



도시철도관제시스템



노무법인 U& 산업안전 전문위원 **곽 정 호**

CONTENTS

1

관제시스템 일반

2

도시철도관제시스템

3

관제업무



1-1. 관제시스템

관 제

- 사전적 의미 : 관찰하여 통제함(어떤 사항을 강제적으로 관리, 제한하는 일)
- 법률적 의미(통념적 의미) : 집중 제어 · 통제 · 감시하는 일.

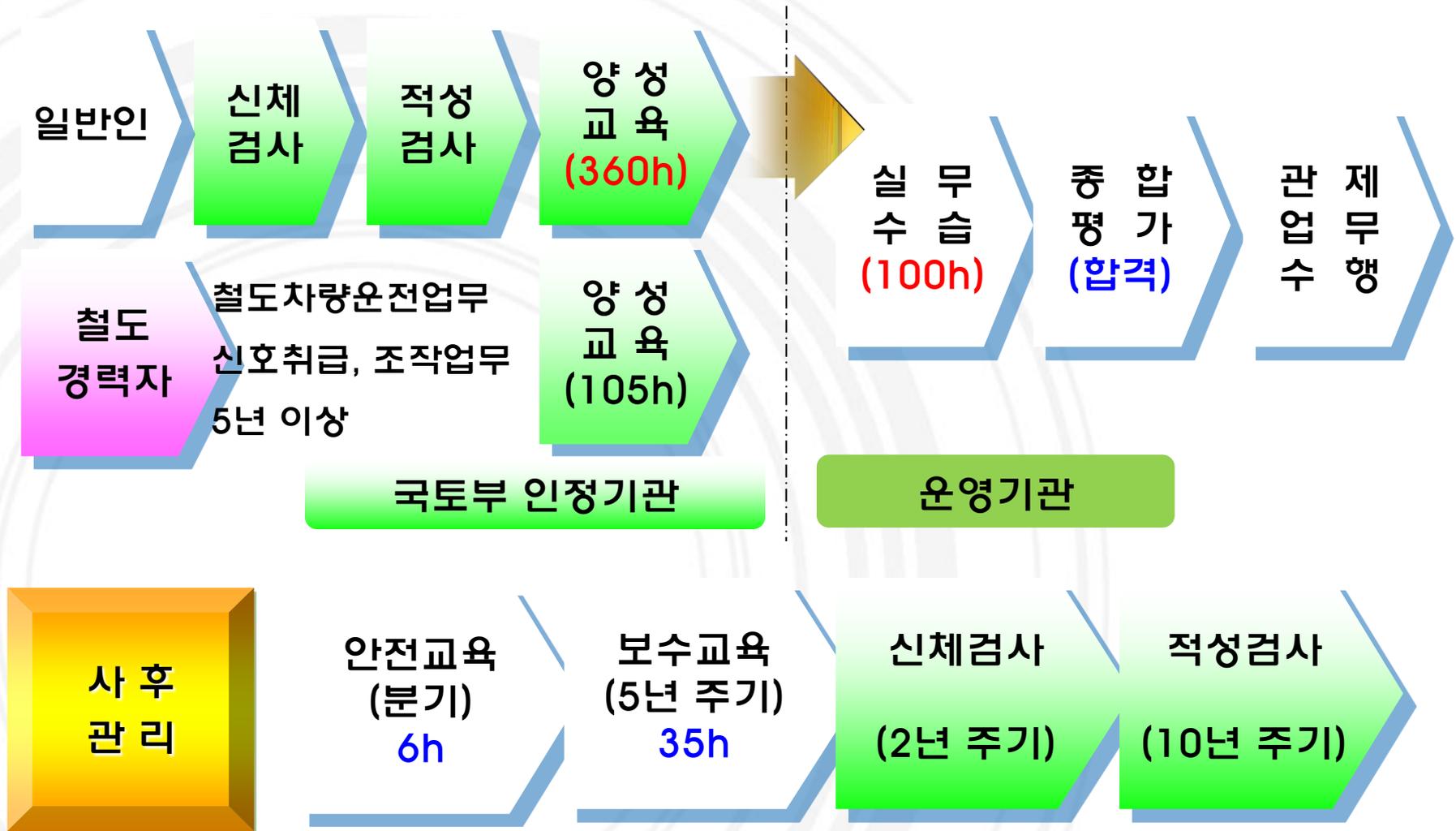
관제 System

철도차량 운영을 집중 제어 · 통제 · 감시하는 설비 및 직원

- 설 비 : 열차종합제어장치(TTC) 및 통신설비, 기타장치
- 직 원 : 관제사 (열차관제사)

❖ TTC : Total Traffic Control system

1-2. 관제업무종사자 양성 및 관리



1-3-1. 관제시스템 변천



- CTC시스템 : Centralized Traffic Control System

- TTC시스템 : Total Traffic Control System

1-3-2. 관제시스템 변천

[제1세대] BOX형 통제시스템

❖ 관제사가 통제의사 결정 ⇒ 역 상주 운전원이 운전취급 실시

- 운행정보 수집 : 역 운전원 ⇒ 사령전화 ⇒ 운전사령에게 보고
- 사령설비 : 운행스케줄 사본, 사령전화, 운전지시명령 기록판 등

특 징

- ➡ 통제 관련 정보수집, 의사결정, 업무처리 분리 ⇒ 절차복잡 및 혼동 우려
- ➡ 통제 신속성, 정확성, 효율성 저하 ⇒ 수송용량 수용이 극히 제한적
- ➡ 모든 운전취급 사람에게 의존 ⇒ 인적오류 노출로 안전성 저하

※ 운전사령 ⇒ 관제사 / 운전원 ⇒ Local 관제사

1-3-3. 관제시스템 변천

**[제2세대]
CTC시스템**

❖ **중앙에서 운전사령이 통제의사 결정 ⇒ 직접 운전취급 실시**

- **운영정보 수집 : 운전사령이 직접 확인 가능(대형표시반 도입)**
- **진로 및 신호 취급 : 운전사령 직접취급 ⇒ 원격제어**
- **사령설비 : 대형표시반, 열차운영제어컴퓨터, 정보전송장치 등**

특 징

- ☞ **통제 관련 정보수집 및 의사결정 업무처리 ⇒ 관제사 직접 실시**
- ☞ **통제 신속성, 정확성 향상 / 효율성은 일정한도까지 수송용량 수용가능**
- ☞ **대부분 운전취급절차 사람에게 의존 ⇒ 인적오류에 노출로 안전성 저하**

※ 최초도입 : 1927년 미국 뉴욕의 센츨럴 노선 63km

※ 우리나라 도입 : 1968년 중앙선 망우~봉양(148km) 구간

1-3-4. 관제시스템 변천

❖ 중앙에서 종합시스템 의한 열차운행 통제 실시

- 운행정보 수집 : 노선 모든 열차 운행정보를 관제사가 직접 확인가능
- 진로 및 신호 취급 : 자동제어 및 수동제어 가능
- 관제설비 : 대형표시반, 열차운행제어컴퓨터, 정보전송장치 등
전력계통 감시 및 원격제어, 기계설비 원격제어, 각종 통신용 설비

[제3세대]
TTC시스템

특 징

- ☞ 열차운행제어 : 시스템 의한 자동제어 또는 수동제어 가능, 운행기록 저장
- ☞ 통제의 신속성, 정확성, 효율성, 안전성 보장 ⇒ 대용량의 수송용량 수용가능
- ☞ 종합시스템 구성 ⇒ 고기능을 구비한 CTC시스템(자동제어, 다양한 기능발휘)
SCADA(전력계통 원격제어 및 감시시스템),
무선전화기, 영상제어장치, 원격방송장치,
각종 안전운행 지원장치(예, 재난정보공유시스템 등)

1-4-1. 관제시스템 종류

구분	용어	적용	기본 기능
CTC	Centralized Traffic Control	일반 철도	<p>각 지역 관제실에 분산 배치되어 있는 <u>관제설비를 한곳으로 통합, 광범위한 구간 내 운행하는 다수의 열차를 종합관제실에서 원격제어 및 일괄 통제하는 시스템.</u></p> <p>초창기에는 CTC 기능에 자동개념이 포함되지 않은 수동원격제어에서 최근 시스템의 발전으로 자동원격제어로 발전함.</p>
PRC	Programmed Route Control	일반 철도	<p>CTC와 TTC의 중간개념의 시스템으로서, <u>프로그램에 의해 진로제어가 가능한</u> 시스템.</p>
TTC	Total Traffic Control	도시 철도 일반 철도	<p>각종 <u>컴퓨터에 의해 노선에 운행 중인 모든 열차에 대한 감시 및 제어를 하는 시스템으로서, 운행 스케줄에 의한 자동제어를 기본으로 하는 시스템</u>이며, 하위기능으로 CTC 기능이 발휘되는 시스템.</p>

1-4-2. 관제시스템 종류

구분	용어	적용	기본 기능
ATS (ALS)	Automatic Train(Line) Supervision	공항 철도	<p>폐색시스템이 <u>차내연산방식</u>(Distance to go)으로 발전함에 따라 <u>열차운행상태 감시 및 계획 운행패턴을 유지하기 위한 열차운행명령에 대한 적절한 통제를 실행하는 시스템.</u> 운행스케줄 관리와 열차 자동 감시 및 <u>현장 자동장치에 대한 감시. 통제기능을 구비한 시스템.</u></p>
OCC	Operation Center Control	신분당선, 의정부, 용인 경전철	<p>전력/통신/설비/신호의 각 분야별 시스템 컴퓨터를 설치하여 <u>OCC컴퓨터로부터 관련 정보를 제공받아 자체 데이터베이스를 구축하여 운영 및 유지보수업무를 수행하는 시스템으로서</u> 열차상태 정보전송. 실시간 감시, 원격제어 기능을 구비함.(열차운행, 회차, 주박 등 자동실행)</p>

1-5. 관제시스템 발전방향

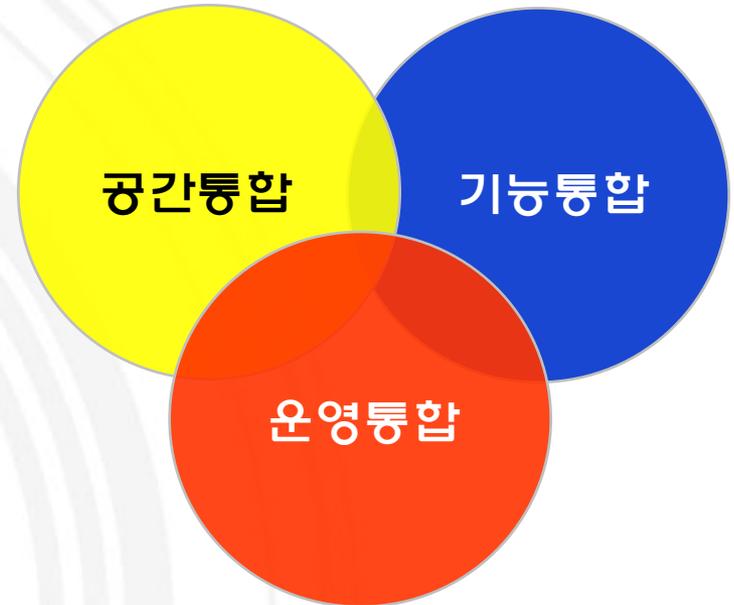
기존 관제시스템

호선별 장소 분리 및 분야별 시스템 분리

- 유지관리 비효율적
- 기능 확장시 고비용 소요



통합관제시스템



[통합관제시스템 특징]

- ❖ 이용자 보호 및 운영 효율화 위한 증양집중화 ⇒ 객실모니터링, 화재감지 기능, 고수위경보
- ❖ 다양한 원격제어 기능 발휘 ⇒ 전동차 기동, 열차운전(정차, 퇴행), 무인운전, 안내정보 자동화
- ❖ 표준화 및 사용자 위주의 편의성 제공 ⇒ 범용 H/W · S/W, 인체공학적 설계 및 인테리어
- ❖ 시스템 신뢰도 향상 ⇒ 보안강화, 다중계 구조설계, 자기진단, 가용성 및 확장성 수용

1-6-1. TTC시스템 개요

TTC

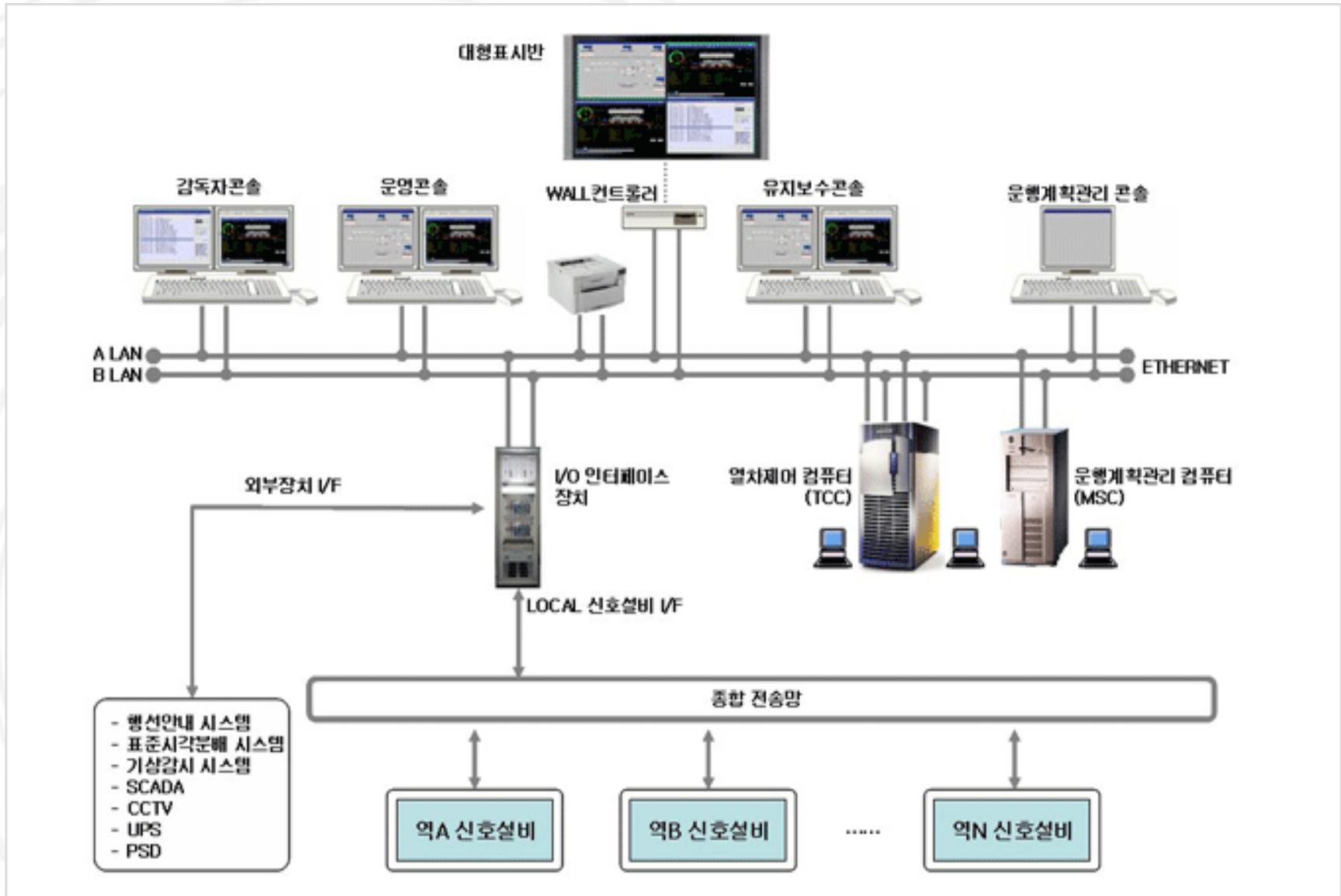
열차종합제어장치 ⇒ Total Traffic Control System

각종 컴퓨터장치 및 통신장치 등을 종합적으로 활용하여
열차운행을 안전하고, 효율적으로 감시, 제어, 통제할 수 있도록
지원하는 열차운행관리시스템

❖ TTC시스템 광의적 개념 : 종합교통 제어 및 관리시스템

열차운행 제어 + 수송관리(승차권 예약, 수송실적 자료 저장 분석 등)

1-6-2. TTC시스템 기본 구성



1-6-3. TTC시스템 기본기능

- 사용자 인터페이스 기능 : 실시간 열차운행정보 제공, 제어취급 명령수용
- 열차 식별기능 : 열차번호 부여, 열차번호 및 위치 추적 관리
- 자동진로 설정기능 : 운행Schedule 적용 ⇒ 열차 운행진로 자동제어
- 자동 운행간격 조정 및 열차속도 설정 기능 : 운행간격유지 및 주행속도 설정
- 역 정차 기능 : 역 정차 및 통과 제어, 역 정차시간 조정
- 자동제어 제한 기능 : 수동제어 가능, 일정구간 사용차단
- 정보서비스 기능 : 제어취급 및 운행실적 분석 관리 기록 및 고장정보 제공

1-7-1. 관제시스템 설계기준

관제시스템 설계기준

- ❖ 열차 안전 및 정시운행에 중대한 영향을 주는 설비
- ❖ 관제시스템 설계기준 인식 ⇒ 효과적 사용 및 고장대응 가능

● **Fail-Safe 기능확보** : 오류 발생 또는 기기 고장 발생시 **안전측으로 동작**

● **Back-up시스템 구성** : 중요장치 **이중화로 제어 및 감시의 연속성 유지**

● **Man-Machine Interface (인간-기계 시스템화) 기능 구비**

- 기계 ⇒ **복잡한 계산, 정보처리 담당** / 인간 ⇒ **감시, 단순한 조작**

● **보수 용이성 확보** : **고장 검지, 확인, 위치선정 시간 최소화 및 신속한 조치 가능**

1-7-2. 관제시스템 설계기준

● 결함극복 기능 확보

▪ 결함회피 기능(Fault Avoidance)

신뢰성 높은 부품을 사용하고, 시스템 설계시 섬세한 설계로 고장 발생확률 감소

▪ 결함 마스킹 기능(Fault Masking)

오류가 시스템의 정보구조 속으로 들어가는 것을 방지

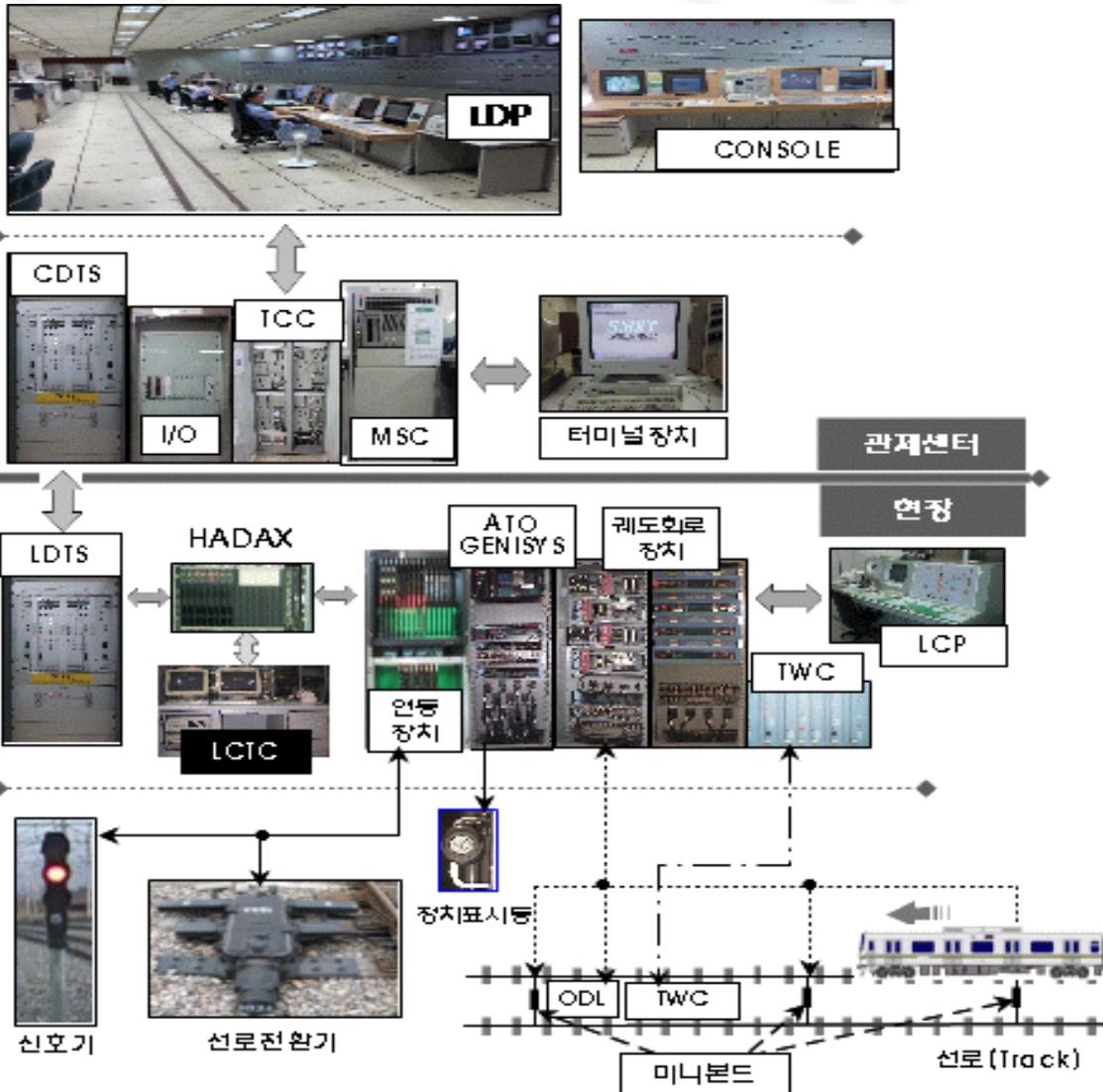
* 시스템에서 Data 사용 전에 해당 Data의 오류여부를 확인하는 Process 운영

▪ 결함허용 기능(Fault Tolerance)

고장발생시 모든 기능이 정지되지 않고, 성능 저하가 있더라도 동작 유지

● 시스템 확장성 확보 : 장래 시스템 확장 및 노선연장 대비 용량 확보

2-1. 서울도시철도 TTC시스템 구성



- LDP : 대형표시반
- MSC : 운행관리컴퓨터
- TCC : 열차운행제어컴퓨터
- I/O : 입출력장치
- DTS : 정보전송장치
 - CDTS : 중앙정보전송장치
 - LDTS : 지역정보전송장치
- Console : 제어탁

운행관리컴퓨터

MSC : Management Support Computer

열차운행제어컴퓨터

TCC : Traffic Control Computer

입 · 출력 제어기

I/O : Input/Output Controller

정보전송장치

DTS : Data Transmission System

대형 표시반

LDP : Large Display Panel

제어탁

Console(운영자용, 감독자용, 유지보수자용)

TTC

MSC



운영관리컴퓨터

TCC



열차운행제어컴퓨터

I/O장치



입출력제어기

DTS



정보전송장치

주변장치

무선전화기

집중전화기

영상장치제어기

원격 방송장치

재난정보공유장치



Consol

관제사 제어탁

LDP



대형 표시반

2-2. 도시철도 TTC시스템 운영

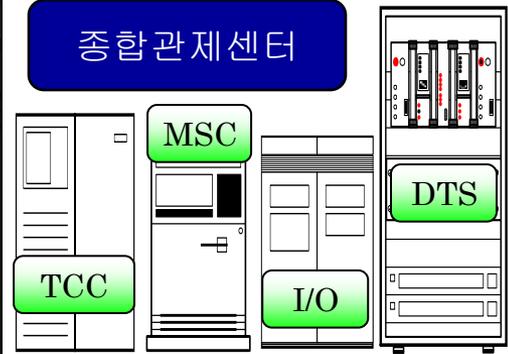
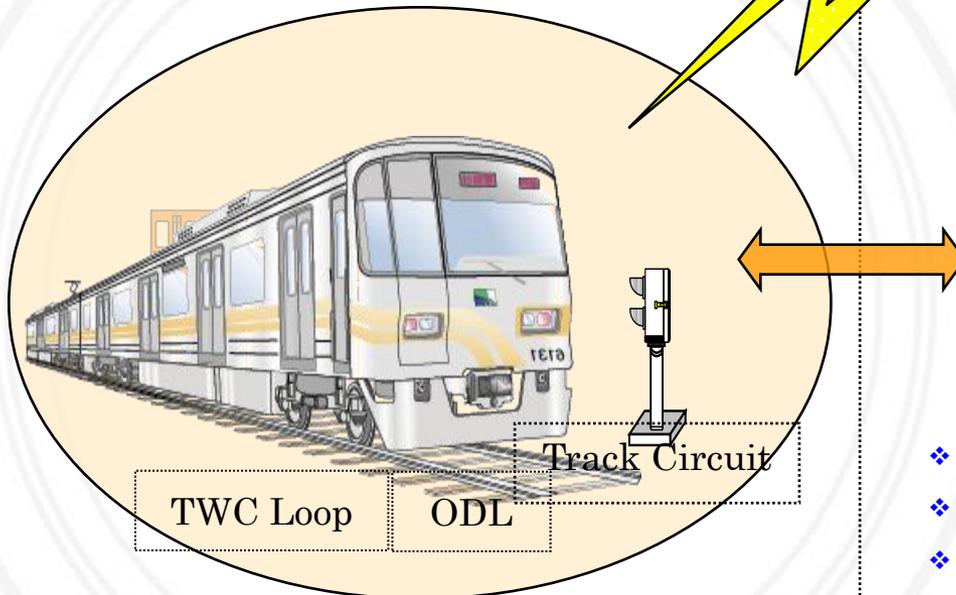
❖ Track Circuit (궤도회로)

- 열차 운행위치 추적(신호제어용 Source)
- 속도코드 송신 ⇒ 폐색결과

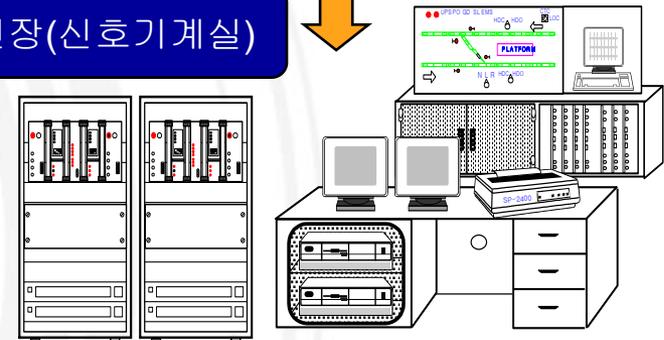
❖ ODL(Open Door Loop)

- 출입문 열림 Source 수신용 코일

❖ TWC Loop : 자동운전에 필요한 정보 송수신 코일



현장(신호기계실)



- ❖ MSC(Management Support Computer) : 운행관리컴퓨터
- ❖ TCC(Traffic Control Computer) : 열차운행제어컴퓨터
- ❖ I/O장치(In-out put Controller) : 입출력제어기
- ❖ DTS(Data Transmission) : 정보전송장치

2-3. MSC

운행관리컴퓨터

저장된 열차운행 계획(Schedule)을 TCC 및 현장 컴퓨터에 제공하고, 각종 열차운행 실적 저장, 자료를 산출함.

MSC



운행관리컴퓨터

- ❖ 열차운행스케줄 작성(운행경로 포함)
- ❖ 열차운행스케줄 저장 보관(요일별, 계절별 등)
- ❖ 열차운행 관련 각종 실적 저장
- ❖ 열차 운행스케줄을 TCC로 전송

2-4. TCC

열차운행제어컴퓨터

열차운행스케줄, 운행정보 또는 관제사의 취급정보에 따라 열차운행을 제어하는 기능을 수행함.

TCC



열차운행제어컴퓨터

- ❖ 열차운행을 제어하는 Main 컴퓨터
- ❖ LDP에 열차운행 상황 표시
- ❖ 운영자가 W/S로 운행스케줄 변경처리 가능
- ❖ 영업종료 후 운행실적을 MSC로 전송
- ❖ MSC로부터 최대 9개의 운행계획 수용
- ❖ 신뢰성, 안정성 확보를 위한 이중계 구성

2-5. I/O장치 및 DTS

입출력제어장치 / 정보전송장치

I/O장치



입출력제어기

- ❖ TCC 제어정보 및 DTS에서 수신 받은 정보 등을 시스템에서 사용 가능한 정보로 변환하여, 각 시스템으로 입력 또는 출력하는 장치

DTS

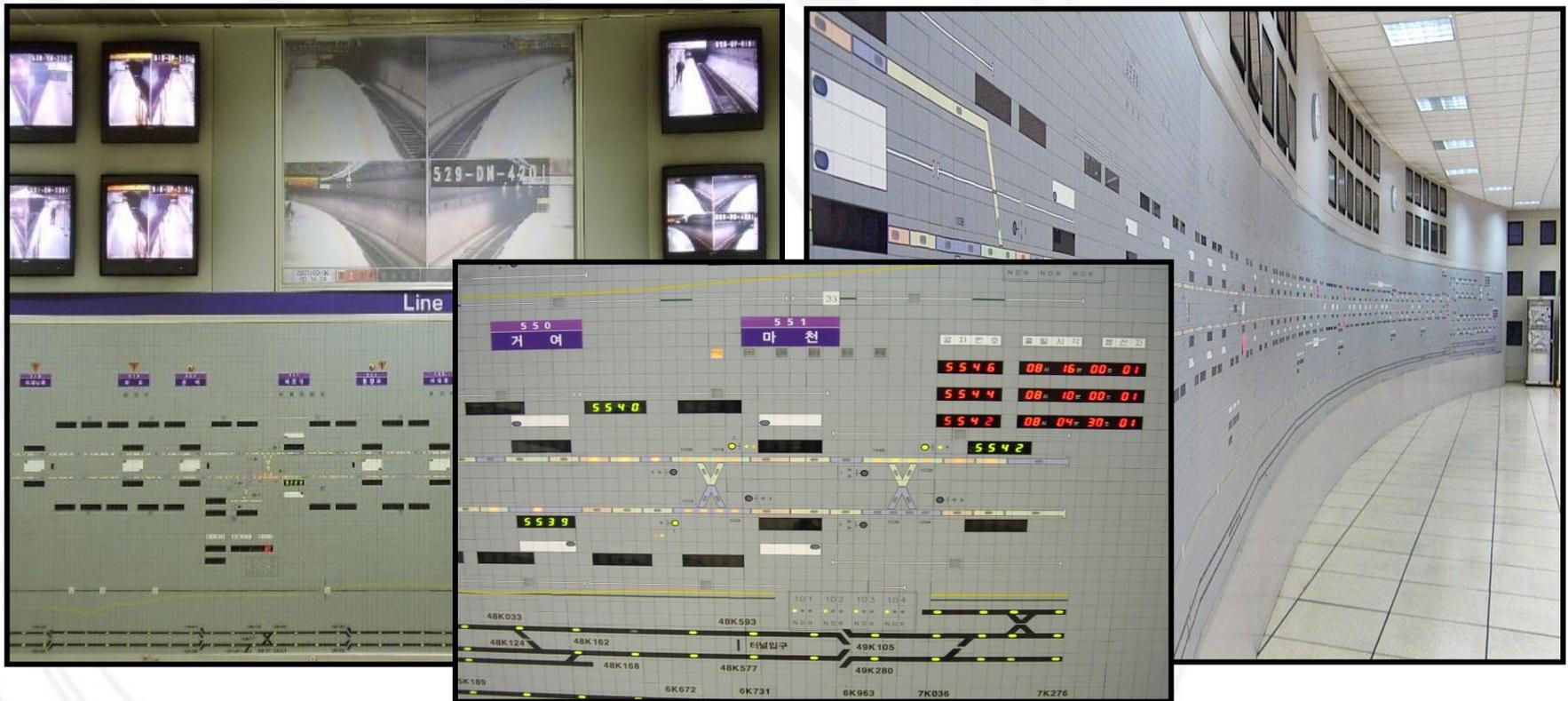


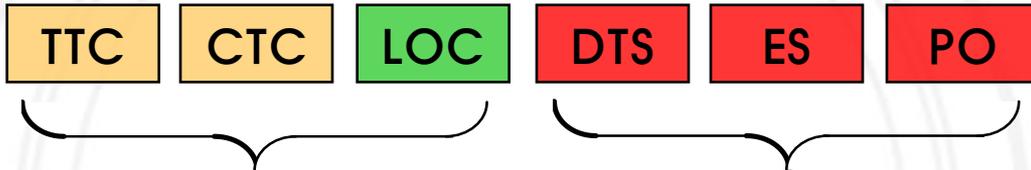
정보전송장치

- ❖ 정보전송장치 : TTC 시스템 \Leftrightarrow 현장신호시스템
 - 관제실(CDTS), 현장(LDTS)
 - TCC에서 제어정보 현장신호시스템으로 전달
 - 열차운행 제어결과(진로설정, 궤도점유 등)를 TCC로 전송(제어반영, 보관, LDP 표시 등)

2-6. LDP

관제사에게 열차운행상황과 관련된 제반정보를 제공해주는 표시반





제어형태표시등

상태표시등

1. 역명(지정번호)

2. 제어형태 및 상태표시등

- 제어형태 표시등 구분

TTC제어 / CTC제어 / LOC제어

- 상태 표시등 구분

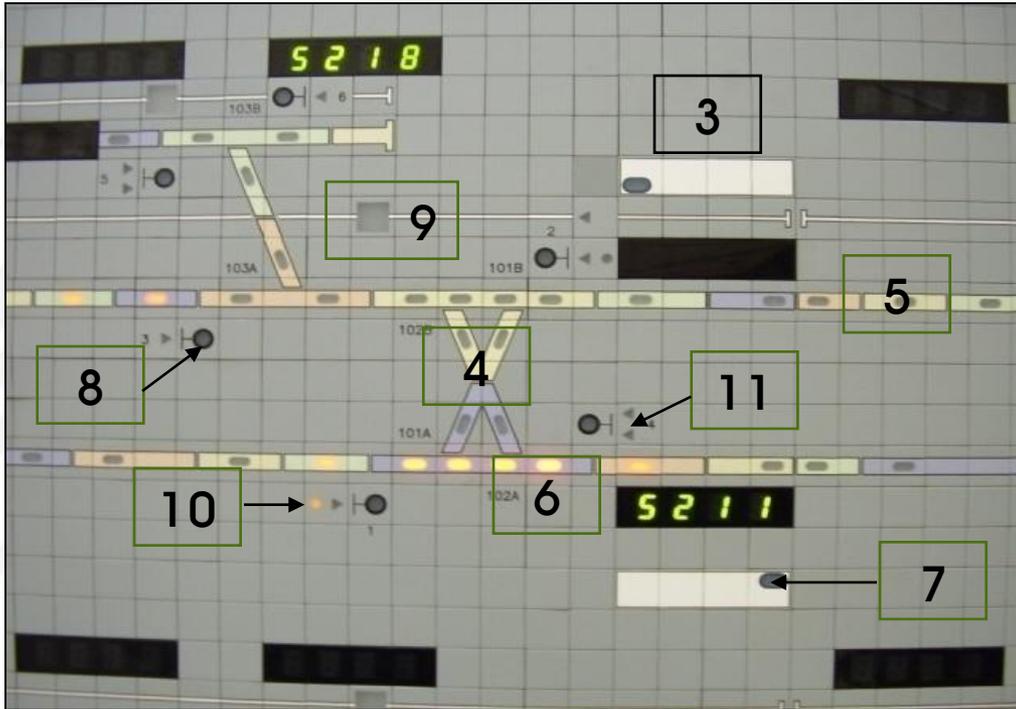
DTS : 정보전송장치상태

ES : 비상정지 취급상태

PO : 전원장치 상태

✓ **신호취급역 : 제어형태표시등 + 상태표시등**

✓ **신호기계실역 : 상태표시등**



3. 승강장 형태(섬식/상대식)
4. 선형(분기기, 유치선 등)
5. 폐색구간(궤도회로 구분)
6. 열차 운행위치(열차번호)
- 해당궤도 적색LED 점등
7. Dwell Lamp(역과 동일)
8. 진로개통표시(녹색LED점등)

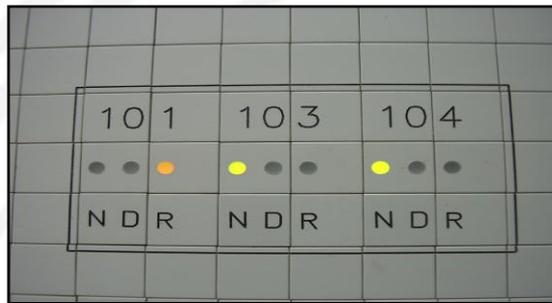
9. Slow Order표시등 : 운행속도 제한(25k/h)설정 상태표시(구간별, 상하선)

10. Fleeting 표시등 : 조건만족시 자동 진로설정(진로방향 고정시 사용)

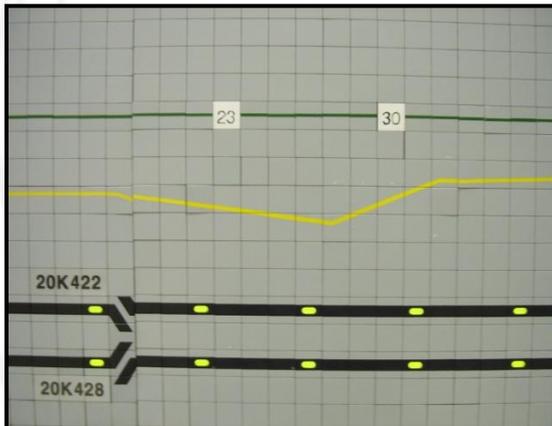
11. 신호표시자 : 진로설정시 ▷ 모양의 표시자가 녹색으로 표시



12. 라인업 창 : 출발 및 출고 예정 열차정보 표시
- 열차번호, 출발시각, 행선지(역 번호)



13. 선로전환기 상태 표시등
- N : 정위 / R : 반위 / D : 불일치(Disturb)
 - 모타카 통제시 정반위표시기 제어



14. 선로 기울기 및 심도표시
- 표고(해발고도)를 기준 선으로 표시
15. SCADA 표시
- 색선별, 상하선 구분하여 급전상태 표시
 - 구분구간 위치(키로정) 표시

2-7-1. 제어탁(Console)

관제업무를 필요한 각종 설비를 관계자들이 용이하게
취급할 수 있도록 한곳에 모아놓은 Desk.

구분	관제사용	감독자용	유지보수자용
제어기(Workstation)	Y	Y	Y
기능키(Function key)	Y	N	N
열차무선	Y	Y	N
영상장치제어기	Y	Y	N
집중전화기	Y	Y	Y
DTS상태표시기	Y	N	Y

❖ 사용용도 및 직위에 따른 제어권 차등화 위한 제어탁별 기능 차이가 있음.

무선전화기

제어기
(Work Station)

집중전화기

영상장치제어기

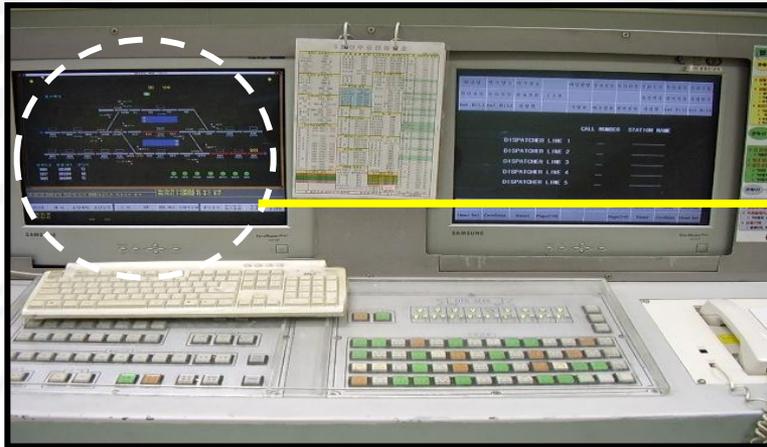
기능키

DTS상태표시등



2-7-2. 제어기(Workstation)

관제사가 필요시 열차운행 제어 취급 및 운행상황, 실적조회 장치



- ❖ 사용자 등록, Password입력 후 제어범위를 설정 운영.
- ❖ 각종취급은 마우스나 키보드로 수행.
- ❖ 실시간 정보가 제공되므로 정보가 계속 변경.
- ❖ 열차운행 실적 조회는 당일분만 가능.

1. 역상태

- 개별역
- 전체 역상태
 - 전차선 가압상태
 - 운행열차 표시

2. 제 어

- 진로설정 및 취소
- 선로전환기 취급
- 연속진로 ON, OFF
- 정차시간 제어
- 열차번호 변경
- 비상정지 설정

3. 운행계획

- 운전휴지 지정
- 운전지정
- 시각변경
- 반복열차번호 지정
- 운행형태(종별) 변경
- 순서변경
- Dia Copy
- 열차정리
- 정보정리

4. ATO 제어

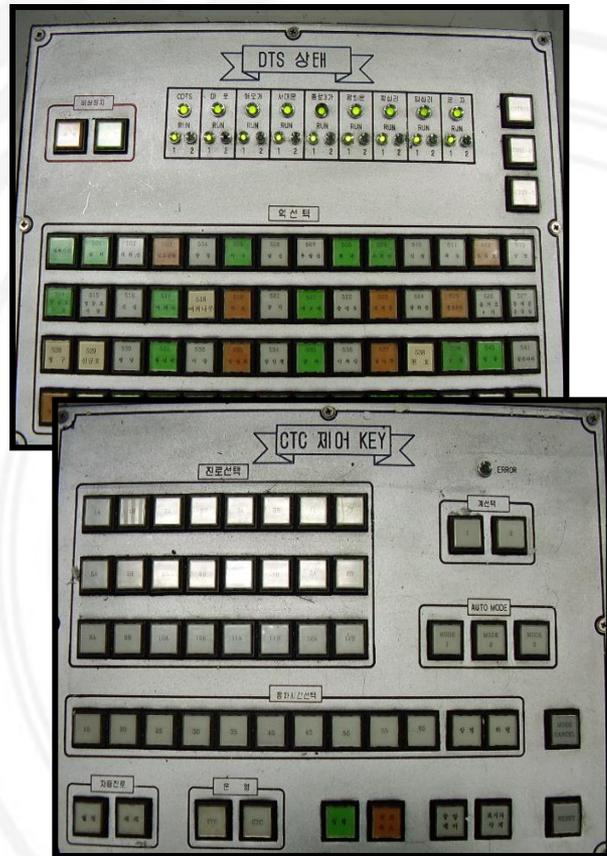
- 무인운전허가, 거부
- 회복모드
- 정상모드

5. 운행실적/조회

- 운행실적(역, 열차)
- Dia 조회(역, 열차)

2-7-3. 기능키

W/S, TCC 고장 시 수동으로(기능Key 활용) 열차운행을 제어하는 장치



❖ 취급시기

- W/S로 열차진로, 선로전환기 취급 불가시
- 자동 진로설정 불가, 불일치 현상 발생시 등

❖ 제어명령

- 운영 MODE선택, 비상정지 설정/해제,
- 진로 설정/취소, 자동진로 설정/취소 등

❖ 제어명령은 TCC를 경유하지 않고 CDTS를 경유 현장 LDTS로 직접 전달.

2-7-4. 무선전화기

- ❖ 관제사와 이동국(열차)과 기지국(신호취급실등)의사소통 장치
- ❖ 관제사가 열차객실 안내방송을 할 수 있는 장치



- ❖ 개별통화 : 관제사 ⇔ 선택 열차간(열차번호)
- ❖ 그룹 통화 : 관제사 ⇔ 선택 ZONE / GROUP
- ❖ 전체통화(ALL CALL) : 관제사 ⇔ 모든 열차
- ❖ 비상통화 : 기지국에서 비상통화 요청시

- ❖ 객실방송(Broad cast) : 개별열차, 일정구간 운행열차, 전체노선

2-7-5. 영상장치제어기

관제사의 선택에 의하여 역의 승강장, 대합실 등을 확인할 수 있는 장치

- ❖ 관제사 선택에 의하여 역, 장소마다 순환 현시 또는 고정현시
- ❖ 상황발생 등 필요 시 대형모니터(70인치) 현시 : 슈퍼탁에서 선택



- ✓ Stations 선택(501 ~ 551)
- ✓ Image 선택
 - 승강장 : UP(상선), DN(하선)
 - 대합실 : CO
 - 게이트 : GR, GL
 - 발권기 : AT
 - 환승통로 : TF
 - 승강기 : E/L, E/S

2-7-6. 집중전화기

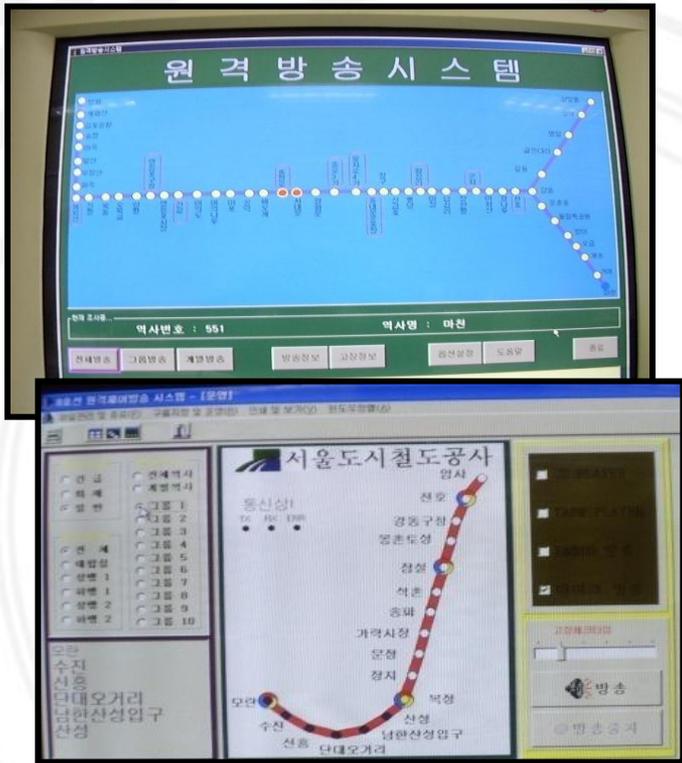
관제사의 신속한 의사전달을 위하여 각종 전화기를 집중화한 통신장비



- ❖ 터치스크린 방식(다이얼)
- ❖ 비상발령 기능(아이콘 이용)
- ❖ 전화구성
 - 일반전화 : 전화번호 터치로 연결
 - 구내전화 : 그룹아이콘 / 번호 연결
 - 직통전화 : 아이콘 터치 연결
- ❖ 직통전화
 - 119, 112, 수방사 등

2-6-7. 원격방송장치

종합관제센터에서 필요시(상황발생시 등) 역사방송을 실시하는 장치



❖ 방송장치 사용법

1. 방송범위 선택 : 전체, 그룹, 개별
2. 방송역사 선택 : 개별일 경우 해당역
3. 방송장소 선택 : 상하선, 대합실, 전체
4. 작업메뉴 : 긴급방송, 일반방송 선택

❖ 역사방송 우선순위

- ① 역사 화재방송
- ② 관제 긴급(EM)방송
- ③ 열차 진입방송
- ④ 관제 일반방송
- ⑤ 역사 일반방송

2-8-1. 운행Schedule 입력

목적

--- TTC시스템 의해서 운행스케줄 대로 자동제어

방법

--- 운행스케줄(열차 DAI)를 MSC에 저장

입력내용

--- 열차별 운행정보

- 각역 도착 및 출발시각, 정차시분.
- 각역 도착 진로
- 각역의 승하차 방향(자동안내 방송과 안내 표시기 표출정보)
- 운행 Type(입고, 출고, 주박, 영업, 회송 등)
- 종착역 및 회차 진로
- 출고에서 입고까지 운행행로에 따라 열차번호 변경지점에서 해당 열차번호
- 기타 운행과 관련된 일체의 정보입력 작업

2-8-2. 운행Schedule 입력

입력절차 및 주의사항

- ① 기존 저장된 운행스케줄 현황 파악
(평일, 휴일, 특정일, 별도보관 DIA)
- ② 입력 저장하고자 하는 방의 선택
- ③ 운전계획부서에서 작성한 운행스케줄을
임의 디렉토리에 복사
- ④ 운행편집기 실행 ⇒ 저장한 운행스케줄 로딩
- ⑤ 수정작업실시(입력대상 열차별 운행정보)

기준정보 ⇒ 운행스케줄 대로

- ⑥ 저장(다른 방의 운행스케줄 손실되지 않도록)

