Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 19, No. 12 pp. 669-676, 2018

https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.669
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

건설공사의 작업불능일 기준설정에 의한 보정계수 계산 및 적용을 통한 최적공기 산정

이필윤[1], 이성원[2], 변요셉[2], 조중연[1], 이민재[3*]
[1]유니콘스(주), [2]한국건설기술연구원, [3]충남대학교 토목공학과

Optimal Period by Calculating and Appling Correction Factor based on Setting of Non-Working Days of Construction Projects

Pil-Yoon Lee[1], Seong-Won Lee[2], Yo-Seph Byun[2], Choong-Yeun Cho[1], Min-jae Lee[3*]
[1]**R&D Division, Unicons Co. Ktd**
[2]**Department of Infrastructure Safety Research, Korea Institute of Civil engineering and building Technology**
[3]**Department of Civil Engineering, Chungnam National University**

요 약 건설공사에서 공정관리는 공사 기간을 결정하는 중요한 단계이나, 설계단계에서 작업불가능 일수 예측 및 산정이 제대로 이루어지지 않아 예정공기와 실행공기의 차이가 발생하고 있다. 이러한 차이를 최소화하기 위하여, 본 논문에서는 공정계획 수립 시 실제에 가장 근접하는 방법으로 추석 및 구정연휴를 휴무일에 반영한 작업불가능 일수 산정방법과, 주요공종별 특성분석을 통한 작업가능일수 산정방법을 제시하였으며, 이를 바탕으로 주요단위공종에 대한 공기산정시 작업불가능일수가 포함된 최적의 단위공기 산정방법을 제안하였다. 같은 현장 동일공사에 대한 기존 방법과 개선된 방법의 보정계수를 적용하여 소요작업 일수를 산출한바 개선된 방법이 실작업일수 기준으로는 22일(9.1%) 단축됨을 확인하였으며, 공종별 작업소요일수 기준(안)을 수원지역 개착식 공동구 공사에 대하여 적용 전과 후의 차이를 비교하였다. 기준(안) 적용 전 공사일수는 총 304일 이었으나, 기준(안) 적용 후 공사일 수는 총 421일로 설계단계에서 공정계획의 중요성을 예로 확인하였다. 본 연구 결과는 그동안 현장에서 관행적으로 시행되어 오던 실 작업일수 계산과 공정표상 작업일수의 불일치로 인한 공정지연을 방지하고 보다 실제에 근접한 공정계획 수립에 도움이 될 것으로 판단한다.

Abstract Schedule management in construction work is an important step for determining the construction period. On the other hand, there is a difference between the planned schedule and execution schedule because the estimation and calculation of Non-Working days, in which possible at the design stage is not performed properly. This paper proposes a method for estimating the working days by analyzing characteristics of the major work type and estimating the Non-Working days reflecting the Chuseok and New Year Holidays, which is the closest method to the actual work in the schedule planning. By applying the correction factor of the existing method and the improved method for the same construction in the same site, improved method was reduced by 22 days (9.1%) based on the actual working days. The importance of schedule management was confirmed as an example by comparing the data before and after the application of the standard (plan). These results show that the schedule delays, which are caused by the inconsistency between actual working days calculation that had been practiced conventionally and the working days on the schedule table, can be prevented. In addition, it will help to establish a schedule plan that is closer to reality.

Keywords : Schedule management, Non-Working day, Working day, Weather factor, Annual operation rate

본 연구는 국토교통부(국토교통과학기술진흥원) 건설기술연구사업의 '도심지 소단면(Φ 3.5m급) 터널식 공동구 설계 및 시공 핵심기술 개발(18SCIP-B105148-04)' 연구단을 통해 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.
*Corresponding Author : Min-Jae Lee(Chungnam Univ.)
Tel: +82-42-821-5677 email: lmjcm@cnu.ac.kr
Received October 11, 2018 Revised (1st October 31, 2018, 2nd November 19, 2018, 3rd November 23, 0218)
Accepted December 7, 2018 Published December 31, 2018

1. 서론

공정관리란 건설공사에서 공사에 필요한 각종 인·허가와 사전조사, 자재발주, 협력회사 선정 등 공사착수 준비와 본 공사 단계별 시공과 준공 등 일련의 과정을 계획하여 단계별로 수행하는 관리로서 매우 중요한 과정이나, 현재 수행되고 있는 모든 건설공사는 과거의 경험 및 관례에 따른 계획과 관리기법을 사용하고 있어 현장 적용 시 많은 어려움을 수반되고 있다.

공정계획 수립에서 해당 지역에 대한 기상정보 분석 및 반영은 매우 중요한 과정이나 현재 수행되는 모든 공정계획에는 발주기관에서 제시한 작업불가능 기상조건을 기준으로, 공사예정 지역 기상대의 과거 10년간 기상관측자료를 이용하여 작업불가능 일수를 산정한 후 법정 공휴일 일수를 합하여 년 간 작업불가능 일수를 산정한다. 그러나, 법정 공휴일 이외에도 추석 연휴와 구정 연휴 기간은 실제 작업이 이루어지지 않고 휴무로 진행되고 있으나 년간 휴무일수에는 반영되지 않고 있는 실정으로, 이에 대한 보완이 필요하다. 따라서, 년 간 작업불가능일 산정을 위한 휴무일에는 기존의 법정 공휴일에 추석 및 구정 연휴를 포함하여 산정해야 현실에 부합한다.

Lee et al.(2004)에서는 기후에 의한 작업불능일 산정기준의 산정기간별 예측오차를 비교분석[1] 하였으며, Shin et al.(2005)는 인천 지역의 기후조건을 고려한 작업불가능 일수를 제시[2]하였다. Kim et al.(2006)은 철골공사의 작업불가능일수를 정확하게 예측하기 위하여 기후요소 도출 및 정량적 기준을 설정[3]하였다.

기존의 연구에서는 기존자료를 통한 예측과 특정 지역 및 공종에 대하여 언급하고 있다. 이에 본 논문에서는 추석연휴와 구정연휴를 포함한 년간 작업불가능일수 산정 및 반영 방안과 발주기관별로 제각각인 기존의 천후에 의한 작업불능일수 산정사례와 토목공사 일반시방서와 산업안전보건에 관한 규칙 등을 검토하여 보완 적용한 작업불가능 일수 적용기준을 제안하였으며, 기존 가동율 산정방법 및 문제점을 비교 분석하여 작업조건별 작업가능일수 산정과 이에 따른 보정계수 산출 및 적용방법을 제시하여 보다 합리적으로 실제에 근접한 공정계획이 되도록 하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

건설공사에서 공정관리는 기획단계, 설계단계, 발주단계, 시공단계, 운영단계에 이르는 프로젝트 전 과정 동안 제한된 예산 및 자원을 가지고 프로젝트가 요구하는 품질의 목적물을 예정기간 내에 완성해야 하는 주요 관리항목이다[4]. Fig. 1은 공정관리 전체 범위 및 사용자에 따른 범위를 나타낸다.

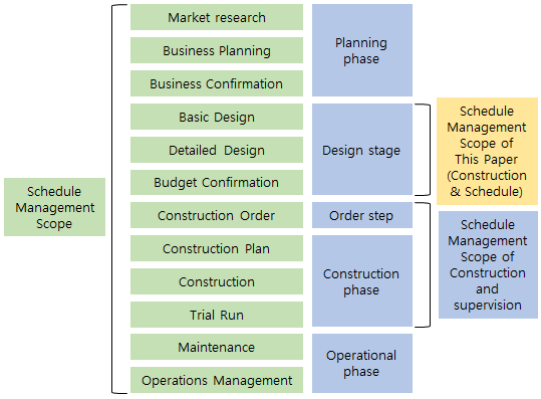


Fig. 1. Step Scope of Schedule Management

본 논문의 공정관리 범위는 설계단계에서 공사기간 산정과 관련된 사항이다. 설계단계에서 공사기간이 정확히 분석되어야 발주/시공단계에서 공정표 작성이 수월하며, 계산 공기와 실행 공기 차이 또한 최소가 될 수 있기 때문이다.

공사기간을 이루는 구성요소(Fig. 2)는 크게 작업가능기간과 작업불가능 기간으로 구성되어 있다. 작업불가능 기간에 영향을 미치는 요인으로는 통제 가능한 요인과 통제 불가능한 요인이 있으며, 통제 불가능한 요인으로는 법정 공휴일과 추석 및 구정연휴 등 휴무일과과 기상요인을 들 수 있다[1].

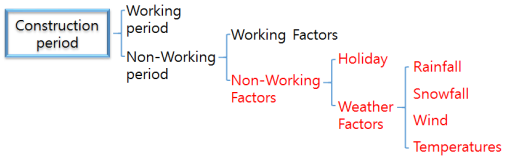


Fig. 2. Construction Period Component

본 논문에서는 합리적인 공정계획 수립을 위하여 기상요인에 의한 작업불가능 요소와 관련하여 서울권, 수원권, 대구권, 부산권, 목포권, 태백권 등 6개 지역 현장

에서 설계단계 공정관리계획 수립 시 적용된 과거 10년 간 기상자료에 의한 년 간 작업불능일수 및 휴무일 산정과 적용현황을 조사하였다. 사례별 기상자료에 의한 작업불가능 일수가 적용된 현황에 대하여 비교분석을 통한 문제점 도출 및 토목공사일반표준시방서와 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 을 검토하여 보완 적용한 작업불가능 일수 기준(안) 제시하였으며, 대분류 작업조건별 작업가능일수 산정과 이에 따른 보정계수 산출 및 적용방법을 제시하여 보다 체계적이고 합리적인 공정계획이 수립되도록 하였다.

3. 휴무일 및 작업불가능 일수 산정을 위한 현황분석 및 개선방안

3.1 지역별 현황

기존 공정계획 수립에서 적용 또는 사용되고 있는 기상조건에 의한 작업불가능일수 산정방법은 해당 지역 기상대에서 공사착수일 기준 과거 10년 간 기상통계자료를 입수하여 년 간 작업불가능일수를 산정하고 있다.

○○관광레저형 기업도시 진입도로 개설공사 현장 설계단계시 연간 작업일수를 산정하는 방식은 아래와 같다. 1단계는 해당 지역 발주처에서 제시한 법정공휴일 및 기상조건에 의한 작업불가능일 적용기준(Table 1)을 검토 및 확인한다. 2단계는 작업불가능일수 산정을 위해 해당지역(목포기상대)의 최근 10년간(2005년~2014년) 기상통계자료를 입수하여 작업불가능 적용기준에 부합하는 일수를 산정(Table 2) 한다.

3단계는 작업불가능일을 기준으로 년 간 가동율을 산정한 다음 보정계수를 구한다. 4단계는 공사용 다중 칼렌다(Table 3)을 이용하여 작업불가능 적용계획을 기준으로 단계별로 년 간 작업가능 공종을 검토한다. 5단계는 산정된 보정계수를 이용하여 계산된 실작업일수에 곱하여 소요작업일수를 산정한다. 6단계는 선, 후행작업을 고려하여 최적의 공정계획표를 작성한다.

Table 1. Application Standard of Non-Working day (Level 1)

Division	Holiday	Rainfall	Snowfall	Wind	Temperatures
Standard	Legal Holiday	80㎜ or more (24 hours)	Daytime 50㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃

Table 2. Non-Working day Calculation(Level 2)

Division		Ja	Fe	Ma	Ap	Ma	Ju	Jl	Ag	Se	Oc	No	De	Sum
Sum	①	18	16	5	5	6	5	6	5	7	6	5	10	94
Rainfall	②	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Snowfall	③	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Temperatures	④	12	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	28
Wind	⑤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Holiday	⑥	6	6	5	5	6	5	5	5	7	6	4	5	65

Table 3. Multiple calendars Application(Level 3)

Division	Application plan	Closed days calculation(year)			Yearly working day
		Application standard	days	Working day calculation method	
Cal.0	Preparation for start, etc.	-	365	-	365
Cal.1	License, material production	⑥	65	365-⑥	300
Cal.2	Interal work	④+⑥	93	365-(④+⑥)	272
Cal.3	Exterior work	②+③+④+⑤+⑥	94	365-(②+③+④+⑤+⑥)	271

상기의 년 간 작업일수 산정 방식은 현재 대부분 프로젝트 설계단계에서 적용하고 있는 방식이다.

Table 4는 최근 10여 년간 발주된 공사 중 ○○ 광역상수도 용수공급 신뢰성 제고사업[서울], ○○ 고속도로 ○○ 건설공사[수원], ○○ 테크노폴리스 진입도로 개설공사[대구], 부산 ○○시티 조성공사[부산], ○○ 관광레저형 기업도시 진입도로 개설공사[목포], ○○ 상수도 관망 최적관리 시스템 구축사업[태백] 이며, 전국 6개 지역별 현장에 대하여 발주처가 제시한 법정공휴일 및 기상조건에 의한 작업불가능 일수 적용기준이다. Table 5는 지역별로 발주처가 제시한 작업불가능일을 기준으로 산출된 년 간 작업불가능 일수에 대한 년 간 가동율 현황이다.

Table 4. Non-Working day application by region

Division (Area)	Holiday	Rainfall	Snowfall	Wind	Temperatures
Seoul	Legal Holiday	80㎜ or more (24 hours)	Daytime 50㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃

Suwon	Legal Holiday	30㎜ or more (24 hours)	Daytime 10㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃
Daegu	Legal Holiday	80㎜ or more (24 hours)	Daytime 50㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃
Busan	Legal Holiday	10㎜ or more (24 hours)	Daytime 10㎜ or more (one day)	Up to 10㎧ or more (one day)	Daily average less than 4℃
Mokpo	Legal Holiday	80㎜ or more (24 hours)	Daytime 50㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃
Taebeak	Reflects the probability of overlap with weather	10㎜ or more (24 hours)	Daytime 10㎜ or more (one day)	Up to 13㎧ or more (one day)	Daily average less than 0℃

Table 5. Annual operating rate by region

Division	Seoul	Suwon	Daegu	Busan	Mokpo	Taebeak
Holiday	188 day	129 day	87 day	162 day	98 day	211 day
Operating rate	48.5%	64.7%	76.2%	55.6%	73.2%	42.2%
Construction period	15.12~19.11	16.11~21.09	10.08~14.09	15.04~20.03	15.10~21.09	10.12~14.11
Months	48	59	50	71	71	48
Order	A Co	B Co	C Lg	A Co	D Lg	E Co

Lg ; Local governments

Table 4와 Table 5 분석 결과 지역별 작업불능일 적용 기준이 강우/강설의 경우 많이 상이하며, 바람/기온의 경우 부산권이 타 지역과 상이한 것을 알 수 있다. 또한, A공사 경우 동일한 발주기관이지만 지역별 강우/강설/바람/기온 등 적용기준이 다른 것을 알 수 있다.

3.2 구정 및 추석 연휴 현황

공정계획시 구정 및 추석 연휴에 대하여 휴무일과 중복 계산되고 있으며, 예정 공기와 실행 공기의 차이가 발생 할 수 있다. 따라서, 작업불가능 일수 산정시 연휴(구정 및 추석연휴)에 대하여 고려하는 것이 실제와 부합한다. Table 6과 Table 7은 최근 20년간 추석연휴기간 및 구정연휴기간 동안 실제 휴무일 및 일요일 포함 여부를 조사한 자료이다.

공식 휴무일은 일요일 포함 평균 3~4일로 조사되었으며, 실제 현장에서의 휴무 기간은 평균 5일이 적용된 것으로 조사되었으나, 현장에서 공정계획 수립시 연휴에 포함된 일요일을 중복 반영하거나, 일요일을 제외한 휴무일을 반영하지 않고 있다.

따라서, 추석 및 구정 연휴 기간은 일요일 포함 5일을 반영하고, 년 간 휴무일과 중복되는 일요일을 고려하여 산정하는 것이 실제에 근접한다.

Table 6. Chuseok and Sunday in recent 20 years

Division	Chuseok holiday	Include Sunday	Holiday	Actual Holiday
1998	10.3~10.6	10.4 Sunday	4	5
1999	9.23~9.26	9.26 Sunday	4	5
2000	9.10~9.13	9.10 Sunday	4	5
2001	9.30~10.3	9.30 Sunday	4	5
2002	9.20~9.22	9.22 Sunday	3	4
2003	9.10~9.12	No Sunday	3	4
2004	9.26~9.29	9.26 Sunday	4	5
2005	9.17~9.19	9.18 Sunday	3	4
2006	10.5~10.8	10.8 Sunday	4	5
2007	9.23~9.26	9.23 Sunday	4	5
2008	9.13~9.15	9.14 Sunday	3	5
2009	10.2~10.4	10.4 Sunday	3	5
2010	9.21~9.23	No Sunday	3	5
2011	9.11~9.13	9.11 Sunday	3	5
2012	9.29~10.1	9.30 Sunday	3	5
2013	9.18~9.20	No Sunday	3	5
2014	9.7~9.10	9.7 Sunday	4	5
2015	9.26~9.29	9.27 Sunday	4	5
2016	9.14~9.16	No Sunday	3	5
2017	10.1~10.6	10.1 Sunday	6	6

Table 7. New year and Sunday in recent 20 years

Division	New year holiday	Include Sunday	Holiday	Actual Holiday
1998	01.25~01.29	01.25 Sunday	3	5
1999	02.14~02.17	02.14 Sunday	4	4
2000	02.04~02.06	02.05 Sunday	3	3
2001	02.21~02.25	02.21 Sunday	4	5
2002	02.10~02.13	02.10 Sunday	4	4
2003	01.31~02.02	02.02 Sunday	3	3
2004	01.21~01.25	01.25 Sunday	3	5
2005	02.06~02.10	02.06 Sunday	3	5
2006	01.28~01.30	01.29 Sunday	3	3
2007	02.17~02.19	02.18 Sunday	3	3
2008	02.06~02.10	02.10 Sunday	3	5
2009	01.25~01.27	01.25 Sunday	3	4
2010	02.13~02.15	02.14 Sunday	3	3
2011	02.02~01.24	01.22 Sunday	3	5
2012	01.21~01.24	01.22 Sunday	3	4
2013	02.09~02.11	02.10 Sunday	3	3
2014	01.30~02.02	02.02 Sunday	4	4
2015	02.18~02.22	02.22 Sunday	3	5
2016	02.06~02.10	02.07 Sunday	5	5
2017	01.27~01.30	01.29 Sunday	4	4

3.3 적용기준 개선(안)

현재 발주기관별로 기상조건에 의한 작업불가능 일수 적용기준은 제각각 통일성이 없이 적용 되고 있다. 예를 들면 온도에 의한 작업불가능 기준이 0℃ 이하인 곳도 있고 4℃ 이하(Table 4)인 곳도 존재하는 등 일관성이 없는 실정이다.

따라서, 기상조건에 의한 작업불가능일 산정은 토목공사일반표준시방서와 산업안전보건기준에 관한 규칙 등을 적용하여 통일하는 것이 합리적 이라고 판단하였다. 토목공사일반표준시방서를 적용한 작업불가능 일수 산정은 콘크리트 공사의 경우 0℃ 이하 이거나 30℃ 이상인 경우 작업 중지하며, 아스팔트 콘크리트 포장공사의 경우 5℃ 이하인 경우 작업 중지 한다. 산업안전보건기준에 관한 규칙을 적용한 작업불가능 일수 산정시 순간풍속이 초당 10m를 초과하는 강풍의 경우 작업 중지를 권고하고 있다.

토목공사일반표준시방서 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 등을 적용한 작업불가능 일수 기준(안)은 Table 8과 같다. 작업불가능 일수 기준 적용은 강우, 강설에 대한 작업불능기준은 한국도로공사 기준을, 풍속[5]은 산업안전보건 기준에 관한 규칙을 적용하였다. 기온은 토목공사일반표준시방서 작업금지 온도를 적용하였으며, 추석 및 구정연휴는 과거 20년 동안 추석 및 구정 연휴기간(Table 6/7)을 고려하여 기존 휴무일에 3일씩 추가하여 산정하도록 하였다.

Table 8. Non-Working day standard(plan)

Division	Application standard
Holiday	Legal Holiday + Reflected on the 5th day of Chuseok and New year Holiday (sunday overlap)
Rainfall	30㎜ or more(24 hours)
Snowfall	Daytime 10㎜ or more(one day)
Wind	Up to 10㎧ or more(one day)
Temperatures	Daily average less than 0℃

4. 가동율 산정을 통한 보정계수 및 공종별 소요작업일수 산정기준(안)

4.1 기존 방법과 개선된 방법의 비교

토목공사는 대부분 야외에서 수행되므로 보다 체계적이고 합리적인 공기산정[6,7]을 위하여 공사용 다중 칼렌다 Table 3의 가장 가동율이 낮은 공종을 기준으로 임의의 작업에 대한 실작업일수 240일로 가정하여 비교하여 보았다.

1) 기존 가동율 및 보정계수 적용 시 문제점

기존 작업가능계수(가동율) 및 단위공정 소요 공기산정은 그동안 간헐적으로 사용된 식(1), (2)를 기준으로 현장에서 적용하고 있다.

$$\text{작업가능계수(년 간 가동율)} = \frac{\text{년 간 가동일 수}}{365} \quad (1)$$

$$\text{년 간 가동일 수} = 365 - (\text{년 간 휴무일 및 공사불능일수}) \quad (2)$$

기존에 간헐적으로 사용하던 보정방법을 사용하여 년 간 휴무일수 94일인 지역에서 실작업일수 240일인 공사에 대한 소요작업일수를 산정하였다.

년 간 가동일수 271(일)

년 간 가동율

$= (271 \div 365) \times 100 = 74.24(\%)$

가동보정율 산정 $= 1 \div 0.7424 = 1.347$

소요작업일수 산정 $1.347 \times 240 = 324$(일)

가동율을 역수로 산정 할 경우 가동보정율이 높게 산정되어, 소요작업 기간(일수)이 과다하게 산정되는 경향이 발생한다.

2) 개선된 보정계수 산정 및 적용 방안

년 간 작업불가능 일수만큼의 비율로 보정해주는 것이 타당하며, 이에 대한 보정계수 산정식은 아래와 같다.

$$\text{년 간 가동일 수} = \{365 - (\text{년 간 휴무일 및 공사불능일수})\} \quad (3)$$

$$\text{년 간 가동율} = (\text{년 간 가동일 수}) \div 365 = A \quad (4)$$

$$\text{소요작업일수 산정을 위한 보정계수}(\alpha) = 1 + (1 - A) \quad (5)$$

여기서, A : 년 간 가동율, 보정계수 : α

개선된 보정방법을 사용하여 년 간 휴무일수 94일인 지역에서 실작업일수 240일인 공사에 대한 소요작업일수를 산정하면

년 간 가동일수 271일
년 간 가동율
= (271 ÷ 365) × 100 = 74.24(%)
가동보정율 및 소요작업일수 산정
= 1÷ (1 － 0.7424) = 1.258
소요작업일수 산정 1.258 × 240 = 302(일)

3) 결과 분석

실작업일수 대비 소요작업일수 산정은 동일한 작업에 대하여 기존에 간헐적으로 사용하던 방법과 개선된 방법으로 계산한 결과 22(일) 차이가 발생하였으며, 개선된 방안은 작업불능일수 만큼의 비율로 보정해 주는 방법으로 실제와 합치되는 보정방법임을 알 수 있다.

4.2 개선방안

1) 개선된 보정계수 적용 여부

위에서 살펴본바 기존에 현장에서 간헐적으로 적용하던 보정계수는 작업불가능율과 동떨어진 방법으로 과다하게 산정되어 적용에 무리가 있었다. 따라서 보다 실제와 합치되는 개선된 보정계수 적용을 통한 공정계획 수립으로 경제적이고 효율적인 공정계획이 되도록 해야겠다.

2) 개선된 보정계수 적용을 위한 공종 분류

공종 분류는 W.B.S 하위 단계에서 대표공종인 터널공, 토공 및 가시설공, 콘크리트 구조물공, 포장공 등으로 Table 9와 같이 분류하였다.

Table 9. Working day standard(plan) by work type

Division & Condition		Annual Non-Working day
Tunnel	Excavation and lining has no effect on the outside	Holiday from January 1 to December 31 & Non-Working day + eight days(Chuseok and New year Holiday)
Earthwork & Temporary facility	Excavation & Temporary facility	
	Back filling & Filling	• Winter and Chuseok Consideration : Non-Working day from February 16 to December 31 + (46+4), 4days(Chuseok Holiday)
Concrete structure	RC structure	
	PC structure	
Pavement	Asphalt : Quality degradation below 5℃	
	Concretet : Quality degradation below 5℃	

주요 공종별 분류는 년 간 가동율 및 보정계수 산정에 적용하여 계산공기와 실행공기 차이가 최소화 되도록 하였다. 물론, 여기서 콘크리트공의 경우 구조물 내부 거푸집 해체작업은 외기에 영향을 받지 않고 작업이 가능하며, 콘크리트 양생 작업은 년 중 무휴로 가능하므로 보정계수 적용을 통한 공정계획 수립 시 고려가 필요하다. 또한, 터널공의 경우 갱구부 및 환기구 등 외기에 접하는 공사와 포장공은 공정계획 수립시 기준(안)이 기온에 영향을 미치는 동절기 기간을 피하여 계획 하는 것으로 가정하였다.

5. 적용 예

본 논문에서 제안한 작업불가능 일수 및 공종별 작업소요일수 기준(안)의 검토를 위하여 설계단계에서 수원지역 개착식 RC Box 공동구 단위공정을 년 간 작업 기준으로 약 2㎞ 공사에 대하여 분석하였다. 1구간 = 200m 기준이며 총 304일의(Fig. 3.) 실작업일수(2019.05 ~2020.02)가 소요되는 것으로 가정하였다.

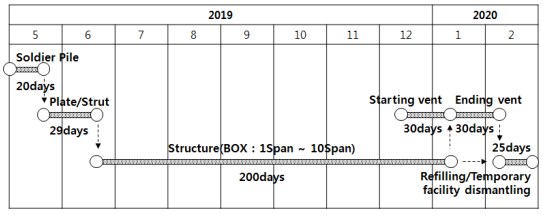


Fig. 3. RC BOX unit schedule(Before reviewing standards)

1) 기준(안)을 적용한 작업불능일 검토

해당 지역 발주처에서 제시한 법정공휴일 및 기상조건에 의한 작업불능일 적용기준은 작업 불가능일수 기준(안)을 적용(Table 8) 하였으며, 작업 불가능일수 산정을 위하여 수원 기상관측소의 2008년~2017년 기상조건은 Table 10과 같다. 기준(안)의 기준으로 산정된 작업불능일은 년 중 작업 시 총 140일로 집계되었다.

Table 10. Calculation of Non-Working day standard

Division	Ja	Fe	Ma	Ap	Ma	Ju	Jl	Ag	Se	Oc	No	De	Sum
Holiday	6	6	5	5	7	5	4	6	6	6	4	5	65
Chuseok and New year Holiday		4							4				8

Weather conditions	Rainfall	-	-	-	-	1	1	5	3	2	-	-	-	12
	Snowfall	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Wind	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Temperatures	23	13	1	-	-	-	-	-	-	-	1	17	55
Sum		29	23	6	5	8	6	9	9	12	6	5	22	140

2) 작업 불가능일수 및 보정계수 산정

년 간 작업 불가능일수는 140일 이며, 작업 가능일수는 225일 이다. 가동율은 225 / 365 = 61.64%, 가동율을 위한 보정계수 = 1 + (1 - 0.6164) = 1.384

3) 보정계수를 적용한 작업 일수 산정

관련 단위공종의 실작업일수에 1.384를 곱하여 실제 작업에 소요되는 일수로 변경한다. Fig. 4는 보정계수를 적용한 공사소요일수 이며, 총 421일의 공기(2019.05~2020.06)가 소요되는 것으로 나타났다. 추후 발주 및 시공단계 공정계획에서는 Fig 4 공정표를 기준으로 하여 월별 휴무일을 고려한 수정 공정표 작성이 필요하다.

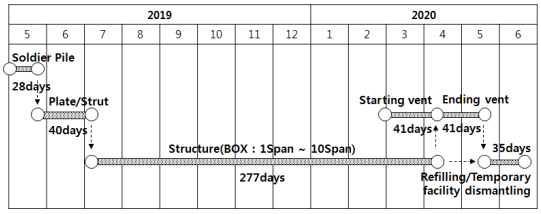


Fig. 4. RC BOX unit schedule(After reviewing standards)

6. 결론

공정계획은 최선을 생각하면서 최악의 조건에 대비해야 한다. 건설공사에서 공사예정구역 기상조건과 리스크 요인을 고려하여 공정을 산정하는 것은 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서는 그동안 수행된 전국 6개소 프로젝트에 대한 기상관련 휴무일수 산정 및 적용사례를 비교분석하여 문제점 도출과 토목공사일반표준시방서 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 등을 검토하여 공정계획 수립 시 기상조건에 의한 작업불능일 산정기준의 다름에 따른 혼선을 방지함으로서 좀 더 실제에 근접한 공정계획이 수립 되도록 기준(안)을 제시하였다.

그리고 단위공정 작업소요일수 산정을 위한 보정계수 산출 및 적용 방법을 제안하여 계산공기와 실행공기 간 오차가 발생하지 않도록 하였다. 특히 실 작업일수에 대한 보정은 그동안 년 간 가동율의 역수를 간헐적으로 사용하였다. 그래서 본 연구에서는 보정계수 산출은 년 간 작업불능 비율만큼 보정하는 방법이 가장 합리적이고 균형된 보정방법 이라고 생각하여 보정계수 식을 제안하게 되었으며. 공정계획 수립 업무에 효율이 증진되고 예정된 공기의 지연이 없는 공정계획에 도움이 될 것으로 판단된다.

References

[1] K. H. Lee, K. R. Kim, D. W. Shin, "Estimation of Non-Working Day Considering Weather Factors in Construction Projects - Based on Estimation Periods for Improving the Forecast", Proceedings of KICEM Annual Conference : Fifth, pp. 394-397, November, 2004.

[2] J. H. Shin, J. A. Lee, C. S. Lee, "The estimation of Non-Working days for the Construction Project in Incheon Region", Korean Journal of Construction Engineering and Management, KICEM, Vol.11, No.6, pp. 58-64, February, 2005.

[3] C. D. Kim, D. H. Lee, J. S. You, J. K, You, J. H. Jung, H. K. Jung, J. H. Yu, "Calculation of Non-Working days due to Weather Favtors during Structural Steel Works", Korean Journal of Construction Engineering and Management, KICEM, Vol.7, No.4, pp. 137-145, August, 2006.

[4] Hanmiglobal, "Construction Management A to Z", pp.273-276, Bo Moon Dang, 2011.

[5] Korea occupational safety & health agency, "A study on the standard for stopping crane work according to wind velocity", pp.1-68, 2014.

[6] J. I. Park, "A Study on Construction Delay Computation based on CPM Technique", Kangwon University, pp.1-127, 2016.

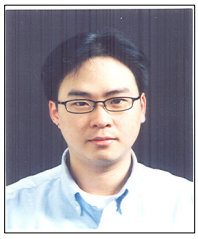
[7] Korea institute of construction technology, "A Study on the Estimation Standard of Construction Duration", pp.1-145, 1992.

이 필 윤(Pil-Yoon Lee) [정회원]

- 2018년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 박사과정 재학
- 2016년 3월 ~ 현재 : 유니콘스(주) 전무로 재직

<관심분야>
토목공학, 토목시공 및 공정관리

조 중 연(Choong-Yuen Cho) [정회원]



- 2006년 8월 : 한양대학교 건설환경시스템공학과 (학사)
- 2008년 8월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (구조공학석사)
- 2014년 3월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (박사수료)
- 2008년 9월 ~ 현재 : 유니콘스(주) 대표이사

<관심분야>
시설물 자산관리, Life Cycle Cost, Value Engineering

이 성 원(Seong-Won Lee) [정회원]

- 1993년 8월 : 인하대학교 대학원 자원공학과 (자원공학석사)
- 2006년 8월 : 고려대학교 대학원 토목환경공학과 (지반공학박사)
- 1993년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 선임연구위원

<관심분야>
물리탐사, BIM, 딥러닝

이 민 재(Min-Jae Lee) [정회원]

- 2000년 12월 : 위스콘신대학교 (건설관리학석사)
- 2002년 12월 : 위스콘신대학교 (건설관리학박사)
- 2003년 3월 ~ 2003년 12월 : 위스콘신대학교 강사 및 연구원
- 2004년 2월 ~ 현재 : 충남대학교 토목공학과 교수

<관심분야>
건설관리, SOC 자산관리

변 요 셉(Yo-Seph Byun) [정회원]

- 2009년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (지반공학 석사)
- 2014년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (지반공학 박사)
- 2014년 2월 ~ 2016년 6월 : 한국시설안전공단 시설안전연구소 위촉 선임연구원
- 2016년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>
터널, 시설물안전 및 건설안전