고소에서의 취급
		유해 물질	시멘트 취급, 석회모르타르 비빔, 화학적 그라우트, 첨가제, 먼지
		이동로	작업공간의 제약
		분쇄	단위부재의 설치·저장, 작업장소로의 운반 시 부적절한 운반 방법
조적공사	CIRIA (1997)	붕괴	버팀대가 없는 시공, 규격이 다른 단위부재의 저장 및 쌓기
		철과상/배입	단위부재의 절단면 및 트락 단위부재의 이음제
	CIC (2005)	추락	안전시설 미설치

3.3 안전 위험요소별 위험수준

안전 위험요소별 위험수준은 최근 3년간(2001년~2004년) 발생한 총 500건의 재해사례분석을 통해 산출하였다. 위험수준(Rci)은 식 1과 같이 안전 위험요소의 발생확률(Pci)과 발생강도(Ici)를 곱하여 산출된 값이다. 여기서 발생확률은 식 2와 같이 해당 공종에서 발생한 전체 재해건수에서 i 번째 안전 위험요소로 인해 발생한 재해건수가 차지하는 비율이며, 발생강도는 식 3과 같이 해당 공종에서 발생한 전체 노동손실시간에서 공종별 i 번째 안전 위험요소로 인해 발생한 노동손실시간의 비율이다. 위험수준의 값이 크다는 것은 재해의 발생가능성이 높고 작업자들의 피해가 크게 될 가능성이 높다는 것을 말한다. 예를 들면, 건물 기초부위에서 수행되는 토공사 및 대지조성 공종에서 추락으로 인한 재해건수는 9건으로 전체(36건)의 0.25이며, 노동손실시간은 100,500hr로 전체(336,000hr)의 0.29이므로, 위험수준은 두개의 값을 곱한 0.073이다.

$$Rc_i = Pc_i \times Ic_i \quad (식1)$$

$$Pc_i = \frac{\text{공종의 } i\text{번째 안전 위험요소로 인해 발생한 재해건수}}{\text{공종에서 발생한 전체 재해건수}} \quad (식2)$$

$$Ic_i = \frac{\text{공종의 } i\text{번째 안전 위험요소로 인해 발생한 노동손실시간}}{\text{공종에서 발생한 전체 노동손실시간}} \quad (식3)$$

표 6. 안전 위험요소별 위험수준(예시)

공간 부위	작업공종	위험요소	재해 건수	노동 손실일수	발생 확률	발생 강도	위험수준		
기초	표준기초	토공 및 대지조성	추락	9	100500	0.25	0.29	0.073	
			설비의 이동	5	25500	0.14	0.08	0.011	
			붕괴	6	84000	0.17	0.25	0.043	
		콘크리트 공사	지중매설물	6	51000	0.17	0.15	0.026	
			총돌	4	30000	0.11	0.09	0.001	
			진선	3	22500	0.08	0.07	0.006	
		조적공사	굴착	2	15000	0.05	0.04	0.002	
			유해물질	1	7500	0.03	0.02	0.001	
			추락	9	63000	0.40	0.39	0.156	
	슬래브	콘크리트 공사	먼지의 흡입	4	30000	0.18	0.18	0.030	
			총돌	5	52500	0.22	0.32	0.070	
			유해물질	1	15000	0.05	0.09	0.005	
		지하굴착	붕괴	3	22500	0.14	0.14	0.020	
			유해 물질	5	54000	0.38	0.37	0.141	
			이동로	3	48000	0.23	0.33	0.076	
하부구조	표준기초	붕괴	4	37500	0.30	0.26	0.078		
		철과심/베임	1	7500	0.08	0.05	0.006		
		추락	6	46500	0.46	0.50	0.230		
	지하굴착	토공사 및 대지조성	소음/진동	2	15000	0.15	0.16	0.024	
			총돌	1	15000	0.08	0.16	0.013	
			유해물질	1	7500	0.08	0.08	0.006	
	지하벽	콘크리트 공사	붕괴	3	22500	0.23	0.24	0.055	
			추락	7	63000	0.30	0.33	0.099	
			설비의 이동	8	61500	0.35	0.32	0.112	
		지하굴착	토공사 및 대지조성	붕괴	2	15000	0.09	0.08	0.007
				지중매설물	1	7500	0.04	0.04	0.002
				진선	1	7500	0.04	0.04	0.002
지하벽	콘크리트 공사	굴착	2	22500	0.09	0.12	0.011		
		유해물질	2	15000	0.09	0.08	0.007		
		추락	5	37500	0.45	0.19	0.086		
지하벽	콘크리트 공사	먼지의 흡입	2	22500	0.18	0.12	0.022		
		총돌	3	52500	0.27	0.27	0.073		
		붕괴	1	82500	0.09	0.42	0.038		

3.4 안전 위험요소별 안전설계 평가지침

안전설계 평가지침을 영국 CIRIA(1997b), 미국 CII(1996), 영국 CIC(2005)에서 제시된 안전설계지침을 분류체계에 따라 정리하였다. 표 6은 기존 연구에서 제시된 안전설계 평가지침 중 유사성이 높은 것은 하나로 통일하고, 한국의 상황에 적합하지 않은 것은 제외하여 도출된 안전설계 평가지침을 예시한 것이다. 표7은 기존 문헌의 안전설계 평가지침의 현황을 분류체계에 따라 정리한 것이다.

표 7. 안전 위험요소별 안전설계 평가지침(예시)

공간 부위	공종 (작업)	안전 위험요소	안전설계 평가지침	
기초	표준기초	토공 및 대지조성	추락	붕괴 위험지역 내 근로자 출입금지 구역 표시
			붕괴	노후된 인근 구조물 붕괴를 방지하기 지지대 설치 설계
			지중 매설물	공사장 인근 건물 지주위를 설계도면에 표시 기존 내력벽의 위치를 설계도면에 표기
		콘크리트 공사	추락	비계/거푸집 작업을 위한 가시설물 설계
			먼지 흡입	작업 시 발생하는 비산, 먼지 등을 제거하기 위한 환기구 설계
			총돌	작업장비 이동경로의 설계도서에 표시
	조적공사	이동로	이동로	현장에서 재료의 반입과 처리를 위한 이동로 설계
			붕괴	일일 최대 불룩쌓기 높이를 설계도서에 명시

3.5 관련 안전기준

설계자가 안전설계 평가기준을 설계(안)에 반영하기 위해서는 관련 안전기준의 검토가 필요하다. 표 8은 한국의 산업안전보건법, 산업안전기준, 고시 및 지침을 분류체계에 따라 정리한 예이다.

4. 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 활용

4.1 활용절차

설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 활용절차는 그림 1과 같다. 먼저 첫째, 설계자는 설계 수행된 공간·부위·공종을 안전 위험성 평가 체크리스트의 (A), (B)영역에서 확인한다. 또한 공간·부위·공종에서 발생 가능한 안전 위험요소를 체크리스트의 (C)영역을 참고하여 파악한다.

둘째, 해당 안전 위험요소의 위험수준을 체크리스트의 (D)영역을 참조하여 종합적으로 검토한다. 또한 체크리스트 (F)영역의 위험수준별 안전설계 평가기준을 확인한다. DOE(1996)에 따르면 위험수준이 0.49 이상이면 안전 위험요소를 제거하는 방안, 0.09 이상 0.49 미만인 경우에는 차단방안, 0.09 미만이면

최소화 방안을 마련해야 한다.

셋째, 위험수준별로 제시된 안전설계 평가기준(제거, 차단 및 최소화 방안)에 따라 설계(안)이 작성되었는지확인한다. 기 작

표 8. 분류체계에 따른 안전설계 평가지침의 현황

Uniformat Level 1	Uniformat Level 2	Masterformat	안전설계 평가지침		
			CIRIA (1997)	CII (1996)	CIC (2005)
기초	표준기초	토공사 및 대지조성	○	○	○
		콘크리트공사	○		○
		조적공사	○		○
하부구조	슬래브	콘크리트공사	○		○
		단열방수			
	지하굴착	토공사 및 대지조성	○	○	○
		콘크리트공사	○		○
		조적공사	○		○
지하벽	단열&방수공사				
	콘크리트공사	○	○	○	
상부구조	바닥시공	콘크리트공사	○	○	○
		철골공사	○		
		목공사	○		○
	지붕시공	콘크리트공사	○		○
		철골공사	○		
		목공사	○		○
	계단시공	콘크리트공사	○		○
		철골공사	○		
		목공사	○		○
외부	벽	콘크리트공사	○		○
		조적공사	○		○
		철골공사	○		
		목공사	○		○
		단열&방수공사			
	마감공사	○	○	○	
외부창호	창호공사	○	○	○	
내부	분할	조적공사	○		○
		목공사	○		○
		창호공사	○	○	
	내부마감	잡공사			
		콘크리트공사	○		○
목공사	○		○		
마감공사	○	○	○		
운송설비공사	운송설비공사	○			
기계설비	배관	기계설비공사	○	○	
	HVAC	기계설비공사	○	○	
	화재예방	기계설비공사	○	○	
전기설비	특별기계설비	기계설비공사	○	○	
	서비스&분배기	전기설비공사	○	○	
	점화&전력	전기설비공사	○	○	
특별전기설비	특별전기설비	전기설비공사	○	○	
	일반시공	일반공사			
장비	고정&가동 장비	장비&시설물공사	○	○	
	가구	가구&비품설치공사		○	
	특별시공	특수공사			

성된 설계(안)이 위험수준별 안전설계 평가기준에 부합되지 않은 경우에는 체크리스트 (G)의 관련 법률, 고시 및 지침을 참조하여 안전을 고려한 설계(안)을 재작성한다. 만일 안전을 고려한 설계(안)이 두 개 이상일 경우에는 표3과 같이 안전·심미성·기능성·엔지니어링·비용·시간 및 환경성을 평가기준으로 대안평가한다. 최종결정은 대안 중에서 기준에 가장 적합한 것을 결정하고, 이에 대한 동의를 구하기 위해 모든 설계 참여자가 서명한다.

넷째, 안전 위험요소별 예방대책을 설계(안)에 반영하지 못하

표 9. 안전 위험요소별 안전기준(예시)

공간 부위	작업 (공종)	안전 위험요소	법률·기준·고시·지침	
기초	토공사 및 대지 조성	추락	산업안전보건법 제23조 산업안전기준제449조	
		붕괴	산업안전보건법 제23조	
		지중매설물	산업안전보건법 제23조 산업안전기준제387조 굴착공사표준안전작업지침 20,23조 굴착공사표준안전작업지침47	
		콘크리트 공사	추락	산업안전보건법 제23조 산업안전기준제439조 콘크리트공사표준안전작업지침 5조 기설공사 표준안전작업지침3조 콘크리트공사의 표준안전작업지침6
			먼지의 흡입	산업안전보건법 제24조
			충돌	산업안전보건법 제23조
	조적 공사	유해물질	산업안전보건법 제23조	
		이동로	산업안전보건법 제24조	
		붕괴	산업안전보건법 제23조 산업안전기준제362조	
	슬래브	콘크리트 공사	추락	산업안전보건법 제23조 산업안전기준제 439조 콘크리트공사표준안전작업지침 5조
			소음/진동	산업안전보건법 제24조 콘크리트공사표준안전작업지침6.1
			붕괴	산업안전보건법 제23조 위험기계·기구 방호장치 기준45조 콘크리트공사표준안전작업지침4
지하 굴착		토공사 및 대지 조성	추락	산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제449조 굴착공사표준안전작업지침7.3
			설비의 이동	산업안전보건법 제23조 기설공사표준안전작업지침25조~28조
		굴착	산업안전보건법 제23조 굴착공사표준안전작업지침7.2~7.4	
지하 벽	콘크리트 공사	추락	산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제441조 위험기계·기구 방호장치 기준45조 추락해방지를 위한 안전방망의 설치 및 사용지침4	
		붕괴	산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제363조 콘크리트공사표준안전작업지침 5조 거푸집 동바리 구조검토 및 설치 안전작업지침4.8	
	충돌	산업안전보건법 제23조 콘크리트공사 표준안전작업지침14조 콘크리트공사표준안전작업지침6.2		

였을 경우는 체크리스트의 (F)영역에 별도의 표시와 원인을 기입한다. 이는 추후 시공자가 해당 공간·부위·공종의 잔여 안전 위험요소를 확인할 수 있도록 하기 위함이다. 이와 같은 과정은 설계가 완료될 때까지 지속적으로 진행된다.

4.2 국내 제도화 방안

설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트가 국내에 활용되기 위해서는 건설사업 사전 안전성 평가제도의 도입을 고려해 볼만하다. 건설사업 사전 안전성 평가제도는 건설 및 유지관리 중 발생할 수 있는 안전 위험요소를 고려한 안전설계를 유도하고 설계 완료 후에는 설계(안)으로 인해 발생할 수 있는 안전 위험요소를 확인·평가하는 제도를 말한다.

건설사업 사전 안전성 평가제도는 다음과 운영될 수 있다. 첫째, 대형공사의 경우에는 그림 2와 같이 발주자의 설계자문위원회에 건설안전전문가가 참여하여 설계(안)으로 발생할 수 있는 안전 위험요소를 본 연구의 체크리스트를 활용하여 확인·평가하도록 한다. 이를 통해 건설 중 발생할 수 있는 안전위험요소를 사전 발굴 및 제거할 수 있을 것이다. 둘째, 중소형 공사의 경우에는 건설 및 유지관리 중 안전 위험요소를 건설안전전문가(건설안전점검기관, 건설안전기술사 등)가 검토하고 이의 결과를 인허가시 반영하도록 한다.

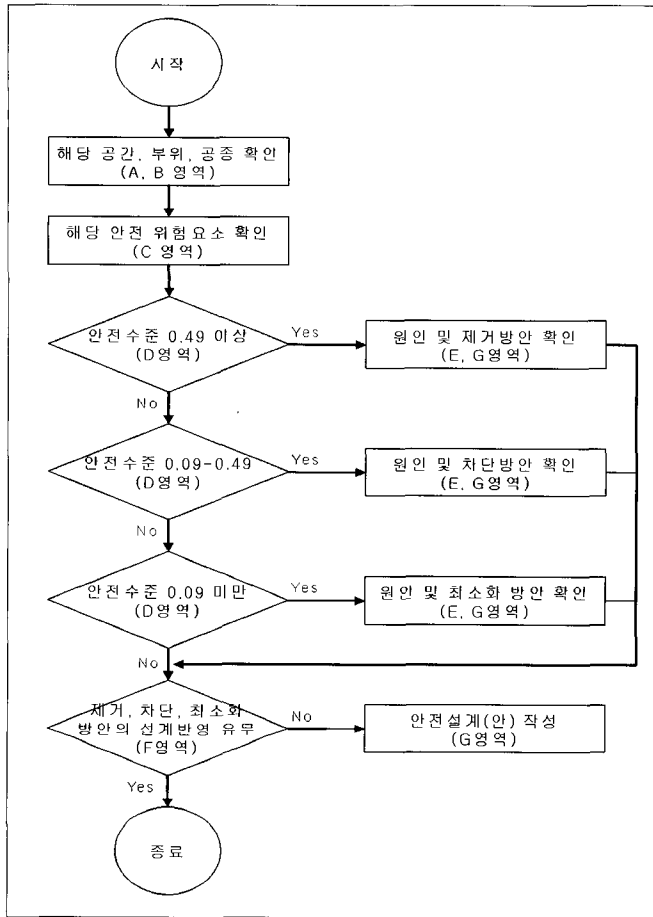


그림 1. 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 활용절차

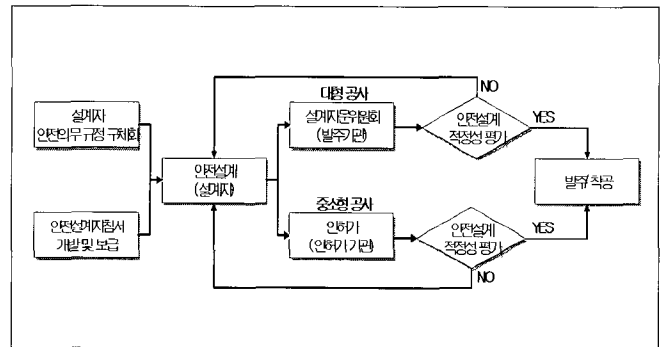


그림 2. 건설사업 사전안전성 평가제도의 운영방법

표 10. 설계자 편의성을 도모한 안전 위험성 평가 체크리스트(예시)

공간 부위 (A)	작업종 (B)	안전 위험요소 (C)	발생 확률	발생 강도	위험수준 (D)	판단	원인 (E)	안전설계 평가기준 (F)	고려 여부	관련 안전기준 (법률·기준·고시·지침) (G)
기초	토공사 및 대지조성	추락	0.25	0.29	0.073		출입이 통제된 작업 지역으로 진입	붕괴 위험 지역 내 작업 시 근로자 출입금지 구역 표시		산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제449조
		붕괴	0.17	0.25	0.043		오래된 구조물 존재	노후된 인근 구조물 붕괴를 방지하기 위한 지지대 설계		산업안전보건법 제23조
		지중 매설물	0.17	0.15	0.026		대지에 매설되어 있는 지중물	공사장 인근 건물의 지주 위치를 설계 도면상에 표시 기준 내력벽의 위치를 설계 도면상에 표기		산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제367조 굴착공사 표준안전작업지침 제20, 23조 굴착공사 표준안전작업지침4·7
	콘크리트공사	추락	0.40	0.39	0.156		비계, 거푸집, 콘크리트 등 안전 발생되는 추락	비계/거푸집 작업을 위한 가시설물 설계		산업안전보건법 제23조 산업안전기준 제439조 콘크리트공사 표준안전작업지침 5조 가설공사 표준안전작업지침3조 콘크리트공사의 표준안전작업지침6
		먼지의 흡입	0.18	0.18	0.030		콘크리트의 파괴, 천공, 절단, 다듬기	작업 시 발생하는 비산, 먼지 등을 제거하기 위한 환기구 설계		산업안전보건법 제24조
		충돌	0.22	0.32	0.070		콘크리트 진동기, 콘크리트 펌프, 유압이동 기계장치의 접촉	작업장비 이동경로 설계도서 상 표시		산업안전보건법 제23조

5. 결론

본 연구는 다음과 같은 방법을 통해 설계자의 편의성을 높인 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트를 제안하였다는 점에 의의가 있다. 첫째, 대표적 건설분류체계인 Maserformat과 Uniformat를 활용하여 안전 위험성 평가 체크리스트에 적합한 분류체계를 정립함으로써, 보다 손쉽게 설계자가 안전 위험요소, 원인 및 예방대책을 강구할 수 있도록 하였다. 둘째, 많은 연구에서 제시된 안전 위험요소 및 원인, 예방대책을 종합화하여 분류체계에 따라 정립함으로써, 설계자의 부족한 전문성을 보완할 수 있도록 하였다. 셋째, 안전 위험요소별 위험수준에 관한 통계자료를 제시함으로써, 설계자가 보다 정확하게 위험수준을 예측할 수 있도록 하였다.

설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트는 현재의 시공자 중심의 안전관리 프로그램에서도 건설재해 예방을 위한 효과적 도구로 활용될 수 있을 것이다. 또한 향후 총체적 안전관리 프로그램을 국내에 정착시키는데도 이바지 할 수 있을 것으로 판단된다.

하지만 본 연구는 안전 위험요소, 원인 및 안전설계 평가지침 등에 관한 국내 자료가 없어, 불가피하게 해외 자료만을 참조하였다. 또한 분류체계는 안정성이 적은 국내의 건설정보분류체계 보다는 세계적으로 통용되고 있는 Masterformat과 Uniformat을 적용하였다.

추후에는 본 연구에서 제시된 안전 위험요소, 원인 및 안전설계 평가지침을 한국의 건설사업 실정에 맞도록 수정·보완하는 작업이 수행되어야 할 것이다. 또한 보다 안정된 건설정보분류체계를 바탕으로 안전 위험요소, 원인 및 안전설계 평가지침을 재분류하는 작업도 이루어져야 할 것이다. 그리고 본 연구결과인 설계단계 안전 위험성 평가 체크리스트의 시험적용을 통한

타당성의 검증작업도 반드시 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Behm, M. "Linking Construction Fatalities to the Design for Construction Safety Concept" *Safety Science* 43, 589-611, 2005
2. CIC, *Safety in Design*, 2005
3. CII, *Design for Safety*, Research Summary 101-1, 1996
4. CIRIA, *CDM Regulations-Work Sector Guidance for Designer*, CIRIA Report 166, 1997
5. CIRIA, *Experiences of CDM*, Report No. 171, 1997
6. DOE, "Risk Analysis Management", *Good Practice Guide GPG-FM-007*, p 13, 1996
7. Gambateses, John A., "Safety in a Designers Hands," *Civil Engineering*, ASCE, pp. 56-59, 2001
8. Hinze, Jimmie, Wiegand, Francis, "Role of Designers in Construction Work Safety," *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, Vol. 118, No. 4, pp. 667-684, 1992
9. Mackenzie, J., Gibb, A. G. F., Bouchlaghem, N. M., "Communication of Health and Safety in the Design," *Implementation of Safety and Health on Construction Sites*, Balkema, Rotterdam, 1999

논문제출일: 2006.05.15

심사완료일: 2007.03.14

Abstract

It has been recognized that safety management is activated during the construction phase to prevent accidents and fatalities of workers. However, it is revealed that about 15% of fatal death accidents is caused by the lack of management of planning and design phases. There is a crucial need of assessing safety risk during building design phase.

This paper is aimed to develop a safety risk assessment checklist that can be used during building design phase, utilizing the concept of Design for Safety. In doing so, a broad literature survey on safety management of building process, various safety risk assessment toolboxes being utilized in the HSE and the BAA of UK. The proposed checklist contains the followings: 1) classification structure for safety design on space, element, and trade work 2) hazard risk factor, probability and degree of intensity of accident occurrence, and 3) safety assessment criteria. It is expected that the checklist would be an effective tool of preventing and minimizing fatal accidents of building construction projects.

Keywords : construction safety, occupational health and safety risk assessment, design for safety