

공간공정계획을 이용한 공정별 재해위험을 산정

이규진

한경대학교 안전공학과

1. 서 론

건설현장관리에는 설비관리·공정관리·품질관리·원가관리·노무관리 등이 있는데 흔히 생산성향상과 원가 절감을 목표로 하는 공정관리와 원가관리의 목적을 달성하기 위해서는 안전관리는 어느 정도 무시되어야 한다고 생각하는 경향이 있다. 그러나 안전관리도 마찬가지로 원가의 절감을 지향하고 생산성 향상을 목표로 하고 있어 제반관리와 분리될 수 없다.¹⁾

안전관리가 공정관리와 서로 조화되지 않는 개념으로 생각되는 이유 중의 하나는 건설공사에서 공정관리의 관점에서 안전관리계획을 세울 수 있는 기법이 많이 개발되어 있지 않기 때문이다. 공정관리에 대해서는 PERT/CPM을 비롯하여 LOB⁴⁾, Gantt Chart와 같이 다양한 기법들이 개발·활용되고 있으나, 이를 안전관리와 연계시키려는 노력은 매우 드문 형편이다. 그러나 아파트나 고층건축공사와 같이 동일한 작업의 반복이 많은 경우에는 공간과 작업조를 중심으로 공정표의 작성이 가능하므로 여기에 안전과 관련된 변수를 추가하는 방법의 모색을 통하여 공정과 안전을 통합관리가 가능할 것이다. 건설공사는 여러 “작업조”에 의해 다수의 “공간”에서 수행되는 행위이며, 작업조가 수행하는 작업의 특성과 작업이 수행되는 공간의 특성에 따라 안전율이 달라지기 때문이다.

본 연구에서는 공정관리기법 중 PERT/CPM을 응용한 공간공정계획기법을 기반으로 하여 이를 안전관리에 반영하는 기법을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 행렬연산에 의한 비용·공정 통합기법³⁾ 및 공간공정계획기법⁵⁾을 응용하여 건설공사 공정관리에 안전이라는 좌표를 추가시키는 방법에 의해 연구를 진행한다.

2. 이 론

2.1. 기본 데이터

본 연구에서는 공정과 재해위험율과 관련된 기본 데이터를 바탕으로 간단한 행렬연산을 통하여 안전과 공정을 통합관리³⁾하는 방법을 제시하고자 한다. 본 연구에서 사용될 기본 데이터는 다음과 같다.

(1) 공간-작업조 프레스던스 다이어그램(Precedence Diagram, PDD): 본 연구에서는 Fig.1과 같이 공간을 수직축으로 작업조를 수평축으로 구성된 프레스던스 다이어그램

형식의 공정표를 사용한다.

(2) 위험장소(h)×직종(t) 재해위험지수행렬($M_{h \times t}$): 재해위험을 산정을 위하여 위험장소(hazard)와 직종별 재해율에 대한 기존자료²⁾를 참고로 하여 Table 1과 같은 행렬 형태에 0에서 5까지 여섯 단계로 나누어 재해위험지수를 표시한다. 위험율이 높을수록 큰 값을 부여한다.

(3) 공간(s)×위험장소(h) 개수행렬($N_{s \times h}$): 공정표상의 각 공간별로 포함하고 있는 위험장소의 개수를 종류별로 표시한 행렬이다.

(4) 직종(t)×작업조(c) 연관행렬($R_{t \times c}$): 각 작업조가 수행하는 직종을 나타낸 것으로 해당 셀(cell)에 1과 0으로 연관의 유무를 표시한다.

Table 1 Hazard rate matrix - hazard by trade

직종 위험장소	형틀 목공	운반	전기	외장	비계	도장	철골	미장	내장	설비	관리	기타
가설구조물	1	2	5	1	1			3	5	3	5	3
개구부/단부			5	3	3	3		1	2	5	5	3
기구/장비	5	5		5	5	2	3	5	3	5		1
거푸집		5					5					5
철골부재					5							
경사지붕	3			2							5	5
송전철탑			1			5						
달비계	5			5		1						
전주			1									
리프트탑승구		3		5				3	5			
교량					3						5	
외벽			5	5	5					5		
기타	5	5										5

2.2. 절차

기본 데이터를 바탕으로 하여 간단한 행렬연산을 통하여 공정과 안전을 통합관리하게 되며 그 절차는 다음과 같다.

(1) 공정표를 공간과 작업조를 두 축으로 하는 프레시던스 다이어그램(PDD)으로 작성하고, 프로젝트와 관련된 직종에 대해 재해위험지수 행렬을 준비한다.

(2) 각 공간별로 포함된 위험부위의 개수를 종류별로 산정하고, 작업조별로 관련 직종을 확인한다.

(3) 다음과 같은 행렬연산에 의해 각 공간과 작업조별로 복합위험지수를 산정한다.

$$N_{s \times h} \cdot M_{h \times t} \cdot R_{t \times c} = M_{s \times c}$$

(4) 산정된 위험지수를 PDD에 포함시킨다.

(5) PDD를 바차트로 변환하여 작업조와 공간에 대하여 각각 위험율을 일자별로 표시하여 관리한다.

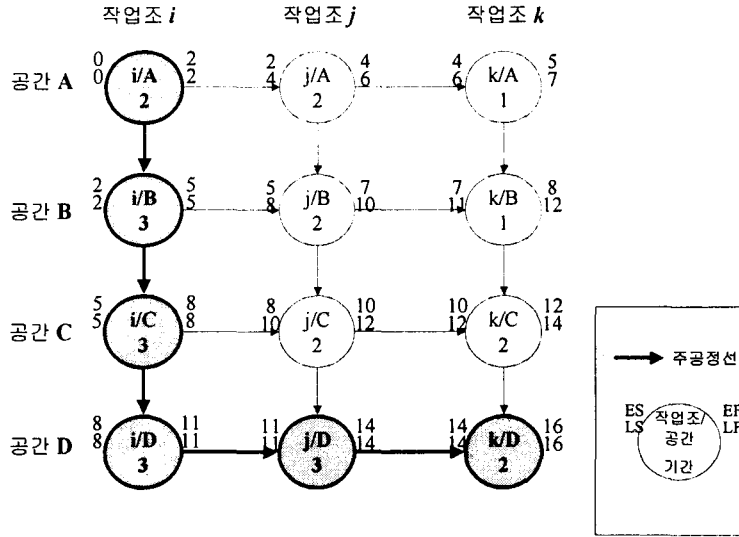


Fig.1 Precedence diagram of space and crew

3. Example

본 연구에서 제시한 안전·공정 통합관리법의 활용을 예시하기 위해 Fig.1에 제시된 공정표를 대상으로 사례연구를 하였다. Fig.1의 공정표와 관련된 작업조, 직종, 위험부위 등에 대해 Table 2에서 Table 4와 같이 가정할 경우 Table 5와 같은 결과를 얻게 되며 이를 PDD상에 표시하면 Fig.2와 같다. 또한 위험지수를 바차트상에 표시하면 Fig.3과 같다.

Table 2 Hazard rate Matrix - hazard by trade (abbreviated)

위험장소 \ 직종	형틀목공	운반	비계
가설구조물	1	2	1
개구부/단부			3
거푸집		5	
철골부재			5

Table 3 Number of hazards for each space

위험장소 \ 공간	가설구조물	개구부/단부	거푸집	철골부재
공간A	1	2	1	
공간B			1	
공간C	1			1
공간D				1

Table 4 Trade and crew relation matrix

작업조 \ 직종	작업조 i	작업조 j	작업조 k
형틀목공		1	
운반			1
비계	1		

Table 5 Composite hazard rate - space by crew

공간 \ 직종	작업조 i	작업조 j	작업조 k
공간A	7	1	7
공간B			5
공간C	6	1	2
공간D	5		

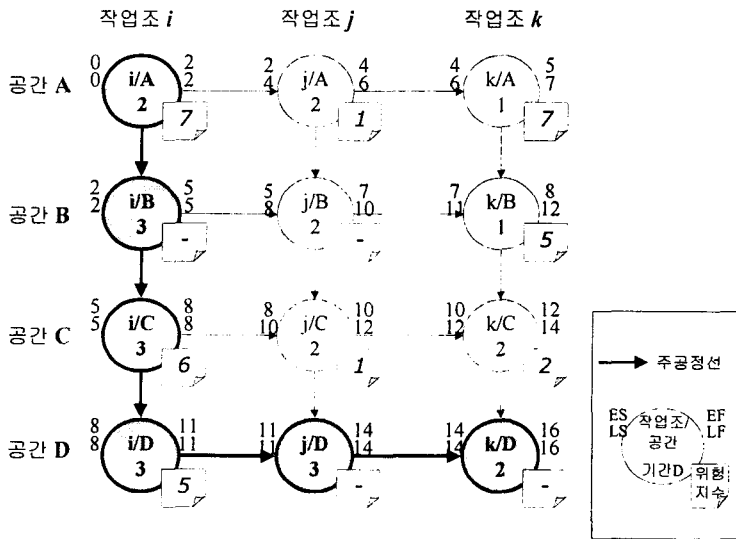


Fig.2 Precedence diagram including composite hazard rates

Fig.3은 종래의 작업을 해당 기간만큼 막대 그래프로 나타낸 것과는 달리, 작업 대신 공간과 작업조별로 작업기간을 나타낸 형태를 취하고 있다. 각 작업기간은 단순한 막대가 아닌 위험지수를 의미하는 숫자로서 나타내고 있다. 하단에 표시한 수직막대 각 일자별로 위험지수의 합계를 나타낸 것이다. 이 공정표를 통해 각 작업조는 시간별로 위험지수를 예측할 수 있고 관리자는 시간별 위험지수를 공간별로 파악할 수 있어 안전 관리에 활용할 수 있다.

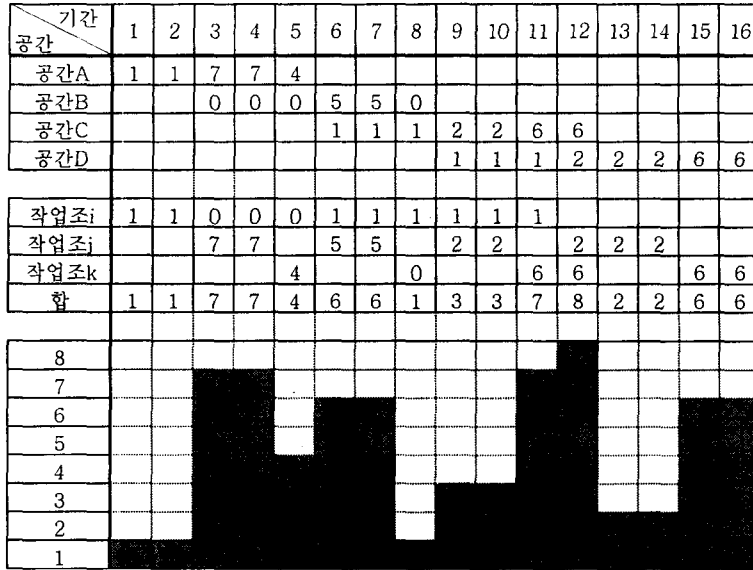


Fig.3 Gantt chart including composite hazard rates

4. 결 론

공정과 안전의 통합관리를 위해 공간공정계획을 이용하여 공정별 재해위험을 산정하는 기법을 제시를 목적으로 진행한 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 종래의 건설공사의 공정관리는 공정(시간)과 비용을 중심으로 이루어졌으나 공정의 원활한 진행을 위해서는 안전을 공정관리에 포함시킬 필요성이 있다.

(2) 본 연구에서는 작업의 특성과 공간의 특성에 따라 안전율이 달라진다는 점에 착안하여 공간과 작업조를 중심으로 하는 PDD형식의 공정표에 안전지수를 표시하는 방법을 제시하였다.

(3) 건설공사의 안전사고가 특정공정과 특정장소에서 집중적으로 발생한다는 점을 감안할 때 본 연구에서 제시한 안전관리와 공정관리와 통합관리하는 기법은 안전사고 예방과 원활한 공정관리에 매우 효과적일 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 유오용, 성호경, 건설안전관리실무, 지구문화사, 2001.
2. 이규진, 건설공사 추락재해의 발생장소별·피재자별 분석, 한국산업안전학회지, 제16권 제2호, 2001, pp.85-90.
3. Lee, H. S., and Yi, K. J., "Application of mathematical matrix to integrate project schedule and cost," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 124(3), 1999, pp.339-346.

4. O'Brien, J. J., Scheduling handbook, McGraw-Hill Inc., 1969.
5. Stradal, O., and Cacha, J., "Time space scheduling method," Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 108(3), 1982, 445-457.