

대분류 / 19
전기·전자

중분류 / 01
전기

소분류 / 10
철도신호제어

세분류 / 02
철도신호제어시공

학습모듈 / 01

01 신호제어시공계획 수립

LM1901100201_14V1

철도신호제어시공 학습모듈

01. 신호제어시공계획 수립



02. 시공 품질 관리



03. 자재 수급 관리



04. 전선로 시공



05. 현장신호설비 시공



06. 연동장치 시공



07. 전원설비 시공



08. 열차제어장치 시공



09. 열차집중제어장치 시공



10. 안전설비 시공



11. 운행선 절체



12. 시공결과 검사

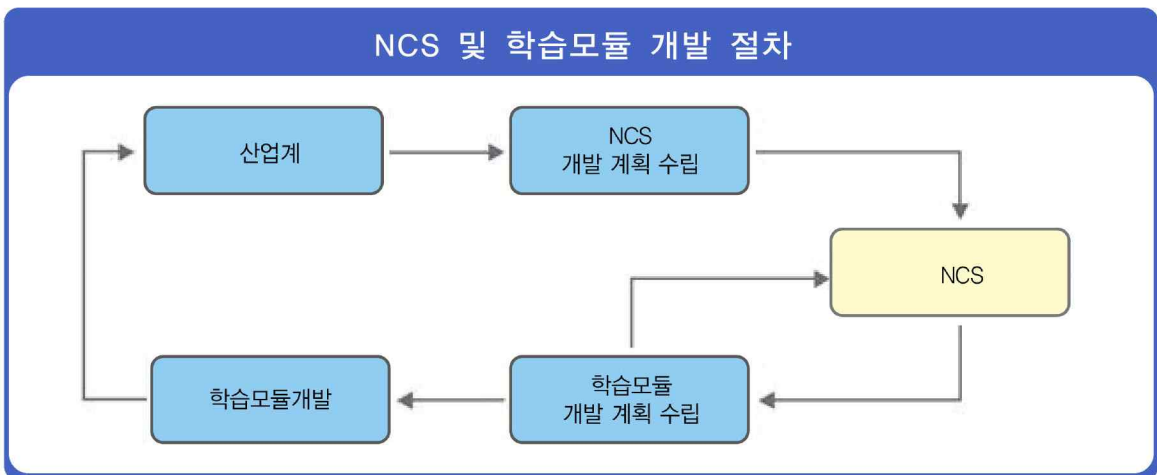


NCS 학습모듈의 이해

※ 본 학습모듈은 「NCS 국가직무능력표준」 사이트(<http://www.ncs.go.kr>) 에서 확인 및 다운로드 할 수 있습니다.

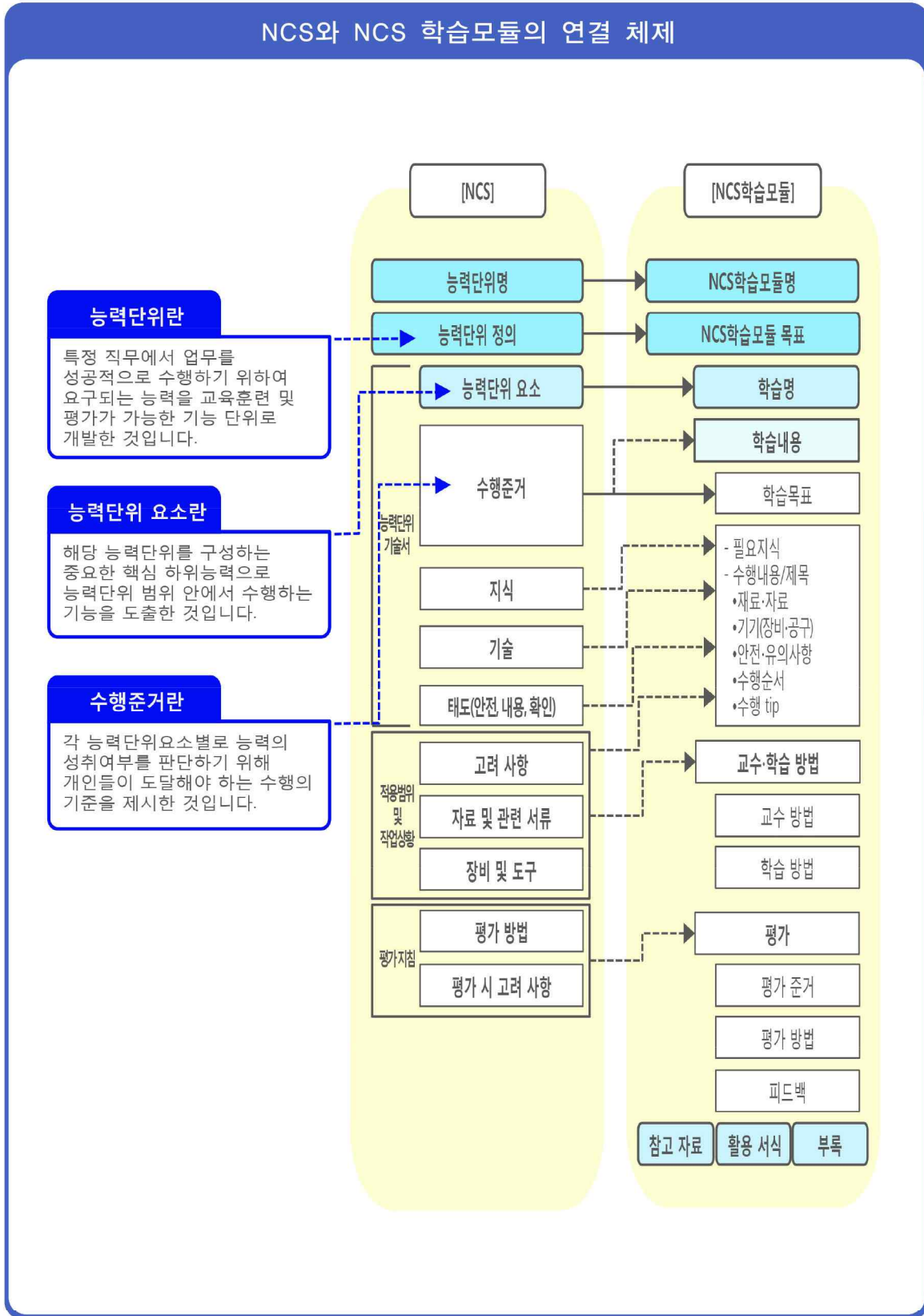
(1) NCS 학습모듈이란?

- 국가직무능력표준(NCS: National Competency Standards)이란 산업현장에서 직무를 수행하기 위해 요구되는 지식·기술·소양 등의 내용을 국가가 산업부문별·수준별로 체계화한 것으로 산업현장의 직무를 성공적으로 수행하기 위해 필요한 능력(지식, 기술, 태도)을 국가적 차원에서 표준화한 것을 의미합니다.
- 국가직무능력표준(이하 NCS)이 현장의 ‘직무 요구서’라고 한다면, NCS 학습모듈은 NCS의 능력단위를 교육훈련에서 학습할 수 있도록 구성한 ‘교수·학습 자료’입니다. NCS 학습모듈은 구체적 직무를 학습할 수 있도록 이론 및 실습과 관련된 내용을 상세하게 제시하고 있습니다.



- NCS 학습모듈은 다음과 같은 특징을 가지고 있습니다.
 - 첫째, NCS 학습모듈은 산업계에서 요구하는 직무능력을 교육훈련 현장에 활용할 수 있도록 성취목표와 학습의 방향을 명확히 제시하는 가이드라인의 역할을 합니다.
 - 둘째, NCS 학습모듈은 특성화고, 마이스터고, 전문대학, 4년제 대학교의 교육기관 및 훈련기관, 직장교육기관 등에서 표준교재로 활용할 수 있으며 교육과정 개편 시에도 유용하게 참고할 수 있습니다.

- NCS와 NCS 학습모듈 간의 연결 체제를 살펴보면 아래 그림과 같습니다.



(2) NCS 학습모듈의 체계

- NCS 학습모듈은 1.학습모듈의 위치, 2.학습모듈의 개요, 3.학습모듈의 내용 체계, 4.참고 자료, 5.활용 서식/부록 으로 구성되어 있습니다.

1. NCS 학습모듈의 위치

- NCS 학습모듈의 위치는 NCS 분류 체계에서 해당 학습모듈이 어디에 위치하는지를 한 눈에 볼 수 있도록 그림으로 제시한 것입니다.

예시 : 이·미용 서비스 분야 중 네일미용 세분류

NCS-학습모듈의 위치

대분류	이용·숙박·여행·오락·스포츠
중분류	이·미용
소분류	아미용 서비스

세분류	능력단위	학습모듈명
헤어미용	네일 샵 위생 서비스	네일샵 위생서비스
피부미용	네일 화장품 제거	네일 화장품 제거
메이크업	네일 기본 관리	네일 기본관리
네일미용	네일 랩	네일 랩
이용	네일 팁	네일 팁
	젤 네일	젤 네일
	아크릴릭 네일	아크릴 네일
	평면 네일아트	평면 네일아트
	융합 네일아트	융합 네일아트
	네일 샵 운영관리	네일샵 운영관리

학습모듈은

NCS 능력단위 1개당 1개의 학습모듈 개발을 원칙으로 합니다. 그러나 필요에 따라 고용 단위 및 교과단위를 고려하여 능력단위 몇 개를 묶어서 1개의 학습모듈로 개발할 수 있으며, NCS 능력단위 1개를 여러 개의 학습모듈로 나누어 개발할 수도 있습니다.

2. NCS 학습모듈의 개요

구성

- NCS 학습모듈 개요는 학습모듈이 포함하고 있는 내용을 개략적으로 설명한 것으로서 **학습모듈의 목표**, **선수 학습**, **학습모듈의 내용 체계**, **핵심 용어** 로 구성되어 있습니다.

학습모듈의 목표	해당 NCS 능력단위의 정의를 토대로 학습목표를 작성한 것입니다.
선수 학습	해당 학습모듈에 대한 효과적인 교수·학습을 위하여 사전에 이수해야 하는 학습모듈, 학습 내용, 관련 교과목 등을 기술한 것입니다.
학습모듈의 내용 체계	해당 NCS 능력단위요소가 학습모듈에서 구조화된 방식을 제시한 것입니다.
핵심 용어	해당 학습모듈의 학습 내용, 수행 내용, 설비·기자재 등 가운데 핵심적인 용어를 제시한 것입니다.

활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈

네일 기본관리 학습모듈의 개요

학습모듈의 목표

고객의 네일 보호와 미적 요구 충족을 위하여 효과적인 네일 관리로 프리에지 형태 만들기, 큐티클 정리하기, 컬러링하기, 보습제 도포하기, 마무리를 할 수 있다.

선수학습

네일숍 위생서비스(LM1201010401_14v2)

학습모듈의 내용체계

학습	학습내용	NCS 능력단위요소		
		코드번호	요소명칭	수준
1. 프리에지 형태 만들기	1-1. 네일 파일에 대한 이해와 활용	1201010403_12v2.1	프리에지 모양 만들기	3
	1-2. 프리에지 형태 파일링			
2. 큐티클 정리하기	2-1. 네일 기본관리 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.2	큐티클 정리하기	3
	2-2. 큐티클 관리			
3. 컬러링하기	3-1. 컬러링 매뉴얼 이해	1201010403_14v2.3	컬러링	3
	3-2. 컬러링 방법 선정과 작업			
	3-3. 젤 컬러링 작업			
4. 보습제 도포하기	4-1. 보습제 선정과 도포	1201010403_14v2.4	보습제 바르기	2
	4-2. 각질제거			
5. 네일 기본관리 마무리하기	5-1. 유분기 제거	1201010403_14v2.5	마무리하기	3
	5-2. 네일 기본관리 마무리와 정리			

핵심 용어

프리에지, 니퍼, 푸셔, 플리시, 네일 파일, 스웨이형, 스웨이 오프형, 리운드형, 오발형, 포인트형

학습모듈의 목표는

학습자가 해당 학습모듈을 통해 성취해야 할 목표를 제시한 것으로, 교수자는 학습자가 학습모듈의 전체적인 내용흐름을 파악할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

선수학습은

교수자나 학습자가 해당 모듈을 교수 또는 학습하기 이전에 이수해야 할 학습내용, 교과목, 핵심 단어 등을 표기한 것입니다. 따라서 교수자는 학습자가 개별 학습, 자기 주도 학습, 방과 후 활동 등 다양한 방법을 통해 이수할 수 있도록 지도하는 것이 필요합니다.

핵심 용어는

학습모듈을 통해 학습되고 평가되어야 할 주요 용어입니다. 또한 당해 모듈 또는 타 모듈에서도 핵심 용어를 사용하여 학습내용을 구성할 수 있으며, 「NCS 국가 직무능력표준」 사이트(www.ncs.go.kr)에서 색인(찾아보기) 중 하나로 이용할 수 있습니다.

3. NCS 학습모듈의 내용 체계

구성

- NCS 학습모듈의 내용은 크게 **학습**, **학습 내용**, **교수·학습 방법**, **평가** 로 구성되어 있습니다.

학습	해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시한 것입니다. 학습은 크게 학습 내용, 교수·학습 방법, 평가로 구성되며 해당 NCS 능력단위의 능력단위 요소별 지식, 기술, 태도 등을 토대로 학습 내용을 제시한 것입니다.
학습 내용	학습 내용은 학습 목표, 필요 지식, 수행 내용으로 구성하였으며, 수행 내용은 재료·자료, 기기(장비·공구), 안전·유의 사항, 수행 순서, 수행 tip으로 구성한 것입니다. 학습모듈의 학습 내용은 업무의 표준화된 프로세스에 기반을 두고 실제 산업현장에서 이루어지는 업무활동을 다양한 방식으로 반영한 것입니다.
교수·학습 방법	학습 목표를 성취하기 위한 교수자와 학습자 간, 학습자와 학습자 간의 상호 작용이 활발하게 일어날 수 있도록 교수자의 활동 및 교수 전략, 학습자의 활동을 제시한 것입니다.
평가	평가는 해당 학습모듈의 학습 정도를 확인할 수 있는 평가 준거, 평가 방법, 평가 결과의 피드백 방법을 제시한 것입니다.

활용 안내

예시 : 네일미용 세분류의 ‘네일 기본관리’ 학습모듈의 내용

학습 1	프리에지 형태 만들기(LM1201010403_14v2.1)
학습 2	큐티클 정리하기(LM1201010403_14v2.2)
학습 3	컬러링하기(LM1201010403_14v2.3)
학습 4	보습제 도포하기(LM1201010403_14v2.4)
학습 5	네일 기본관리 마무리하기(LM1201010403_14v2.5)

학습은
해당 NCS 능력단위요소 명칭을 사용하여 제시하였습니다. 학습은 일반교과의 '대단원'에 해당되며, 모듈을 구성하는 가장 큰 단위가 됩니다. 또한 완성된 직무를 수행하기 위한 가장 기본적인 단위로 사용할 수 있습니다.

학습내용은
요소 별 수행준거를 기준으로 제시하였습니다. 일반교과의 '중단원'에 해당합니다.

학습목표는
모듈 내의 학습내용을 이수했을 때 학습자가 보여줄 수 있는 행동수준을 의미합니다. 따라서 일반 수업시간의 과목목표로 활용할 수 있습니다.

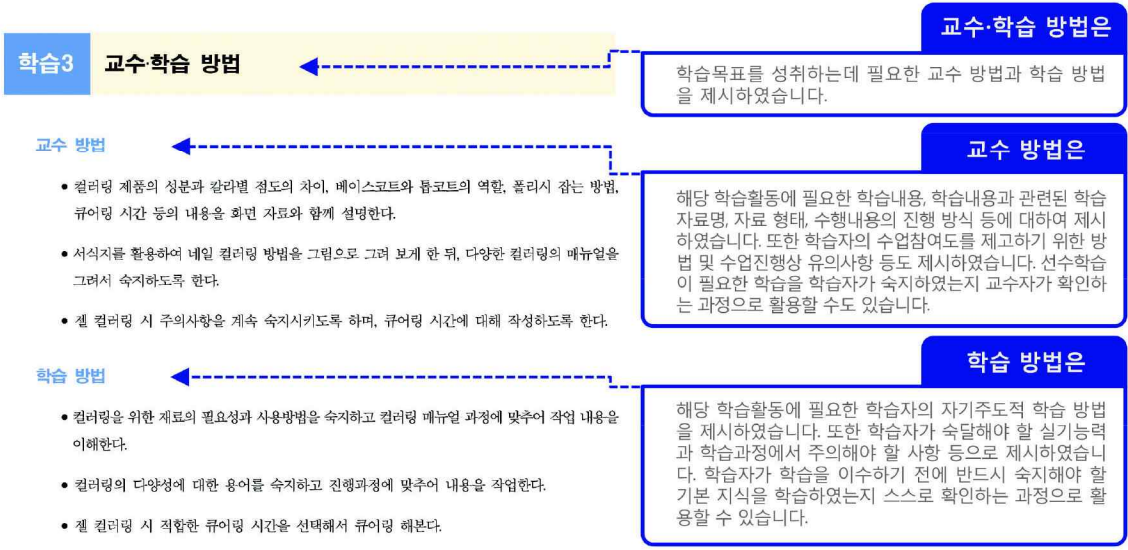
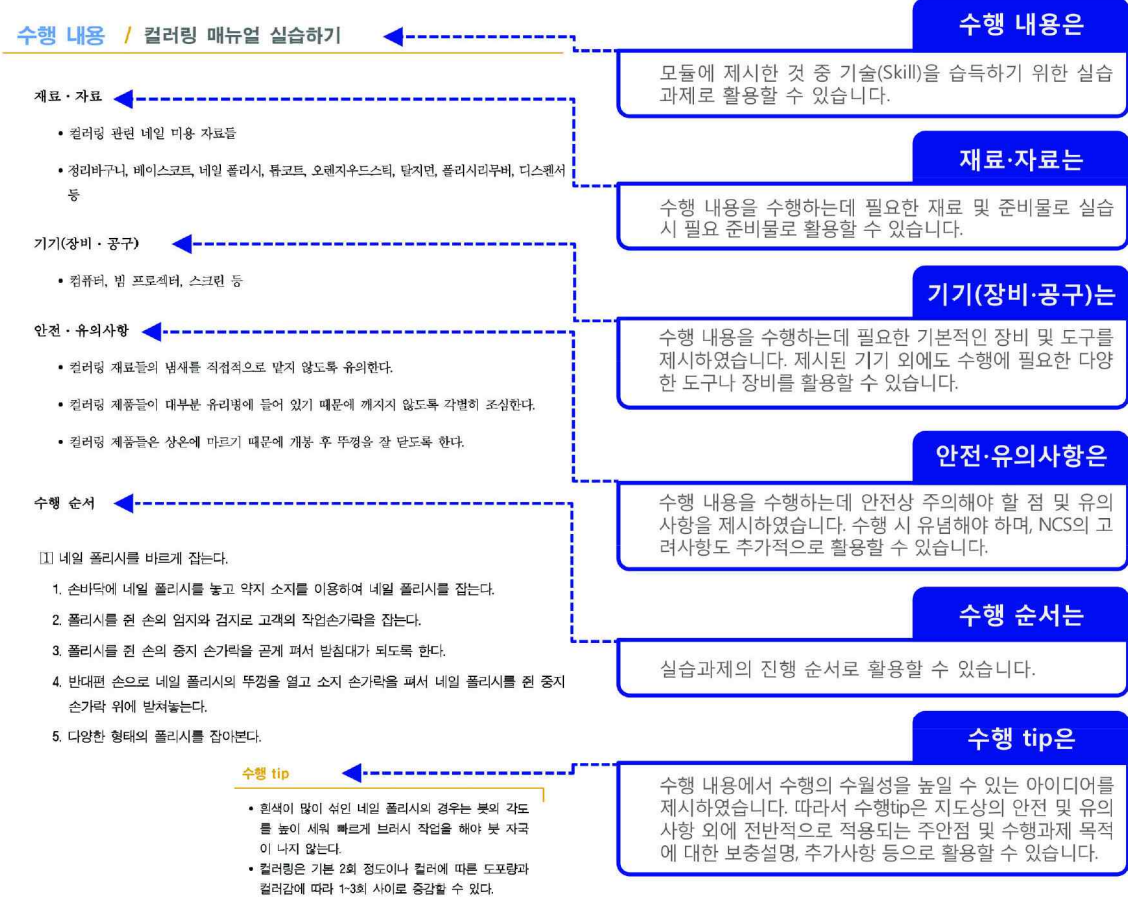
3-1. 컬러링 매뉴얼 이해

- 학습목표**
- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 침착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.
 - 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.
 - 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부여를 위한 톱코트를 바를 수 있다.

필요 지식 /

□ 컬러링 매뉴얼
컬러링 작업 전, 이세론 또는 네일 폴리시 리무버를 사용하여 손톱표면과 큐티클을 주변, 손톱 밑 부분까지 깨끗하게 유분기를 제거해야 한다. 컬러링의 순서는 Base coating 1회 → Polishing 2회 → 컬러수정 → Top coating 1회 → 최종수정의 순서로 한다. 베이스코트는 착색을 방지하고 발림성 향상을 위해 가장 먼저 도포하며 컬러링의 마지막에 컬러의 유지와 광택을 위해 톱코트를 도포한다. 네일 보강제(Nail Strengthner)를 바를 시에는 베이스코트를 도포하기 전에 사용한다.

필요지식은
해당 NCS의 지식을 토대로 해당 학습에 대한 이해와 성과를 높이기 위해 알아야 할 주요 지식을 제시하였습니다. 필요지식은 수행에 꼭 필요한 핵심 내용을 위주로 제시하여 교수자의 역할이 매우 중요하며, 이후 수행순서 내용과 연계하여 교수·학습으로 진행할 수 있습니다.



학습3 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 학습 목표 및 평가 항목에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행하였는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
캘러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 질착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

평가 방법

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
캘러링 매뉴얼 이해	- 고객의 요구에 따라 네일 폴리시 색상의 질착을 막기 위한 베이스코트를 아주 얇게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시를 얼룩 없이 균일하게 도포할 수 있다.			
	- 작업 매뉴얼에 따라 네일 폴리시 도포 후 컬러 보호와 광택 부어를 위한 톱코트를 바를 수 있다.			

피드백

- 작업장 평가
 - 작업 결과물을 확인하여 수정사항을 제시하고 수정 부분을 인지하도록 한다.

평가는

해당 NCS 능력단위 평가방법과 평가 시 고려 사항을 준용하여 작성하였습니다. 교수자 및 학습자가 평가항목 별 성취수준을 확인하는데 활용할 수 있습니다.

평가 준거는

학습자가 해당 학습을 어느 정도 성취하였는지를 평가하기 위한 기준을 제시하고 있습니다. 학습목표와 연계하여 단위수업 시간에 평가항목 별 성취수준을 평가하는데 활용할 수 있습니다.

평가 방법은

NCS 능력단위의 평가방법을 준용하였으며, 평가 준거에 따른 평가방법을 2개 이상 제시하였습니다. 평가방법으로는 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례연구, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등이 있으며, NCS의 능력단위 요소 별 수행 수준을 평가하는데 가장 적절한 방법을 선정하여 활용할 수 있습니다.

피드백은

평가 후에 학습자들에게 평가 결과를 피드백하여 부족한 부분을 알려주고, 학습 결과가 미진한 경우, 해당 부분을 다시 학습하여 학습목표를 달성하는 데 활용할 수 있습니다.

4. 참고 자료

참고자료

- 김미원(2011). 『Nail Study』. 서울: 사)한국네일저서서비스협회.
- 민방경(2015). 『미용사(네일)평가』. 서울: 예문사.
- 박은주(2014). 『네일미용』. 서울: 정담미디어.

참고자료는

해당 학습모듈의 필요지식에 대한 출처와 인용한 참고자료 및 사이트를 제시하였습니다.

5. 활용 서식/부록

활용서식

프리페이지 형태 실습지

1. 프리페이지 형태의 이해

모양	이름	특징
	스퀘어 네일 (Square nail)	- 강한 느낌의 사각형태 - 네일의 양끝 모서리 부분이 90° 사각의 형태이다. - 발톱의 형태 활용 - 내인성 발톱의 보정시에 적용

활용서식은

평가 서식, 실습시트 등 교수학습 시 활용 가능한 다양한 서식들로 구성하였습니다. 과제 진행에서 평가에 이르기까지 필요한 서식을 해당 학습모듈의 특성에 맞춰 개발하거나 기존의 양식을 활용하여 제시하였습니다.

부록

네일 기본관리 도구와 재료 목록

목록	비고	준비
위생가운	흰색	작업자 착용
위생 마스크	흰색	작업자 착용
보호안경	투명한 렌즈 (안경으로 대체 가능)	작업자 착용
재용관리함	재질, 색상 무관	작업대

부록은

활용서식 이외에 교수학습과정에서 참고할 수 있는 자료가 있는 경우 제시하였습니다.

[NCS-학습모듈의 위치]

대분류	전기 · 전자	
중분류	전기	
소분류	철도신호제어	

세분류

철도신호제어

설계 · 감리

철도신호제어
시공

철도신호제어

시설물

유지 · 보수

능력단위	학습모듈명
신호제어시공 계획 수립	신호제어시공 계획 수립
시공 품질 관리	시공 품질 관리
자재 수급 관리	자재 수급 관리
전선로 시공	전선로 시공
현장신호설비시공	현장신호설비시공
연동장치 시공	연동장치 시공
전원설비 시공	전원설비 시공
열차제어장치 시공	열차제어장치 시공
열차집중제어장치 시공	열차집중제어장치 시공
안전설비 시공	안전설비 시공
운행선 절체	운행선 절체
시공 결과 검사	시공 결과 검사

차례

학습모듈의 개요	1
학습 1. 설계서 검토하기	
1-1. 설계서 공종과 도면 검토	3
1-2. 현장 조사	13
1-3. 인터페이스 검토	17
1-4. 설계서 보완	22
• 교수·학습 방법	26
• 평가	28
학습 2. 마스터플랜 작성하기	
2-1. 공정 관리 및 조직 계획 수립	30
2-2. 품질 관리 및 조직 계획 수립	38
2-3. 안전 관리 및 조직 계획 수립	44
2-4. 마스터플랜 계획 수립	52
• 교수·학습 방법	60
• 평가	61
학습 3. 인력 관리 계획 수립 하기	
3-1. 전문 기술 인력 구성	63
3-2. 공종별 인력 투입 계획 수립	74
• 교수·학습 방법	81
• 평가	82

학습 4. 공정 관리 계획하기

4-1. 착공 전 지장물 분석	84
4-2. 공정 계획표 작성	88
4-3. 내역 분개와 공정 연결 계획 수립	97
4-4. 지연 원인 분석과 만회 대책 수립	105
4-5. 후속 공정 대책 수립	112
• 교수·학습 방법	121
• 평가	123
참고 자료	126
부 록	127

신호제어 시공 계획 수립¹⁾의 개요

학습모듈의 목표

신호제어 시공 계획을 수립하기 위하여 설계서 및 설계도를 면밀히 분석하고, 과학적 기법을 통한 마스터플랜 작성으로 계획적인 공정 및 인력 관리를 하여 적기 시공과 양질의 시공 품질을 확보할 수 있는 능력을 키우는 데 있다.

선수학습

철도신호제어의 설계서 작성, 설계도 작성, 설계 일반 사항, 감리 일반 사항, 철도신호제어 이론, 철도신호제어 기기

학습모듈의 내용 체계

학습	학습내용	NCS 능력단위 요소		
		코드 번호	요소 명칭	수준
1. 설계서 검토하기	1-1. 설계서 공종과 도면 검토	1901100201_14V1.1	설계서 검토하기	5
	1-2. 현장 조사			
	1-3. 인터페이스 검토			
	1-4. 설계서 보완			
2. 마스터플랜 작성하기	2-1. 공정 관리 및 조직 계획 수립	1901100201_14V1.2	마스터플랜 작성하기	6
	2-2. 품질 관리 및 조직 계획 수립			
	2-3. 안전 관리 및 조직 계획 수립			
	2-4. 마스터플랜 계획 수립			
3. 인력관리계획 수립하기	3-1. 전문 기술 인력구성	1901100201_14V1.3	인력 관리 계획 수립하기	4
	3-2. 공종별 인력투입계획 수립			
4. 공정관리계획하기	4-1. 착공 전 지장물 분석	1901100201_14V1.4	공정 관리 계획하기	4
	4-2. 공정 계획표 작성			
	4-3. 내역분개와 공정 연결 계획 수립			
	4-4. 지연원인 분석과 만회 대책 수립			
	4-5. 후속 공정 대책 수립			

1) 하단 본 학습모듈에 인용된 시각적 자료의 경우 저작권은 각 출처(한국철도시설공단 등)에 있음.

핵심 용어

설계도서, 인터페이스, 마스터플랜, 공정 관리(PERT/CPM), 품질 관리(ISO 9001), IPS, 철도설계지침, 공사 시방서, 공사에정공정표, 공기 지연 만회 기법, Critical Path

학습 1

설계서 검토하기 (LM1901100201_14V1.1)

학습 2	마스터플랜 작성하기(LM1901100201_14V1.2)
학습 3	인력관리계획 수립하기(LM1901100201_14V1.3)
학습 4	공정 관리 계획하기 (LM1901100201_14V1.4)

1-1. 설계서 공종과 도면 검토

학습 목표

- 설계서에 제시된 공종을 검토할 수 있다.
- 설계서에 제시된 도면을 검토할 수 있다.

필요 지식 /

① 사업의 목적 및 범위

1. 사업의 목적

모든 사업에는 그 공사가 추진하는 궁극적인 목적이 있다. 따라서 공사를 착수하기 전에 사업의 필요성, 중요성 및 사업의 효과 등을 사전에 면밀히 파악하여 시공에 임해야 사업의 목적에 맞는 공사의 추진이 원만하게 이루어질 것이다. 특히, 신호 제어 설비는 철도를 구성하는 여러 부문 중에서도 핵심 안전 설비로서 열차 안전 운행에 직접적이며 중대한 영향을 미치므로 시공 계획 단계부터 설계 내용을 충분히 숙지하여야만 사업의 목적에 부합하는 시공 품질을 확보하게 된다.

2. 사업의 범위

사업의 범위는 시공 계획을 수립하고 통제하는 과정의 기본이 되는 요소이다. 업무의 범위를 정의하여야만 해당 공사를 수행하는 기간, 소요 자재, 투입 인력 등을 산출하여 소요 사업비를 산정할 수 있다. 또 정의된 업무 범위를 수행하기 위한 실행조직 및 지원조직 등을 구성하고 구체적인 실행 공정도 계획할 수 있다. 이러한 업무의 범위가 일정하지 못하면 모든 일정과 비용이 변동되므로 업무범위의 정의는 시공을 시작으로 해서 준공까지도 각 단계에 영향을 주는 중요한 항목이다. 철도건설은 각 분야가 유기적으로 연동되어 시공되므로 각 분야의 시공범위와 선·후행 작업의 범위를 사전에 상호 협의하여 확정하여야 신호분야 시공의 기본계획(Master Plan)과 세부 시행공종(Work Package)도 작성할 수 있다.

② 설계서 및 설계도 검토

1. 설계서 검토

설계서를 검토하기 전에 파악하여야 할 내용이 있다. 일반계약내용, 자재구매계약서, 계약의 특수 조건 등을 사전에 파악하고, 해당공사의 특수성이 포함된 계약사항을 사전에 철저히 분석하여 설계의 전체적인 개념을 파악하여야 본 설계서를 이해하고 숙지하는데 도움이 된다. 신호분야의 설계서는 일반적으로 설계보고서, 예산 내역서, 수량산출서, 단가 산출서(일위대가표), 지급자재명세서, 자재구매설명서, 공사 시방서, 공사예정공정표, 기술적 용량산출내역, 설계도 등으로 구성되며 각각의 내용과 중점 검토사항은 다음과 같다.

(1) 설계보고서

설계보고서는 기본설계보고서, 실시설계보고서가 있으며, 대형 프로젝트에서는 전 단계 보고서인 타당성조사 및 기본계획의 보고서가 있을 수 있다. 주요 내용으로 과업의 개요, 범위, 목적, 추진방향, 설계기준, 시스템의 구축방안 등을 수록하고 있고, 앞에서 강조하였던 사업의 개요와 목적을 숙지할 수 있으며, 특히 신호제어 분야는 인접선구와의 완벽한 기술적인 호환성과 설비의 적정성 등을 검토할 수 있다.

(2) 예산 내역서

해당공사의 공종 및 공종별 수량, 단가, 금액과 구체적인 제 경비의 요율을 알 수 있다. 내용을 검토할 때에는 서류로 검토하지만 설계서를 구성하는 모든 서류의 파일은 연산 프로그램에 의해 상호연동이 걸려있으므로 내용을 서류로 검토하지만 프로그램 파일을 확보하여 변경 시 활용하여야 한다. 예산 내역서는 전체 공종의 내용과 규모를 가장 확실하게 파악할 수 있다.

(3) 수량산출서

설계 도면을 작성 시 예상되는 공종을 사전에 구상하게 되는데, 수량 산출서는 각 도면에서 공종별 수량을 물량표를 이용하여 집계하고, 다시 각 도면의 내용들을 공종별로 정리하여 집계한 서류로서 예산 내역서의 산출 근거가 된다. 수량 산출서를 검토할 때의 주의사항은 같은 공종이라도 작업 방법(인력, 기계), 작업 시간(주야간), 작업 환경(터널, 교량, 토공 등) 등에 따라 인력 품셈이 달라질 수 있으므로 이러한 점에 유의하여 검토해야한다.

(4) 단가 산출서(일위대가표)

수량 산출서에서 확정된 공종을 기본으로 각 공종의 단위에 수량(개, 조, 식, M, KM 등)당 소요되는 자재의 수량과 금액 및 신호기술자, 전문기술자, 보통 인부 등의 인공과 금액을 산정하는 서류로서 단가 산출서를 이해하고 검토하려면 일정 수준의 지식과 경험을 필요로 한다. 단위 공종의 단가 산출서에 총수량을 대입하면 해당 공종에서 필요로 하는 자재 물량과 인력을 산출할 수 있으며 소요되는 자재의 공급방법이 시공

사 부담이면 사급(또는 을 부담) 자재라 하고, 사업을 주관하는 시행자가 공급하면 지급 자재(또는 갑 부담, 시행자가 정부일 경우에는 관급 자재)라고 한다. 따라서 단가 산출서에서 지급 자재와 사급 자재의 물량을 구분하여 산출할 수 있으며 여기서 산출된 지급 자재 물량과 설계서에서 제시하는 지급자재명세서를 비교, 확인할 필요가 있다. 단가 산출서에서 단가와 금액을 표시하지 않고 소요되는 자재와 인공만을 표시한 서류를 특별히 일위대가표라고 부른다.

(5) 지급자재명세서

당해 공사에 소요되는 지급 자재를 규격별로 정리한 서류로서 지급 자재는 정부표준 규격, 기관표준규격에 의거 발주처가 일괄 구매하여 각 공사에 지급하는 경우와 특수한 자재를 공사 시행자가 일회성 구매사양서로 특별히 구매하여 지급하는 경우에 조달청 또는 자체 기관 등을 통해 구매하는데, 이는 자재의 품질을 확보하고 투명성과 공정성을 기하기 위함이다. 시공사는 설계도서 내용과 지급 자재 수량이 일치하는지를 검토하여야 한다.

(6) 공사 시방서

공사를 시행함에 있어 전반적인 내용을 설명하는 부분으로, 일반적인 각종 관리부문과 각 공종별로 시공 시 특별히 주의하여야 할 작업 사항 등을 상세히 설명하는 내용으로 구성되며, 시공사로서는 반드시 이해하고 숙지하여야 할 아주 중요한 내용이다. 발주자에 따라 표준 공사 시방서를 만들어 활용하는 경우도 있지만, 당해 공사에서는 특별히 다르게 요구되는 경우도 있기 때문에 내용을 숙지하는 것이 더욱 중요하다.

(7) 기타

공사예정공정표는 전체 공사 기간과 중요한 공종을 기간 내에 완공하는 내용을 간단하게 표현하였으며 이를 기초로 시공사는 상세하고 과학적인 내용의 예정 공정표를 작성하여야 한다. 마지막으로 설계를 추진하는 과정에서 이루어지는 각종 문서화된 협의 내용과 공사에 투입되는 전기·전자용품의 용량 산출 및 케이블의 소요 수, 굵기 등의 산출 내역을 기록, 유지하는 참고서류(용량산출서 포함) 등을 확인, 검토하여 적정성 있게 반영되었는지를 확인하여야 한다.

2. 설계도 검토

설계도는 신호 공사를 수행하기 위한 각종 도면을 약정된 범례(도식기호)와 작성 요령을 기본으로 작성한 도면이므로 검토에 통일성을 기할 수 있다. 내용으로는 신호 설비 관구도, 궤도회로도, 연동 도표, 전선로도, 설치 상세도 등으로 구성된다. 설계도는 신설선구와 개량선구에 따라 작성의 방법은 차이가 있을 수 있으나, 검토 요령은 큰 차이가 없다. 다만, 도면을 충분히 숙지하고 도면을 완벽하게 검토하기 위해서는 경험과 전문지식을 필요로 한다.

(1) 관구도

사업 구간의 정거장 위치, 역 및 역간의 환경 조건(교량, 터널 등), 정거장 및 역간의 선로 구성의 배선 약도, 신호 기계실 위치, 각종 신호기 위치, 선로 전환기 설치 개소, 철도 건널목 위치 등을 총망라하여 약도로 작성한 도면이다. 또 시공 범위의 위치 등을 축약하여 표현된 도면으로 시공 내용을 쉽게 파악할 수 있다.

(2) 궤도회로도

시공선구에서 요구되는 열차 운행에 적합하며 인접선구와도 완벽한 호환이 가능한 궤도회로를 선정하여 전체적인 궤도회로를 정거장구내와 역간으로 구분하여 작성하며, 각종(송착전, 침단, 크로싱, 신축이음매, 병열)점퍼 설치방법, 궤조절연 종류 및 설치방법, 궤도회로 전원의 이극화, 전차선 전류 귀선용 중성선, 귀선점퍼 등의 설치 상세도를 물량표와 함께 표시한다. 각종 궤도회로 장치는 궤도분야와 시공 범위가 중첩될 수 있으므로 도면에서 업무범위의 한계를 확인하여야 한다.

(3) 연동 도표

정거장 구내의 진로제어설비인 연동 장치의 기능과 구성을 도표로 나타낸 것으로 연동 도표에 의해 연동 장치를 제작하고 시공하며 유지 보수를 할 수 있는 신호설비의 중요한 역할을 하는 도표이다. 연동 도표도 작성요령에 따라 약정된 도식기호에 의해 작성되며, 상단에 선로 배선 하단에는 신호기, 선로전환기, 궤도회로가 상호 연쇄하여 동작되는 과정을 나타내고 있다. 상단의 선로배선도에는 해당 역의 위치, 기점과 종점 역명, 인접역명, 선로배선에 따른 궤도회로, 신호기(장내, 출발, 입환, 구내폐색), 선로 전환기의 명칭이 표현되며, 하단의 쇄정란에는 신호기 명칭, 진행방향, 출발 및 도착버튼, 선로전환기 쇄정, 신호기 상호쇄정, 진로쇄정, 진로구분쇄정, 폐로쇄정, 시간쇄정, 철사쇄정 등이 표현된다. 신설선구의 연동 도표는 공사가 진행되는 과정에서 선로 배선 및 진로조건 등이 변경되는 경우가 많아 그때마다 시공사는 변경연동 도표를 작성하여 감리원을 통해 시행 부서의 승인을 받아 시공하여야하므로 연동 도표의 내용을 정확하게 파악하여야 한다.

(4) 전선로도

전선로도는 일반적으로 역 구내와 역간으로 구분하여 작성하며 신호제어설비의 시공에 필요한 모든 요소가 표시되어 있다. 축척된 선로 평면도에 각종 신호 설비의 위치 및 명칭을 표시하고, 신호 기계실로부터 제어 및 전원케이블 등을 전선로(공동관로, 트러후, 케이블 트레이, 전선관, 맨홀 등)를 이용하여 포설 한 후 접속함을 거쳐 각종 신호 장치와 연결되도록 하는 도면이다. 각 페이지마다 물량표를 표시하고 역 또는 역간 단위별로 집계되어 있으므로 설계도에서 집계된 물량표와 이를 바탕으로 작성된 수량산출서를 비교·검토하여야 한다.

(5) 기기배치도 및 설치 상세도

실내 설비의 시공을 위한 기기배치도와 결선도, 현장에서 각종 신호장치의 설치, 시공을 위한 일반적인 표준 상세도와 시공 개소의 특수성을 감안한 특별 시공 도면이 있을 수 있다. 다만, 현장 여건이 설계와 다르게 변경될 때에는 새로운 공법 등을 감리원의 승인을 받아 변경 시공할 수 있다.

재료·자료

- 설계보고서
- 설계예산 내역서
- 수량산출서
- 단가산출서(일위대가표)
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사 시방서
- 공사에정공정표
- 기술적 용량산출내역
- 설계도

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

- 안전 사항 : 해당 내용 없음.
- 유의 사항
 - 실시 설계서를 검토하기 전에 상위 단계인 기본계획 또는 기본설계를 통하여 당해 사업의 추진 배경과 사업의 효과 등의 흐름을 파악하면 실시 설계서를 이해하는데 많은 도움이 된다.
 - 시공사는 시공 과정에서 설계 변경이 이루어지므로 설계 변경서 작성 방법도 숙지하여야 한다.
 - 설계도서의 검토는 현장 신호 설비 조사 전에 사전 검토하는 것이 바람직하다.

수행 순서

① 설계서 검토하기

설계서 작성은 선행 작업이 완성되어야만 후속 작업이 순차적으로 작성 될 수 있다. 그러나 시공 단계에서의 설계서를 검토하는 방법은 작성 시의 순서와 반드시 일치할 필요는 없다. 일반적으로 설계서를 검토하는 순서는 다음과 같이 한다.

1. 설계보고서는 당해 공사의 모든 내용을 상세히 설명한 것으로서 보고서의 검토 없이는 다른 내용을 이해하기가 어렵다. 따라서 설계보고서는 검토의 최우선 순위이며, 이 보고서에서 다음과 같은 내용들이 수록되므로 이들의 내용을 확실하게 숙지하여야 한다.

(1) 과업의 개요

공사의 범위가 정의되고 추진 방향 등을 설명한다.

(2) 신호설비 구축방안

상위 계획인 기본 설계 검토 내용과 인접선구와의 호환성을 고려한 신호시스템의 구축방안 등을 설명한다.

(3) 설계의 기준

장치별 신호설비 설계기준 및 원칙과 타 분야 특히 신호와 관련된 선로배선기준과 정거장 형태, 배선 등을 설명한다.

(4) 폐색의 분할

열차의 간격제어시스템의 선정과 폐색 분할 및 선로 설비의 배치 등을 설명한다.

(5) 실내설비 구축

신호기계실의 위치 및 소요면적 산출 배경, 신호설비의 기기배치도, 전원실의 면적과 기기배치도, 케이블 배선도 등을 설명한다.

(6) 현장설비 구축

신호기장치, 궤도회로장치, 전기선로전환기, 접속함, 전선로, 케이블 포설 및 장치의 종류별 장단점을 비교하여 본 장치가 선정된 배경, 각종 장치의 제원 등을 설명한다.

(7) 선구의 특징에 맞는 안전설비 구축방안

일반철도에서는 건널목 안전설비 등이 설치되며, 특별히 300km/h대의 고속철도 또는 200km/h대의 준고속 철도에서는 열차속도에 따라 다음과 같은 새로운 안전설비의 기능 및 구성도 등이 설명되므로 이들 내용에 대해 특별한 관심으로 인지하여야한다.

(가) 차축온도검지장치

고속 주행 시 차축에서 발열되는 온도를 검지하여, 과열의 경우 차량 운영자에게 경고하여 주는 장치로 기능 및 설치 기준을 설명한다.

(나) 지장물검지장치

운행 선로에 낙석, 토사 붕괴 등 지장물이 발생하였을 경우, 이를 검지하여 해당선로는 물론 인접 선로까지도 열차의 운행을 제한하는 설비로, 시스템의 기능, 설치기준, 설치 위치 등을 설명한다.

(다) 끌림검지장치

주행하는 고속 열차의 부속품이 파손이나 이탈로 인하여 궤도에 설치된 각종 시설물을 파손시키고, 이로 인한 탈선의 우려도 있어 일반 철도나 차량기지와의 경계지점에 설치하여 사고나 장애를 예방하는 내용을 설명한다.

(라) 기상검지장치

급격한 기상 변화(태풍, 집중 호우, 폭설 등)는 고속으로 주행하는 열차에 직접적인 위협 요소가 될 수 있으므로 강우 검지, 강풍 검지, 강설 검지 장치가, 있으며 이에 대한 설계 기준, 설계 위치 등을 설명한다.

(마) 안전스위치

고속 철도 선로변에서 열차 운행의 위협 요소가 발견되었을 경우, 선로 순회자 또는 관계자가 열차를 비상으로 정차시킬 수 있는 장치로서, 장치의 구성과 기능, 설치기준 등을 설명한다.

(바) 보수요원 선로횡단장치

보수자가 지정된 개소에서 선로를 횡단하고자 할 때 접근하는 열차의 유무를 확인하고 열차 없음을 확인하는 신호가 표시되면 안전하게 선로를 횡단하도록 하기 위한 설비로서, 시스템의 기능, 설치 기준, 설치 위치 등을 설명한다.

(사) 터널경보장치

보수자가 터널에서 작업 중 열차가 접근하면 경광등이 섬광하며 경보음이 송출되어 보수자를 안전한 곳으로 대피시키기 위한 설비로서, 시스템의 구성, 열차의 속도제한, 열차의 검지구간, 경보방식, 제어방식, 설치기준, 제어함 위치 등을 수록한다.

(아) 분기기 히팅장치

분기기는 복잡한 구조로 되어 있으며 동절기에 기온 저하나 강설로 인하여 기본 레일과 텅레일 사이의 결빙 또는 레일표면의 결빙에 의해서 선로전환기의 전환불량 장애가 발생하는 것을 방지할 목적으로 분기부에 전기적으로 가열하는 장치로서 시스템의 구성, 설치기준, 설치개소 등을 설명한다(고속 및 일반 철도 모두 사용).

(자) 레일온도검지장치

특정 구간의 레일 온도를 측정하고 급격한 레일 온도 상승으로 인한 레일의 장출에 대비, 위험을 감지하여 열차의 속도를 제한하는 장치로서, 주로 주요 정거장에 설치한다.

(차) 무인기계실 원격감시장치

무인으로 운용되는 중간기계실(IEC, InEC)을 원격으로 감시하여 기계실의 안전을 확보하는 장치로서, 시스템의 구성 및 기능, 설치 기준 등을 설명한다.

(카) 지진계측 설비

지진계측 설비는 고속 철도 구간에서 장대교량이나 터널 등 지진동에 취약한 주요개소에 지진계측 설비를 설치하여 지진 발생이 감지되면 열차의 운행을 제한하는 장치이다. 설치 기준과 설치 위치가 설명되며, 설치개소에 설치 시 유의할 기준 등이 설명되는데, 신호분야에서는 지진 설비에 대한 전문 지식이 없으므로 외부 전문가의 자문 및 협조로 구축한다.

(8) 전원설비 구축방안

자동절체기(ats), 배전반, UPS, 정류기, 전원공급장치, 축전지 등의 구성 및 제원과 용량산출 근거 등으로 구성됨을 설명한다.

(9) 기존선구와 연결방안

기존선구와 신설선구의 신호시스템을 검토하여 서로 다른 시스템일 경우, 시스템의 전환방법 등에 대하여 설명한다.

(10) 접지 구성방안

단독접지와 공동접지방식 및 타 분야와의 관계를 검토한 결과 최적의 접지방식을 선정한 배경 등이 설명된다. 최근에는 전기 분야 전체를 공동 접지하여 영(Zero) 전위를 확보하는 접지방식을 설명한다.

(11) 기타

공사와 관계되는 연구 내용과 신호 공사의 공구를 효과적으로 분할하는 방법 등을 설명한다.

2. 설계서 작성에서는 설계도를 먼저 작성하고 수량 산출서를 작성하지만, 시공을 위한 검토 단계에서는 설계도와 수량 산출서를 함께 검토하는 것도 요령이 될 수 있다. 설계도면에서의 물량과 수량 조서의 물량이 일치하는가의 검토가 우선되어야만 전체공사의 물량과 흐름을 설명한다.
3. 공사 시방서는 공종별 공사의 유의 사항과 해당 공사구간에 특별히 반영하여야 할 내용들이 수록되므로 단가 산출서 이전에 검토하여야 한다.

4. 공종의 기본 단위당 재료비와 인건비의 소요내용을 검토할 수 있는 단가 산출서를 검토한다.
5. 단가 산출서(일위대가표)에서 공사에 투입되는 자재가 지급 또는 사급 자재로 구분되므로 지급자재명세서 및 자재구매설명서(사양서)와 단가산출서 내용 일치여부를 검토한다.
6. 마지막으로 공사에정공정표와 설계예산 내역서의 내용을 검토하며, 설계 참고자료인 기술적 용량산출내역서는 검토 과정에서 필요 할 때 마다 참고한다.

② 설계도 검토하기

1. 관구도

공사구간의 신호설비 위치를 총망라하는 약도로서, 도면 표시 방법의 범례를 익히는 연습을 반복하여 익혀야 한다.

2. 궤도회로도

궤도회로의 구체적인 구성 방법을 익히며, 설치 상세도를 판독하는 방법과 도면에서 물량을 산출하는 훈련을 한다.

3. 연동 도표

연동 도표를 판독하는 요령을 중점적으로 강조하고, 정거장의 특성에 따라 변형되는 조건에 대하여 숙지해야한다. 선로의 배선을 약간 변형시켜서 변경 연동 도표를 작성하는 방법을 습득하게 하는 방식을 익혀야 한다.

4. 전선로도

전선로도에서는 판독 방법과 물량 산출하는 방법을 익히는 것이 가장 중요하다. 설계도에서 집계된 물량과 수량 산출서의 물량과의 관계를 숙지하고 비교, 검토하도록 한다.

5. 기기배치도 및 설치 상세도

실내 설비의 기기 배치도는 설치 기준과 각 장치의 용량 산출 근거를 위주로 판독하고 검토한다.

수행 tip

- 설계의 흐름 : 예비타당성조사 ⇒ 타당성조사
⇒ 기본계획 ⇒ 기본설계 ⇒ 실시설계

1-2. 현장 조사

학습 목표

- 현장과 설계서와의 일치 여부를 판단하기 위해 현장 조사를 할 수 있다

필요 지식 /

① 현장 조사의 목적

공사가 발주되어 착수되면 제일 먼저 하는 작업이 현장 조사이다. 현장 조사의 목적은 설계도와 현장 여건이 일치하는가를 판단하기 위함이며, 정확한 판단을 위하여 먼저 설계도를 완벽하게 이해하여야 한다. 신호설비 현장 조사를 하며 본 설비는 물론이고, 타 분야의 시설물과 지형지물의 위치 등도 설계서와 일치하는지를 검토하여야 인터페이스 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있다.

② 현장 조사의 방법

1. 현장 조사 팀원 구성

현장 조사에 임하는 팀장은 설계도서를 충분히 검토하여야 하며 팀원들도 신호 분야의 전문 지식을 겸비한 기술자이어야 진행과정에서 서로 이해를 도울 수 있다. 현장 조사를 시행하는 과정에서 시공 상의 문제점 등을 파악할 수 있고 이러한 문제점들은 시공기간 내내 활용할 수 있으므로 팀원들은 반드시 시공현장에 참여하는 것을 전제로 하지만 필요시에는 내부 또는 외부 전문가의 자문 및 참여도 검토하여야한다. 또한 팀원마다 개인의 임무를 부여하여 효율적인 조사업무가 되도록 하여야하며 팀원의 숫자는 현장 여건 및 공사 규모에 따라 구성하되 지원팀을 포함하여야 한다.

2. 현장 조사 스케줄 작성

능률적인 현장 조사를 위하여 예상되는 조사기간을 산정하고 하루의 일과를 시간대별로 면밀하게 구성하여야 하며, 대개의 철도 시공현장은 교통편과 주변 환경이 불편한 경우가 많기 때문에 상황에 따라 적용이 가능하도록 숙박, 이동 및 통신 수단, 식사 방법 등 사소한 부분도 미리 계획하여야 한다.

3. 현장 조사 준비물

현장 조사의 주된 목적이 설계도와 현장의 차이점 여부를 판단하는 것이므로 조사 기간 내에 도면의 보존을 위한 설계도 존본과 현장 조사용으로 구분하여 준비하며, 현장실측을

위한 줄자, 장치의 명칭 및 위치를 표시할 수 있는 표지 또는 표지 말뚝, 일정 거리를 떨어져서 이동하며 실측을 하는 관계로 무전기 등의 통신수단과 몇 가지 색의 유색 스프레이, 단위거리를 합산하는 계수기 등이 필요하다. 특히, 장치별 위치 표지 또는 표지 말뚝에는 다음에 참여하는 시공사가 쉽게 이해할 수 있도록 위치(기점 km), 장치 등을 기재하거나 색으로 표시해야 한다. 가장 유의할 점은 공사의 성격이다. 신설공사와 개량공사는 시공방법 및 추진과정에 커다란 차이가 있으며, 현장 조사 방법과 준비물도 차이가 있을 수밖에 없다. 개량공사는 신설공사에서 필요로 하는 설계도서 이해는 물론이고 기존의 시설물에 대한 이해와 현재 사용하고 있는 각종 유지·보수 도면을 확보하고 유지·보수 담당자들의 경험적 지식 및 의견수렴이 절대적으로 필요하다. 또 열차 운행 중인 선구에서 현장 조사 시에는 열차 감시원을 배치하고 철도 운영부서의 공식적인 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

③ 현장 조사 결과의 문서화

현장 조사의 결과는 물론 시공 초기 단계에서 많이 활용되지만 진행되는 전 과정에서도 조사 자료가 필요한 경우가 수시로 발생한다. 또 현장 조사에 참여하지 않은 참여 인원도 흐름을 파악할 수 있게 조사 과정에서 발생하는 문제점과 이해 당사자와의 협의내용, 회의록 및 개소별 중요 사항을 개소별, 장치별로 정리한 사진첩 또는 동영상 등을 내부 결재 등을 통하여 공식적으로 문서화하여, 당해 공사는 물론이고 다른 사업의 비슷한 공사 발생 시 활용하고 종사원의 교육용으로도 활용할 수 있도록 하여야 한다.

재료 · 자료

- 설계보고서
- 수량산출서
- 단가산출서(일위대가표)
- 공사 시방서
- 설계도

기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 줄자(10m, 50m, 100m)
- 무전기 등 통신 수단
- 표지판 및 말뚝
- 유색 스프레이 등

안전 · 유의 사항

- 안전 사항
 1. 개량 공사 구간의 현장 조사 시는 운행선의 열차 안전운행에 지장을 주지 않아야한다.
 2. 운행선 구간 현장 조사 시는 사전에 열차운전 시간을 확보하고, 양단 역에 시공사의 관계자를 배치시켜 무선 통신 수단으로 열차 접근에 대한 통보를 하여야한다.
 3. 특히 조사에 참여하는 팀원들에게 안전교육을 확실히 시켜 안전사고 방지에 최선을 다하여야 한다.
- 유의 사항

현장 조사 시는 사전에 준비물 체크리스트를 작성하여 철저하게 준비함으로써 현장에서 필요한 재료가 없어 조사의 진행에 차질을 주어서는 안 된다.

수행 순서

① 현장 조사 하기

현장 조사의 순서는 공사 현장의 규모와 사업의 성격에 따라 차이는 있으나, 크게는 신설공사와 개량공사로 구분하여 설명할 수 있어야 한다.

1. 신설공사 구간

설계서를 검토하였으면 시공현장의 상황을 파악하여야 한다. 대형 프로젝트에서는 토목(노반) 공사가 부분적으로 완성되기 때문에 전 구간을 일시에 조사할 수는 없다. 따라서 상황에 맞게 구간별로 조사 계획을 수립하되, 팀원 또는 책임자의 일관성을 유지하여야 함을 설명한다.

- (1) 검토된 설계서 내용을 포함한 준비물 점검
- (2) 팀원들의 임무 부여 및 안전 교육
- (3) 현장 조사 실시
- (4) 조사결과 기록 및 유지 순으로 시행한다.

2. 개량공사 구간

신설공사 구간과 시행 순서는 동일하지만 운행선 구간의 철저한 안전대책 수립, 운영 부서와의 사전 업무협조 협의, 기존선 구간에서 사용 중인 시설물의 각종 도면 자료 확보가 현장 조사 이전에 완벽하게 우선되어야 한다.

수행 tip

- 개량공사의 경우에는 기존의 유지보수 운영부서에 공식적으로 현장 조사 과정을 승인받아야 철도 연 번 출입, 면담 및 필요한 자료 확보가 가능하므로 사전에 문서로서 요청하여야 한다.

1-3. 인터페이스 검토

학습 목표 • 타 분야와 설계 내용이 연계될 수 있도록 인터페이스를 검토할 수 있다.

필요 지식 /

① 타 분야와 인터페이스의 필요성

1. 인터페이스의 정의

인터페이스의 사전적 의미는 두 가지 시스템 또는 장치(equipment)가 결합해 있는 경계(boundary)이며, 이는 하드웨어 및 소프트웨어적으로도 사용되는 용어이다. 여기서 말하는 하드웨어적인 것이란 물리적 조건, 회로의 조건, 전기적 조건 등을 말하며, 소프트웨어적인 것이란 논리적 또는 프로그램 간의 조건을 말한다. 즉, 동일한 기능을 가지거나 다른 기능을 가지고 있는 2개 이상의 시스템 사이의 상호연결을 위한 기능을 말한다. 다만 본 장에서는 시공분야의 인터페이스를 정의하므로 하드웨어적 인터페이스인 장치의 전기적, 물리적 특성을 다루기로 한다.

2. 철도신호제어 설비와 인터페이스

철도건설은 토목, 건축, 기계, 전기공학 등의 전 분야가 참여하는 종합적인 건설로서, 특히 신호분야는 모든 타 분야와 직접적으로 선·후행 공정이 연결되므로 모든 분야와 협의하고 협력하는 프로세서가 필요하다. 이러한 인터페이스의 구축은 철도건설의 성패를 좌우하는 요인으로 전체공정을 계획하는 IPS 작성에 기초자료가 된다.

② 인터페이스 프로세서 구축

1. 철도신호와 타 분야별 인터페이스 목록 작성

타 분야와의 일반적인 인터페이스 항목은 각 철도 운용 기관별 특성에 맞게 지금까지 축적된 경험을 바탕으로 작성된 것을 기본으로, 당해 공사의 특성에 맞게 IPS를 작성하는 과정에서 필요한 사항을 업데이트 및 수정·보완하여 사용한다. 특히, 개량 또는 신설공사의 현장 조사 시 발견되는 특별한 인터페이스 항목들은 특별히 관리하여 추가해야 한 것이다. 각 기관별로 특성에 맞는 인터페이스 리스트를 확보하고 있지만 시공사는 이러한 자료를 기초로 하여 당해 공사에 적합한 리스트를 별도 작성하여 시공 단계마다 시의적절하게 활용하여야 한다.

2. 인터페이스의 완성을 위한 관리부서 책정과 협의체 구성

(1) 인터페이스 관리

철도의 각종 설비는 단독으로 기능과 성능이 발휘되지 않고 여러 기술분야 및 계획분야가 서로 연계하여 하나의 교통시스템이 구축된다. 따라서 사업의 규모에 따라 차이는 있겠지만 사업의 전체적인 공정 관리를 하는 부서를 구축하고 그러한 총괄 관리 부서에서 작성된 인터페이스 리스트를 적용하여 주기적으로 관리하여야 한다.

(2) 인터페이스 협의체 구축

착수 단계에서 구축된 인터페이스 사항은 당연히 당초의 방향으로 이행되는 것이 원칙이나, 시공단계에서는 서로가 부족한 공사기간과 이해관계 등으로 당초의 약정된 인터페이스 사항에 오류가 발생할 수 있고, 특히 새로이 발생하는 인터페이스 내용들은 타 분야와의 원만한 협의가 이루어지는 것이 쉽지만은 않다. 특히, 대형 국책 사업 등에서 이러한 상황을 극복하기 위해서는 각 분야의 시공사 및 감리사가 공감할 수 있는 공정하고 강력한 권한을 가진 제3의 상위 조직(발주처 등)이 필요하다. 물론 이해 당사자 간의 원만한 협의에 의한 인터페이스 합의가 우선이지만, 불가피할 때는 성공적인 전체 사업의 완성을 위하여 이러한 협의체를 통하여 공정하고 효율적인 방법으로 분야 간 인터페이스 구축을 완성하여야 한다.

③ 신호 공사와 타 분야와의 인터페이스 관계

1. 토목분야

- (1) 케이블 포설을 위한 노반의 전선로 공간 확보 및 관로의 인수인계 시기
- (2) 역간 및 정거장 내 신호 기계실 간 케이블 전선로 설치를 위한 통로 확보
- (3) 선로변 시설물 설치 및 유지·보수 공간 확보와 선로 횡단을 위한 관로 확보

2. 건축분야

- (1) 종합관제실과 연동 역의 신호 기계실 위치 선정 및 면적 확보
- (2) 신호기계실 특성을 고려한 천장, 벽체, 출입문 등 협의
- (3) 신호기계실의 위치 및 크기, 바닥의 재질, 케이블 인입구, 기능실의 배치, 냉난방설비

3. 궤도분야

- (1) 분기기 설치에 따른 궤도분야와의 업무 한계 구분 및 설치 공간 확보
- (2) 궤도회로 절연의 종류 및 위치 선정, 궤도회로 공사와 궤도부설 시기 협의

4. 전기·통신 분야

- (1) 전원의 전압 및 용량 확보 입력전원의 장애시 지속적인 전원 공급

- (2) 차량기지의 분기기 히팅 장치 제어함 1차 측까지 전원 공급
- (3) 등전위 공동접지설비 확보로 서지 및 과전압으로부터 보호
- (4) 각종 신호 기기 전원의 종류 및 투입 시기, 신호기계실 조명의 위치
- (5) 통신과의 공동 관로 배분 및 통신망의 개통 시기
- (6) 종합관제실과 각 정거장간 관제정보용 광통신망 구축

5. 기계분야

- (1) 신호에서 플랫폼 스크린도어(PSD)에 열차 운전 정보를 제공
- (2) 신호 ATO설비의 정위치 정차와 PSD제어정보 관계

6. 차량분야

- (1) 차상신호설비와 열차의 제동제어장치와의 정보 송수신
- (2) 열차의 이상 유무 및 운전 모드와 차상 설비 간의 정보 송수신 내용
- (3) 차상 설비에 대한 열차 설치 공간 확보 및 인터페이스 사항

수행 내용 / 인터페이스 검토

재료 · 자료

- 설계보고서
- 공사 시방서
- 공사에정공정표
- 분야간 인터페이스 리스트
- 설계도

기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전 · 유의 사항

해당 내용 없음.

수행 순서

- ① 인터페이스 구축 내용은 공사 기간 전반에 걸쳐 발생되지만, 특히 공사 초기에 예측되는 모든 인터페이스사항을 도출하여 대책을 수립한 후 적기에 활용할 수 있도록 하는 내용을 설명한다.
- ② 인터페이스에서는 타 분야와의 관련 항목을 목록화하여 관리하여야 하며 발주처에서 작성된 분야별 인터페이스 항목을 참고한다.
- ③ 신호 공사와 타 분야와의 인터페이스 관계와 중요성을 상세히 설명한다.
 1. 토목분야
 2. 건축분야
 3. 궤도분야
 4. 전기 · 통신 분야
 5. 기계분야

수행 tip

- 인터페이스 관련사항은 유관 기관 및 타 분야의 관계자 간에 이해관계가 얽히고 범위와 공정의 변경 등이 발생하는 문제이므로 사업 전체의 이익을 생각하여 대처해야한다.

1-4. 설계서 보완

학습 목표

- 시공현장에 적용할 수 없는 설계서 내용을 설계자에게 전달하여 수정, 보완을 요청할 수 있다

필요 지식 /

① 설계서 및 현장 조사 시 문제점 검토

1. 시공사의 임무

- (1) 공사가 발주되면 현장 조사를 하기 전에 충분한 시간과 기술적 역량을 가지고 앞에서 검토된 프로세서에 의해 설계도서를 면밀히 검토한다.
- (2) 설계서와 설계도에서 시스템 또는 장치의 선정에 오류가 없는지를 파악하고, 설계도와 설계서간의 수량 차이는 없는지 또는 공법이나 공사기간 산정, 자재의 선정 등에서 의문이 발생되면 현장 조사 전에 목록을 작성한다.
- (3) 작성된 목록을 토대로 현장 조사 시 의문이 있던 내용들을 확인하여야 하며 이때 설계서상의 공법이나 현장 여건이 설계서 내용으로는 시공이 곤란하다고 판단되는 경우, 사진을 촬영하여 건별로 정리한다.
- (4) 현장 조사가 끝나면 지금까지 나타난 문제점들을 보고서 형태로 문서화한다.

2. 문제점 처리의 문서화

- (1) 발견된 문제점들을 내부 기술진들과 자체적으로 검토하고, 기술적 대안을 사실대로 만들어 개소별, 장치별로 재편집한다.
- (2) 문제점을 보고서 형태로 작성 시, 신호설비의 설계는 설계시기와 시공시기가 여러 가지 여건으로 차이가 나는 경우가 많이 있어 불가피하게 차이가 있을 수 있고, 설계 당시 발주처의 기본방침과 설계사 의도, 각종 설계기준과 법규 등의 개정, 설계 당시와 현장 조사 시 현장 여건의 차이 등이 있을 수 있으므로 시공사의 의견만을 너무 강조하여서는 안 된다.

② 설계상 문제점의 처리

1. 시공사는 작성된 문제점 보고서를 감리단에 보고하고 행정적 처리를 의뢰한다.
2. 감리단은 문제점 보고서의 내용에 대한 의견을 첨부하여 관계기관(발주처, 설계사, 설계감리 등)에 제출하고 문서에 의한 관계자 합동회의를 소집하여야 한다.

3. 회의 참석자는 당해 사안에 대하여 충분히 숙지하고 회사의 대표권을 가지는 책임기술자가 참석하여야 한다.
4. 회의 진행자는 지금까지의 추진경위와 함께 문제점을 제시하고, 항목별로 관계자들의 의견을 수렴하여 책임 소재와 함께 해결책을 모색하여야 한다.
5. 책임 소재의 내용에 따라 처리 방안을 달리할 수 있다. 즉, 설계사에서는 설계 당시 합리적이고 정확하게 설계하였지만 정책이나 법규의 변경, 현장여건의 변경 등 설계사에 귀책사유가 없는 경우, 시공사는 설계사 및 감리단의 의견을 첨부 한 FCR를 발주처에 요청하여 자체적으로 설계를 변경하고, 설계사의 설계오류로 판명되면 설계사로 하여금 설계서를 수정·보완토록 문서로 요청하여야 한다. 이 경우 발주처는 설계사의 오류 정도에 따라 벌점을 부여하거나 경고 조치를 하여 올바른 설계가 이루어지도록 조치를 취할 수 있다.
6. 부실벌점에 관한 관련법규 : 부록 참조
 산업통상부 고시 제2015-115호(2015. 6. 16.) 『설계업자감리업자의 사업수행능력 세부평가기준』 [별표 4] 및 [부표 4-1]

재료·자료

- 설계보고서
- 설계예산 내역서
- 수량산출서
- 단가산출서
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사 시방서
- 공사에정공정표
- 기술적 용량산출내역
- 설계도

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

해당 내용 없음

수행 순서

① 설계서 보완 요령

설계서의 보완은 다음과 같은 절차와 행정 행위를 통해 이루어짐을 이해하고, 시공사에서 시행하여야 할 내용을 중점으로 습득한다.

1. 설계서 검토 및 현장 조사에서 발생된 문제점을 정리하여 보고서 형식으로 작성하고, 이를 감리단에 보고하는 과정을 익힌다. 보고서 작성은 발주처의 기본형식 및 양식을 입수하여 작성하여야 한다.

2. 감리단에서는 접수받은 시공사 문서에 감리단 의견을 첨부하여 관계 기관에 보고한다.
3. 발주처 또는 감리단이 주관하여 관계자 합동회의를 소집함을 설명한다.
4. 합동 회의 시행(각 기관의 대표권을 가지는 책임 기술자가 참석) 시 시공사는 관련되는 자료(사진, 동영상, 관련규정 등)를 철저히 준비하여 회의의 목적을 달성할 수 있도록 하여야 한다.
5. 회의 주관자는 회의 결과 도출된 내용을 회의 참석자에게 통보하고 후속조치를 취한다.
6. 회의 결과에 따라 경미한 사항은 시공사 자체로 설계변경 또는 증감처리를 하고 설계사의 오류로 발생하는 문제점들은 설계사에서 설계서를 수정·보완하도록 한다.

수행 tip

- 설계서의 보완항목은 관계자간에 이해관계가 얽히고 벌점이 부과되는 등 예민한 문제로서 사업전체에 악영향을 줄 수 있으므로 의사소통 계획을 수립하여 대비하고, 자기주장을 너무 강조하여서는 안 된다.

학습 1 교수·학습 방법

교수 방법

- 공사가 추구하는 사업의 목적 및 범위의 중요성을 설명한다.
- 설계보고서, 설계예산 내역서 및 수량산출서와 설계도면과의 관계를 설명한다.
- 단가산출서와 일위대가표의 차이 및 관독요령과 검토 시 주의할 사항을 설명한다.
- 공사에 투입되는 자재의 종류와 적용되는 규격의 종류(KS, KRS, KRAS, KRCS)를 설명한다.
- 설계서상의 공사예정공정표와 실제시공에 필요한 상세예정공정표의 차이점을 설명한다.
- 궤도회로도의 구성방법에 따른 소요자재의 산출방법을 설명한다.
- 연동 도표의 관독 방법을 설명하고, 공사 중 배선변경 등 변경연동 도표의 승인절차와 작성 요령을 설명한다.
- 역, 역간 건설되는 전선로도의 물량표 산출과 관독방법을 설명한다.
- 시공 시 설치상세도의 필요성과 관독방법을 설명한다.
- 현장 조사 팀원의 구성 방법과 임무 및 결과의 내용을 문서화하는 과정을 설명한다.
- 신호 공사에서 인터페이스가 차지하는 중요성을 설명한다.
- 설계서 검토 및 현장 조사 시의 발생된 문제점 정리방법과 문서화 과정을 설명한다.

학습 방법

- 공사가 추구하는 사업의 목적 및 공사범위 정의의 중요성을 학습한다.
- 설계보고서, 설계예산 내역서, 수량산출서와 설계도면과의 수량의 일치여부를 확인한다.
- 단가산출서와 일위대가표의 차이 및 관독요령을 상호 토의한다.
- 공사에 투입되는 자재의 종류와 적용되는 규격의 종류를 구분하는 능력을 학습한다.
- 설계서 상의 공사예정공정표와 실제시공에 필요한 상세예정공정표의 차이점을 비교한다.

- 궤도회로도의 구성방법에 따른 소요자재를 공종별로 산출한다.
- 연동 도표의 관독 방법을 학습하고 변경연동 도표의 승인절차를 학습한다.
- 역, 역간 건설되는 전선로도의 물량표를 작성한다.
- 시공 시 설치 상세도의 필요성과 관독방법을 학습한다.
- 현장 조사의 팀원의 구성방법과 임무를 작성한다.
- 신호 공사에서 인터페이스가 차지하는 중요성을 학습한다.
- 현장 조사 시의 발생된 문제점 정리방법과 문서화 과정을 학습한다.

학습 1 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 따라 학습목표 수준에 충분히 도달하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음사항을 평가하여야한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
설계서 공종과 도면 검토	- 설계서에 제시된 공종을 검토할 수 있다.			
	- 설계서에 제시된 도면을 검토할 수 있다.			
현장 조사	- 현장과 설계서와의 일치여부를 판단하기 위해 현장 조사를 할 수 있다.			
인터페이스 검토	- 타 분야와 설계 내용이 연계될 수 있도록 인터페 이스를 검토할 수 있다.			
설계서 보완	- 시공현장에 적용할 수 없는 설계서 내용을 설계자 에게 전달하여 수정, 보완을 요청할 수 있다.			

- 피평가자 체크리스트

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
설계서 공종과 도면 검토	- 설계서의 구성방법 및 항목별 주요내용을 판독하 는 방법과 유의 사항을 검토할 수 있다.			
	- 단가산출서, 수량산출서, 예산 내역서 간의 관계를 인지하여 사업비 산출 내역서를 작성한다.			
	- 설계도면의 각종 도식기호를 숙지하고 도면의 물 량을 산출할 수 있다.			
현장 조사	- 설계서를 기준으로 현장과의 일치여부를 판단할 수 있다.			
	- 운행선 구간에서의 현장 조사 필요자료와 안전 관 리 능력을 판단한다.			
인터페이스 검토	- 공종별 선·후행 추진 일정의 판단할 수 있다.			
	- 타 분야와의 인터페이스 항목을 검토하는 능력을 판단한다.			
설계서 보완	- 설계서 내용과 실제 시공내용의 차이를 판단할 수 있다.			
	- 설계서와 상이하게 시공한 내용의 책임소재를 파 악하고 문제점에 대한 보고서를 작성한다.			

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
설계서 검토하기	- 설계서를 책자 또는 컴퓨터를 이용하여 판독하고 현장 조사 시 유의 사항을 문답식으로 평가한다.			
	- 조별로 분임토의를 시행하여 발표내용과 발표력을 검증한다.			

피드백

1. 피평가자 체크리스트

- 설계서의 주요내용을 판독하는 방법을 검토할 수 있는 능력을 확인한다.
- 신호제어설비의 시공을 위한 설계서가 시공에 어떻게 활용되는가를 살펴본다.
- 설계서의 구성과 각 항목별 연관 관계를 이해하고 있는지를 판단하여 미진한 부분을 재교육한다.
- 수량 산출서를 기초로 사업비 산출 내역서를 작성할 수 있는지를 확인한다.
- 설계 도면으로 공종별 물량을 집계할 수 있는지를 측정하여, 미흡할 경우에는 물량 산출 방법에 대해 집중 설명한다.
- 현장 조사 시 팀워크 간 협동심의 중요성을 살펴보고, 팀별로 작성된 성과물에 대한 성취도를 측정한다.
- 설계의 미흡한 부분에 대한 책임소재를 파악하고, 이에 대한 대책 수립의 능력을 검증한다.

2. 작업장 평가

- 조별 분임 토의 내용을 상호 크로스 체크하여 잘된 부분과 잘못된 점을 보완한다.

학습 1	설계서 검토하기(LM1901100201_14V1.1)
학습 2	마스터플랜 작성하기 (LM1901100201_14V1.2)
학습 3	인력관리계획 수립하기(LM1901100201_14V1.3)
학습 4	공정 관리하기(LM1901100201_14V1.4)

2-1. 공정 관리 및 조직계획 수립

학습 목표 • 마스터플랜 작성을 위해 공정 관리 및 조직 계획을 작성할 수 있다.

필요 지식 /

① 공정 관리의 개요

1. 공정 관리의 정의

공사에서 주어진 공기 내에 설계 내용대로 공사를 완성한다는 것은 발주처와의 계약사항이며 공사의 목적물을 이용하는 고객과의 약속이므로 신의성실의 원칙에 의해 책임을 다하여야 한다. 공정 관리란 이러한 공기의 준수를 위하여 과학적이고 효율적으로 공사일정을 관리하는 행위를 말한다.

2. 공정 관리의 준비

시공회사는 공사를 계약하면 현장 조사와 더불어 발주처 및 감리회사와 본격적으로 업무를 협의하고 공사수행계획을 작성하여 보고하여야 하는데 이 과정에서 중요한 부분이 공정 관리이다. 시공사가 계약 시 계약서류에 첨부한 예정공정표는 공사현장의 실제 상황을 직접 조사하지 않고 작성된 것이므로 전체적인 관련분야(토목, 건축, 궤도, E&M 등)공사와의 선·후행 공정을 파악하고 자기 분야의 공정도 현장실정과 작업순서에 맞게 수정된 공정계획표를 작성하여, 발주처에 변경 승인을 받아 이를 기준으로 공사일정을 관리하여야 한다.

3. 타 분야와의 관련공정 검토

(1) 토목분야

신호 공사가 토목분야와 관련되는 부분은 주로 전선로 공사이다. 케이블을 포설하기 위한 공동관로, 트러후 및 트레이 설치환경 등과 신호시설물의 설치를 위한 공간을 확

보하여야하며, 특히 터널 내에서는 건축한계 및 유지·보수 공간이 제한되므로 필요개소에 부분의 시공시기 등을 설계서와 함께 파악하여 공정계획에 반영하여야 한다.

(2) 건축분야

신호설비의 실내설비를 설치하기 위한 시기를 정하기 위하여 건축분야에서 신호기계실 및 부속설비의 완공시기와 케이블관로의 인입구 확보여부 등을 파악하여야 한다.

(3) 궤도분야

궤도는 신호시설물의 설치와 직접적인 관련이 가장 많은 분야이다. 궤도회로의 구성, 유효장 확보, 절연위치, 선로의 배선형태, 간격 등 인터페이스 항목이 많은 만큼 대부분의 신호설비 현장 시설물의 설치는 궤도공정과 밀접한 관계가 있다. 따라서 궤도공정된 완료 후 신호 공사 소요시기를 감안하여 신호공정표가 작성되어야하며, 기본적으로 전체공사의 종합계획공정(IPS)에서 궤도공정이 지연되면 순차적으로 신호공정도 그만큼 지연된다는 점을 전체 공사관계자에게 인식시킬 필요가 있다.

(4) 전기 및 통신 분야

전기 분야는 전기가 공급되어야 신호설비를 위한 개별 또는 종합시험의 계획수립이 가능하므로 수전시점을 알아야하며 통신 분야도 통신라인의 확보 및 개통시기에 맞춰 CTC 관제설비 시험 등 온라인 시험이 가능하다. 이와는 반대로 신호설비의 전차선 귀선회로(레일본드, 귀선접퍼, 임피던스본드 등)가 선행되어야 전차선 시험이 가능하고 통신 분야의 열차행선안내장치, 기계분야의 플랫폼 스크린도어(PSD)설비 등에는 신호분야에서 각종 운전정보를 제공하여야하는 부분도 있으므로 신호설비의 후행공정도 살펴보아야한다.

② 공정 관리 계획서 작성

공정 관리는 앞에서 살펴본 공종의 선·후행 관계와 공종을 수행하는 데 필요한 수행시기 및 기간 추정작업이 선행으로 이루어져야한다. 자세한 내용은 학습4의 “공정 관리 계획하기”에서 설명하기로, 하고 본 학습과정에서는 마스터플랜 작성에 필요한 부분을 중점으로 설명한다.

1. 공정계획서의 구성

(1) 공정 관리의 개요

공정 관리의 기본방침, 목표, 공정 관리 수행체계, 공사관리 책임자의 임무, 공정 관리 운영시스템 등 공정 관리의 일반적인 내용을 수록한다.

(2) 현황분석 및 착안사항

공사현장의 전체적인 시공내용과 주변상황을 파악하고, 특별히 공종별로 반영, 관리하여야 할 내용과 대책 등을 파악한다.

(3) 공정계획 수립

공정계획을 수립하려면 공사의 성격에 따라 입찰안내서 또는 제안요청서를 분석하고 공사의 목적, 사업의 범위, 발주처의 절차서 등을 검토하여 사업의 목적에 맞는 공정계획을 수립하여야한다. 그러기 위하여 공정 관리의 기법을 선정하고, 발주처의 사업관리정보시스템(PMIS: Project Management Information System)에 연결하여 전산공정관리 체계를 구축하고 국경일과 공휴일 등을 감안한 작업 불능일수를 산정하여야 하며, 작업분류체제(WBS: Work Breakdown Structure)를 통해 WP를 정의하여야한다.

(4) 주요공정계획표 작성

종합공정계획서를 작성하기에 앞서 지금까지 검토된 내용과 작업분류체제로 정의된 WBS상위레벨의 주요공정을 추진내용으로 하고, 횡축에 전 공사구간을 종축에 공사구간을 표현하는 공정계획을 작성한다.

(5) 주요공종 공기산출

공정계획이 완료되면 주요공종에 대한 작업분석과 공사기간을 산출하여야한다. 공기산출의 주요 요소는 현장 환경에 적합한 공법, 단계별 시공의 적절한 계획, 그리고 장비의 선정이다. 이는 작업조건에 따른 적절한 공법과 가장 효과적인 장비의 투입에 따라 투입인원과 공사기간에 엄청난 결과를 초래하기 때문이다. 이렇게 하여 각 WBS별 기초적인 소요공기와 인력의 산출로 단위 공종별 일정표를 작성한다.

(6) 공정 운영계획

대형공사에서는 공사비의 낭비를 방지하고 건설한 시공을 유도하기 위하여 공정과 공사비를 통합 운영하는 시스템을 구축한다. 소규모 단위공사에서는 시스템적으로 운영하는 것은 불가능하지만 사업규모에 맞는 운영계획을 수립하여 운영한다. 또 공사일정, 공사비용, 진도, 자원투입 등의 관리계획을 수립하고 정기적(일일, 주간, 월간, 분기별) 공정보고서 작성계획도 함께 수립한다.

(7) 예정공정표 작성

마지막으로 지금까지 검토된 모든 것을 감안하여 시험 및 시운전을 포함한 공사기간을 계약 공사기간에 맞추어 예정공정표를 작성하게 되는데, 예정공정표는 일반적으로 상황보고용과 공정 관리용을 함께 작성, 관리하여야한다. 마스터플랜 작성은 앞서도 설명하였듯이 공사의 전반적인 관계를 종합적이고 유기적으로 살펴서 작성하여야하므로 품질, 안전 관리 등의 부분은 별도의 전문차트로 설명하고, 일정관리(Time Management) 부분은 실제의 전체공정을 관리하기 위한 상세일정관리로서 PERT, CPM, PDM 기법 등을 사용하여 전문성을 가지고 관리한다. 이와는 별도로 이해당사자 등에게 현장 브리핑 또는 공사 상황판 보고용으로는 막대공정표(Bar Chart 또는 Gantt Chart)의 기법 또는 이정표도표(Milestone Chart)기법의 공정표도 병행하여 관리하여야 한다.

2. 공정계획표 종류

각 공종의 작업 단위를 종축에 나열하고 공사기간을 횡축에 표현 한 공종별 계획과 실적을 함께 관리하여 공사의 전체흐름을 알기 쉽게 파악할 수 있는 막대공정표(Bar Chart 또는 Gantt Chart기법)를 보고용으로 사용한다. 그리고 관계되는 타 분야 선행공정과 신호공사의 관련 공종을 연관시키고, 신호 공사 자체도 공종간의 선·후행 시공단계를 정립하여 정상적이며 순차적인 시공이 이루어질 수 있도록 전문성을 가지고 일정을 상세히 관리하는 PERT, CPM, PDM 작성기법 등이 있다.

(1) 갠트 차트(Gantt Chart) 기법

1919년 미국의 갠트(Gantt)가 창안하였으며 작업계획과 실제의 작업량을 작업일정이나 시간으로 견주어서 평행선으로 표시하여 계획과 통제기능을 동시에 수행할 수 있도록 설계된 막대도표(bar chart)로 ‘막대그래프 차트’ 라고도 한다. 이 차트는 생산관리·재고관리·원가관리 등에 응용되고 있으며, 사용목적에 따라 다음 네 가지 유형이 있다.

(가) 작업실적의 기록을 위한 기록도표 : 각 공종별 계획 작업량과 실제 작업량의 관계를 표시하는 것으로, 작업자나 공종의 진척상태와 부진시의 원인을 알 수 있다.

(나) 작업계획을 위한 작업할당도표(layout chart): 각 작업의 현재 상태를 보여주는 도표이다. 즉, 작업의 실제 상황을 기록함과 동시에 신규작업계획에 작업자와 사용장비를 할당할 수 있게 하는 도표이다.

(다) 능력 활용을 위한 작업부하도표(load chart): 작업자, 특히 공종별로 현재 추진능력에 대해 어느 정도의 작업량이 부하되어 있는가를 보여주는 도표이다.

(라) 진도관리를 위한 작업진도도표(progress chart): 작업공종별로 계획된 작업이 실제로 어떻게 진행되고 있는가를 보여주는 도표이다. 즉, 계획과 실적을 비교하여 작업의 진도상태를 나타냄으로써 시간적으로 일정관리를 가능하게 하는 도표이다. 이처럼 사용목적에 따라 분류한 갠트차트는 제품을 생산하는 공정 관리에서 많이 이용되었으나, 공사분야에서도 계획과 실적을 도표 상에 동시에 기록함으로써 간단명료하게 나타낼 수 있어 마일스톤과 함께 현장상황 보고용으로 많이 사용되는 실정이다.

(2) 이정표도표(Milestone Chart)

원래의 뜻은 단어 그대로 이정표라는 어원에서 유래된 용어로 갠트차트보다 더욱 간단하게 작성되며, 중요한 공정이나 행사가 있을 때 이러한 이벤트를 중심으로 도표를 작성하여 고객에게 일정 등을 현장에서 즉석으로 보고 할 때 많이 사용한다.

(3) PERT 기법

미국 해군이 미사일 개발과정에서 개발한 연구계획분야의 진도를 제어하는 기술로 개

발되었으며, 각 공종간의 상호관계를 시간적 요소를 주체로 연결했을 때 애로가 되는 공종, 즉 최상경로(Critical Path) 또는 병목경로(Bottle neck path)가 발견되면 지연 만 회대책을 수립하는 프로세스의 관리기법을 말한다.

(4) CPM(Critical Path Method) 기법

미국 듀폰사가 개발한 것으로서 PERT 기법의 시간적 요소 외에 비용의 요소를 가미한 것이다. CPM과 PERT 기법은 근본적으로 작성요령이 같고, 함께 병행 발전을 거듭하여 구분이 없어져서 같은 개념의 용어로 사용된다.

(5) PDM(Precedence Diagramming Method) 기법

CPM 기법을 보완하여 발전시킨 기법으로, 같은 공종을 중복 반복하여 시행하는 공사에서 상호 연관관계를 나타내는 기법이다. 케도공사와 같이 동일한 공종을 반복해서 시행할 때 사용된다.

<표 2-1 > 주요 공정표 비교

공정표	사용용도	장점
Gantt Chart	- 발주처 경영층 보고용 - 기타 방문고객 보고용	- 계획/실적 파악용이
Milestone Chart		- 중요 이벤트 강조 시 유리
PERT / CPM	- 공사 상세진도 파악용 - 공사 구성원 간 진도관련 의사소통 - 관계자 상세일정 협의	- 작업의 흐름 파악용이 - 효과적인 사업관리 가능 - 계획적 공정 관리에 적합 - 작업간의 관계파악 용이

③ 마스터플랜 작성의 조직관리 계획

1. 조직관리 계획

일반적으로 어떠한 작업(Activity)을 수행하기 위한 조직의 형태는 기능(Functional) 부서형, 사업(Projectized) 부서형과 이들 둘의 절충형인 Matrix형의 세 가지 형태로 대별되는데, 구체적인 내용은 학습 3의 “인력관리 계획 수립”에서 자세히 다루기로 하고, 여기서는 대표적 특징만 소개하기로 한다.

(1) 기능부서형은 담당부서의 전문성이 높고 조직 구성이 단순하며, 부서내 책임과 각자의 임무가 명확하고 안정적인 조직관리가 가능한 반면, 타 부서와의 의사소통이 미흡하고 자기부서의 이해만을 추구하며, 구성원에게 작업 추진의 동기부여가 약하다는 단점이 있다.

(2) 사업부서형은 작업책임자에게 절대권한이 주어지며 참여의 열정이 높고 신속한 의사결정이 가능하다. 반면에 각 부서에서 팀원을 차출하여 구성되므로 인력자원의 낭비가 불가피하고 작업이 완료되면 조직이 해체되는 단점이 있다.

(3) 기능부서형과 사업부서의 장점을 절충한 Matrix형은 회사 전체 인력자원의 활용이 가능하고 각종 장비와 정보를 공유할 수 있으며, 조직과 작업이 조화를 이루는 장점이 있는 반면, 조직 구성이 복잡하여 책임이 분산 또는 중복되며 통솔력 부재 시 위계질서의 문란이 우려 된다.

2. 마스터플랜작성 조직의 구성

작업책임자의 권한은 기능부서(Functional) 조직 → 절충형 Matrix 조직 → 사업부서(Projectized) 조직의 형태 순이며, 이러한 각 조직 형태의 장단점을 잘 파악하여 마스터플랜 작성에 알맞은 조직계획을 수립하여야 할 것이다. 다만, 철도신호분야의 마스터플랜 작업은 공사계획의 일부이며 소규모 작업이므로 어느 정도의 단점이 있더라도 매트릭스 형태의 조직을 구성하여 공정 관리의 마스터플랜 작업계획을 수립하는 것이 전사적 도움을 받을 수 있어 유리하다.

수행 내용 / 공정 관리 및 조직계획 수립

재료·자료

- 설계보고서
- 공사관리계획서
- 공사에정공정표
- 설계도

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

해당 내용 없음

수행 순서

① 공정 관리의 개요를 설명한다.

공정 관리의 정의와 관련 타 분야와의 공정관계를 정의한다.

1. 토목분야

케이블을 포설하기 위한 공동관로, 트러후 및 트레이 설치환경 등과 신호시설물의 설치를 위한 공간 확보와의 관계를 설명한다.

2. 건축분야

신호기계실 및 부속설비의 완공시기와 케이블 관로의 인입구 확보 여부 등을 설명한다.

3. 궤도분야

궤도는 신호시설물의 설치와 직접적인 관련이 가장 많은 분야로서 궤도공정이 완료된 후 신호 공사 소요시기를 감안하여 신호공정표가 작성되어야하며 궤도공정과 신호공정의 특수성을 설명한다.

4. 전기 및 통신 분야

전기 분야는 전기가 공급되는 수전시점, 통신 분야는 통신라인의 확보 및 개통시기가

왜 필요한지를 설명하고, 반대로 신호분야가 전차선, 통신, 기계분야보다 선행되어야 하는 신호설비의 후행공정을 설명한다.

② 공정 관리 계획서 작성방법을 설명한다.

1. 공정계획서의 구성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있어야 한다.

- (1) 공정 관리의 개요
- (2) 현황분석 및 착안사항
- (3) 공정계획 수립
- (4) 주요공정계획표 작성
- (5) 주요공종 공기산출
- (6) 공정 운영계획
- (7) 예정공정표 작성

2. 공정계획표 종류의 특징과 작성방법 및 사용 용도를 설명한다.

- (1) Gantt Chart 기법(막대그래프 기법)
- (2) Milestone Chart
- (3) PERT 기법
- (4) CPM(Critical Path Method) 기법
- (5) PDM(Precedence Diagramming Method) 기법

③ 공정 관리 작성의 조직관리 계획

1. 조직의 유형에 따른 특징을 설명한다.

2. 마스터플랜 작성 조직을 구성한다.

조직관리 기법을 설명하고, 철도신호 공사의 공정 관리 계획수립에 필요한 조직형태를 상세히 설명 한다.

수행 tip

- 마스터플랜 중 공정표의 작성은 사용 용도와 보고 대상에 따라 내용을 달리 하므로 각각의 내용에 따라 조건에 맞는 공정표의 종류의 선정 하는 것이 중요하다.

2-2. 품질 관리 및 조직계획 수립

학습 목표 • 마스터플랜 작성을 위해 품질 관리 및 조직관리 계획을 작성할 수 있다.

필요 지식 /

① 품질 관리의 개요

1. 품질 관리의 목적

품질 관리는 공사조직은 물론 건설업, 제조업, 엔지니어링 사업 등 조직의 성격이나 업태에 관계없이 어느 조직에서나 조직의 명운을 걸고 관리해 나가고 품질의 목표 및 방침에 도달하기 위하여 전담 조직을 운영하며 고객 및 이해관계자의 만족을 위한 품질경영 실태를 지속적으로 모니터링하며 품질 관리 프로세서를 개선하고 있으며, 목표 달성을 위하여 개선에 대한 실행과 달성 여부를 측정하고 분석을 통해 개선하는 과정을 반복하는 과정에서 소기의 성과를 달성하는데 그 목적이 있다. 최종적으로 완성된 시공품질의 수준과 범위 이행은 시공 당사자의 판단보다 발주처의 관점에서 시공결과에 대한 수용이 가능하여야 한다. 다만, 본 모듈에서는 내용의 중복을 피하기 위하여 품질 관리의 대체적인 개요와 조직의 구성계획만을 소개하고, 자세한 내용은 다음 모듈인 품질 관리 분야에서 구체적으로 다루기로 한다.

2. 품질 관리의 원칙

- (1) 발주처(고객) 중심의 관점에서 운영되어야 한다. 마지막으로 품질의 결과를 판단하는 것은 결국 발주처이기 때문이다.
- (2) 전사적으로 참여하여야 한다. 품질 관리와 관련된 직접적인 구성원과 지원부서는 물론 경영진의 적극적인 참여로 전사적으로 참여하는 내부 환경을 조성하고 품질 관리가 목적하는 방향과 일관성을 유지하여야 한다.
- (3) 품질 관리와 관련되는 인적·물적 자원이나 구성원들의 활동이 하나의 프로세스로 관리되어야 효과적인 결과를 얻을 수 있다.
- (4) 품질 관리를 경영과 연계하여 하나의 프로세스로 이해하여야 목표달성에 도움이 된다.
- (5) 데이터 및 정보에 의하여 의사를 결정하고 모니터링하여 지속적으로 프로세서를 개선하여야 한다.
- (6) 이해관계자 및 조직 간의 상호의존적이며 상호이익(Win-Win)이 되는 관계를 유지하여야만 가치를 창조하고 상호능력을 발전적으로 유지시킬 수 있다.

3. 철도신호 공사의 품질 관리

철도신호 공사의 품질 관리는 매우 중요하므로 시공에 소요되는 각종 자재와 시공절차를 체계적이며 과학적으로 관리하여 양질의 시공품질을 확보함으로써 발주처 등 이해관계자가 원하는 바를 충족시켜야한다. 특히 철도신호는 오직 철도에서만 다뤄지는 특수 분야로서, 열차안전운행에 직접적이며 중대한 영향을 끼치기 때문에 시공에 대한 결과물의 품질 관리는 특별히 강조되어야 한다.

② 품질 관리 계획서 구성

1. 품질 관리의 기본방침

- (1) 규격의 규격화 및 지속적인 품질활동으로 합리적 품질운영
- (2) ISO 9001 및 관련법규 준수로 체계적인 품질 관리
- (3) 법정 기준에 부합하는 시험, 조직, 기술력 확보로 효율적 품질 관리

2. 현장 조사에서 나타난 문제점을 분석하여 공종별, 시공단계별 품질 관리로 부실시공 방지

3. 품질보증 활동 계획

- (1) 품질 관리 책임자의 책임과 권리를 문서화하는 업무절차를 수립
- (2) 지급 자재의 수급계획을 파악하여 공사기간과의 문제점을 해소
- (3) 협력업체 육성과 교육훈련 실시
- (4) 불일치 공사의 적발과 재발 방지를 위한 시정조치

4. 품질보증 시스템 구축

발주처 및 감리단과 시공사간의 업무 네트워크 구축

5. 품질보증 절차 수립

품질 관리 방침수립 → 품질보증 계획 → 품질시스템 이행 → 불량품질 체크 → 시정조치

6. 공종별 품질 관리 계획 수립(학습 4-3. WBS 분류체제 참조)

실내, 실외공사 및 개소별 공종별로 WBS를 구축하여 취약개소를 중점관리

7. 품질 관리 조직 및 활동방향 제시

- (1) 현장대리인을 품질 관리 총책임자로 지정하고, 본사 및 협력업체에도 관리책임 전담자를 지정.
- (2) 관리, 설계, 공무, 공사, 시험 등의 조직구조에 분야별로 품질 관리 임무부여
- (3) 구성원의 직위에 맞는 품질 관리 교육시행

8. 품질혁신을 위한 현장 활동계획 수립

- (1) 착공단계, 시공단계, 준공단계별로 시행되어야 할 표준화계획 수립
- (2) 시공 및 품질검사의 실명제로 책임감 고취
- (3) 공사현장 자체적으로 자율적이고 지속적인 중점 품질 관리 활동

9. 품질검사 및 시험

- (1) 시험, 검사장비 인력기준 제시
- (2) 품질시험 및 검사 운영지침 수립
- (3) 품질 관리 조직의 팀장을 임명하여 시험실 운영계획
- (4) 시험실의 시험장비 배치 및 운영계획 수립
- (5) 각종 시험의 종류에 적합한 시험장비 조달 및 확보계획
- (6) 시험장비의 검교정 및 관리계획

10. 품질의 시험 및 검사절차 수립

11. 공종별 시험계획 수립

③ 품질 관리 중점 내용 및 조직관리 계획수립

1. 품질 관리 계획 수립

(1) 품질 관리 대상

품질 관리 대상은 투입자재와 시공결과의 품질로 대별될 수 있다. 철도신호 공사에 투입되는 자재는 공급하는 주체에 따라 지급 자재(또는 관급자재)와 사급자재로 구분되며 이에 대한 품질 관리의 책임과 절차를 달리한다. 즉 지급 자재는 발주처(감리원 포함)에서 소정의 검사절차를 거쳐 납품하도록 하며 사급자재는 시공회사 책임 하에 소요자재의 품질을 관리하여야 한다. 시공품질은 품질 관리 대상 공종을 미리 선정하고, ITP/ITC에 따라 진행과정의 체크 포인트를 정하여 전 과정에 걸쳐 관리되어야 한다.

(2) 품질 관리 관련 규격의 검토

시공품질을 관리하기 위해서는 국제적 연합체의 국제규격(IEC, IEEE 등), ISO 9000시리즈, 각 국가에서 관장하는 국가 표준규격(KS, JS 등), 정부 및 공공기관 표준규격(KRS, KRSA, KRCS 등), 공사 시방서, 품질 관리 절차서, 시공관리 절차서 및 품질 관리 조직 등을 당해공사와 연관하여 필요 유무를 검토한다.

(3) 점검시험계획(ITP) 및 점검 리스트(ITC)의 작성

시공사는 철도신호 공사에 사용되는 자재(지급·사급), 시공공정 및 공사 목적물이 규

정된 요구사항에 일치하는지를 확인하기 위하여 품질시험, 검사, 검측 및 측정업무를 시행하는 점검 및 시험절차서(ITP : Inspection & Test Procedure)를 수립하고 점검 리스트(ITC: Inspection & Test Checklist)를 작성하여야한다.

2. 조직관리 계획수립

조직의 형태에 따른 장단점은 공정 관리 및 조직계획 수립 모듈의 내용을 참고하여 당해 현장에 적합한 조직형태를 선정하여야할 것이나, 품질 관리의 마스터플랜 작성을 위한 조직은 소규모 단위 작업이므로 특정 공사의 임무를 부여받는 사업부서 형태에 본사에서 지원을 받는 매트릭스 형태의 조직으로 구성하여야할 것이다. 다만, 신호 공사의 품질 관리는 자재와 시공분야가 각각 전문성을 갖추어야하므로 두 분야를 현장여건에 맞게 통합 또는 분리할 것인가도 고려하여야한다.

- ④ 참고로, 철도건설의 대표적인 기관인 한국철도시설공단에서는 품질 관리를 조직경영에 반영하기 위하여 품질경영절차서를 제정, 운영하며 품질경영의 목표를 다음과 같이 정의하고 있다.

『철도건설을 위한 설계, 시공, 감리, 기자재 제작 및 시설관리 업무를 수행하는 계약자(설계사, 시공사, 감리사, 제작사 및 시설관리 용역사)의 업무 수행 중 공단직원 및 감리단이 발견한 부적합 사항에 대한 식별(격리), 시정 및 확인절차와 공단 및 계약자로부터 발생하는 부적합사항의 발생을 사전에 예방하고, 기 발생한 부적합사항의 재발을 방지하여 개선시키기 위한 시정조치, 예방조치 절차에 대하여 기술하며, 유지관리 위탁계약자에 대한 유지관리업무 적정성을 공단 유지관리책임자가 주기적인 점검을 통해 확인함으로써 부적합사항의 발생을 예방하고, 기 발생한 부적합사항의 재발을 방지하여 개선시키기 위함』

수행 내용 / 품질 관리 및 조직계획 수립

재료·자료

- 설계보고서
- 품질 관리조직도(과년도 유사공사)
- 품질경영절차서(과년도 유사공사)
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사 시방서
- 기술적 용량산출내역
- 점검시험절차서(ITP) 및 점검 리스트(ITC) 샘플

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

- 해당사항 없음
- 유의 사항: 철도신호 공사는 철도공사를 비롯하여 여러 철도 운영기관에서 건설 하고 있지만, 철도건설전문기관이며 세계적인 철도건설 사업관리 기관인 한국철도시설공단의 관련업무 절차(품질경영절차서 등)를 참고하여 수행할 수 있도록 한다.

수행 순서

① 품질 관리의 개요를 설명한다.

1. 품질 관리의 목적과 품질 관리의 원칙을 우선 설명하고, 품질 관리의 역사적 흐름과 중요성을 강조한다.
2. 철도신호 공사의 특수성을 설명한다.

② 품질 관리계획서에서 다루어지는 내용이 다음과 같다.

1. 품질 관리 기본방침의 중요성과 전체공사에 미치는 영향을 설명한다.
2. 현장 조사 시 발견된 문제점에 대한 방지 대책을 알아야 한다.
3. 품질보증 활동의 내용을 상세히 수록할 수 있어야 한다.
4. 품질보증을 위한 발주처 및 감리단과 시공사간에 업무 네트워크 구축 내용을 수록한다.
5. 품질을 보증하기 위한 순차적 절차를 작성할 수 있도록 설명한다.
6. 실내, 실외공사와 공정별 WBS분류 체제를 이해하여야한다.
7. 품질 관리 조직도를 작성하고 조직구조의 분야별로 임무를 부여할 수 있도록 한다.
8. 품질을 혁신하기 위한 단계별 현장 활동계획을 수립하여야 한다.
9. 품질검사 및 시험에 대한 전반적인 내용(시험, 검사장비 인력기준, 운영지침, 시험실 운영 계획, 시험장비의 조달 및 검교정 계획 등)을 작성할 수 있어야한다.
10. 품질의 시험, 검사 및 공종별 시험계획을 수립한다.

③ 품질 관리 중점 내용 및 조직관리 계획을 수립한다.

1. 품질 관리 계획 수립하기 위해서는 품질 관리 대상, 품질 관리 관련 규격을 검토한다.
2. 점검 시험절차서(ITP) 및 점검 리스트(ITC)의 작성방법을 숙지한다.
3. 철도신호 공사에 적합한 품질 관리 조직구성 방법을 설명한다.
4. 품질 관리를 운영하기 위한 조직을 구축하고, 분야별 업무를 분장할 수 있어야 한다.

수행 tip

- 철도관련기관 표준규격 명칭
KRS(Korea Railway Standards): 한국 철도 표준규격(국토교통부) ⇒ 한국철도기술연구소 위임
KRSA(Korea Rail Standard Authority): 한국 철도시설공단표준규격
KRCS(Korea Railroad Corporation Standard): 한국철도공사규격

2-3. 안전 관리 및 조직계획 수립

학습 목표 • 마스터플랜 작성을 위해 안전 관리 및 조직 계획을 작성할 수 있다.

필요 지식 /

① 철도 안전의 목적

1. 안전 관리의 개요

안전은 철도뿐만 아니라 시공간을 떠나 인간의 생활 모든 곳에서 강조 된 안전의 근본은 인간존중, 생명존중에서부터 시작되며, 안전의 소홀로 인한 피해는 본인은 물론 조직과 사회에 막대한 영향을 준다. 사고는 일반적으로 불안정한 환경과 행동으로 인하여 발생하는데 따라서 안전 관리란 이러한 불안정한 환경과 행동이 존재하지 못하도록 시설과 자산을 관리 운영하고 조직의 구성원을 교육하여 통제하는 수단과 방법이라 할 수 있으며 이는 잠재적 불안요인을 발견하고 개선하는 활동으로 연결된다.

2. 안전 관리의 중요성

안전 관리의 소홀로 인하여 대형 재해가 발생되며, 이로 인하여 조직이 붕괴되기도 하고 회사가 폐쇄되기도 하여 사회적 분위기나 경제활동에 미치는 영향이 상당하다. 반대로 안전 관리를 철저히 하여 기업에 이익을 주는 사례도 많다. 특히, 국민소득이나 생활수준이 향상될수록 국민의 안전의식이 높아지는 것이 선진화된 국가의 일반적인 흐름이나, 우리나라의 경우에는 안전 불감증이라는 이상 현상으로 대형사고가 빈번하게 발생하고 있는 현실이다. 철도운행 및 철도공사와 관련하여서는 신설선구의 건설과 기존선 개량공사 등에서 크고 작은 안전사고들이 빈번하게 나타나고 있다. 이는 공사현장의 주변 환경에 사고 및 위험요인이 많이 산재되어 있다는 증거이다. 또 직무안전사고 등의 산업재해에 대하여는 산업안전보건법에 저촉받고 있으므로 각종 안전규정과 기본적인 안전수칙을 준수하고 안전교육을 통하여 사고를 사전에 예방하는 것이 안전 관리의 핵심적인 활동이라 할 수 있다.

3. 사고예방 대책

인위적인 사고는 예방이 가능하다. 효과적이고 체계적이며 계획적인 안전 관리 활동을 성실히 수행함으로써 안전수준은 향상될 수 있다. 그러나 목적도 계획도 없이 안전 관리를 행한다면 사고예방의 효과가 저하될 수밖에 없다. 사고예방을 위한 대책으로는 안전 관리 조직을 구축하여야 하고 위험요소 현상을 파악하여 원인을 규명하고, 이를 분석평가한 후 사고방지 대책을 강구함으로써 사고예방의 목표를 달성할 수 있다.

② 철도신호와 안전

1. 철도의 시설물은 모두가 안전과 관련되며, 중요하지 않은 분야가 없지만 일반적으로 철도의 3대 안전설비를 차량, 궤도, 신호분야라고 특별히 강조한다. 따라서 철도신호와 안전의 관계를 구체적으로 살핍으로써 신호 공사가 철도안전에 미치는 영향과 중요성이 한층 강조될 수 있을 것이다.

(1) 철도신호와 안전의 역사

철도의 역사는 잘 알려진 대로 18세기 영국의 산업혁명과 더불어 증기기관의 발명으로 최초의 공공철도가 탄생하였고, 이후 철도를 이용한 물동량의 증가로 비약적인 발전을 거듭하였으며, 이에 따른 열차안전운행을 철도신호가 선도하였다. 철도신호의 큰 축인 진로제어시스템의 연동장치는 기계식에서 계전기타입의 전기식을 거쳐, 현재는 전자식 연동장치가 발전, 운영되고 있으며, 간격제어시스템인 폐색장치는 통표 및 연동폐색에서 자동폐색을 거쳐 열차자동제어장치(ATC, CBTC)로 발전, 운용되고 있다. 이러한 철도신호의 역할로 고속/고밀도의 열차안전운행을 확보하였고 선로 이용의 극대화와 다양한 운전정보 및 여객서비스 제공 등 철도통합관리시스템과 연계하는 등 철도신호를 통하여 경영합리화와 안전이 확보되었다.

(2) 철도신호의 안전 측 동작(Fail-Safe) 원칙

신호설비는 가급적 고장이 나지 말아야 하지만 부득이하게 고장이 났을 때에도 오류가 출력되지 않고 안전 측으로 동작되도록 설계, 시공되어 열차안전운행에 위험요소가 없는 설비로 구축되도록 하는 철도신호의 대원칙이다. 안전 측 동작의 원칙은 다음과 같은 종류가 있다.

(가) Fail Soft: 장애완화 시스템으로 설비의 일부가 고장 시 기능의 저하를 최소화하는 방법을 말한다.

(나) Multiple System: 다중화 시스템과 같이 상용계 고장 시 비상계가 동작되도록 한다.

(다) Full Proof: 인적오류가 발생하더라도 시스템이 오류를 방어해 주는 안전체제이다.

2. 철도신호 공사의 안전 관리

(1) 철도신호 공사의 중요성

산업화에 따른 도시의 집중화로 대도시에서의 육로교통은 이미 포화상태가 되어 지하철 등 철도가 대부분의 여객수송을 분담하게 되었으며, 속도경쟁에서 우위를 점하기 위하여 고속철도가 건설되었다. 또 일반철도도 교통수요를 충족시키기 위하여 열차의 속도는 고속화되고 선·후행 열차간의 운전시격은 최소화하며 고밀도 운행을 요구하

게 되었다. 이러한 중대한 임무의 주요부분을 철도신호가 담당하고 있으며, 고속도/고밀도 운행을 하면서도 열차의 안전운행을 확보하는 것 역시 철도신호의 몫인 것이다. 이렇듯 상반되는 개념의 안전성과 효율성을 모두 담당하는 철도신호를 건설하는 신호공사의 위치는 실로 막중하며, 철도사고 및 안전사고의 예방을 위한 안전 관리 활동은 이러한 신호가 완성될 수 있는 근본이라 할 수 있다.

(2) 철도신호분야 안전교육

(가) 안전교육의 필요성

개인의 능력은 선천적인 능력과 교육으로부터 학습된 후천적인 능력이 있다. 안전교육의 궁극적 목적은 개인이 안전하게 인간의 욕구를 추구할 수 있도록 위험으로부터 대처토록하고, 안전교육을 통해 작업현장에서 능률적 표준작업을 숙달시키고 생산을 저해하는 비능률적 요인을 배제함으로써 인간과 설비의 기능 및 작업환경의 3요소가 안전하게 조화토록 하는 것이다. 인적재해, 즉 대부분의 작업 중 안전사고의 원인을 살펴보면 안전교육과 연관된다. 안전사고를 분석해 보면 안전지식이나 기능의 부족과 함께 개인적인 요인인 본인의 생활 습관, 주변 환경, 성장과정 등 안전에 임하는 기본적인 태도가 더 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 개인의 잘못된 판단과 행동의 습관을 계획적이고 반복적 교육을 통해 교정할 수 있다.

(나) 철도 건설공사의 특수성

철도 건설공사는 일반 건설공사에서는 접할 수 없는 특수한 공종의 시공이 많으므로 작업에 임하는 종사원의 안전교육을 신규자와 일반직원을 구분하여 교육시켜야 하며, 특히 신규자에게는 표준화된 안전작업이 습관화될 때까지 안전기능 교육을 반복하여 교육시켜야 한다. 특히 요즘의 철도건설 현장에는 3D업종의 기피현상과 임금문제 등으로 숙련되지 않은 외국인 노동자가 많이 투입되고 있으며, 이에 따른 언어의 장벽으로 의사소통에도 문제가 많다. 따라서 이에 대한 특별한 대책이 심각하게 대두되고 있는 현실이다. 따라서 이들에게는 별도의 특색 있는 안전모와 안전조끼를 지급하여 그들만으로 그룹화하고, 비교적 철도 특성과는 관계없는 단순노동에 투입하며, 특별안전교육을 시행하는 등 더욱 심각하게 고려하고 고민하여야 할 문제이다.

(다) 안전보호 장비의 착용

철도는 특히 교량과 터널공사가 많으므로 현장에 들어가는 사람은 필요한 안전 기자재(안전모, 안전화, 안전조끼, 보안경, 전등, 분진마스크, 안전 허리띠 등)의 착용을 생활화하여야 한다. 실제 현장에 참여하는 작업원들은 안전장비로 인해 보호를 받은 경험들이 많아 요즘은 자발적으로 착용을 하는데, 가끔씩 비정기적으로 현장을 방문하는 일부 고객들을 중심으로 홍보와 안전교육을 강화할 필요가 있다.

(라) 철도신호 공사의 안전 관리

여러번 강조한 사항이지만 철도신호는 열차안전운행과 밀접한 관계에 있으므로 철도신호 공사의 오류를 방지하여야하며, 특히 운행 중인 기존선구를 개량한다든가, 신설선구라도 기존 선구와 인접 또는 기존 선구에 연결하는 공사에서는 철저한 안전교육을 통해 안전의식을 고취하고 안전사고를 미연에 방지하여야 한다. 이는 운행 중인 열차에 지장을 줄 우려도 있으며 사용 중인 신호시설물에 직간접적으로 영향을 줄 수 있기 때문이다. 철도신호분야에서는 이러한 경우 사고예방을 위하여 신호 공사 작업시의 행동요령으로 작업수칙과 공사 전, 중, 후의 준수할 사항을 다음과 같이 제정하여 운용 중에 있다.

1) 작업안전수칙

- 가) 작업 전 반드시 안전보호구(안전조끼, 안전모, 안전대)를 착용한다.
- 나) 작업 전 열차운행 반대방향 및 대피장소를 확인한다.
- 다) 작업 시 불안정한 자세나 불필요한 행동을 하지 않는다.
- 라) 선로 내 작업 시 작업 공구류, 시공자재 등이 열차에 접촉되지 않도록 한다.
- 마) 반드시 열차감시원(신호수)을 배치 한 후 작업을 시행한다.
- 바) 감독자는 운전취급자와 수시로 운전정보를 교환한다.
- 사) 열차운행에 영향을 미치는 작업은 감독자 지시를 받아 시행한다.
- 아) 선로를 횡단할 때는 좌우 열차 유무를 확인하고 횡단한다.

2) 철도신호 공사 시 준수사항

- 가) 공사 전
 - 공사감독자와 현장대리인간 당일작업 사전회의
 - 동원인력, 장비, 준비상태 확인
 - 작업자에 대한 작업내용 설명
 - 안전보호구 착용상태 확인
 - 열차감시자 배치
 - 열차운전에 지장을 주는 공사의 경우 취급자와 작업시간 운전협의
- 나) 공사 중
 - 안전수칙 준수
 - 감독자는 운전취급자와 수시로 운전취급자와 운전정보 교환
 - 작업 중 갑자기 열차운행에 지장을 주는 경우가 발생할 경우 감독자는 반드시 운전취급자와 운전협의 후 시행
 - 열차운행에 지장을 주는 공사의 경우 작업이 지연되어 작업 시간 내에 완료 가 불가할 때는 신속히 역장에게 통보하여 후속조치 협의
- 다) 공사 완료 후 확인사항
 - 장비, 자재, 공구류가 안전한 장소에 정리, 보관되어 있는지 여부

- 감리원은 운전취급자의 입회하에 연동검사를 실시한 후 이상이 없을 시 사용을 개시

③ 안전 관리계획서의 구성

1. 안전 관리의 기본방침

- (1) 불안정한 환경을 개선하여 인간존중 경영목표의 구현
- (2) 안전보건, 안전행사, 재해예방활동, 교육 등을 통한 추진방향 설정

2. 안전 관리 운영계획

- (1) 안전 관리 조직의 구성 및 분장업무 수립
- (2) 안전 관리 통합운영체제 구축
- (3) 근로자와 밀착관리로 근접 안전 관리시스템 구축

3. 안전보건 경영시스템 구축

- (1) 안전 관리 운용 및 재해예방 안전시스템 구축
- (2) 안전보건 경영을 계획, 실행, 점검 및 조치, 경영에 반영 순으로 지속적으로 반복하는 시스템을 구축
- (3) 사전 위험성 평가절차 및 방법을 통하여 실행효과를 모니터링

4. 총괄적인 안전 관리 계획의 수립

- (1) 안전사고 발생 시 현장사무실은 물론 본사, 감리단, 발주처 등 유관부서에 즉보 체제 수립
- (2) 현장 안전점검계획 및 절차 수립
- (3) 취약시기별 착안사항을 감안한 안전점검 시행
- (4) 신규 채용자 등 단계별 안전보건 교육 시행
- (5) 정기적 안전교육 및 수시로 특별교육을 시행하는 계획 수립
- (6) 산업안전보건관리비 집행계획 수립
- (7) 비상시 긴급조치계획 수립
- (8) 비상연락망 구축 및 상황별 조치계획 수립
- (9) 비상경보체제 및 비상자재, 장비 확보계획 수립
- (10) 비상대책 훈련 및 재난(태풍, 수해, 폭설 등)방지 안전대책 수립
- (11) 작업장 및 공사장 주변 안전대책 수립

5. 공종별 안전 관리 계획

- (1) 공사 유형별 안전 관리 주안점 착안
- (2) 재해 유형별 안전 관리의 주안점 착안
- (3) 자재 확보 계획수립, 자재반입, 자재보관, 자재투입, 시공 등 자재관리의 단계별 안전 관리계획 수립
- (4) 분야별, 공정별 안전 관리계획 수립

6. 유해, 위험 요인의 색출로 재해방지 대책 수립

④ 안전 관리를 위한 조직

1. 철도신호분야 안전 관리의 문제점

철도신호 공사는 앞에서 살펴보았듯이 크게는 열차안전사고와 작게는 작업원의 인사 안전 사고가 우려되며, 이에 따라 공사의 성패를 좌우한다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 신호분야는 습관적으로 안전 관리에 소극적인 아주 잘못된 관행들이 여러 현장에서 나타나고 있다. 타 분야는 철도가 아닌 외부에서 관련공사를 시공하며 익힌 안전 관리 행동을 특수 건설 분야인 철도에서 시행하며 열악해진 작업환경과 철도의 중요성을 인지하여 더욱 경계심과 주의를 기울이는 반면, 신호분야는 오직 철도에서만 시행되는 업종이기 때문에 외부에서 안전 관리의 추세와 기법을 체험적으로 습득할 기회가 없을 뿐만 아니라 신호 공사에 종사하는 시공사 관리자들은 철도의 각종 기관에서 근무하였거나 철도신호 공사를 많이 해본 경력직 유경험자가 많다. 이러한 요인은 시공과정에서 장점이 될 수도 있지만 안전적인 측면에서는 안전 관리의 최대 맹점인 잘못된 관습과 무관심 또는 억측 판단으로 이어질 수 있는 커다란 위험 요소로 작용할 수 있다.

2. 철도신호분야 안전 관리 조직 구축 계획

이와 같은 문제점을 해결하기 위한 안전 관리 조직의 형태로서 시공현장의 책임자는 회사의 경영층으로부터 현장의 주요권한을 위임받아서 안전에 관한 사항은 현장대리인과 안전 관리자의 의견을 절대적으로 존중하는 조직 형태로 구축하여야한다. 안전 관리에 대한 책임자의 권한은 조직 형태별로 다음과 같다.

- (1) 기능부서형(Functional): 권한은 가장 낮다.
- (2) 사업부서형(Projectized): 가장 강력하며 특별한 권한도 부여한다.
- (3) 절충형(Matrix): 기능부서형과 사업부서형의 중간적 위치로서 각각의 장점을 수용하기 때문에 공사현장의 조직형태로는 가장 많이 사용된다.

수행 내용 / 안전 관리 및 조직계획 수립

재료 · 자료

- 설계보고서
- 공사예정공정표
- 설계도 및 관구도

기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 안전 기자재: 현장에 투입되는 요원의 성격 및 필요에 따라 다음의 안전장비를 착용하여야한다.
⇒ 안전모, 안전화, 안전조끼, 랜턴, 호각, 적색 수신호기, 보안경, 분진마스크, 안전 허리띠

안전 · 유의 사항

- 안전사항: 안전체험을 위한 현장 방문교육 시 필요한 보호 장비 착용(교육기관에서 준비) 및 운행선 구간 열차감시를 철저히 한다.

수행 순서

- ① 철도안전의 목적을 설명한다.
 1. 철도공사의 안전 관리에 대한 개요와 중요성을 설명한다.
 2. 사고예방 대책의 활동내용을 설명한다.
- ② 철도신호 공사의 특수성과 안전 관리의 필요성을 설명한다.
 1. 철도의 3대 안전설비를 차량, 궤도, 신호분야라고 특별히 강조한다.
 - (1) 철도신호의 안전측 동작(Fail-Safe) 원칙
 - (2) 철도신호분야 안전교육
 2. 신호 공사가 철도 안전에 미치는 영향과 중요성을 강조한다.
 - (1) 작업안전수칙
 - (2) 철도신호 공사 시 준수사항

3. 철도신호의 역사, 현장에서 인용되는 안전과련 수칙 및 준수사항을 소개한다.
4. 외부인이 공사현장을 방문 할 때에는 반드시 공식적인 요청을 하여야하며, 지우고 하를 막론하고 안전장비를 착용하고 인솔자 및 안내자의 지시를 따라야 하다.

③ 안전 관리계획서의 구성 및 작성요령을 숙지하고, 다음 내용의 작성을 훈련한다.

1. 안전 관리를 위한 기본방침과 현장 실천사항을 작성한다.
2. 안전 관리 운영조직의 구성 및 분장업무를 수립한다. 안전 관리 통합운영체제 및 근로자와 근접 안전 관리시스템 구축
3. 안전보건 경영시스템 구축방법을 작성한다.
 - (1) 안전 관리 운용 및 재해예방 안전시스템 구축
 - (2) 안전보건 경영을 순차적, 지속적으로 반복하는 시스템을 구축
 - (3) 사전 위험성 평가 절차 및 방법을 통하여 실행효과를 모니터링하는 방법
4. 총괄적인 안전 관리 계획을 수립한다.
5. 공종별 안전 관리 계획을 설명한다.
 - (1) 공사 유형별 안전 관리 주안점 착안
 - (2) 재해 유형별 안전 관리의 주안점 착안
 - (3) 자재 확보 계획수립, 자재반입, 자재보관, 자재투입, 시공 등의 자재관리 단계별 안전 관리계획 수립
 - (4) 분야별, 공정별 안전 관리계획 수립
6. 유해, 위험 요인의 색출로 재해방지 대책 수립을 설명한다.

④ 안전 관리를 위한 조직관리 수립 형태를 설명한다.

기능형(Functional), 사업부서형(Projectized), 절충형(Matrix)조직

수행 tip

- 발주처에서는 SNS의 각종 애플리케이션 등을 활용하여 사고예방 활동 및 안전 관리에 과학적 기법을 동원하고 있다.

2-4. 마스터플랜 계획 수립

학습 목표 설계서, 시방서, 시공매뉴얼을 준수하여 마스터플랜 계획을 작성할 수 있다.

필요 지식 /

① 마스터플랜 작성의 목적

1. 마스터플랜의 정의

시공회사가 공사를 착수하기 위하여 준비하는 과정의 첫 단계가 현장 조사 및 마스터플랜 작성이다. 마스터플랜은 시공의 기본계획으로서, 시공목표나 방침의 구체적인 내용보다는 공사 전체의 흐름을 파악할 수 있는 계획표이다. 따라서 마스터플랜에는 시공관련 일정, 품질, 원가, 안전 관리 등의 전반적인 관리계획이 종합적이며 상호 유기적으로 표현되어야만 한다. 마스터플랜은 시행하는 과정에서 기본계획의 변경, 시공방법의 첨단화, 시공환경의 변화, 공사의 지연, 물가의 변동 등에 따라 변경될 수 있으므로 가변성과 유연성 있는 계획이라 할 수 있다.

2. 마스터플랜과 범위관리와의 관계

시공의 마스터플랜을 작성하기 위한 사업의 업무한계를 정의하기 위해서는 범위관리 (Scope Management)작업이 우선되어야 한다. 일반적으로 모든 작업은 먼저 “무엇을 할 것인가” 를 정하여야만 “어떻게 할 것인가” 를 결정할 수 있기 때문이다. 시공범위의 관리단계는 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 공사의 착수

공사의 시작을 공식화하는 단계는 공식적인 문서(공사 착수계)의 제출로부터 시작된다. 그러나 현실에서는 착수계 제출일과 현장작업 투입시기가 일치하지 않는 경우가 많기 때문에 공식적인 문서화가 더욱 중요하다.

(2) 시공범위의 계획

공사범위와 관련된 계획을 수립하는 것은 업무의 책임한계를 정의하는 것이라 할 수 있다. 범위계획 수립은 시공범위의 정의를 구체화하여 최소 작업단위인 Work Package 를 생성하고, 최소작업 단위를 합리적으로 조합한 WBS(Work Breakdown Structure)는 시공범위의 계획 수립을 위한 선행 작업인 것이다. 따라서 계획수립 작업 단위의 조합 과정에서 다양하게 작성될 수 있다는 점도 유의하여야한다.

(3) 시공범위의 실행 및 통제

공사를 추진하는 과정에서 최대의 난점은 업무범위의 변경이다. 공사의 이해당사자 모두가 공감 하는 변경은 설계변경이나 수량의 증감처리를 통하여 통제될 수 있으나, 착수 및 계획단계에서 이해당사자간 공사의 범위를 확실하게 정의하지 않고 각자의 이해에 유리하게 자의적으로 판단하였을 경우에는 심각한 애로를 유발하게 된다. 따라서 공사를 추진하는 실행과정에서 단위공정 또는 전체공정별로 계획과 실행 프로세스 간에 차이가 있는지를 지속적으로 모니터링 하여 차이가 발생하였을 때는 통제프로세서의 피드백 기능을 활용하여 계획을 변경하거나, 경미한 사항은 실행단계에서 시정조치를 하여야 한다. 물론 차이가 발생하지 않았을 때는 당해 공종의 범위에 대한 프로세서는 종료할 수 있다. 이러한 진행과정 중 경미한 사항도 문서화하는 것을 원칙으로 한다.

(4) 시공범위의 검증

범위의 검증은 범위관리 프로세서의 마지막 단계로서 발주처(또는 감리단)의 승인을 득하는 단계이다. 다시 말하면 범위의 검증에서 시공자의 의지는 중요하지 않고 발주처의 판단 기준이 척도가 되는 것이다. 특히 철도신호 공사의 경우는 발주처뿐만 아니라 완성된 시설물의 유지·보수 및 운영을 관리할 주체가 다를 경우 운영회사의 검증도 거쳐야 한다. 당연히 이러한 검증행위는 문서화로 최종 마무리하여야 한다.

② 마스터플랜의 구성

마스터플랜은 사업수행계획서, 직원투입계획서, 품질 관리계획서, 공정 관리계획서, 안전 관리계획서 등으로 구성되며, 각각의 계획서에는 다음의 내용을 수록한다.

1. 사업수행계획서

사업수행계획에는 사업의 개요, 공사 관리계획, 가설건물 설치계획, 시공 계획 등이 수록되며, 이 계획서에서 사업의 범위를 정의한다.

(1) 사업수행계획

(가) 공사 관리의 추진방향을 단계별 시공 계획, 공정, 품질, 안전 관리 등의 관점에서 기본방향을 설정한다.

(나) 현장 특성을 분석하여 현장 실정에 알맞은 공사 추진방향을 설정한다.

(다) 발주처의 사업관리기준과 연계한 공정계획을 수립한다.

(2) 가설계획

(가) 작업장 및 야적장 등 가시설물의 설치 계획

현장사무실, 장비 및 투입자재의 야적장, 방충 및 안전 울타리 등의 안전시설, 환경 오염 저감 시설

- (나) 공사 중 교통처리 대책
- (다) 건설공해 방지대책, 지장물 이설 및 보호대책 등의 계획을 수립
- (라) 가시설물 설치에 따른 인허가 계획
- (3) 구매계획
 - 공사에 투입될 사급자재 구매절차 및 투입되는 자원의 운영계획을 수립
- (4) 시공 계획
 - 주요 공종과 운행선 구간의 단계별 시공 계획, 열차의 방호대책 및 안전대책을 수립
- (5) 정식 하도급을 시행하는 경우 하도급업체 대금지급 및 예비자원 조달에 대한 관리계획 수립

2. 직원투입계획서

- (1) 기본방침 수립
 - (가) 각종 법령에 능통한 전문기술인력 선발
 - (나) 현장 중심의 철도신호 공사 경험이 풍부한 실무자 투입
- (2) 업무 분야별 조직의 구축계획 수립
 - (가) 공사수행 조직도 작성
 - (나) 공사 수행을 위한 적정인원 투입계획 작성
- (3) 분야별 조직의 구축 및 업무 수행절차 작성
- (4) 교육계획 수립

3. 품질 관리 계획서

품질 관리 계획서에는 품질 관리의 기본방침, 품질보증 계획, 품질보증 활동, 품질보증 시스템 구축, 공종별 품질 관리계획, 시공현장 품질 관리계획, 품질 관리 조직의 활동방향, 품질혁신을 위한 활동계획, 품질검사 및 시행, 시험장비 배치계획 등이 수록된다. 품질 관리 계획서(마스터플랜)는 ISO 9001 건설 산업 분야 표준적용지침, 건설 기술 관리법 시행령 제42조 및 발주처의 규정과 업무절차서 등을 참고하여 작성하여야하며, 주요 내용으로는 의사소통, 자원관리, 교육훈련, 품질 관리 절차서, 문서의 기록관리 방법 등이 포함된다. 작성 시 유의 사항으로는 당해공사의 특징은 물론 발주처의 업무방식과 품질 관리 프로세스를 파악하여 작성하는 것이 중요하다. 따라서 공사추진에 적합한 품질표준과 이를 달성하기 위한 활동을 품질 관리 계획이라 할 수 있으며, 활동과정에서 요구하는 다음의 내용을 종합하여 정리한 결과물이 품질 관리계획서이다.

- (1) 제품 및 프로세스에 대한 품질의 표준 정의

- (2) 품질보증 활동의 유형 명칭 지정
- (3) 각 활동별 수행 책임자 및 시기 지정
- (4) 무엇을 할 것인가의 활동 대상 선정
- (5) 각 활동의 수행절차 및 점검표 작성
- (6) 지적사항에 대한 시정조치 절차

4. 공정 관리계획서

- (1) 공사의 추진방향, 공정계획 수립 시 주요 고려사항, 공정계획 수립, 공정단계별 업무 흐름도, 주 공정(Critical Path) 분석
- (2) 주요 공정별 공기검토, 주 공정 및 마일스톤 관리계획, 총괄적인 예정공정표 작성
- (3) 공정운영계획(일정, 진도, 비용, 공정진척, 부진공정, 만회대책) 공정 및 공사비 통합 관리체계 구축
- (4) 사업관리정보시스템 운영 및 공정보고 시스템의 구축

5. 안전 관리계획서

- (1) 안전 관리의 기본방침, 추진방향 설정
- (2) 안전 관리 운영계획
안전 관리 조직 구성, 협력업체 및 본사의 안전 관리조직 활용계획 수립
- (3) 총괄 안전 관리 계획
현장 안전점검 계획, 취약시기 점검계획, 안전교육 방침 및 실시계획, 안전의 날 지정 과 행사운영 계획, 공사구간 교통처리대책, 운행선 근접공사에 대한 안전대책, 비상사 태 시 긴급조치계획 등의 내용 수록
- (4) 분야별(공종별) 안전 관리 대책 등을 포함

6. 안전 관리 마스터플랜에는 다음과 같은 내용을 참고하여 작성한다.

- (1) 안전 관리 조직의 구축
조직의 경영층이 참여하여 안전 관리 전담조직을 구성하며, 안전 활동방침 및 계획을 수립하고 구성원들이 자율적으로 참여하는 조직문화를 형성하여 조직이 추구하는 안전 활동목표를 달성하도록 하는 조직적인 구성이 필요하다.
- (2) 위험요소의 현상파악
각종사고 및 안전 활동의 기록검토, 작업분석, 안전점검 및 안전진단, 사고조사, 안전 회의 및 토의, 종사원의 건의 및 여론조사 등을 통하여 불안정한 환경과 행동을 발견 한다.

(3) 원인규명을 위한 분석평가

사고보고서 및 현장 조사, 사고기록, 사고의 환경 및 행동, 작업과정 분석 등을 통하여 사고의 작간접 원인을 규명한다.

(4) 사고방지 대책 강구

사고의 원인이 규명되면 기술의 개선, 교육훈련, 설비의 개량, 필요시 규정 및 안전수칙 개정, 모니터링 및 통제방법 등을 개선하는 적극적인 예방대책을 강구한다.

(5) 목표달성을 위한 시정책 적용

하비(Harvey)는 기술적(Engineering), 교육적(Education) 관리적(Enforcement) 대책을 완성함으로써 시정이 이루어진다고 주창하였다. 즉, 정해진 목표를 실시하고 평가하여 불합리한 점을 개선해 나가는 3E 활동을 반복하는 것이 목표달성을 위한 시정책이라고 할 수 있다.

재료 · 자료

- 설계보고서
- 설계예산 내역서
- 수량산출서
- 단가산출서
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사 시방서
- 공사에정공정표
- 마스터플랜(과년도 유사공사)
- 품질 관리계획서(과년도 유사공사)
- 안전 관리계획서(과년도 유사공사)
- 설계도

기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전 · 유의 사항

- 안전사항: 해당사항 없음.
- 유의 사항
 1. 마스터플랜을 작성하기 전에 현장 조사 및 설계도서 사전검토가 필요하다.
 2. 마스터플랜은 당해공사의 개황 및 진척도를 간결하면서 모든 내용을 포함하여야 하는 서류임을 인지하여야한다.

수행 순서

① 마스터플랜 작성의 목적

1. 마스터플랜은 사업수행계획서, 직원투입계획서, 품질 관리계획서, 공정 관리계획서, 안전 관리계획서 등이 수록되어야하며 각각의 계획서에는 시공의 기본계획, 시공목표나 방침 등을 통하여 공사 전체의 흐름을 파악하는데 목적이 있다.
2. 마스터플랜과 범위관리와의 관계
시공의 마스터플랜 작성을 위한 범위관리(Scope Management)를 정의한다.

② 마스터플랜의 구성

마스터플랜의 구성 요소들을 설명하고 분야별 책임을 부여하여 마스터플랜을 작성할 수 있다.

1. 사업수행계획서의 내용을 설명한다.
사업수행계획에는 사업의 개요, 공사 관리 계획, 가설건물 설치계획, 구매계획, 시공 계획 등이 수록되며 이 계획서에서 사업의 범위를 정의한다.
2. 직원투입계획서의 내용을 설명한다.
 - (1) 기본방침 수립
 - (2) 업무 분야별 인원투입 계획
특히 구매, 안전 및 품질분야 등 주요업무는 본사의 조직을 활용하는 지원업무 계획을 포함한다.
 - (4) 직원의 교육
3. 품질 관리 계획서의 내용을 설명한다.
ISO 9001 건설 산업 분야 표준적용지침, 건설 기술 관리법 시행령 제42조 및 발주처의 규정과 업무절차서 등을 소개하고 품질 관리의 기본방침, 품질보증 계획, 품질보증 활동, 품질보증 시스템 구축, 공종별 품질 관리계획, 시공현장 품질 관리계획, 품질 관리 조직의 활동방향, 품질혁신을 위한 활동계획, 품질검사 및 시행, 시험장비 배치계획 등의 활동과정에서 다음의 내용을 종합하여 정리한 결과물이 품질 관리계획서임을 설명한다.
 - (1) 제품 및 프로세스에 대한 품질의 표준 정의
 - (2) 품질보증 활동의 유형
 - (3) 각 활동별 수행 책임자 및 시기 지정
 - (4) 무엇을 할 것인가의 활동 대상 선정

- (5) 각 활동의 수행절차 및 점검표 작성
- (6) 지적사항에 대한 시정조치 절차
- 4. 공정 관리계획서의 내용을 설명한다.
 - (1) 공사의 추진방향 주요공정(Critical Path) 분석
 - (2) 공기검토, 마일스톤 및 총괄적인 예정공정표 작성
 - (3) 공정운영계획 및 사업관리정보시스템(PMIS: Project Management Information System) 구축
- 5. 안전 관리계획서의 내용을 설명한다.
 - (1) 안전 관리의 기본방침, 추진방향 설정
 - (2) 안전 관리 운영계획을 수립
 - (3) 총괄 안전 관리 계획에 포함될 내용
 - (가) 안전 관리 조직의 구축
 - (나) 위험요소의 현상파악
 - (다) 원인규명을 위한 분석평가
 - (라) 사고방지 대책 강구
 - (마) 목표달성을 위한 시정책 적용
 - (4) 분야별(공종별) 안전 관리 대책

수행 tip

- 철도신호 공사는 철도에서도 특수한 분야이기 때문에 시공 노하우의 축적된 자료가 상대적으로 적다. 따라서 철도신호 공사 추진 중 발생하는 공식, 비공식적인 과정을 사업 책임자의 의견을 담아 문서화하는 것이 바람직하다.

학습 2 교수·학습 방법

교수 방법

- 마스터플랜의 목적, 구성요소, 범위관리를 설명한다.
- 마스터플랜에서 일정관리 방법과 차트의 종류를 설명한다.
- 조직관리 방법의 종류와 장단점을 설명한다.
- 품질 관리 기법에서 ITP/ITC의 점검방법을 설명한다.
- 철도신호 공사 현장의 안전 관리를 위한 조직관리 계획 수립방안을 설명한다.
- 일정관리에서 막대공정표(Bar Chart 또는 Gantt Chart)의 작성요령을 설명한다.
- 품질 관리계획에서 ISO 9001, 건설 기술 관리법 시행령 제42조의 관계를 설명한다.
- 품질 관리계획 작성 시 발주처의 규정과 업무절차서 등의 활용방법을 설명한다.
- 안전 관리 절차에서 위험요소의 현상과악 및 원인규명, 분석방법을 설명한다.

학습 방법

- 마스터플랜의 목적, 구성요소, 범위관리를 학습한다.
- 마스터플랜에서 일정관리 방법과 차트의 종류별 장단점을 토의한다.
- 조직관리 방법의 종류와 장단점을 토의한다.
- 품질 관리 기법에서 ITP/ITC를 작성한다.
- 철도신호 공사 현장의 안전 관리를 위한 조직도를 작성한다.
- 일정관리에서 막대공정표(Bar Chart 또는 Gantt Chart)의 작성요령을 학습한다.
- 품질 관리계획에서 ISO 9001, 건설 기술 관리법 시행령 제42조의 관계를 학습한다.
- 품질 관리계획 작성 시 발주처의 규정과 업무절차서 등의 내용을 학습한다.
- 안전 관리 절차에서 위험요소의 현상과악 및 원인규명, 분석방법을 상호 토의한다.

학습 2 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 따라 학습목표 수준에 충분히 도달하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
공정 관리 및 조직계획 수립	- 마스터플랜 작성을 위해 공정 관리 및 조직 계획을 작성할 수 있다.			
품질 관리 및 조직계획 수립	- 마스터플랜 작성을 위해 품질 관리 및 조직 계획을 작성할 수 있다.			
안전 관리 및 조직계획 수립	- 마스터플랜 작성을 위해 안전 관리 및 조직 계획을 작성할 수 있다.			
마스터플랜 계획수립	- 설계서, 시방서, 시공매뉴얼을 준수하여 마스터플랜 계획을 작성할 수 있다.			

- 피평가자 체크리스트

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
공정 관리 및 조직계획 수립	- 마스터플랜 작성과정에서 공사범위 정의의 필요성과 상호관계를 이해한다.			
	- 공정 관리를 위한 공정표 작성기법의 종류와 사용 용도에 대하여 인지한다.			
품질 관리 및 조직계획 수립	- 공사현장에서 품질 관리의 원칙, 방법, 검사 시기 등을 숙지한다.			
	- ITP/ITC 양식의 작성 요령과 활용방법을 숙지한다.			
안전 관리 및 조직계획 수립	- 철도신호 공사에서 안전 관리의 중요성과 사고방지대책을 설명할 수 있다.			
	- 철도신호와 안전과의 특수한 관계를 파악하고 현장에서 사용되는 안전수칙과 관련 규정을 숙지한다.			
	- 안전 관리를 효과적으로 수행할 수 있는 조직의 구성 방법을 설명 할 수 있다.			
마스터플랜 계획수립	- 마스터플랜의 개요와 필요성을 숙지한다.			
	- 일정, 품질, 안전에 관련된 마스터플랜의 내용을 작성할 수 있다.			

- 작업장 평가

학습 내용	평가 항목	성취수준		
		상	중	하
마스터플랜 작성하기	과년도 마스터플랜과 기타 참고자료를 이용하여 조별 분임 토의의 시행 및 조별로 마스터플랜을 작성한다.			

피드백

1. 피평가자 체크리스트

- 마스터플랜의 작성 시 각 부분별 필요한 공정표를 선정하는 능력을 확인한다.
- 공정 관리 부분의 조직도를 작성하여 상호 검증하도록 한다.
- 품질 관리 부분의 조직도를 작성하여 상호 검증하도록 한다.
- 안전 관리 부분의 조직도를 작성하여 상호 검증하도록 한다.
- 품질 관리를 위한 ITP/ITC 작성표를 검토하고 미진한 부분을 설명한다.
- 사급자재에 대한 ITP/ITC 작성 능력을 확인하고 미진한 부분을 설명한다.
- 마스터플랜 작성 시 각 분야별 업무분담 및 협동체계를 점검하여 지도한다.

2. 작업장 평가

- 분임조별로 작성된 마스터플랜을 상호 점검하여 내용을 보완한다.

학습 1	설계서 검토하기(LM1901100201_14V1.1)
학습 2	마스터플랜 작성하기(LM1901100201_14V1.2)
학습 3	인력관리계획 수립하기 (LM1901100201_14V1.3)
학습 4	공정 관리계획하기(LM1901100201_14V1.4)

3-1. 전문기술인력 구성

학습목표

- 인력 관련법령 및 기준에 근거하여 투입되는 인력의 신원을 조사할 수 있다
- 인력 관련법령 및 기준에 근거하여 공정별 책임자를 선정할 수 있다

필요 지식 /

① 인력관리의 개요

1. 인력의 정의

공사추진 뿐만 아니라 모든 일에서 성과를 결정하는 중요 요인은 사람의 관리일 것이다. 인력이란 광의(廣義)의 개념으로는 국가의 총인구 중 생산적인 활동에 종사할 수 있는 부분이라고 정의할 수 있다. 따라서 인력은 미숙련공으로부터 고급 전문 인력에 이르기까지 모든 고용 가능한 사람을 포함한다. 인력관리에는 정부나 기업 수준의 거시적(巨視的) 수준과 단체나 작은 조직수준의 미시적(微視的) 인력관리가 있다.

2. 인력관리의 의의

거시적 인력관리 계획은 국가경제에 직접적인 영향을 미치는 고용의 공급과 수요를 국가적 차원에서 계획적으로 관리하는 체제이다. 그러나 일반적인 사회 조직의 인력관리계획은 바람직한 사회목표에 근거를 두고 조직의 경제적 목표를 달성하는 방향으로 수립되어야 한다. 특히, 공사현장의 인력관리는 사업의 모든 영역에 영향을 미치므로, 공사현장 조직을 효과적으로 관리하여 성공적인 사업을 완성하기 위해서는 인력관리 계획의 중요성을 인지하고 이에 대해 많은 신경을 써야할 것이다. 따라서 인력관리계획에는 생산성 증진도 중요하지만 경영자의 경영철학, 피고용자에 대한 인간존중, 조직의 형태, 의사소통 관리 및 팀 구성원간의 갈등관리 등도 신중하게 고려되어야 한다.

② 인력관리 계획의 수립

인력관리의 수행을 위하여 가장 먼저 해야 할 부분은 조직의 형태를 결정하는 것이며, 그 다음으로 인적자원을 확보하여 구성원의 능력을 향상시키는 활동을 하게 되는데, 구체적으로 살펴보면 조직의 형태를 계획(Organizational Planning)하는 사업의 역할, 책임, 필요기술, 보고관계를 파악하여 문서화하고 사업의 인력관리 계획을 작성한다. 실행단계에서는 사업의 추진을 위한 필요인력을 확보하는 팀 구성(Staff Acquisition)과 사업을 성공시키기 위하여 조직의 협력과 역량을 향상시키는 팀 개발(Team Development)의 단계로 구분되며, 사업의 성과향상을 위하여 팀의 성과를 추적하고 피드백을 제공하며, 문제점을 해결하고 변경사항을 조정하는 감시와 통제(Monitoring & Control)의 기능단계로 구분된다.

1. 조직형태의 선정

공사현장에서 관리책임자가 우선적으로 결정하여야 할 사항은 조직구조의 선정이다. 조직구조는 사업의 성격, 본사의 기업구조 등에 따라 결정되며 다음과 같이 분류한다. 각 형태의 장단점은 수행내용에서 자세히 살펴보기로 한다.

(1) 기능부서형 조직

내부 효율성을 강조하는 조직형태로 업무의 전문화라는 관점에서 각 기능부서의 전문성을 최대한 발휘할 수 있는 조직형태이며, 통상적으로 공무원 조직에서 많이 나타나는 형태이므로 관료형 조직이라고도 부른다.

(2) 사업부서형 조직

외부 효과성을 강조하는 조직형태로서 외부환경 또는 주어진 목표를 효과적으로 달성할 수 있는 조직형태이다. 사업의 시작부터 완공까지의 전 과정을 담당하는 전담부서(Task Force)를 뜻한다. 주로 생산이나 건설을 전담하는 조직에서 선정된다.

(3) 절충형 조직

내부 효율성과 외부의 효과성을 혼합한 조직형태로, 위의 두 가지 조직형태의 장점을 살린 혼합형조직을 의미한다.

위의 세 가지 분류방법은 일반적으로 정부조직이나 기업형태에서 구분하는 큰 틀에서의 조직 구분형태이며, 비교적 조직의 규모가 작을 수밖에 없는 실제 공사현장에서는 전사적인 자원을 효과적으로 활용할 수 있는 절충형 조직형태가 일반적으로 선정되는 것이 통례이다.

2. 인력 확보(Staff Acquisition)

인력확보(Staff Acquisition)는 사업에 필요한 구성원을 실제로 확보하는 과정이다. 과업수행에 필요한 업무 및 기술지식을 구비한 사람을 모두 확보하는 것은 매우 힘든 일이다. 대부분의 사업관리 조직에서 한정된 인적자원으로 여러 개의 사업을 수행하기 때문이다.

특히, 공사현장에서 주로 선정되는 절충형(Matrix)조직형태의 경우 모든 사업관리자가 기능부서의 장에게 최적의 인원을 확보하고자 요청하지만, 기능부서의 장도 제한된 인력으로 우선순위를 결정할 수밖에 없기 때문이다. 이 경우 기능부서의 장은 자기부서의 이익보다는 전체조직 차원에서 적재적소에 인력배치 할 수 있도록 종합적인 판단이 필요하다.

3. 팀 개발(Team Development or Team Building)

사업관리 차원에서 팀 개발은 팀원은 물론 이해당사자(Stakeholder)의 능력을 향상시킨다는 점에 유의하여야 한다. 이는 발주처, 운영부서 등 사업에 영향을 미치는 사람들에게 본 사업에 대해 긍정적인 사고와 이해를 갖도록 하여 궁극적으로는 사업의 목표를 완성하는데 기여하기 때문이다. 또 팀원의 다양성과 개인의 특성을 조화롭게 리드하여 사업을 성공적으로 완수하는 일련의 활동과정을 팀 빌딩이라고 하는데 이러한 활동은 다음의 원칙과 필요한 시기 등을 고려하여 시행하는 것이 바람직하다.

(1) 팀 빌딩의 원칙

- (가) 사업의 초기에 시작하여야 한다.
- (나) 사업의 전 과정을 통해 구현한다.
- (다) 채용 시 부터 유능한 사람을 선발한다.
- (라) 팀의 모든 구성원에게 서로가 모두 필요한 사람임을 인식시킨다.
- (마) 사업 추진에 방해가 된다고 생각되는 사람은 과감히 제거한다.
- (바) 추진과정에서 중요한 사항은 팀원의 의견을 수렴한다.
- (사) 특히 사업의 계획수립과 위험인식은 전체 팀원이 참여한다.
- (아) 사업 책임자는 솔선수범하고 실천하여야 한다.
- (자) 책임자는 항상 상황을 모니터링하고 통제한다.

(2) 팀 빌딩이 필요한 경우

- (가) 팀 내 작업에 과다하게 부하가 걸릴 때
- (나) 원인을 알 수 없게 성과가 부진한 경우
- (다) 결정된 내용이 제때에 실행되지 않는 경우
- (라) 팀 통솔에 갑작스런 문제가 발생하였을 경우
- (마) 비생산적인 미팅이나 갈등 등으로 팀원의 사기가 저하되는 경우
- (바) 팀원 간 책임을 회피하고 의사소통에 문제가 있는 경우

(3) 동기부여 이론

사업을 추진하며 팀원의 만족도를 높이려면 동기를 부여하여야 하는데, 다음과 같은 이론을 참고하여 시행하는 것이 필요하다.

(가) 매슬로(Maslow)의 이론

욕구 5단계 이론이라 불리며, 5단계의 하위욕구가 충족되면 순차적으로 상위 욕구가 생긴다는 이론이다. 5단계 순서는 ① 의식주, ② 안정적 생활, ③ 사회적 지위 또는 활동, ④ 주변으로부터 존경, ⑤ 자기성취, 자아실현으로 구분한다.

(나) 허츠버그(Herzberg) 이론

일반적으로는 만족의 반대를 불만으로 생각한다. 그러나 허츠버그 이론에서는 만족의 반대를 만족하지 않은 상태라는 개념으로부터 시작한다. 즉, 팀원의 불만을 야기시키는 요인과 팀원을 만족시키는 요인은 서로 다르다는 것이다. 허츠버그는 이 두 가지 요인을 위생요인과 동기요인으로 구분하여 설명한다.

1) 위생요인(hygiene factor)

열악한 위생요인은 불만을 야기시킬 수는 있지만 위생요인이 좋다고 해서 동기요인이 되지는 않는다는 주장이다. 의식주, 급여, 작업환경 등이 해당 된다.

2) 동기요인(motive factor)

책임, 자기실현, 전문가로의 성장, 사회적 인정 등을 일의 해 직접적으로 구현할 수 있는 동기요인들이다.

(다) 기대이론(Porter - Lawler 모델)

이 이론은 동기부여와 직무만족을 분리하여 인식하는 것으로부터 시작된다. 즉, 기대와 보상이 같아야 동기가 유발된다는 이론으로 다음의 세 가지 조건을 전제한다.

- 1) 개인에게 부여된 해당업무가 성공적으로 수행할 수 있는 과제이어야 한다.
- 2) 해당업무를 성공적으로 수행하였을 때 보상을 받을 수 있다고 믿어야 한다.
- 3) 그러한 보상이 본인에게 의미가 있어야 한다.

③ 인력관리의 방법

1. 갈등관리

전근대적인 관점에서의 갈등 해석은 리더십의 부재로 조직의 효율성을 저하시키는 상하관계로부터 시작되므로 상위 관리자가 갈등의 원인을 제거하거나 하위자가 피해야하는 것으로 되어있다. 그러나 현대에 들어서는 조직의 상호작용에 의한 갈등은 피할 수도 없고, 때로는 오히려 이로울 수도 있으며, 상하 관계자의 동시참여로 원인과 문제점 및 해결 방안을 식별함으로써 해결할 수 있다고 되어있다. 즉, 예전에는 상하 관리체계였다면 지금은 상호참여관계로 변천되었다. 사업수행 과정에서 갈등의 원인은 대개 다음과 같이 구분된다.

(1) 일정관리

주요 갈등의 우선순위 중 첫 번째 항목으로 공종들 사이의 상호관계, 작업일정 등에 대한 갈등을 말한다. 사업 전반에 걸쳐 상위레벨로 발생한다.

(2) 우선순위

여러 가지 사업이 동시에 이루어질 때 각 사업들 사이에 한정된 자원을 분배하는 과정에서 나타나는 갈등으로 사업초기 계획단계에서 발생한다.

(3) 자원의 부족

다른 분야에서 인력 또는 장비를 확보하여야 하는 문제로, 사업 후반기에서 발생한다.

(4) 기술적 문제

성능의 사양, 기술 간의 상충관계 등 기술적 문제의 갈등으로 실행단계에서 발생한다.

(5) 관리절차

사업을 수행하는 방법의 견해차로서 사업의 초기 구상단계에서 발생한다.

(6) 원기관리

비교적 낮은 단계의 갈등으로 사업의 전 과정에서 발생한다.

(7) 대인관계

역시 갈등의 비중으로는 하위 순위이며, 사업의 전 과정에서 발생된다.

2. 갈등의 해소방안

사업을 수행하는 과정에서 발생하는 갈등을 해소하는 방법으로는, 먼저 갈등의 원인을 밝혀 정의를 내리고 정의된 상황에 맞는 해결 방법을 사용하여야 할 것이다. 갈등의 해결 방안은 개인의 갈등, 개인 간의 갈등, 그룹간의 갈등으로 구분될 수 있으며, 개인 또는 조직의 능력과 이해관계 또는 결과의 주안점을 어디다 두느냐에 따라 상호간에 승-승(win-win), 승-패(win-lose), 패-패(lose-lose) 등의 다양한 결과로 해석할 수 있다. 갈등관리의 대표적인 해결방안은 다섯 가지를 들 수 있는데 어느 방법이 반드시 옳다고 단정 지을 수는 없으며, 사안에 따라 또는 전체사업의 성공적 완수를 바라는 정책적 차원에서 전략적으로 접근하여 해결하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

(1) 합의(Problem Solving: win - win)

매우 중요한 사안으로 공감대가 형성되며 상대방과 계속 관계유지가 필요할 때 사용되는 방법이다.

(2) 절충(Compromising: 중간적 결과)

원하는 결과를 설득하지 못한다고 판단되는 경우로서 상호 비우호적 관계로 비슷한 파워를 가질 때 잠정적 해결책이 나오며, 더 이상 시간이 없을 때 등에서 사용하는 방법이다.

(3) 보류(Withdrawal: lose - lose)

이슈가 사소할 때, 분위기상 당분간 냉각기가 필요할 때, 자기의견 관철이 낮을 때, 추가정보 수집이 필요할 때, 갈등 상대보다 다른 그룹에서 갈등 해소가 가능할 때 등에 사용되는 방법이다.

(4) 수용(Smoothing: lose - win)

자신의 의견이 틀렸다고 인정할 때, 다음의 신용을 위해 자신을 합리적으로 보여주고 싶을 때, 조화와 안정성이 더욱 중요할 때, 상대에게는 매우 중요한 사안일 때 사용되는 방법이다.

(5) 관철(Forcing: win - lose)

자신의 의견이 절대 옳다고 믿는 주요 안건 집행 시, 긴급하게 해결하여야 할 때 등에 사용되는 방법이다.

3. 의사소통관리

인력을 관리하는데 무엇보다 중요한 내용이 갈등관리이며, 갈등의 원인을 해소하는 방법으로서는 적절한 의사소통이라고 할 수 있다. 공사 현장에서의 의사소통은 단순히 개인 간의 정보전달 역할만을 뜻하는 게 아니라 사업수행 전반에 걸쳐 조직원 및 이해관계자간에 사업수행에서 발생하는 전반적인 정보를 생성에서부터 수집하고 분류하며, 이를 보관 및 배포를 어떻게 할 것인가라는 보다 광의의 개념으로 접근하여야 한다. 의사소통에서 가장 중요한 것은 이해당사자들의 정보요구를 식별하는 것이다. 이는 사업수행 과정의 정보는 이해당사자들의 의사결정에 중요한 역할을 하기 때문이다. 의사소통의 관리단계는 다음과 같다.

(1) 의사소통 계획수립

먼저 이해당사자들의 요구사항을 파악하여야 한다. 사업추진 과정의 정확한 이해가 정확한 판단과 의사결정을 할 수 있기 때문이다. 따라서 의사를 전하는 전달자는 정확한 전달기법을 통하여 메시지를 전달하고, 피전달자는 자신이 전달받은 내용이 이해가 안 되거나 불확실한 경우 반복 확인하여 의사소통을 확실히 하여야 한다.

(2) 적절한 의사소통 방법과 의사소통 체계를 고려하여 가장 상황에 맞는 정보의 전달방식을 택하여 정보를 배포하는 것이 중요하다.

(3) 어떠한 의사소통 방법을 사용하였더라도 그 결과는 문서로 정리하여야 한다.

④ 전문 기술 인력의 확보

위의 내용들은 대규모 조직의 인력관리를 하기 위한 이론적 근거이므로 공사현장에서 직접적이고 현실성 있게 적용되는 것은 아니다. 다만, 공사현장 환경 및 실정과 이론적 지식을 참고하여 현장 사정과 계약내용에 부합하도록 조직의 형태와 전문 인력을 구축하여야 한다. 사업의 책임자는 해당 사업에 절대적으로 필요한 중요 핵심 팀원들을 확보하여야 하는데 이는 물론 사업 책임자의 노력도 중요하지만 전사적 차원에서 경영진의 올바른 판단이 절대적이며, 조직의 형태는 전사적 지원을 효과적으로 활용하여 기능조직의 효율성

과 사업조직의 효과성을 극대화할 수 있는 절충형(Matrix) 조직으로 구성하여야 할 것이다. 또한 특별히 관계법령에 지정된 분야는 법규에서 요구하는 관련 자격증과 신원증명 서류를 구비하여야하고, 기타 분야의 책임자 등 공사에 참여하는 근로자는 산업안전보건법에서 정한 바에 따라 신원을 보증할 수 있는 증빙서류를 받아 배치한다.

1. 현장대리인의 선발

결론적으로 사업조직의 구성에서 가장 중요한 현장대리인은 건설산업기본법 시행령 35조 제2항 규정에 의하여 선정하되, 팀 리더의 개인적인 능력(예: 5년 이상의 철도신호 공사의 경험과 관련 자격증 보유 등), 막강한 권한부여가 필요하며, 핵심 구성원은 가급적 현장대리인이 직접 선발하여 조직의 의사소통과 업무처리의 일관성을 유지함으로써 원활한 사업관리를 도모하여야 한다.

2. 관계법령에 따른 기술 인력의 확보

(1) 안전 관리자

산업안전보건법 시행령 제12조 제1항과 제14조 및 건설기술관리법 시행규칙 제15 제2항에 의하되 관련분야에 유경험자(예 : 최소 5년 이상)를 선임하여야한다.

(2) 공정, 시공, 계측, 환경, 품질분야 등 기술력이 필요로 하는 분야는 관련분야 자격증과 근무경험이 자체 선정기준에 부합되는 전문기술인력을 선임하도록 한다.

(3) 기타 공무, 민원, 구매, 관리 등의 부분은 입찰안내서, 공사계약 일반 및 특수조건, 특수시방서 등에서 특별히 지정하는 경우는 그에 따르고, 그렇지 않을 경우는 담당 업무 분야의 풍부한 경험과 전문지식보유자를 자체 선정기준을 만들어 전문 인력으로 구성한다.

(4) 건설기술관리법 시행규칙 제15조의 4 규정에 의한 공사실명제를 시행한다.

(5) 현장조직의 인사관리 시스템 운영 및 주기적으로 위탁 및 현장교육훈련을 시행한다.

재료·자료

- 설계보고서
- 공정별 인력투입계획서
- 공사에정공정표
- 산업안전보건법
- 건설산업기본법
- 건설기술관리법
- 계약일반조건, 계약특수조건

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

- 안전사항: 해당 내용 없음.
- 유의 사항: 본 모듈에서는 상세예정공정표에 의한 각 공정별 및 전체 공정의 조직도를 작성하고 각 공종별 책임자의 전문기술과 자격조건 및 수행능력을 이해하도록 한다.

수행 순서

- ① 인력관리의 개요 및 정의를 설명한다.
- ② 인력관리의 조직형태에 대한 특징과 장단점을 알아보고, 조직형태의 선정방법을 설명한다.
 1. 기능부서형 조직
 - (1) 장점
 - (가) 구조가 단순하고 인력 이동시 유연성이 높으며 안정적 작업환경을 조성한다.
 - (나) 기능부서가 기술적 지원 및 인력 지원을 지속적으로 한다.

- (다) 전문성이 높고 업무범위가 명확하며 자료 및 기술축적이 용이하다.
- (라) 부서 내 의사소통이 간단하고 책임과 역할이 분명 하다.

(2) 단점

- (가) 전체 사업에 대한 책임소재가 불분명하며, 부서 간 의사소통 체계가 약하다.
- (나) 부서 간 경쟁과 갈등 유발 및 부서의 관점에서 편협한 의사결정이 나올 수 있다.
- (다) 외부 고객 대응이 부적합하며, 다변화 사업에서는 자원배분에 대한 갈등이 유발된다.
- (라) 사업 참여자의 동기부여가 약하다.

2. 사업부서형 조직

(1) 장점

- (가) 사업 책임자의 권한과 참여자의 충성도가 높다.
- (나) 구성원 간 의사소통이 용이하고 보고체계가 단순하며, 사업의 전체를 관망할 수 있다.
- (다) 과업 지향적이고 동질적 팀 분위기 형성으로 신속한 의사결정과 집행이 가능하다.

(2) 단점

- (가) 다수의 순수사업을 관리하려면 자원의 낭비가 발생한다.
- (나) 기술축적이 되지 않으며 개인의 능력에 의존, 내부에서 충원이 안 될 경우 외주에 의존한다.
- (다) 사업 종료 시 복귀할 조직이 불분명하다.

3. 절충형 조직

(1) 장점

- (가) 전사적 자원 활용이 극대화되며 각종 장비들의 공유로 자본비용이 절감된다.
- (나) 조직 전체의 방향과 사업의 상황을 공유하며, 수직/수평의 정보공유에 기여한다.
- (다) 부서와 사업의 관점이 조화를 이루며 WBS와 OBS의 통합이 가능하다.

(2) 단점

- (가) 조직의 구성체제가 복잡하여 구성원의 이해가 어렵다.
- (나) 책임의 분산 또는 중복으로 권위에 갈등을 초래 한다.
- (다) 스태프의 강력한 지원을 받지 못한다.

(라) 관련부서와 협의 과정에서 의사결정에 걸리는 시간이 길어진다(2개의 상급 부서).

(마) 의사결정의 복잡성으로 조직의 유지비용이 증가한다.

(바) 희소자원에 대한 부서 간 갈등 발생 부서에서 능력자가 사업에 차출 된다.

4. 인력 확보(Staff Acquisition) 방안에 대하여 설명한다.
5. 사업관리 차원에서 팀 개발은 팀원은 물론 이해당사자(Stakeholder)의 능력을 향상 시킨다는 점에 유의하여 팀 개발(Team Development or Team Building)을 하여야하며, 팀 빌딩 활동의 원칙과 고려사항을 이해시킨다.
6. 팀 빌딩에서 동기부여 이론 세 가지(Maslow, Herzberg, 기대이론)에 대하여 설명 한다.

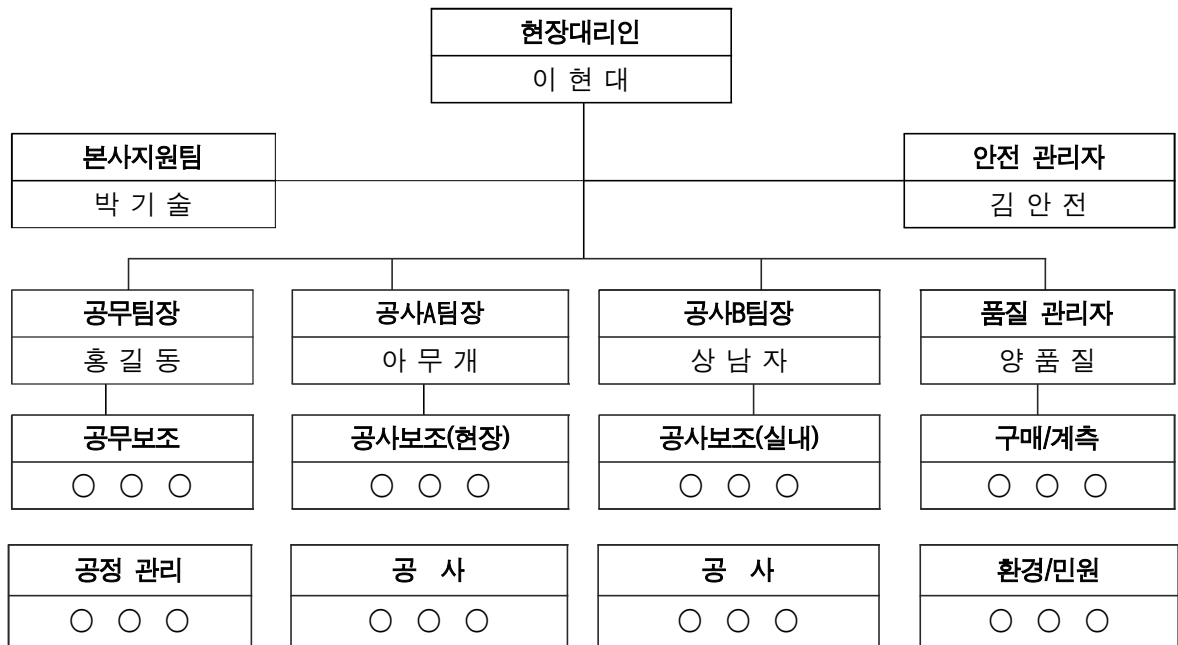
③ 인력관리의 방법

1. 갈등의 우선순위를 설명한다.
2. 갈등 해소방안의 종류와 특이점을 철도공사의 경험을 들어 설명한다.
3. 공사현장에서 의사소통의 필요성과 효율적인 방법을 이론적으로 설명한다.

④ 전문 기술 인력의 확보와 신원 확인

1. 현장대리인은 건설 산업 기본법 시행령 제 35조 제2항 규정에 의하여 선정됨을 설명한다.
2. 관계법령에 따른 기술 인력의 확보
 - (1) 안전 관리자는 산업안전보건법 시행령 제12조 제1항, 제14조 및 건설 기술 관리법 시행 규칙 제15조 제2항에 의하여 선임된다.
 - (2) 공정, 시공, 계측, 환경, 품질분야 등 기술력이 필요로 하는 분야는 자격증이 필요하다.
 - (3) 기타 공무, 민원, 구매, 관리 등의 부분은 유경험자로서 전문 인력을 구성 한다.
 - (4) 건설 기술 관리법 시행규칙 제15조의 4 규정에 의한 공사실명제를 시행한다.
 - (5) 공사수행 조직도를 작성한다.

<표 3-1> 건설현장의 공사수행 조직도(예)



수행 tip

- 특별히 전문기술인력의 기준이 법으로 정해지지 않았을 경우에는 조직구성에 필요한 전문가의 기준을 자격증, 경력, 학력 등을 감안하여 자체적으로 정하여 운영할 수도 있다.

3-2. 공종별 인력투입계획 수립

학습 목표

- 인력보유 현황에 따라 공종별 인력 투입계획을 수립할 수 있다.
- 공종 진행의 상황에 따라 인력투입 시기를 결정할 수 있다.

필요 지식 /

① 인력투입계획의 개요

공사를 시작하는 착수단계에서 사업계획서를 제출하게 되는데 내용에는 WBS에서 정의된 업무를 수행하기 위하여 어떤 인력이 언제, 어떻게 필요한지를 수록하여야하며, 이는 인력 관리계획의 핵심으로 원가를 추정하는 기본요소가 된다. 다시 말해 인력투입계획이 사업의 원가를 결정짓는 중요 요소로서 이는 업무범위에 근거하여 결정하여야 한다는 뜻이다. 공종별 인력투입계획을 수립 시에는 다음과 같은 내용을 포함하여야 한다.

② 인력투입계획의 기본 방침 및 추진방향

1. 인력투입의 기본방침 수립

- (1) 입찰안내서, 산업안전보건법, 건설기술관리법에 부합하는 전문기술인력 선발
- (2) 현장 중심의 철도신호 공사 경험이 풍부한 실무자 투입
- (3) 현장근로자는 가급적 지역연고자를 선발하여 민원에 대처
- (4) 공사실명제 시행 및 구성원 간 의사소통 관리로 공사 관리 능력 극대화
- (5) 현장과 본사 및 타 분야와 협조체제 구축으로 조직간 인터페이스 극대화

2. 조직구성의 추진 방향

- (1) 원 설계의 의도를 완벽히 전달할 수 있는 설계전문 기술자의 참여
- (2) 현장중심의 운영을 위하여 책임과 권한을 가지는 운영체제
- (3) 건설통합관리시스템 등의 전산화 구축으로 신속한 현장지원 조직체제
- (4) 재정, 경영, 기술능력 등의 전문 인력으로 역할분담 운영체제

3. 사업의 수행방향

현장대리인을 중심으로 각 분야별 책임자의 임무와 사업의 특성에 맞게 품질, 공기, 환경, 민원 등을 모두 만족시킬 수 있는 목표를 설정한다.

③ 공사수행 조직 및 인력투입계획

1. 기본방향 수립

- (1) 설계, 감리 및 협력 시공회사간의 상호 보완적 협력체계 구축운영
- (2) 유사 공사 또는 인접구간과의 정보공유체계를 통한 신속한 업무처리
- (3) 공사구간의 환경적 특성과 민원 등을 고려한 현장위주의 인력투입계획 수립
- (4) 공사구간의 공정별 특성(단일 또는 복합공종)을 고려한 인력투입계획 수립

2. 조직원의 구성 및 운영방향

- (1) 건설산업기본법 시행령, 건설기술관리법 시행규칙, 산업안전보건법 시행령에 의하여 현장대리인 및 안전 관리자 선임
- (2) 입찰안내서, 공사계약 일반 및 특수조건에 부합하는 분야별 전문 인력구성
- (3) 현장조직의 인사관리 시스템 운영 및 주기적으로 위탁 및 현장교육훈련 시행

3. 확보된 인력으로 공사구간별, 기술자 등급별 인력투입계획을 수립하되, 부족부분은 변경 인력수급계획을 수립한다.

4. 공사수행 조직도 작성

현장대리인을 주축으로 각 현장의 분야별(공정, 품질, 안전 등) 책임자와 본사 지원조직, 설계사 자문조직, 유관기관과의 네트워크를 구축한다.

5. 분야별 책임자가 조직 구성의 자격요건을 정의한다.

현장대리인, 공정, 공무, 품질(특급, 중급, 초급), 계측, 안전, 환경, 설계변경, 시공관리, 구매, 민원, 홍보 등의 분야로 구분한 다음 세부적인 자격 요건 및 기준을 제시하여 조건에 부합하는 전문 기술자를 대상으로 업무량과 확보된 전문 인력을 감안하여 담당분야를 단독 또는 중복 담당하는 투입계획을 세운다.

6. 공사 기간별 투입계획 수립

전체 공사기간에 투입되는 투입인원을 분야별로 작성하여 전체 투입인력의 현황을 파악하고 Critical Path구간을 선정하여 이에 대한 특별 관리를 한다.

④ 분야별 업무내용 및 절차

1. 현장대리인을 비롯하여 각 분야별 주된 업무를 분장하여 책임과 권한을 부여한다.

2. 분야별 주요 업무절차

- (1) 현장대리인

- (가) 임무: 현장 시공업무를 대표하며 발주처, 감리원과 의사소통
- (나) 업무범위: 현장 조직 및 관리업무 총괄
- (2) 공무 분야 책임자
 - (가) 임무: 현장 공정에 따른 제반 공사행정업무 관리
 - (나) 업무범위: 현장 인사, 조직, 경리, 회계, 복지업무 담당
- (3) 설계분야 책임자
 - (가) 임무: 시공 전 원설계의 분석 및 시공단계의 설계변경
 - (나) 업무범위 : 설계검토 및 현장 변경시공에 따른 설계 보완, 변경
- (4) 시공분야 책임자
 - (가) 임무: 현장 시공에 따른 효율적인 인력배치
 - (나) 업무범위: 공종별 공사계획 수립 및 기술자료 검토, 협력업체 관리
- (5) 자원(구매)분야 책임자
 - (가) 임무: 자원(자재 및 인력)의 투입계획
 - (나) 업무범위: 자재의 구매, 납품, 관리, 공정계획에 따른 인력 동원계획 수립
- (6) 품질분야 책임자
 - (가) 임무: 시공 정밀도 검사, 사용자재의 사전/반입검사
 - (나) 업무범위: 품질 관리 계획 수립, 시험실 운영, 재시공 여부 결정
- (7) 공정분야 책임자
 - (가) 임무: 공정계획 및 시행의 전산화 처리로 공기 준수
 - (나) 업무범위: 공정계획 수립, 공정표 작성 및 공정률 관리, 만회대책 수립
- (8) 안전 분야 책임자
 - (가) 임무: 안전계획 수립 및 안전 관리
 - (나) 업무범위: 주기적 안전 활동 시행, 안전 관리비 집행
- (9) 환경, 민원, 홍보분야 책임자
 - (가) 임무: 환경보존계획 수립, 민원 및 홍보업무 처리
 - (나) 업무범위: 건설공해 저감 대책 수립 및 감시, 지역주민에 대한 민원발생지역 의 견수집, 분석, 대책수립 및 홍보
- (10) 계측분야 책임자
 - (가) 임무: 시공에 관련된 계측항목 기준 설정

(나) 업무범 : 위치, 측량, 시공물계측 등 계측관리계획 수립 및 절차서 작성

⑤ 현장조직의 교육훈련

1. 교육계획 수립

(1) 현장교육 훈련 목표 및 기준정립

(2) 연간 교육계획서를 기본교육, 직무교육으로 나누어 세부항목별 교육내용을 확정하고 교육대상과 교육시기, 교육기관 등을 확정하여 작성한다.

2. 시공 현장에 맞게 On line과 Off line 교육을 연계하여 투입인력의 수준에 맞는 교육 시행

3. 현장 공정계획과 현황을 감안한 교육시기와 투입인력(특히 초급자 및 외국인 근로자)에 적합토록 세부시행계획을 수립하여 교육과 공정에 지장을 주지 않도록 한다.

4. 협력업체도 교육 대상에 포함시키되 필요분야, 시기 및 인원은 현장사정을 고려한다.

5. 특히 현장교육에 유의할 사항을 정리하면 다음과 같다.

(1) 투입인력의 공사행정 능력을 제고하는 교육계획

(2) 교육훈련 일정을 분야별로 수립

(3) 지역주민, 인근학교 등의 현장 자체 개방교육 계획의 수립

(4) 필요시 본사 및 외부 교육기관에 단기간 위탁교육

(5) 협력업체도 자사 직원과 함께하는 교육계획 수립

⑥ 공사수행 인터넷 관리시스템

인터넷과 인트라넷이 발달된 현대에는 자원(인력, 자재)관리도 과학적이며 시스템적으로 운영하여야 할 것이다. 발주처, 감리단, 시공사, 협력사(자재, 인력, 기술 등)간에 기 구성된 인터넷 망과 같은 네트워크를 이용하면 화상회의 등을 통하여 신속하고 정확한 의사결정이 가능하고 시공사 홈페이지와 발주처 사업관리정보시스템(PMIS: Project Management Information System)과 같은 시스템으로 자료와 정보를 문서화하여 현장의 지원관리시스템을 구축하는 것이 첨단사회의 인력관리 방법이 될 것이다.

수행 내용 / 공종별 인력투입계획 수립

재료·자료

- 설계보고서
- 공사수행 조직도(과년도 유사공사)
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사관리계획서(과년도 유사공사)
- 인력투입계획서(과년도 유사공사)
- 공종별 인력투입계획서 양식
- 발주처 WBS 분류체계 및 PMS체계 설명서
- 공종별 인력 및 소요공기 산출내역

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 분임토의 장소 및 PPT 장비

안전·유의 사항

해당사항 없음

수행 순서

- ① 공사를 시작하는 착수단계에서 인력투입계획서를 제출하게 되므로 이를 문서 프로그램 등의 기법으로 작성할 줄 알아야하며, 공사기간 내내 지속적으로 관리, 사용하는 능력이 있어야한다. 따라서 인력관리 계획을 수립 시 포함되는 내용을 숙지하여 작성 이 가능하도록 한다.
- ② 인력투입계획의 기본 방침과 추진방향을 제시한다.
 1. 관련법(입찰안내서, 산업안전보건법, 건설 기술 관리법)에 부합하는 조문을 발체 및 숙지

2. 관련공사에 경험이 풍부한 실무자 및 현장근로자는 가급적 지역연고자를 선발
3. 의사소통 관리, 본사와 현장 간 네트워크 및 타 분야와 협조체제 구축
4. 조직원 구성방향과 사업의 수행방향

③ 유사 공사의 인력투입계획서를 참고하여 실질적인 공사수행 조직과 합리적인 인력투입 계획서를 작성한다.

1. 건설 산업 기본법 시행령 제35조 제2항 규정에 의한 현장대리인 선정
2. 산업안전보건법 시행령 제12조 제1항, 제14조 및 건설 기술 관리법 시행규칙 제15조 제 2항에 의한 안전 관리자 선임 및 입찰안내서, 공사계약 일반 및 특수조건에 부합하는 분야별 전문 인력 구성
3. 확보된 인력을 정하고 그에 따른 구간별, 등급별, 시기별 인력투입계획 작성
4. 주요인력 및 장비투입현황

<표 3-2> 주요인력 및 장비투입 현황(양식)

인 원 투 입 현 황			장 비 투 입 현 황			
직종	투입인원	비고	장비명	규격	투입대수	비고

5. 분야별 책임자가 조직 구성의 자격요건을 정의
6. 전체 공사기간 중 Critical Path구간을 선정하는 요령을 설명

④ 분야별 업무내용 및 절차를 설명한다.

1. 분야별 주요 책임자의 임무와 업무범위를 정의할 수 있도록 작성표 훈련
2. 분야별 책임자를 현장여건에 맞게 구성하는 요령 설명
현장대리인, 공무, 설계, 시공, 구매, 품질, 공정, 안전, 환경, 민원, 홍보, 계측책임자

⑤ 현장조직에 적합하도록 교육계획을 설명한다.

1. 현장교육 목표 및 연간 교육계획서 작성방법을 지나간 공사의 것으로 작성훈련
2. 현장 여건에 맞는 교육계획과 인력 수준에 맞는 교육 시행

3. 현장공정을 감안한 교육시기의 선정 방법과 사유를 설명
4. 협력업체의 교육계획 및 유의 사항 등을 설명

⑥ 현대적 개념의 인력관리 및 투입계획 방법을 설명한다.

수행 tip

- 공종별 인력투입계획서는 인터넷 상에서 유료 또는 무료로 구할 수 있지만, 철도공사의 특성상 그대로 사용하기에는 부적합하다. 따라서 지나간 철도신호 공사의 공종별 인력투입계획서를 활용하는 것이 자료의 확보도 쉽고 활용도 용이하다.

학습 3 교수·학습 방법

교수 방법

- 공종별 인력투입계획의 목적, 기본 방침 및 추진방향을 설명한다.
- 철도공사 현장의 조직구성 방법과 각 분야별 책임자의 임무를 설명한다.
- 공사구간의 특성과 민원 등을 고려한 현장위주의 인력투입계획을 설명한다.
- 건설 산업 기본법, 산업안전보건법, 건설 기술 관리법 및 입찰안내서, 공사계약 일반 및 특수 조건에서 제시하는 분야별 책임자의 자격요건을 설명한다.
- 전체 공사기간에 투입인력의 현황을 파악하고 Critical Path 구간의 관리방법을 설명한다.
- 현장대리인 및 각 분야별 책임자의 임무와 업무범위에 대해 설명한다.
- 현장교육 훈련 목표 및 기준 정립, 교육계획서의 작성 요령을 설명한다.
- 현대에는 자원관리 시스템적의 필요성과 홈페이지와 발주처 PMIS시스템의 활용 방안에 대하여 설명한다.

학습 방법

- 공종별 인력투입계획의 목적, 기본 방침 및 추진방향을 학습한다.
- 철도공사 현장의 조직구성 방법과 각 분야별 책임자의 임무를 토의한다.
- 공사구간의 특성과 민원 등을 고려한 현장위주의 인력투입계획서를 작성한다.
- 건설 산업 기본법, 산업안전보건법, 건설 기술 관리법 및 입찰안내서, 공사계약 일반 및 특수 조건에서 제시하는 분야별 책임자의 자격요건 등을 상호 토의한다.
- 전체 공사기간에 투입인력의 현황을 파악하고 Critical Path 구간의 관리방법을 학습한다.
- 현장대리인 및 각 분야별 책임자의 임무와 업무범위를 작성한다.
- 현장교육 훈련 목표 및 기준 정립을 학습하고 교육계획서를 작성한다.
- 현대에는 자원관리 시스템적의 필요성과 홈페이지와 발주처 PMIS시스템의 활용 방안에 대하여 토의한다.

학습 3 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 따라 학습목표 수준에 충분히 도달하였는지를 평가하여야한다.
- 평가자는 다음사항을 평가하여야한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
전문기술인력 구성	- 관계법령에 의한 분야별 책임자 자격조건을 설명할 수 있다.			
공종별 인력투입계획 수립	- 상세예정공정표에 따른 공종별 책임자의 임무와 업무범위를 작성할 수 있다.			

- 피평가자 체크리스트

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
전문기술인력 구성	- 관련 법령에 부합하는 공종별 전문기술 인력의 선정 방법을 이해한다.			
	- 현장 조직의 특성과 조직의 형태별 장단점을 이해한다.			
공종별 인력투입 계획 수립	- 공사현장의 인력투입계획서의 작성방법을 이해한다.			
	- 공종별 책임자의 임무 및 업무범위 관계를 이해한다.			

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
인력관리계획 수립	- 조별 분임토의를 진행하고 인력투입계획서를 작성한다.			

피드백

1. 피 평가자 체크리스트

- 공종별 전문기술 인력의 투입에 대한 법적근거의 숙지 여부를 확인하여 미진한 부분은 기록을 남긴다.
- 전문기술 인력과 경험 있는 기술자와의 차이점에 대한 인식여부를 확인하여 기록을 남긴다.
- 작성된 해당공사의 인력투입계획서의 내용을 검토하여 미흡한 점을 수정하도록 한다.
- 공종별 책임자의 임무와 권한에 대한 책임한계를 구분할 수 있도록 주요 내용을 강조한다.

2. 작업장 평가

- 조별 분임토의 진행사항을 분석하고 인력투입계획서를 상호 점검하여 미비점을 보완한다.

학습 1	설계서 검토하기(LM1901100201_14V1.1)
학습 2	마스터플랜 작성하기(LM1901100201_14V1.2)
학습 3	인력관리계획 수립하기(LM1901100201_14V1.3)

학습 4 **공정 관리계획하기** (LM1901100201_14V1.4)

4-1. **착공 전 지장물 분석**

학습 목표 •설계서, 시방서 및 공정계획 지침에 의거하여 착공 전 현장 지장물을 분석할 수 있다.

필요 지식 /

① 철도공사의 지장물

철도공사는 일반적인 건설공사에서 나타나는 지장물은 물론 철도만의 특징적인 지장물이 있으며 이러한 지장물은 그 성격에 따라 위험(Risk)요인으로 작용하여 전체 공사기간에 막대한 영향을 끼치는 경우가 많다. 지장물의 내용은 설계보고서, 시방서, 설계도면 및 공사의 종류에서 1차적으로 인식하여 지장물의 성격과 내용을 분석할 수 있지만 착공 전 현장 조사 또는 공사를 시행하는 과정에서도 나타날 수 있다.

1. 철도공사의 지장물의 종류와 대책

- (1) 철도건설 현장의 지장물은 커다란 의미에서 보면 유적 및 문화재, 도로 및 공항 등 타 교통수단의 침해, 자연 생태계에 대한 영향 등을 들 수 있으며, 대형 국책사업에서는 이러한 지장물의 장벽에 막혀 공기가 지연되는 사례를 무수히 경험하게 된다. 이러한 지장물의 처리 대책은 문화재 지표조사를 통하여 문화재를 이설하거나 철도 시설을 우회하여야 하며, 사전 환경영향성 조사, 사전 교통영향성 조사, 사전 재해 영향성 검토 등을 통하여 지장물에 대한 보호대책을 수립하여야 한다.
- (2) 일반적으로 철도를 신설하는 구간에서의 지장물 중 지하의 지장물은 통신관로, 상수도, 가스관, 하수관, 하수박스 등이 있으며, 이러한 지하 매설물은 줄파기 공사로 확인 한 후 이설 또는 보호관을 설치하는 대책을 강구하고, 지상구간의 건물, 한전주, 통신주 등은 관련 법규에 따라 보상계획을 수립하거나 관계기관과 협의결과에 따라 이설하는 대책을 수립하여야한다.
- (3) 이러한 광의의 지장물과는 달리 철도 자체적으로 나타나는 지장물에 대한 분석이 더욱 중요하다. 영업운전중인 기존선의 개량공사나 운행선 인접 신설공사의 경우에는

기존선구의 각종 시설물이 공사에 지장을 주는 경우가 많다. 이 경우 설계 당시 운행 선구의 기존 도면만을 믿고 세밀히 조사하지 않으면 설계에서 누락될 수 있고, 설계 이후에도 시설물이 증설되는 경우가 있을 수 있다. 특히, 지하에 매설된 시설물의 발견은 그 위치나 수량이 불확실해서 시공과정에서 열차운행에 지장을 주는 사례가 많이 발생한다. 따라서 설계서에 나타나는 지장물은 물론이고 현장 조사나 시공과정에서 기존 시설물의 유지관리를 담당하는 경험 많은 현장관계자의 협조를 받아 설계에 나타나지 않는 지장물도 색출하고 분석하여 이설 또는 대체 신설 등의 대책을 수립하여야한다.

2. 철도공사와 지장 신호설비

- (1) 기존 운행선구의 신호시설물은 신호설비 시공에도 지장이 되지만 대부분의 경우는 신설노반을 건설하는 과정에서 많이 나타나고, 이러한 지장신호설비는 토목분야의 시공에 막대한 지장을 준다. 따라서 운행선 관련 철도건설공사에서는 이러한 지장신호설비를 신호분야에서 조사하여 지장물 이설공사를 먼저 시행함으로써 토목 및 건축공사에 지장을 주지 않도록 하여야 열차안전운행과 효율적인 철도 건설공사가 가능하게 된다.
- (2) 시공과정에서 신호제어설비에 지장을 줄 우려가 있는 운행선 공사는 관계처와 협의 및 승인 후 장치를 일시 중지시켜 열차운행에 지장을 주지 않는 방법으로 시공하여야하며, 작업을 시작 또는 종료 시에는 반드시 관계자에게 통보하여야한다.

② 공사현장의 지장물 조사

공사현장이 운행선과 관련 있을 경우 시공 전에 설계서의 내용을 기초로 현장 조사를 하여야하며, 다음과 같은 내용이 포함되어야한다.

1. 현장 조사 일정표 작성
2. 현장 조사 투입인원 및 필요자료 목록 작성
3. 현장 조사 내용의 문서화
 - (1) 유지·보수처 관계자 의견을 포함한 회의록
 - (2) 관련 도면 입수
 - (3) 지장물 예상구간 현장 조사 내용
 - (4) 건축, 궤도 등 관계자 면담 회의록
 - (5) 지장물 관련 타 분야 인터페이스 내용
 - (6) 현장 조사 결과보고서 작성(사진 포함)

재료·자료

- 설계보고서
- 공사 지방서
- 공사에정공정표
- 설계도
- 현장 조사 계획서 양식

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구

안전·유의 사항

해당 내용 없음.

수행 순서

- ❶ 철도공사에서 나타나는 지장물에 대하여 설명한다.
철도공사에서 지장물이 전체공사 기간에 막대한 영향을 끼치는 경우의 사례를 들어 설명한다(예 : 경부고속철도 건설 시 천성산 도롱뇽 보호).
 1. 철도공사에서 지장물의 개념을 광의와 협의로 구분
 - (1) 광의의 지장물: 유적 및 문화재, 도로 및 공항 등 타 교통수단의 침해, 자연 생태계의 영향 등에 대한 처리대책 수립 능력
 - (2) 일반적인 철도건설의 지장물은 지하구간과 지상구간으로 구분하여 파악하고 대책을 분석한다.
 - (3) 기존선의 개량공사 또는 운행선 인접공사시의 지장물을 조사색출하고, 이를 분석하여 대책을 수립한다.
 2. 철도공사에서 신호설비가 타 분야에 지장을 주는 경우를 설명한다.
 - (1) 신설 노반을 건설하는 과정에서 신호설비가 토목분야의 시공에 지장을 주는 이유와 그 대책을 설명한다.

(2) 사용 중인 신호설비에 지장을 주는 공사의 행동요령을 설명한다.

② 지장물에 대한 현장 조사 내용을 설명한다.

1. 현장 조사 계획표를 작성 하는 요령을 설명한다.
2. 현장 조사 결과보고서 작성방법과 수록 내용을 설명한다.

<표 4-1> 현장 조사(지장물) 계획서

현장 조사(지장물 관련) 계획서	
1. 공 사 명 :	
2. 조사목적 :	
3. 조사기간	
- 조사항목별 세부 일정표를 겐트차트 형식으로 작성	
4. 참여인원	
- 조직표 및 담당업무 명기	
5. 조사구간 및 예상되는 지장물	
6. 협의대상 기관	
- 관계되는 협의기관의 내용 작성	
- 기관명, 담당부서 및 담당자, 전화번호, 협의할 내용, 필요자료 목록	
7. 예상되는 문제점	
8. 첨부물 목록표	

출처: 한국철도시설공단-시공관리절차서

3. 지장물 현장 조사 시 운행선에서 지나칠 수 있는 다음의 유의 사항을 설명한다.

- (1) 운행선 근접공사 구간 및 토공, 교량, 터널 등의 근접거리 및 위치
- (2) 운행선 기존 시설물 배치도 및 현장위치 확인
- (3) 운행선 근접도로 및 작업통로 개설과 배수로 관계
- (4) 장비 작업조건 및 협의할 사항

수행 tip

- 신호분야 시설물을 철도 전체공사의 개념에서 살펴보면, 신호설비가 오히려 타 분야 공사에 지장물이 되는 경우가 많다.

4-2. 공정계획표 작성

학습 목표 • 공정계획표를 작성할 수 있다.

필요 지식 /

① 공정계획표의 개요

1. 공정계획표의 목적 및 적용

건설공사에서 공정표는 사업의 목표를 달성하기 위한 수단으로서, 업무의 범위를 정의하고, 계획된 공기 내에 주어진 예산과 자원으로 성공적인 사업추진을 위한 지표이며, 추진 과정에서 변경사항이 발생되면 합리적이고 효율적으로 공정을 변경하고 일정을 관리하기 위한 도구이다.

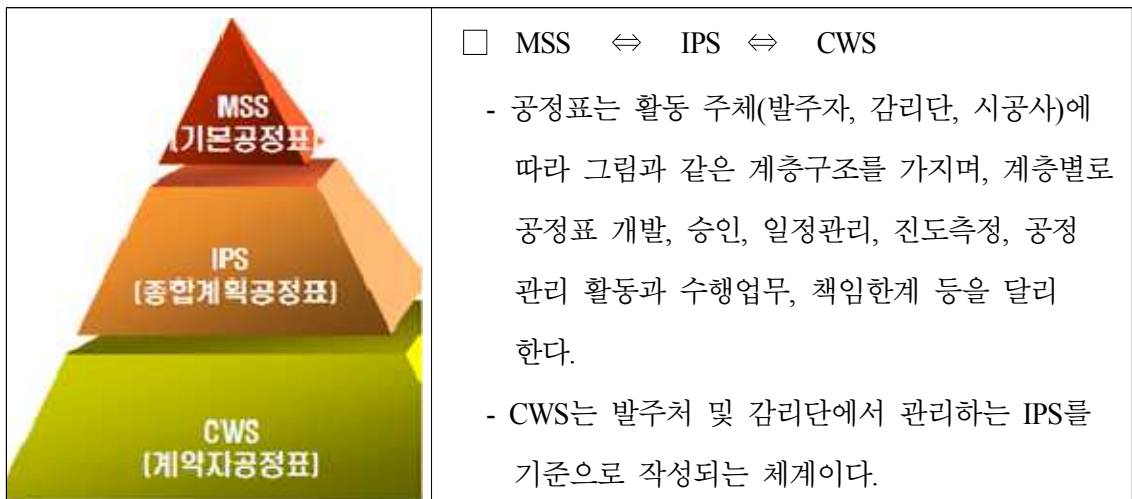
(1) 분야별, 공종별 연계관계 및 목표일 제공

(2) 현황관리, 진도측정, 업무보고 등의 공정 관리

(3) 기본공정표, 종합공정표, 시공사 공정표 등으로 구분하여 작성 및 관리

2. 공정계획표 체계

<그림 4- 1> 공정계획표 체계



출처 : 한국철도시설공단 - 사업관리절차서

(1) 기본공정표(MSS: Master Summary Schedule)

사업의 기본 계획에 따라 분야별 시행일정을 제시하는 최상위 공정표이다.

(2) 종합계획공정표(IPS: Integrated Project Schedule)

사업의 주된 모든 분야와 공정을 포함하는 복합공정표이다.

(3) 시공사공정표(CWS: Contract Working Schedule)

시공사가 작성하는 공정표로 공종을 상세히 세분류하여 작성 관리한다.

② 관련용어 정리

1. 사업번호체계(PNS: Project Numbering System): 업무, 사업비, 공정, 도면, 자료, 조직, 물품 등의 체계적인 관리를 위하여 부분별 분류를 번호로 관리하는 체계를 말한다.
2. 업무분류체계(WBS: Work Breakdown Structure): 사업의 목적을 달성하기 위하여 수행되는 모든 업무를 분야, 공정의 특성에 따라 관리 가능한 단위로 정의한 구조적 체계를 말한다.
3. 조직분류체계(OBS: Organization Breakdown Structure): 사업에 참여하는 모든 부서의 역할분담과 권리위임을 정의한 구조적 체계를 말한다.
4. 수행항목 (WP: Work Package): 업무분류체계(WBS)의 최하위단위이며, 사업항목별로 범위·사업비·공정을 가진다.
5. 사업식별번호(PIN: Project Identification Number): 시행중인 사업을 식별하기 위하여 사업별로 부여한 고유 식별번호를 말한다.
6. 공정분류번호체계 (ANS: Activity Numbering System): 사업 분야와 설계, 시공, 구매, 시험 등 생애주기를 조합하여 작업단위(Activity)로 세분화하여 계층구조로 코드화한 것을 말한다.
7. 사업비관리코드(CA Code: Cost Account Code)
사업비집행을 효율적으로 관리하기 위하여 구성된 번호체계로, WP를 확장하여 연도 및 분기·월예산을 구분하여 코드화한 것을 말한다.
8. 통합상세공정표 (ISS: Integrated Section Schedule): IPS와 CWS만으로는 특정구간 또는 특정업무의 공정을 체계적으로 관리하기 어려운 경우에 이를 보완하기 위해 계약자공정표에서 필요한 작업단위(Activity)를 발체하여 작성한 공정표를 말한다.

③ 공정계획표의 작성

1. 공정계획표 작성 준비단계

공정표를 작성하기 위해서는 다음의 프로세서를 이해하고 선행되어야 한다.

(1) 작업(공종)의 정의

각 WBS에서 정의한 업무를 완성하기 위한 상세작업을 결정하여야한다. WBS에서 미리 작성할 수도 있다.

(2) 작업순서의 배열

각 공사의 종류가 분류되면 이들 각 공종간의 선·후행 공종을 정하는 단계이다.

(3) 작업의 기간 산정

개별 작업의 수행기간을 경험과 축적된 자료로 추정하여야한다.

(4) 전체 공사기간의 산정

개별 작업의 착수일과 종료일을 결정하는 단계로서, 이들의 조합으로 전체기간이 결정 된다.

(5) 일정통제

완성된 공정표를 모니터링하며 수정, 시정조치, 계획변경 등을 하는 단계이다.

2. 체계별 공정표의 작성

(1) 기본공정표(MSS) 작성

기본공정표는 사업기본계획상의 일정을 완수하기 위하여 주요 공정에 대한 일정을 표기한 최상위 공정표로서 모든 하위공정표는 MSS에 구속되어 작성되며, 사업 초기단계부터 최종 완료단계인 시험 및 시운전 단계까지 모든 단계를 포함하여 작성 되어야한다. 주로 마일스톤이나 갠트차트 형식의 막대그래프로 작성하며 사업의 전체 흐름을 간단하게 파악될 할 수 있는 구도로 작성되어야 한다.

(2) 종합계획공정표(IPS)

종합계획공정표는 기본계획일정을 준수하기 위해 감리단 및 시공사에서 현황 관리를 위하여 필요한 작업단위(Activity)로 작성하며, 사업관리의 기준공정표로 활용하고, 시공사공정표 작성의 기준으로 적용, 작성 및 운영된다. 또한 사업 초기단계인 설계용역 업무부터 최종 완료단계인 시스템 시운전과 상업운행까지 모든 단계의 시작점과 종료점을 포함하여 작성하는 PERT/CPM 기법의 복합공정표이다.

(가) IPS작성의 기본요소

- 1) 발주처의 공사계약관련 전산망과 사업 분류 번호체계 및 절차서에 의한다.
- 2) 공정 관리번호체계에 따라 수행 항목별, 단계별, 공종별 등 전산화 형태로 구성하고, 사업 초기단계인 설계업무부터 영업 시운전까지 포함하며 공정별로는 설계, 구매, 용지, 제작·설치, 시공, 시험, 선·후행 공정간 인수·인계사항 등을 포함한다.
- 3) 시공사 및 발주부서의 계획과 의견도 반영하여야한다.

4) 소요기간의 산정은 실제 소요기간과 부대 소요기간도 포함한다.

- 실제 소요기간: 공사기간 + 장비확보 + 자재구매 기간 포함

- 부대소요기간: 휴지기간 + 작업준비 + 민원 해소기간 + 마무리작업

5) 기본계획 일정 준수를 위해 감리단이 직접 일정 및 진도관리를 하여야 할 필요가 있는 작업단위(Activity)로 구성

(나) 다음 학습에서 공부하는 내역분개의 원칙에 의거 발주처에서 사용하는 업무분류체계(WBS), 공중분류번호체계(ANS)에 따라 작성한다.

(다) 공중별 작업기간과 작업순서를 표현하며 전산 프로그램을 사용한 네트워크 공정표로 작성한다.

(라) 작업 단위는 WBS에 따라 각 분야별로 생성하며 시작과 종료일을 표기한다.

(마) 업무범위의 변경, IPS기본계획 변경, 작업지연으로 개통공기에 지장으로 인한 공기만회대책이 분명할 때는 절차에 따라 개정할 수 있다.

(3) 시공사공정표(CWS)

감리단에서 관리하는 IPS를 기준으로 작성되며, 시공사가 계약업무를 성실히 수행하기 위한 공정표이므로 WBS 분류체제를 기준으로 공중별 상세공정으로 세분류하여 작성 관리하는 공정표이다.

(가) 시공사공정표 작성 순서

발주처나 감리단에서 작성하여 운용하는 종합계획공정표(IPS)를 기준으로 시공사 자체의 공정 관리조직을 구축한 후 공정계획의 수립, 전산화 처리, 공정계획 확정 순으로 추진한다.

(나) 공정표 작성 및 단계별 수행내역

1) 준비단계

설계서 및 입찰안내서 검토, 공정 관리 지침 분석, 현장 작업조건을 감안한 시공 방향 설정

2) 공정 시스템 및 운영조직체계 결정

공정 관리시스템(H/W, S/W) 및 전담조직을 구성하며, 발주처 현장관리시스템 분석, 각 분야별 전산망의 구축 및 공정 관리 업무내용을 분석한다.

3) 작업분류 및 제한요건 설정

WBS에 의한 작업분류를 기본으로 WP, OBS, CBS를 설정하고 공중별 특성과 휴지일을 감안한 공사용 멀티캘린더 등을 작성하여 네트워크 공정 관리기법에 적용한다.

4) 공중별 분석

전체 작업을 분석하는 단계로서 단위공중별 작업내용, 작업조건, 공기 등을 분석하여 전체공정에 연계하여 분석한다.

5) 공정표 작성

마지막으로 일정과 비용을 감안하여 제일 중요한 주공정표를 작성하여야하며 내역분개 공정표를 포함 한 전체공정표로 구분하여 작성한다. 또 EVMS체계에 의한 내역분개와 자원의 분배를 감안하여 작성한다.

(다) 분류코드 체계의 수립 내용

작업의 기본단위를 효율적으로 분류하기 위하여 사업단위, 구간별, 대공종, 중공종, 소공종 등 단계별로 구분하며, 발주처의 특성에 따라 분류체계가 다르기 때문에 당해 사업 발주처의 분류체계를 따라야한다.

재료 · 자료

- 설계보고서
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사관리계획서
- 유사공사 각종 공정표
- 공종별 인력투입계획서 양식
- WBS 분류체제
- 공종별 인력 및 소요공기 산출내역

기기(장비 · 공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 분임토의 장소 및 PPT 장비

안전 · 유의 사항

해당사항 없음

수행 순서

① 공정계획표의 작성방법을 설명한다.

1. 공정계획표를 작성하는 목적과 필요성을 강조한다.

2. 공정계획표 체계

기본공정표(MSS), 종합계획공정표(IPS), 시공사공정표(CWS)의 상호 연관관계를 설명한다.

② 공정표 작성을 위한 관련용어를 설명한다.

③ 공정계획표의 작성요령을 설명한다.

1. 공정계획표 작성 준비단계에서 해야 할 내용을 작업흐름의 순서대로 설명한다.

2. 체계별 공정표를 작성한다.

(1) 기본공정표(MSS)의 구성요소와 작성방법을 설명한다.

<표 4 - 2> 기본공정표(MSS)의 예

공종	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차
기본조사 및 설계 실시계획 승인	30개월						
용지매입		6개월					
노반			24개월				
궤도			48개월				
건축				36개월			
시스템 분야				36개월			
차량기지			36개월				
시험 및 시운전						11개월	

(2) 종합계획공정표(IPS)의 구성 내용과 작성요령을 설명한다.

(가) IPS작성의 기본요소

(나) 업무분류체계(WBS), 공종분류번호체계(ANS)에 의거 작성방법을 설명한다.

(다) 네트워크 공정표로 작성방법을 설명한다.

(라) 작업 단위는 WBS에 따라 생성과정과 절차에 따라 개정하는 과정을 설명한다.

(3) 시공사공정표(CWS)

주공정(CPM)표, 내역분개 공정표, 전체공정표의 작성방법을 설명하고, 소규모 공사를 선정하여 공정표의 작성요령을 설명한다.

(가) CWS 작성의 원칙

시공사는 계약이 체결되면 계약서에 정한 기일내에 계약자가 공정 관리계획서와 다음 내용의 시공사공정표(CWS)를 제출하여야 한다.

- 1) 발주처의 관련절차서에 의한 공정 관리 체계에 적합하여야 한다.
- 2) 계약자공정표는 발주처 주요일정에 영향을 주지 않는 범위 내에서 작성한다.
- 3) 계약자공정표는 종합계획공정표(IPS)를 기준으로 한다.
- 4) 총체공정표는 전체 계약기간에 대한 공정표로서 연도별 및 월별로 표시한다.
- 5) 입찰단계에서 제출한 공정표를 검토하여 새로운 시공사공정표를 작성한다.
- 6) 시공사공정표를 기준으로 월간공정보고, 부진공정 및 만회대책 보고 등을 통해 공정을 관리하며, IPS를 준수하도록 지속적으로 관리한다.

(나) 시공사 공정 관리계획서에 다음 사항들이 포함되어야 한다.

- 1) 공정 관리조직 및 운영 절차
- 2) 공정표 상, 하위 체계
- 3) 업무범위 및 분류번호 체계
- 4) 공정표 작성 및 개정, 현황관리 절차
- 5) 일정지연 및 진도부진 공정에 대한 보고체계 및 절차
- 6) 공정 관리전산프로그램 사용 계획 등

(다) 시공사공정표에는 다음 사항들이 반영되어야 한다.

- 1) 계약범위, IPS의 주요일정, 일정계획 및 진도계획의 반영
- 2) 전산프로그램을 사용한 네트워크 공정표로 작성의 여부
- 3) CPM기법으로 작성되어 주 공정(Critical Path)이 나타나야 한다.
- 4) 작업단위(Activity) 상호간 연관관계
- 5) IPS의 일정을 기준하며 종료일과 완료일의 일치 여부
- 6) IPS와 일치되는 공정분류체계의 작업단위(Activity)명, 조기/만기 일정, 여유일수 등

(라) 시공사 공정표 작성 절차

계약이 체결되면 계약서에 기재 된 기일 내에 시공사가 계약자공정표를 작성하여 제출하도록 한다.

- 1) 계약자는 발주처의 표준 계약단위업무분류체계(CWBS)와 관리기준공정표(IPS)를 참고하여 해당계약의 CWBS를 작성하고, 이를 감리자의 확인을 거쳐 계약 후 소정의 기일(약 40일) 이내에 발주처에 제출한다.
- 2) 발주처는 시공사가 제출한 CWBS를 검토하여 승인여부를 계약자에게 통보하여야 한다.

- 3) 계약자는 승인받은 CWBS를 이용하여 계약자공정표(CWS)를 작성하고 감리자의 확인을 거쳐 계약 후 소정의 기간에 공단에 제출하여야한다.
- 4) 발주처는 계약자가 제출한 시공사공정표를 검토하여 승인여부를 계약자에게 통보한다.
- 5) 계약자는 승인받은 시공사공정표를 발주처의 계약단위사업관리시스템(CPMS)에 입력하고, 감리자와 발주처의 확인을 거쳐 사용한다.

<표 4-3> 공정표 관리 단계별 주요 검토사항

단 계	주요 확인사항
공사초기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 용지매수관리에 주력(착공전 적정 용지 매수율 확보) ○ 문화재 시굴 및 발굴조사 ○ 지방자치단체 인허가 및 협의사항 반영 ○ 현장 조사, 현장여건 변동 및 계약자공정표에 따른 구조물별 일정관리
공사시행	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노반공사추진에 따른 건물, 궤도, 전기 등 발주 및 착공 ○ 관리기준공정표(IPS) 현황관리 및 수정보완 계속 ○ 공정별 인계인수일정 점검 ○ 연차별 투자계획 관리 및 예산확보
개통단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업기간 내 개통가능여부 판단 ○ 잔여공사 공정 관리 ○ 시험 및 시운전 공정 관리 ○ 철도선로 영업개시 절차에 의한 개통계획수립 및 관리

출처: 한국철도시설공단-시공관리절차서

수행 tip

- 한국철도시설공단은 PMIS의 하부개념인 계약 단위 사업관리시스템(CPMS: Contract Project Management System)을 구축하여 사업관리를 과학적이며 효율적으로 관리하고 있다. 따라서 계약자는 발주처의 CPMS 체계를 숙지하여야 원활한 공사수행이 가능하다.

4-3. 내역분개와 공정연결계획 수립

학습 목표

- 설계서, 시방서 및 공정계획 지침에 의거하여 내역분개와 공정 연결을 계획할 수 있다.

필요 지식 /

① 공정표 작성과 내역분개

공정표를 작성하려면 각 단위작업을 여러 가지 요소에 의하여 효율적으로 분류하여야 하는데 이러한 직군별, 공종별, 사업예산별, 관련조직별 등으로 분류하는 작업을 내역분개라고 한다. 시공과 관련한 분류체계는 업무의 범위에서 정의 할 때 OBS, CBS, PNS, ANS, CA Coad 등의 방법으로 분류된다. 이러한 분류체계는 관리 가능한 묶음의 WBS가 생성(분류)되며, 이를 더욱 세분류한 것이 Work Package이다. 이러한 WBS와 WP로부터 일정, 자원(인력, 자재), 원가 등의 내역이 생성(분개)되며, 이는 각종 공정표 작성과 공정 관리의 기본이 된다.

1. 업무분류체계(WBS)의 계층구조

- (1) 사업단위별 WBS구조상 상위레벨인 PIN(Project Identification Number)에 의해 사업의 범위를 사업별로 부여한 고유 식별번호로 표시하고 하위레벨인 WP단계를 다시 5단계로 구분하여 관리한다.

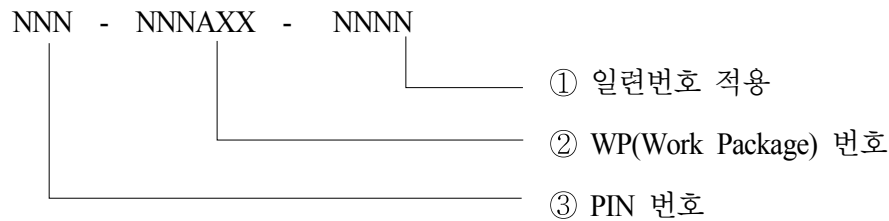
<표 4-4> WBS 업무분류 단계의 예

구 분	레 벨	내 용	비 고 (실 례)
PIN	-	사업별 분류	사업명(XX복선전철사업)
WP	I	분야별 분류	예산과목의 목과 일치 (용지, 토목, 전기, 부대, 개량 등)
	II	분야별 세분류	예산과목의 세목과 일치 (전기: 전철, 전력, 신호, 통신 등)
	III	특성별 분류	신호시공 : 실내, 정거장, 역간 등
	IV	공정 활동별 분류	시공, 공정, 안전, 품질, 구매 등
	V	공구별 분류	1공구, 2공구, 등

출처 : 한국철도시설공단 - 사업관리절차서

(2) 공종분류 번호체계(ANS)

공정번호는 관리기준공정표(IPS) 또는 계약자공정표(CWS)상의 작업단위(Activity) 별로 부여한 고유코드로서 다음과 같이 구성한다.



* N: 숫자 (0, 1, 2, 3, … 9)

A: 알파벳(A, B, C, … Z)

X : 혼용(숫자와 알파벳)

코드와 코드는 - 로 연결

출처: 한국철도시설공단 사업관리절차서
[그림 4-2] 공종분류 번호체계(ANS)의 예

② 작업단위(Activity) 내역분개

1. 작업단위 분개 시 고려사항

- (1) 작업단위(Activity)는 업무분류체계(WBS)에 따라 각 분야별로 생성한다.
- (2) 작업단위(Activity)는 선·후행 연관관계, 단위 작업 공기(착수일, 종료일)를 부여한다.
- (3) 작업단위(Activity) 번호는 계약 변경 및 로직 수정 등에 따라 추가 삽입될 수 있도록 여유 있게 번호 간 간격을 유지한다.
- (4) 작업단위(Activity) 명은 시공대상과 위치정보(예 : 역, 역간, 신호기위치 등), 준공 시 준수사항을 포함하며 인수, 인계 일정 등을 명확히 정의한다.
- (5) 인수·인계는 소요기간(ES, EF)이 없으며, 소요기간이 필요한 경우 별도로 기입한다.
- (6) 작업단위(Activity) 소요기간은 일(day) 단위로 표시한다.
- (7) 통제작업 또는 주 공정(Critical Path)을 구성하는 작업단위(Activity)는 적색으로 표시한다.
- (8) 전산프로그램을 이용하여 일정계획, 공종 간의 연계관계(Sequence of logic) 검증 및 주공정(Critical Path) 선정의 적정성을 확인하여야한다.
- (9) 하나의 작업단위(Activity)가 다른 작업단위에 미치는 영향을 분석하여야한다.

2. 신호분야의 작업 단위 구성항목

<표 4-5> 신호분야의 주요 작업 단위 구성항목

주요업무		작업 단위 구성항목	비고
시스템 설계	신호설계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설계의 시행 ○ 성과물 인수인계 ○ 성과물 관리 	
신호시공	시공 구간별 주요 공정별	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시공계약 및 착수관리(가설사무소, 창고 등) ○ 시공 전 관련분야 인수 항목 및 일정 <ul style="list-style-type: none"> -노반에서 공동관로 및 노반 인수 -궤도에서 각종 연관사항 인수 -각종 자재 수급 및 검사 ○ 현장설비 시공 <ul style="list-style-type: none"> - 신호케이블 포설 - 궤도회로 설치공사 - 신호기장치 설치공사 - 선로전환기 및 안전설비 등 ○ 실내설비 시공 <ul style="list-style-type: none"> - 연동장치 공사 - 관제설비 공사 ○ 준공단계 인수인계 업무 <ul style="list-style-type: none"> - 장치별 종합시험 분야로 업무인계 - 준공 도서정리 - 시설물대장 작성 인계 - 고정자산 취득관련 명세서 등 인계 - 준공확인 관련문서 작성인계 	
종합시험	기능시험 검증시험 시운전	<ul style="list-style-type: none"> - 장치별 정적/동적/연동시험 - 종합 시설물 검증시험 - 영업시운전 	

출처: 한국철도시설공단-시공관리절차서

③ 공정의 연결

작업단위(Activity) 상호간의 연계관계(Sequence of logic)를 포함하고 있어야 하며, 한 작업 단위(Activity)에 미치는 영향이 다른 작업단위에 어떻게 영향을 미치는지를 분석할 수 있어야 한다.

1. 공정연결계획 수립

- (1) 전산프로그램을 사용하여 상호관계를 고려한 네트워크 공정표 작성계획을 수립한다.
- (2) 네트워크 공정표는 작업단위(Activity)의 순서 및 상호관계를 표현한 것이며, 특정 작업단위(Activity)는 이전 작업단위의 완료로부터 어떤 영향을 받는지, 또한 특정 작업단위의 완료가 다음 작업단위의 착수를 어떻게 제한하는지 등을 보여준다.
- (3) 작업단위(Activity) 기간은 공사 진도에 의하여 산정되며, 작업단위는 네트워크 체계에 따라 시작되고, 그 기간이 경과되었을 때 종료된다.
- (4) 네트워크 공정표는 공정단계별로 구분되어 작성하고, 빠른 시작일 순으로 정렬되어야 하며, 좌에서 우로 지속적인 작업흐름이 되도록 한다.
- (5) 계약일, 공사 착수일 및 중간관리일, 건설공사 종료일의 마일스톤을 제외한 모든 작업단위(Activity)는 선·후행 관계를 가진 관련 작업단위를 서로 연결한다.
- (6) 주공정선(CP)상의 작업단위(Activity)는 총 여유(TF) 시간이 30일 이하 값을 가지는 것으로 정의하며, 부공정선상의 작업단위는 총 여유(TF) 시간이 적정한 값을 적용한다.
- (7) 네트워크 다이어그램은 주공정상의 작업단위(Activity)를 분명히 보여 주어야하며, 주공정을 붉은색 또는 굵게 표시한다.
- (8) 각 작업단위(Activity)의 네트워크 공정표에는 다음과 같은 내용을 포함한다.
WBS번호, 작업단위(Activity) 명칭, 공기, 금액, 가중치, 진도(빠른 시작일, 빠른 종료일, 늦은 시작일, 늦은 종료일, 총 여유기간 등)
- (9) 네트워크 체계는 건설공사 시작일부터 종료일까지 연속되어 작성하며, 시작일과 종료일은 목표 마일스톤으로서 진행 단계별 일정에 의해 영향을 받아서는 안 된다.

수행 내용 / 내역분개와 공정연결계획 수립

재료·자료

- 설계보고서
- 예정공정표(계획/실적)
- 유사공사 PERT/CPM공정표
- 공사관리계획서
- 유사공사 인력투입계획서
- MSS, IPS, CWS공정표 양식
- WBS 분류체제
- 공종별 인력 및 소요공기 산출내역

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 분임토의 장소 및 PPT자료

안전·유의 사항

해당사항 없음

수행 순서

- ① 공정표 작성과 내역분개를 설명하기 위하여 OBS, CBS, PNS, ANS, CA Coad 등의 의미를 설명하고, 특히 WBS와 WP의 관계를 설명하여 공정 관리의 기본요소를 인지하도록 한다.
 1. WP의 상세한 내용을 기술한 것을 WBS사전이라고 하며, 내용으로는 개요, 일정, 책임자, 예산 등이 기술됨을 설명한다.
 2. WBS 분할의 적정성 판단기준은 각 WP별로 일정과 원가 추정이 가능하나 여부를 설명한다.

3. 업무분류체계(WBS)의 계층구조를 신호 공사를 예를 들어 설명한다.
 - (1) WBS 상위레벨인 PIN과 하위레벨인 WP 5단계로 구분 한 예를 도표로 설명한다.
 - (2) 공중분류 번호체계(ANS)의 구조와 필요성을 설명한다.

② 작업단위(Activity) 내역분개 사항을 설명한다.

1. 작업단위(Activity) 분개 시 고려사항을 설명한다.
2. 신호분야의 주요 작업 단위 구성항목을 실례를 들어 설명한다.

③ 공정의 연결 내용을 설명한다.

1. 작업단위(Activity) 상호간의 연계관계(Sequence of logic)와 영향을 분석도록하고, 공정연결에 앞서 반드시 검토되어야할 내용을 설명하고 작성한다.
2. PERT/CPM 공정표의 공정 연결하는 방법과 계획 대비 실적을 관리하는 방법을 표 4-7과 같이 구체적으로 설명하고 작성한다.

⑥ 사업식별번호(PIN) 3자리

- 각 사업별 식별번호를 표시
예) OO선 개량사업인 경우 : 215

⑦ 파일의 특성표현

- 개정파일로서 개정번호 Rev 3.1인 경우 : R31
- 현황관리(update)인 경우 작업 연월을 표시
예) '15년 12월 현황관리 파일인 경우 : U1512
- 개인(individual) 및 임의작업
예) '15년 12월 개인작업 파일인 경우 : V1512

⑧ 파일명(프로젝트명)

- 숫자 4자리(사업식별번호 + 개정번호)
예) OO선 개량 215 + Rev 3.1인 경우: 2153

수행 tip

- WBS (Work Breakdown Structure) 개념
 - WBS의 최하 단위는 WP이다.
 - 통상 WP는 80시간(2주) 단위 묶음으로 분할한다.
 - WBS의 구성요소는 고유한 분류번호를 부여한다.

4-4. 지연원인 분석 및 만회대책 수립

학습 목표

- 작업 지연 시 설계서, 시방서 및 공정계획 지침에 근거하여 지연 원인분석과 만회대책을 수립할 수 있다.

필요 지식 /

① 공정 관리

1. 공정 관리의 조직 운영 및 업무

공사를 추진하며 공사의 진도를 과학적으로 관리한다는 것은 공사의 성패를 좌우한다. 따라서 당연히 공정을 관리하는 전담조직이 있어야하며 이 팀은 전문성이나 풍부한 경험을 보유한 전체 운영조직의 핵심이 되어야하고 확정된 공정계획에 대한 현황을 분석하고 자재, 장비, 인원의 투입계획을 관리한다. 또 공기지연 등의 심각한 문제가 발생했을 때 만회대책을 수립하여 감리단을 통하여 발주처에 보고하는 업무를 수행한다.

2. 운영계획

공사를 진행하면서 공정계획을 검토, 통제, 수정의 업무를 지속적으로 반복하고 예정된 일정과 진척사항을 평가하여 공사 진행에 차질이 없도록 하며, 공정계획 수립에서 예상치 못한 환경의 변화 등에 적극 대처하여 잔여공정에 차질이 없도록 한다.

- (1) 주기적으로 공정표를 업데이트하여야한다.
- (2) 업데이트 기준일을 정하여 실적자료를 감리단 확인을 받아 전산 입력한다.
- (3) 일부 공종에서 변경사항이 발생 시 관계되는 선·후행 공종의 공정표를 수정한다.
- (4) 중요한 변경사항으로 인해 공기에 영향을 미치면 발주처 승인을 받아 공기를 연장하고, 필요시 설계변경을 요청할 수 있다.

3. 진도관리

- (1) 일별, 주별, 월별 작업진척사항을 파악하여 공정률을 관리한다.
- (2) 정기적 공정률 관리로 기성신청 시 기본 자료로 활용한다.
- (3) 공정계획대비 월간 공정률이 10%이상 지연, 누계 공정률이 5% 이상 지연 시 또는 지연일수가 잔여공기의 20% 이상 초과 시 부진원인을 분석하여 만회대책을 수립(공정률의 수치는 사업별로 달리할 수 있다)한다.
- (4) 진도관리의 전산화 및 피드백 기능을 부여한다.

(5) 위험요소를 사전에 파악한다.

발생확률, 손실추정, 위험의 크기 산정 및 평가, 위험 대응전략 수립, 위험요소의 재평가 등의 분석을 통하여 대응전략을 수립한다.

② 공사의 지연원인 분석과 만회 대책 수립

1. 지연원인 분석

공정 관리를 모니터링하는 과정에서 공사의 지연이 발생하면 지연원인을 분석하여야 그에 대한 대책을 수립할 수 있다. 공사의 성격과 규모에 따라 다양한 원인이 발생할 수 있겠지만 주로 발생하는 위험요소(Risk)는 기상이변, 민원발생, 투입자원의 수급차질 등이 있으며, 이러한 위험요소를 관리(Risk Management)하는 계획을 수립하여야 한다.

2. 위험관리 계획 수립

위험관리는 접근방법, 수행방법 등을 정의하여야 하며 평가와 통제를 기본 프로세스로 하지만 공사의 성격에 따라 활용 가능한 수단이 달라진다. 우기의 장마를 예로 관리방법을 설명하면 다음과 같다.

- (1) 위험 관리방법: 여름철 장마는 원인과 예측이 확실하지만 영향력은 공사현장의 성격에 따라 매우 불확실하다. 따라서 이런 경우에는 우기 취약개소의 안전점검을 시행하고 공사의 여유기간을 확보하는 것이 관리방법이 될 수 있다.
- (2) 역할과 책임: 우기대비 안전점검반 및 비상 복구반을 편성 하여 각자의 임무를 부여한다.
- (3) 수행시점: 우기 안전점검의 시기, 비상 복구반의 운용기간 등을 확정한다.
- (4) 평가방법: 사전 심사기준을 정하고 평가에 따른 상벌의 범위를 정의한다.
- (5) 임계치: 징후(trigger)라고도 하는데, 어느 정도의 위험이면 대응계획을 가동시키고 또는 종료시키느냐를 정의하는 단계이다. 즉, 강우량에 따라 주의, 경계, 비상대기, 출동 등과 같이 단계별 대책반의 가동 기준을 설정하는 것이다.
- (6) 보고서의 작성 및 추적관리: 위험관리가 종료되면 심사분석이나 대책반 운영결과 보고서 등을 문서화하여 미래의 다른 사업에서 위험관리에 활용할 수 있을 것이다.

3. 부진공정의 관리

위험요소에 의하여 공정의 지연이 발생되면 만회대책을 강구하여야 하는데, 이때 관리의 흐름은 저해요인을 분석하고 만회대책을 강구하고 조치계획을 수립하여 수립된 수정공정표에 의하여 공사를 시행하는 순서로 진행하여야한다. 예를 들어 소음, 진동에 의한 민원으로 공사가 진척될 수 없는 경우, 우선 민원구간의 공사를 중단시키고 민원의 원인을 분석하여 저진동, 저소음 장비의 사용 또는 공법의 변경 등과 같은 대책을 수립하여 주민의

요구사항을 수렴, 해결한 후 공사를 재개하는 순서로 진행하되 민원으로 인한 지연공정표와 이를 만회하기 위해서는 작업조를 증가하거나 작업시간을 연장하는 조치를 취하는 수정 공정계획을 수립하여 지연된 공정을 만회하여야 한다.

4. 공기단축 방안

- (1) 과거의 유사 사례를 찾아내어 공종별 계획 대비 실적자료를 분석하여 문제점을 도출한다.
- (2) 지연사유 및 만회대책을 검토 한 후 현장적용 활용방안을 검토한다.
- (3) 당시의 인원 및 장비 투입실적 및 공기 단축기법을 분석한다.
- (4) 분석을 마치면 공종별 작업속도, 작업순서, 투입자원(자재, 인력), WBS체계 변동 여부, 휴지일수 등을 감안하여 PERT/CPM기법 등을 통한 과학적이며 현실적인 공기단축 기법의 공정표 작성과 공정운영체계를 수립하여야 한다.
- (5) 시공사는 위와 같이 수립된 만회대책을 감리단의 협의 및 승인을 받아 발주처에 보고하고, PMIS체계의 전산망에 등록하여 공정 관리를 하여야 한다.

③ 공기단축(Duration compression) 기법

1. 돌관(Crashing)기법

업무범위의 조정 없이 일정을 단축하기 위한 방법으로는 자원의 추가투입을 들 수 있다. 즉, 자재 또는 인력을 집중적으로 투입하여 일정을 단축시키는 방법을 Crashing기법이라고 하는데, Crashing기법은 정상적인 일정관리가 아니므로 반드시 비용 초과를 유발하게 된다. 따라서 Crashing기법을 사용할 때는 반드시 발주처 또는 경영층의 승인을 얻어야 하며, 또 다른 Critical Path의 생성여부를 확인하고 다음의 내용을 고려하여야 한다.

- (1) 추가되는 자원은 Critical Path에 투입한다.
- (2) 자원의 투입은 기간이 변경되지 않도록 한 단위씩 투입한다.
- (3) Critical Path중에서도 비용대비 효과가 높은 작업공종에 우선적으로 투입한다.

2. Fast Tracking 기법

작업의 전후 관계를 조정하여 관련 공종을 병행 수행하는 것이다. 예를 들어 A라는 선행 공종이 끝난 후 B공종을 진행하게끔 짜인 공정인데 A, B공정 병행추진이 가능하다면 전체기간은 당연히 줄어들 것이다. 이러한 Fast Tracking기법은 기간을 단축할 수는 있지만 새로운 Critical Path가 생성될 수 있고, 또는 작업의 질 저하로 재시공을 유발할 수도 있다는 점에 유의하여 추진하여야 한다. 그리고 이 기법을 수행한 후에는 반드시 Critical Path의 변경유무를 확인하여야 한다.

3. Resource Leveling 기법

고급인력으로 작업을 수행하는 경우와 초급인력으로 작업을 수행하는 경우에는 수행 일정이 다를 수밖에 없다. 이와 같이 일정계획과 자원계획은 밀접한 관계가 있다. 예를 들어, 작업순서가 변경되고 일정별로 투입인원이 불균형 되는 현상을 재조정하여 전체기간에 평균적으로 인력을 재배분하면 효과적인 자원의 관리가 될 수 있다. 즉, 특정기간에 과부하된 자원을 감소시키는 방법은 해당기간의 작업을 부하가 적은 다른 기간으로 옮겨서 수행하는 기법이다. 이러한 방법의 실행은 많은 경험을 필요로 한다.

수행 내용 / 지연 원인 분석 및 만회 대책 수립

재료·자료

- 설계보고서
- 지급자재명세서
- 자재구매설명서(사양서)
- 공사 관리 계획서
- 유사 공사 인력투입계획서
- 공종별 인력투입계획서 양식
- WBS 분류체제
- 공종별 인력 및 소요공기 산출내역
- 공정별 상세예정공정표

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 분임토의 장소 및 PPT 장비

안전·유의 사항

해당사항 없음

수행 순서

① 공정 관리

1. 공정 관리의 조직도를 작성하고 담당별 업무분장을 작성하도록 한다.
2. 공정계획은 공사기간 내내 검토, 통제, 수정의 업무를 반복하여 관리하며 공정표의 계획 대비 실적을 Up Dating하는 방법을 익히도록 한다.
 - (1) 공중진도에 변경사항이 발생 시 공정표를 수정하는 요령을 익힌다.

(2) 중요한 변경사항은 별도로 관리하며 설계변경 대상이다.

3. 일별, 주별, 월별 실적을 관리하여 누계를 정리한다.

② 공사의 지연 원인을 분석하고 만회 대책을 수립한다.

1. 지연원인 분석

공사의 지연이 발생하면 지연원인을 분석하여야 그에 대한 대책을 수립할 수가 있어야 한다. 위험요소(Risk)는 기상이변, 민원발생, 투입자원의 수급차질 등이 있으며 이러한 위험 요소를 관리하는 계획을 수립(Risk Management)하는 방법을 설명한다.

2. 위험관리 계획 수립

위험관리는 방법, 역할과 책임, 수행시점, 임계치, 보고서 작성 방법에 대해 우기의 장마를 예로 하여 설명한다.

3. 부진공정의 관리

공정의 지연이 발생되면 만회대책을 강구하여야 하는데 소음, 진동에 의한 민원을 예로 들어 추진의 흐름을 설명한다.

4. 공기단축 방안

문제점을 도출, 지연사유 분석, 만회대책, 적용방안 검토, 단축기법의 분석과정을 설명하고, 공기단축 공정표 작성요령을 습득한다. PMS체계의 전산망에 등록요령을 습득하도록 한다.

③ 공기단축 기법(Duration compression)을 설명한다.

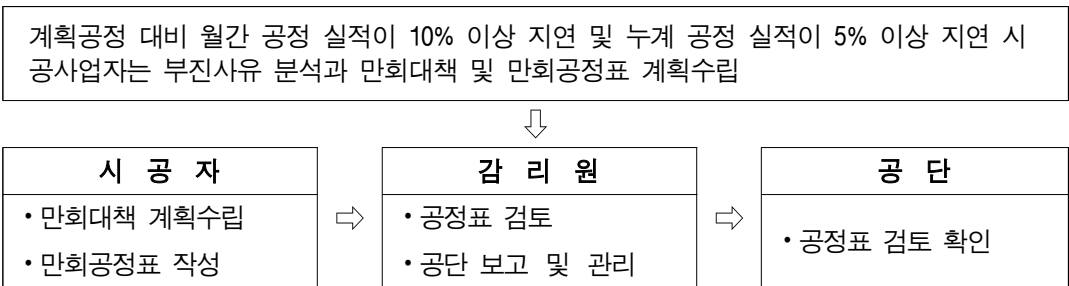
1. 돌관(Crashing)기법의 적용 방법과 내용을 설명

2. Fast Tracking기법의 내용을 숙지도록 하고 사용하는 시기의 기준을 설명

3. Resource Leveling기법을 설명

④ 공정지연 시 만회대책 수립을 설명한다.

1. 공정 관리 지연



[그림 4-3] 공정 관리 지연 시 만회대책의 예

2. 공정지연분석 및 만회대책

(1) 공정지연 원인분석

- (가) 공법변경, 설계변경에 따른 지연 및 정적인원, 장비 미투입 지연
- (나) 기상조건 및 기존 구조물, 지하 지장물 등 안전조치 또는 이설 지연
- (다) 공사 주변 여건과 작업자의 숙련도 미숙/타 분야와의 인터페이스 미흡

(2) 만회대책

- (가) 주요공정의 집중 관리로 공기단축
- (나) 공법 개선 등으로 공기단축 및 설계변경 요건 사전조사 처리
- (다) 공기부족이 예상되는 경우 선·후행 공정의 세분화 및 재조정
- (라) 현장 일정관리는 과학적으로 작성된 PERT/CPM기법 공정 관리
- (마) 공기가 부족현상이 발생할 경우 발생 원인을 분석하고 상황에 맞는 만회대책(돌관작업, Fast tracking, 자원조정 등)을 수립
- (바) 작업 팀의 증가 및 작업시간 연장 등 효율적인 공정 관리

3. 부진공정 만회대책(보고서의 “예)

- 공사명:
- 공정현황(20 . . . 현재)

구 분	계 획	실 적	대 비	비 고
공정률(%)				

- 부진사유
 -
 -
- 만회대책
 -
 -

수행 tip

- 돌관(Crashing)이란?
 돌관(突貫) ; 돌파하여 관철시키다.
 기존의 틀을 깨부수다. 뚝 자르다.

4-5. 후속공정 대책수립

학습목표

- 설계서, 시방서 및 공정계획지침에 근거하여 후속공정 대책을 수립할 수 있다.

필요 지식 /

① 작업공정의 전후관계 정의

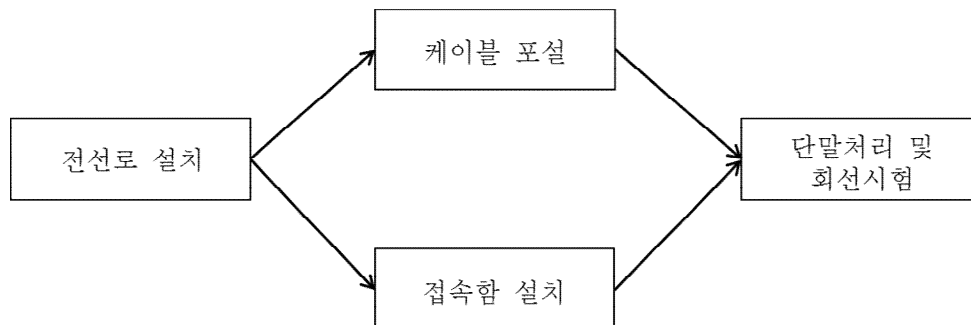
일정을 관리하기 위해서는 전체 공사기간을 추정하여야 하는데, 이러한 작업들은 순차 또는 병행하여 추진하여야하기 때문에 작업단위(Activity)간의 전후 관계를 정의하지 않고는 추정할 수가 없다. 작업단위(Activity)의 전후 관계를 정의하는 방식에는 표(table)형태와 네트워크방식의 그림(diagram)형태가 있다.

1. 표에 의한 작업의 전후 관계 표현 방법

<표 4 - 7> 작업표에 의한 공종의 전후 관계 표현 방법

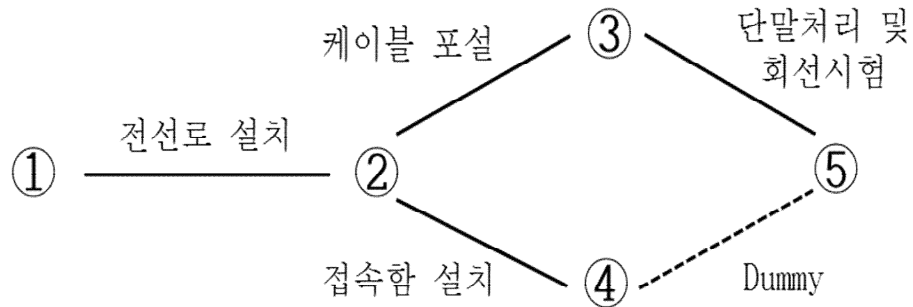
작업 ID	작업명	공사기간	선행공종
1	전선로 설치	30	노반
2	케이블 포설	20	1
3	접속함 단말처리	25	2
4	회선(기능)시험	10	3

2. PDM(Precedence Diagramming Method) 방식에 의한 작업의 전후관계 표현방법



출처: 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부
[그림 4-4] PDM 방식 전후 관계

3. ADM(Arrow Diagramming Method)방식에 의한 작업의 전·후관계 표현방법



출처 : 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부
[그림 4-5] ADM 방식 전후 관계

<표 4-5>로 표현하는 방법은 각 행의 작업단위(Activity)에 대한 설명을 하고 선행 작업단위를 해당 작업단위에 정의하는 형태이다. 표에서 작업단위2는 1이 완료되어야 하고 3은 2가, 4는 3이 각각 완료되어야 후속공종으로 수행 가능함을 알 수 있다. 하지만 표에 의한 기법은 간단한 경우에는 가능하지만, 복잡한 공정에서는 불가능한 기법이다.

4. PDM, ADM 표현 방법

다이어그램 형태로 작업단위(Activity)간의 전후 관계를 표현하는 것을 PND(Project Network Diagram)기법이라 하며, PND에서는 작업단위(Activity)의 명칭과 작업단위간의 관계(Logical relation)를 알 수 있으나 작업수행 기간은 표현되지 않는다. PND의 표현 유형은 표기법(Notation)에 따라 PDM(Precedence Diagramming Method)방법과 ADM(Arrow Diagramming Method)방법이 있는데 이들의 차이는 다음과 같다.

<표 4-8> PDM과 ADM의 차이점

구분	PDM	ADM	비 고
표기법	- 작업명을 노드 위에 표현	- 작업명을 Arrow 위에 표현	
Dummy	- 발생 안 함	- 발생	
전후 관계	- FS, FF, SS, SF관계 모두 표현	- FS관계만 표현	

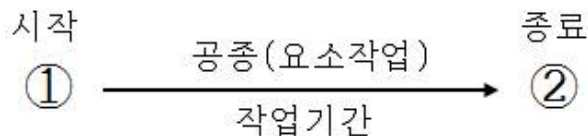
② 작업공정의 전후관계 관련

1. 용어의 정의

- (1) 공종의 전후관계(FS: Finish to Start): 선행 작업 완료 후 후속작업 착수
- (2) 공종의 전후관계(SF: Start to Finish): 선행 작업 착수해야 후속작업 완료
- (3) 공종의 전후관계(FF: Finish to Finish): 선행 작업 완료 후 후속작업 완료
- (4) 공종의 전후관계(SS: Start to Start): 선행 작업 착수해야 후속작업 착수
- (5) 기준선(Baseline): 원래의 계획에서 승인된 변경사항을 가감한 것으로, 일반적으로 원가 기준선, 일정 기준선, 성과측정 기준선과 함께 사용
- (6) 빠른 시작일(Early Start) 작업단위(Activity): 항목이 선후 연계 관계 분석으로 얻어지는 일정 중 가장 빨리 시작할 수 있는 일자
- (7) 빠른 종료일(Early Finish) 작업단위(Activity): 항목이 선후 연계 관계 분석 후 가장 조기에 종료할 수 있는 일자로 빠른 시작 일에 작업 소요 기간을 합산한 일자
- (8) 늦은 시작일(Late Start) 작업단위(Activity): 항목이 선후 연관 관계 분석으로 얻어지는 일정 중 건설공사 일정 지연 없이 최대한 늦게 시작할 수 있는 일자
- (9) 늦은 종료일(Late Finish) 작업단위(Activity): 항목이 선후 연관 관계 분석으로 얻어지는 일정 중 건설공사 일정지연 없이 최대한 늦게 종료될 수 있는 일자
- (10) 총 여유일(Total Float) 작업단위(Activity): 항목이 사업전체 완공 공기에 영향을 주지 않는 범위 내의 시작일 혹은 종료일에 대한 여유 기간

2. PERT/CPM 공정표 공정의 연결

- (1) 각 공종별 구분한 단위작업들은 독립된 하나의 경로를 가지며, 작업의 개시점과 종료점을 ○ 표로 표시하고 화살표로 연결한다.

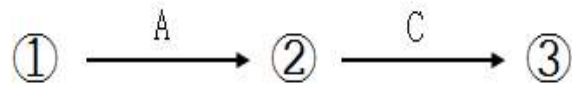


출처 : 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부

[그림 4-6] PERT/CPM 공정표 공정의 연결방법(1)

- (2) 여기서 ○를 경유점(Even) 또는 절점(Node)이라 부르고 화살표는 작업단위로서 작업명과 소요시간(Duration)을 표시한다.

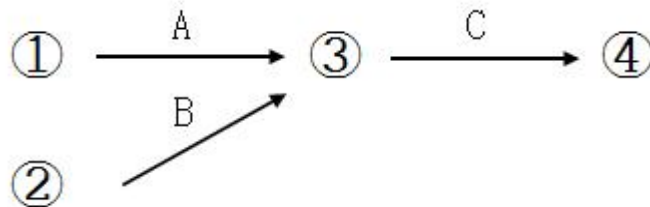
- (3) 노드와 이벤트는 식별을 용이하게 하기 위하여 각각의 번호로 표시할 수 있으며, 공종은 기호로 표시할 수 있다.



출처 : 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부

[그림 4-7] PERT/CPM 공정표 공정의 연결방법(2)

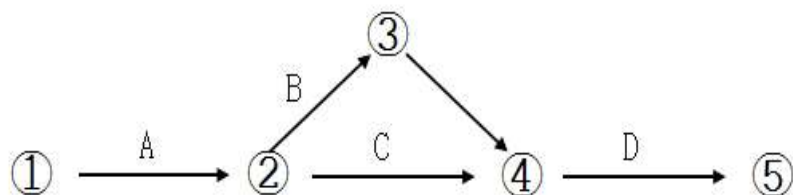
- (4) 각 이벤트의 개시점은 선행공종이 완료되어야한다. 즉, 작업 ③으로부터 개시되는 작업 C는 그 시점에서 완료되어야 하는 작업 A와 B가 완료되어야 시작할 수 있다.



출처 : 하동욱(2004.12) 열차제어 서울시

[그림 4-8] PERT/CPM 공정표 공정의 연결방법(3)

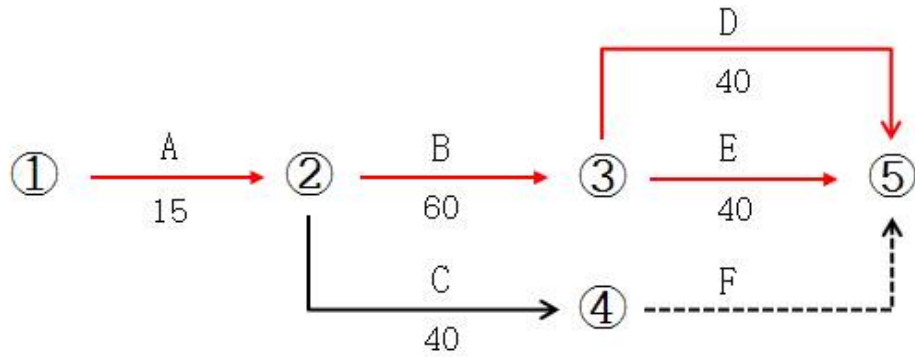
- (5) Dummy는 자원의 투입과 소요시간이 전혀없는 가상작업(명목상 작업)으로 작업단위(Activity)간의 상호관계를 점선으로 표시하는 공정 관리 기법이다.



출처 : 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부

[그림 4-9] PERT/CPM 공정표 공정의 연결방법(4)

- (6) 이러한 각각의 작업단위(Activity)간 네트워크가 완성되면 화살표를 수평으로 교정하고 공사기간을 기입하며, 주공정(Critical Path)은 적색 또는 굵게 표시하여 일반 공정과 구분한다.



출처 : 하동욱(2004.12), 열차제어, 서울특별시지하철건설본부
 [그림 4-10] PERT/CPM 공정표 공정의 연결방법(5)

3. 작업일수 산정기법

PERT/CPM 공정표는 비슷하지만 PERT기법에서 이전 유사 공사에 의한 경험치가 부족할 때는 공사기간 추정을 3점 시간추정에 의한 확률적 가중평균에 의한 평균치를 산정하여 사용하고 CPM기법은 유사자료가 있거나 충분한 경험을 자신할 때에는 이를 바탕으로 최고 가능치(Tm)를 추정하는 1점 시간 추정치(most likely duration)를 사용한다는 것이 다르다.

※ 3점 시간 추정치 산출 공식

Te: 추정 공사기간

$$Te = To + 4Tm + Tp / 6$$

To: 낙관치(optimistic duration)

Tm: 최가능치(most likely duration)

Tp : 비관치(pessimistic duration)

※ 표준편차 = $(Tp - To) / 6$

③ 작업공정의 후속대책 수립

1. 분야별 후속 공정

철도의 건설은 토목, 건축, 궤도, 시스템분야 등이 종합적으로 참여하여 하나의 목적물을 완성시키는 과정이므로 각 분야 간 전후 공정의 정의를 내리는 것은 무엇보다 중요하다. 예를 들어, 신설공사에서 우선 토목공사가 완료되어야 다른 분야의 시공이 가능한데 토목공사가 끝났다고 해서 타 분야가 서로 먼저 시공 하겠다고 하면 엄청난 혼란이 일어날 뿐만 아니라 비효율적인 시공으로 시공품질의 저하는 물론 주어진 공기 내에 사업을 완수하기가 어려울 것이다. 이러한 것을 방지하기 위하여 작업의 전, 후 관계를 정의하고, 이에 따른 공정표(MSS, IPS, CWS)가 수립되는 것이다.

(1) 후속공정의 문제점

이렇듯 순차적으로 공정이 진행될 수밖에 없는 상황에서 선행공정의 지연은 필연적으로 후행공정의 순연을 초래할 수밖에 없다. 따라서 IPS상의 계획공정은 반드시 지켜져야만 하고 불가피한 지연 시에는 후속공정의 순차적 지연을 허용하거나 상황에 적합한 만회대책을 강구하여야한다.

(2) 신호 공사와 각 분야별 공정의 전후 관계를 살펴보면, 앞에서의 분야별 인터페이스 항목과 많은 부분이 중복됨을 알 수 있다.

(가) 토목분야

토목에서 노반, 터널, 공동관로 등이 완성되어야 신호분야의 기본공정인 전선관로 시공이 가능하다. 따라서 토목분야에서는 신호분야의 전선로 부분의 공사시기에 맞추어 다른 곳보다 우선 시공하는 전후 공정관계를 수립하여야한다.

(나) 건축분야

신호분야 시공의 절반은 건물 내에서 이루어지는 신호기계실 공사이다. 신호분야의 실내공사가 많은 공기를 소요하기 때문에 일반적으로 건축분야에서도 후행공정의 적절한 공기를 확보하기 위하여 시스템분야의 건축물 및 부속설비를 먼저 시공하는 전후 관계를 수립하고 있다.

(다) 궤도분야

신호의 기본이 되는 궤도회로 공사는 궤도가 부설된 이후에 시공이 가능한 후속공정이다. 궤도와 신호는 전체공사의 후반기에 완성되는 분야이므로, 특히 선 후행 공정계획을 긴밀히 수립하여야하며, 마지막 단계의 공사이므로 공기만회를 위하여 신호와 궤도공사를 병행하여 작업하는 추세이다.

(라) 전기·통신 분야

전기와 통신은 같은 시스템분야로서 비교적 협조가 잘 이루어지지만 그래도 전원의 투입과 통신망이 구축되어야 비로소 신호설비의 기능시험이 가능한 후속공정이므로, 전원의 투입시기와 통신망의 완성 시기는 신호에서 매우 중요한 전후 공정관계이다.

(마) 기계·설비 분야

반대로 플랫폼 스크린도어(PSD) 장치는 신호분야에서 열차운전정보를 제공하여야 하는 선행공정이 된다. 특히 전동차 운행구간에서는 의무적으로 PSD장치를 설치하여야하고 개통에 필수사항이므로 PSD시험에 차질이 없도록 계획을 수립하여야한다.

2. 신호 공사의 자체 공정 간의 전후 관계

신호 공사의 공정을 크게 구분하면 실내공사, 실외공사, 관제설비 공사로 구분하여 시공하고 시험 및 시운전단계에서는 종합적으로 시행하는 과정임을 알 수 있으며, 앞에서 살펴본 바와 같이 신호 공사도 자체적으로 공정의 전후 관계를 전례와 경험을 바탕으로 정확히 분석하여 후속공정을 수립하여야한다. 케이블 포설공정을 예로 들면, 선행 작업으로 전선로공종이 우선 구축되어야 주공종인 케이블포설작업을 할 수 있으며, 후속작업으로 케이블의 중간접속 및 단말처리를 하고 회선시험을 하는 전후 작업관계가 연관되어 수행됨을 알 수 있다.

재료·자료

- 설계보고서
- 기 작성된 유사 공사 공정표
- 공사 관리 계획서
- 유사 공사 인력투입계획서
- 공종별 인력투입계획서 양식
- WBS 분류체제
- 공종별 인력 및 소요공기 산출내역

기기(장비·공구)

- 컴퓨터 및 필기도구
- 분임토의 장소 및 PPT 장비

안전·유의 사항

해당사항 없음

수행 순서

- ① 작업단위(Activity)의 전후관계를 표현하는 방법을 설명한다.
작업단위(Activity)의 전후관계를 표현하는 방법에는 표에 의한 작업의 전후관계 표현 방법, PDM(Precedence Diagramming Method)방식, ADM(Arrow Diagramming Method)방식이 있으며, 이를 직접 작성해 보도록 하고 PDM, ADM 표현 방법의 차이점을 설명한다.
- ② 작업단위(Activity)의 전후관계 와 관련된 용어를 설명한다.
1. FS(Finish to Start), SF(Start to Finish), FF(Finish to Finish)를 다음 그림으로 설명한다.



출처 : 한국철도시설공단 - 사업관리절차서

[그림 4-11] 작업공정 연결의 종류

2. 기준선(Baseline), 빠른 시작일(Early Start), 빠른 종료일(Early Finish), 늦은 시작일(Late Start), 늦은 종료일(Late Finish), 총 여유일(Total Float)의 용어를 설명한다.
3. PERT/CPM 공정표의 공정 연결기법을 그림을 통하여 설명한다.
4. 작업일수 산정 기법을 설명하고 공식을 통해 직접 추정일수를 산정해 본다.

③ 작업공종의 후속대책을 신호분야와 관련된 타 분야와의 관계로 설명한다.

1. 타 분야의 선행공정 지연 시 신호분야는 대부분 후속공정이므로 이에 따른 문제점과 대책을 설명한다.
2. 신호 공사와 각 분야별 공정의 전·후 관계는 살펴보면, 앞에서의 분야별 인터페이스 항목과 많은 부분이 중복됨을 알 수 있다.
 - (1) 토목분야: 노반, 터널, 공동관로 등과의 관계
 - (2) 건축분야: 신호기계실
 - (3) 궤도분야: 궤도회로 공사와 궤도의 부설
 - (4) 전기/통신 분야: 전원의 투입 시기와 통신망의 구축 시기
 - (5) 기계설비분야: 플랫폼홈 스크린도어(PSD)에 열차 운전정보를 제공
3. 신호 공사의 공정의 전·후 관계를 설명한다.
 케이블 포설을 예로 들어 설명한다. 전선관로 ⇒ 케이블을 포설 ⇒ 케이블의 중간접속 ⇒ 단말처리 ⇒ 회선시험을 하는 전·후 공정관계 설명한다.

수행 tip

- 공정표 작성 시 어려운 부분은 작업 기간 추정이다. 본문에서는 3점 추정방법을 소개하였지만, 현장에서는 경험을 토대로 한 다음의 방법 [Historical information]이 많이 사용된다.
 - 회사에서 보유하는 과거 유사 공사의 공정표 (계획/실적) 중 가장 신뢰성 있는 자료
 - 시중에서 판매되는 상용화(Commercial)된 DB
 - 공사에 참여하는 경험 많은 조직원의 주관적 경험 ⇒ 신뢰성은 낮다.

학습 4 교수·학습 방법

교수 방법

- 철도공사의 지장물에 대한 정의, 종류와 대책, 조사방법 등을 설명한다.
- 공정계획표에서 MSS, IPS, CWS의 작성요령과 상호 연관관계를 설명한다.
- 내역분개를 위한 OBS, CBS, PNS, ANS, CA Coad 등의 의미를 설명한다.
- WBS의 의미와 계층구조와 작업단위(Activity) 내역분개에 대하여 설명한다.
- PERT/CPM 공정표의 공정을 연결하는 방법을 구체적으로 설명한다.
- 공정 관리의 조직도 및 담당별 업무분장에 대한 작성요령과 그 내용을 설명한다.
- 공정표의 작업일수 산정기법, 계획 대비 실적을 Up Dating하는 방법을 설명한다.
- 공사의 지연원인 분석과 만회를 위한 공기단축 기법의 종류를 설명한다.
- PDM / ADM 방식에 의한 작업의 전후관계 용어인 FS, SF, FF, SS의 내용을 설명한다.
- 신호 공사와 토목, 건축, 궤도, 전기, 통신, 기계분야와의 선 후행 공정관계를 설명한다.
- 신호 공사 자체공종의 전후 관계를 설명한다.

학습 방법

- 철도공사의 지장물에 대한 정의, 종류와 대책, 조사방법 등을 학습한다.
- 공정계획표에서 MSS, IPS, CWS의 작성요령과 상호 연관관계를 토의한다.
- 내역분개를 위한 OBS, CBS, PNS, ANS, CA Coad 등의 의미를 학습한다.
- WBS의 의미와 계층구조와 작업단위(Activity) 내역분개에 대하여 토의한다.
- PERT/CPM 공정표의 공정을 연결하는 방법을 실습을 통해 작성한다.
- 공정 관리의 조직도 및 담당별 업무분장을 작성한다.
- 공정표의 작업일수 산정기법, 계획 대비 실적을 Up Dating한다.

- 공사의 지연원인 분석과 만회를 위한 공기단축 계획서를 작성한다.
- PDM/ADM 방식에 의한 용어인 FS, SF, FF, SS의 내용을 학습한다.
- 신호 공사와 토목, 건축, 궤도, 전기, 통신, 기계분야와의 선 후행 공정관계를 토의한다.
- 신호 공사 자체공종의 전후 관계를 토의한다.

학습 4 평가

평가 준거

- 평가자는 학습자가 수행준거 및 평가항목에 따라 학습목표에 수준에 충분히 도달하였는지를 평가하여야 한다.
- 평가자는 다음사항을 평가하여야 한다.

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
착공 전 지장물 분석	- 설계서, 시방서 및 공정계획 지침에 의거하여 착공 전 현장 지장물을 분석할 수 있다.			
공정계획표 작성	- 공정계획표를 작성할 수 있다.			
내역분개와 공정 연결 계획 수립	- 상세예정공정표에 따른 공종별 책임자의 임무와 업무범위를 작성할 수 있다.			
지연원인 분석과 만회 대책 수립	- 작업지연 시 설계서, 시방서 및 공정계획 지침에 근거하여 지연원인 분석과 만회대책을 수립할 수 있다.			
후속 공정 대책 수립	- 설계서, 시방서 및 공정계획지침에 근거하여 후속 공정 대책을 수립할 수 있다.			

평가 방법

- 피평가자 체크리스트

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
착공 전 지장물 분석	- 설계서 및 공정계획 지침에 의거하여 착공 전 현장 지장물을 분석한다.			
	- 현장 조사 등에 의해 착공 전 현장 지장물을 분석한다.			
공정계획표 작성	- MMS, IPS 등의 공정계획표를 작성할 수 있다.			
	- MMS 및 IPS를 분석하여 CWS를 작성할 수 있다.			
내역분개와 공정 연결 계획 수립	- 상세예정공정표에 따른 공종별 책임자의 임무와 업무범위를 작성한다.			
	- 공종을 내역 분개하여 상세예정공정표에서 공종 간의 연결계획을 수립한다.			
지연원인 분석과 만회 대책 수립	- 작업 지연 시 지연 원인을 분석한다.			
	- 작업 지연에 따른 만회 대책을 수립한다.			

- 작업장 평가

학습내용	평가항목	성취수준		
		상	중	하
공정 관리 계획 수립	- 조별로 프레젠테이션을 통한 분임토의를 진행하고 공정계획표를 작성한다.			

피드백

1. 피 평가자 체크리스트

- 도면과 설계서에 의거 지장물의 내용을 파악하고 처리방법의 적정성을 살펴본다.
- 민원, 문화재, 교통대책 등이 더 큰 지장물임을 인지하는지를 확인한다.
- 시공사 작업예정공정표가 IPS의 기본방향을 준수했는지를 점검하여 보완한다.
- 시공사 작업예정공정표를 각 조별로 작성하여 크로스 체크하도록 하여 미진한 부분을 보완한다.
- 예정공정표에서 각 공종별로 전·후 관계의 적정성을 검토하도록 하고 미흡한 부분의 수정방법을 재교육한다.
- 작업의 지연 발생 시 지연원인을 분석할 수 있는 능력을 점검한다.
- 지연원인에 적합한 만회대책인가를 검토하여 틀린 부분을 지적하여 준다.

2. 작업장 평가

- 분임토의의 발표능력을 평가하고, 조별로 작성된 공정계획표를 상호 점검하여 미비점을 보완한다.

참고자료



- 김영태(2006.7). 『신호제어시스템』. 테크미디어.
- 박재영, 홍원식, 전병록(2006. 09). 『철도신호공학』. 동일출판사.
- 윤의수, 김병호(2003). 『PMP 수험서』. 소동.
- 하동욱(2004.12). 『열차제어』. 서울시 지하철건설본부.
- 한국철도시설공단(2011~2015). 시공관리절차서(각종).



※ 참고 설계·공사감리 등의 부실별점평가 및 관리기준 [별표4]

1. 용어의 정의

가. “부실별점”이라 함은 설계업·감리업체(이하 이 표에서 “업체”라 한다.)와 이에 소속된 전력기술인(설계용역의 참여전력기술인 및 감리용역의 참여감리원을 포함한다)에 대하여 산업통상자원부장관, 시·도지사, 발주자 또는 전력시설물공사를 허가·인가 또는 승인한 기관의 장(이하 “측정기관”이라 한다)이 부표 4-1 및 부표 4-2의 부실별점측정기준에 따라 부과한 점수를 말한다.

나. “누계평균부실별점”이라 함은 업체 또는 전력기술인 각각에 대하여 부실별점측정기준에 따라 부실별점을 합산한 점수를 2로 나눈 값을 말한다.

2. 부실별점의 적용대상 및 평가방법 등

가. 측정기관은 부표 4-1 및 부표 4-2의 부실별점측정기준에서 부실내용에 해당하는 경우 및 이와 관련하여 시정명령 등을 받은 경우에 부실별점을 적용한다.

나. 부실별점의 적용기간은 해당 용역의 공고일을 기준으로 2개월 이전까지의 최근 2년간의 누계평균부실별점으로 한다.

다. 당해 업체 또는 전력기술인의 각각에 대한 부실별점은 입찰참가자격사전심사 또는 다른 법령에 의한 불이익을 주는 때에 적용할 수 있다.

라. 누계평균부실별점은 다음과 같이 감점한다.

- (1) 1점 이상 2점 미만인 경우 : 0.2점
- (2) 2점 이상 5점 미만인 경우 : 0.5점
- (3) 5점 이상 10점 미만인 경우 : 1점
- (4) 10점 이상 15점 미만인 경우 : 2점
- (5) 15점 이상 20점 미만인 경우 : 3점
- (6) 20점 이상인 경우 : 5점

3. 부실별점의 부과 및 관리기준

가. 시·도지사 또는 발주자가 부실별점을 부과하고자 하는 경우, 그 지적된 내용이 부표 4-1 및 부표 4-2의 주요부실내용과 일치하지 아니하는 때에는 지적된 내용과 유사한 부실내용으로 별점을 부과한다.

나. 가목의 규정에 불구하고 시·도지사 또는 발주자는 당해 용역과 관련하여 감사기관이 처분을 요구하는 경우 또는 당해 업체 또는 전력기술인이 부실 확인을 거부하는 경우에는 처분요구서 또는 사진촬영 등의 증빙자료를 근거로 하여 별점을 부과할 수 있다.

<표 1-1> 설계업체 및 참여전력기술인에 대한 부실벌점측정기준 [부표4-1]

번호	주요부실내용	벌점
1.1	○ 현장사전조사 또는 관계기관의 협의 잘못으로 인하여 설계변경사유 발생 (설계업체 및 책임기술자에 한한다)	
	- 과업지시서에 명시된 현장사전조사나 관계기관협의 등을 하지 아니한 경우	3
	- 과업지시서에 명시된 현장사전조사 및 관계기관협의 등을 하였으나 조사 및 협의 내용이 부실한 경우	2
	- 지역여론의 수렴 등이 부족하여 공사 중 민원이 발생한 경우	1
1.2	○ 수량산출의 소홀(해당 공종의 참여전력기술인에 한한다)	
	- 설계수량 산출의 소홀로 인하여 공종별로 10%이상 공사비가 증가하여 추가예산이 소요된 경우	2
	- 설계수량이 공종별로 10%이상 차이가 발생하여 설계변경사유가 발생한 경우	1
1.3	○ 설계도서의 작성 소홀	
	- 설계도서를 기술기준에 적합하게 작성하지 아니한 경우	3
	- 설계도서간의 불일치, 일부누락 또는 당해 공사의 특수성, 지역여건, 공법 등을 고려하지 아니하여 현장실정에 부합되지 아니하거나 공사수행이 곤란한 경우	2
	- 시공상세도면의 작성이 미흡하여 현장시공이 곤란한 경우, 시공상세도면의 목록이 없는 경우 또는 인용내용이 불분명하거나 설계내용이 누락된 경우	1
1.4	○ 기자재선정의 잘못으로 인하여 공사의 부실 초래	
	- 주요 기자재의 선정 잘못으로 인하여 설계변경이 수반되는 경우	3
	- 주요기자재의 품질·규격 등 적합성 검토 소홀로 인하여 기자재의 재선정 또는 보완시공이 필요한 경우	1
1.5	○ 용역 참여전력기술인의 업무관리 소홀	
	- 참여예정기술인이 용역 과업수행시 직접 참여하지 아니하거나 무자격자가 참여한 경우	3
	- 참여기술인의 업무범위 및 내용이 실제와 다르거나 과업지시를 이행하지 아니한 경우	1
1.6	○ 사업수행능력 평가 시 제출된 참여전력기술인의 임의변경 또는 관리소홀(설계업체에 한한다)	
	- 발주자의 승인을 받지 아니하고 참여전력기술인을 임의로 교체한 경우	3
	- 동일자격 참여전력기술인을 특별한 이유없이 3회 이상 교체한 경우	2

출처 : 법제처 국가법령정보센터 산업통산부 고시제 2015-115호

<표 1-2> 공사시행 단계별 업무안내(착공단계)

단계	업무종류	세부사항	업무담당			
			발 주 청	공사감독관	감리원	시공자
공사착공	·설계도서 등의 검토	·발주청에 보고			검토,보고	
		·감리원에게 보고				검토, 보고
	·감리사무실 설치 및 설계도서 등의 관리	·사무실의 설치	시행		시행	시행
		·설계도서 등의 관리				
	·착공신고서 ·공사표지판 등의 설치			승인	검토,보고	작성 시행
		·측량기준점 및 각종 규준 시설	·측량기준점의 보호		이동시 승인	
	·확인측량	·규준시설 설치		확인	확인	시행
		·확인측량 실시		입회, 확인	입회,확인	시행
		·확인측량 결과의처리	지시	검토, 보고		작성
	·유관자 합동회의		요구	주관	지원	내용설명
	·하도급 관련사항			검토	검토	요구
	·현장사무소, 공사용도로 작업장부지 등의 선정	·가시설물 설치계획표		승인	검토	작성
	·현지여건 조사		승인	합동조사	합동조사	합동조사
	·인·허가 업무		주관	요구	요구	요구
·공사착수 회의		주관		지원	주관	
·품질 관리계획(품질시 험계획)		승인	검토	검토	주관	
·안전 관리계획		승인	검토	검토	주관	

출처 : 한국철도시설공단 - 시공관리절차서

<표 1-4> 공사시행 단계별 업무안내(시공단계)

단계	업무종류	세부사항	업무담당			
			발	주 청	감리원	시공사
공사시공 (3)	·시공관리	·암반선	협의	확인	확인	요구
		·특수공법		검토	검토	
		·기술검토 의견서		작성	작성	
		·주요기자재 공급원의 검토 승인 신청서	승인	승인	검토	요구 작성
		·주요기자재의 검수,관리		확인	검토	
		·지급 자재의 검수,관리		확인,보고	확인	
		·지장물 및 기존 구조물의 철거		검토,확인		
		·발주청에 현황 상황보고	검토,지시	보고	검토	작성 시행
		·공사감독관의 공사중지명령		지시,요구	검토	
		·설계변경 및 계약금액의 조정	·경미한 설계변경		검토,지시	검토,보고
	·발주청의 지시에 의한 설계변경		지시	검토,보고	검토,보고	
	·시공자의 제안에 의한 설계변경		통보	검토,보고	검토,보고	
	·변경계약전 설계변경에 따라 기성고 및 지급 자재의 지급		승인	지시	검토	
	·공정 관리	·계약금액의 조정	심사,승인	작성,보고	검토	작성
·공정 관리계획서 (실시공정표 포함)		승인,보고		검토		
·공사진도관리 (월간·주간 상세공정표)			검토,확인	검토	작성	
·부진공정 만회대책			지시,검토	검토		
·수정 공정계획		승인	검토,승인	검토,보고	요구,작성	
·준공기한 연기원			확인,보고	검토		
·공정현황 보고		확인,보고	검토	보고		
·안전 관리	·안전 관리	·안전 점검 ·안전교육 ·안전 관리 결과 보고서 ·사고처리	주관	확인	지도	시행 시행 시행 작성 조치
				지도,감독	지도	
·환경관리	·환경관리	·제보고 사항		지시,감독	검토	작성 조치
			지시,보고	지시,보고		
	·환경관리			지도,감독	지도	시행,보고 작성
				보고	검토	

출처 : 한국철도시설공단 - 시공관리절차서

NCS 학습모듈 개발진

(대표 집필자)

김봉수(대림코퍼레이션)

(집필진)

유근수(㈜한터기술)

엄기태(대아티아이㈜)

박경규(서울메트로)

이건수(신우이엔지㈜)

최종관(한국철도시설공단)

(검토진)

김기화(가톨릭상지대학교)

이 규(코레일)

장봉익(대구도시철도공사)

송수호(신우이엔지㈜)

김성일(㈜경인기술)

(연구기관)

황성수(한국직업능력개발원)

김인엽(한국직업능력개발원)

구본정(한국직업능력개발원)

유수진(한국직업능력개발원)

임아영(한국직업능력개발원)

※ 본 학습모듈은 「자격기본법 시행령」 제8조 국가직무능력표준의 활용에 의거하여 개발하였으며,
「저작권법」 제25조에 따라 관리됩니다.

※ 본 학습모듈은 <http://www.ncs.go.kr>에서 확인 및 다운로드할 수 있습니다.



www.ncs.go.kr