

전기철도의 전차선로 계획(하)

문 병 주

한국종합엔지니어링(주) 이사

5. 급전계통 구성 시스템 선정계획의 순서

가. 급전피더의 모선 구성과 변전소 앞 Section 구성

급전피더는 전철변전소의 변성장치로부터 전압별, 극성별, 상수별 및 주파수별로 구성하되 선구의 조건을 고려하여 표 27과 같이 급전피더의 모선을 구성한다.

〈표 27〉 급전모선의 구성

구분	T형 모선	II형 모선
용도	한산한 구간의 단선케도 직류 또는 교류 부등변 단상급 전 구간	복잡한 구간의 복선케도 직류 또는 교류 2상급 전 구간
특징	Section 없어 변전소 앞 역행 가능원칙	Section 있어 변전소 앞 역행 곤란원칙

또 급전모선으로부터 인출된 변전소 앞 Section 구성은 다음 표 28과 같다.

〈표 28〉 변전소 앞 Section의 구성

구분	직류식 전기철도		교류식 전기철도	
	급전표준	방면별 동상급전 표준	상·하 선별 동상급전	방면별 2상 급전표준
모선의 교차	상·하 선별 급전시 발생	발생함	발생하지 않음	
인접 변전소 운용	병렬운전	단독운전	단독운전	
변전소 앞 섹션의 구성	Air Section 동상 Section Insulator	Air Section 동상 Section Insulator	사구분장치 2상 Dead Section	
열차통과방식	역행 가속기능	역행 가속기능	타행 감속제한	
상하 건널선 구성	동상 가능	2상 불가능	동상 가능	
타이프스트 구성	동상 가능	2상 불가능	동상 가능	

〈표 29〉 급전계통 급전구간의 구성

구획종류	경계구간(Boundary Area)	연장구간(Extension Area)
구획목적	전차선로 사고에 대응 당해 변전소 급전과 정지 가능한 구간	변전소 사고에 대응 인접 변전소에 연장급전 가능한 구간
구간범위	당해 구간 양단의 급전구분소까지	인접 구간 내의 변전소 모선 또는 보조급전구분소까지
정전구간	고장구간 계통 분리시 인접 구간에서 연장급전	고장변전소 계통 분리시 양쪽 인접 변전소에서 연장급전
구분장치	사구분장치와 차단기 및 단로기	사구분장치 차단기 및 단로기

나. 급전계통 급전구간의 구성

급전계통은 인접구간 전기방식과 전기차 직통운전조건을 고려하여 해당 전철변전소의 급전피더로부터 인접한 전철변전소와 경계를 이루는 급전구간을 경계구간이라 정하고, 인접한 전철변전소 고장시 열차운전이 지장을 받지 않도록 급전구간을 연장하는 급전구간을 연장구간이라 정하며, 정해진 구간에는 급전구분소와 보조급전구분소로 배치하고, 여기에는 차단기와 단로기 및 개폐기로 회로를 투입 또는 차단 조작을 행하도록 하고 구분소와 보조급전구분소 앞에는 사구분장치를 두고 급전계통을 표 29와 같이 급전구간으로 나누어 구성하되, 보호계전기의 사고 선택 차단범위는 인접구간 변전소와 중첩되게 구성한다.

다. 급전계통의 구성 순서의 예

① 전차선로에 급전선은 그 구간내 사고시는 해당 인접구간 변전소와 경계를 이루는 급전구분소를 경계구간으로 구성하고 차단기와 단로기로 구분하되 급전구분소 앞에는 사구분장치를 두고 구성시켜 경계구간 내에서 급전, 정전이 가능하도록 계획하고, 인접 구간내 변전소 사고시를 대비하여 인접구간 내에까지 연장급전이 가능하도록 보조급전구분소를 두되 보조급전구분소 앞에도 사구분장치를 두고 연장급전구간을 계획하고 급전계통구간을 나누어 연장급전이 원활히 될 수 있도록 구성한다.

② 전차선로에 전차선은 온도변화와 기상환경변화에 의해 전차선이 신축시에는 가선허성이 변화하여 이도변화로 인한 사고와 장력변화가 일어나므로 전차선이 온도변화 신축시 이를 흡수할 수 있도록 1.6km 마다 기계적 구분 장치와 장력조정 장치로 전차선로를 나누어 항상 등고, 등장력, 등요력이 되도록 구성시킨다.

③ 급전구간의 경계구간과 연장구간의 범위에 대해서는 전차선로 허용전압강하와 보호계전기 선택 차단범위 및 궤도누설전류에 의한 대지전위 상승한도 이내로 하되, 보호계전기에 관하여는 상향구배구간에서 열차 출발시 기동돌입전류와 고조파로 인한 오동작 및 인접구간 사고시 연장급전 과정에서 보호구간과 범위에 맹점이 발생하지 않도록 중첩시켜 보호범위 등에 문제점이 없도록 고려하여 결정한다.

④ 급전구간에 전압강하가 심할 경우에 직류급전방식의 경우에는 상·하선 간에 Tie Post를 두고 여기에 차단기와 단로기를 설치하여 상·하선 간을 병렬로 운전시켜 전압강하를 구제하는 방법과 교류급전방식의 경우에는 방면별 급전계통 구성에 한하여 직류급전방식과 같이 상·하선 간에 Parallel Post를 설치하고 전압강하를 구제하는 방법으로 계통을 구성토록 계획함으로써 상하선

〈표 30〉 급전계통의 구성순서와 설치 위치의 요약

구성 순서	전기적 사고 구분과 연장 전차선 전압강하 구제	전차선 신축시 열적, 기계적 응력	기상이변 전차선 횡장력 중력환경 전차선 흐름
구성 목적	설비 운용효율 향상 도모	유지보전능력 향상 도모	내구수명 성능 향상 도모
적용 도체	급전선 및 보호선	전차선 및 조가선	전차선 및 조가선
구분 기기	전기적 차단기와 단로기	기계적 구분장치	전기적 구분장치
구분 장치	설비 앞 2상 사구분장치 설비 앞 동상색선인슈레터	전차선 Air Joint	전차선 동상 색선 인슈레터
구분 설비	급전계통간: 급전구분소 급전구간내: 보조구분소 상·하선간: 타이포스트 상·하선간: 파라렐포스트		점검 및 복구시간 단축용 터널 전후: Air Joint 교량 전후: Air Joint
설치 위치	구분장치의 설치 위치는 장내 신호기, 출발신호기, 폐색신호기 및 건널선 분기기, 그리고 전기차의 집전체간 간격, 편성최대열차장 등을 고려하여 선정한다.		

중 어느 하나가 고장 또는 사고복구 정전인 경우에는 단선운행이 가능하게 되는 이점도 생긴다.

⑤ 전기차가 신호현시에 의해 정차할 경우에 구분장치의 선정이 신호현시 위치와 정합되지 않을 경우 집전체가 사구간에 들거나 본선의 동상 Air Section 또는 2상 절연 Section에 끼임이 발생하면 전기차의 기동불능사고나 정전구간에 전압이 인가되어 인축감전사고 등의 문제가 발생할 우려가 있으므로 신호기와 집전체 간의 간격 및 편성 최대열차장을 고려한 구분장치의 설치 위치를 계획한다.

⑥ 위에서 설명한 내용을 요약 정리하면 표 30과 같다.

6. 전철 변전소의 변전시스템 선정계획

전차선로는 급전모선으로부터 분배받은 전력을 전기차에 전력을 직접적으로 공급함과 동시에 전력을 전송하고 전철변전소는 급전모선에 전력을 공급하는 기능적 역할을 한다.

본고에서는 전철변전소의 변전시스템 선정에 대하여 교류방식과 직류방식이 약간 다르므로 일반적이고 공통적인 사항을 약속코저 한다.

가. 변전시스템 선정계획 순서

변전시스템은 변전방식, 보호방식 및 감시제어 방식으로 대별하여 계획한다.

① 변전방식은 주변압기를 중심으로 하는 변전설비의 의장과 형태 및 구조를 계획하고 이를 Skeleton으로 표현하는 설계를 말한다.

② 보호방식은 변전설비의 Skeleton 설계도에 아래의 순서대로 심벌 또는 부가 표기하여 설계 도서화 하는 것을 말한다.

㉠ 주회로 및 모선에 뇌격외뢰 또는 개폐성 조작 Surge, 과도성 공진 Surge, 및 지속성 고장 Surge와 같은 내뢰에 대하여 경제적인 설계기법이 되는 절연 협조용 장치를 부가한다.

㉡ 주회로 및 모선에 흐르는 단락전류를 신속하게 분리하기 위한 차단장치를 부가하되 차단기의 용량에 관하여는 단락전류 Map과 기술검토서를 별도로 작성한다.

㉢ 주회로 및 모선에 고장발생시 확실하고 정확하며 신속하게 차단기를 선택 차단하기 위한 보호계전기와 고장검출용 변성변류장치를 부가하되 변성변류장치에 관하여는 고장검출범위에 맹점이 없도록 중첩성 있게 배치하고 정격에 관한 열적 과전류강도와 기계적 과전류 정수에 대해서는 기술검토서를 별도로 작성한다. 보호계전기에 대해서는 구간보호방식, 한시차보호방식 및 방향선택보호방식을 적용하여 주보호와 후비보호가 겸비되도록 계획하되 정정값과 레버시한에 대해서는 기술검토서를 별도로 작성한다.

㉣ 접지방식은 변전설비의 Skeleton 도상에 기계기구의 외함 및 중성점 또는 1단자를 접지종별로 부가하되, 서지 임피던스의 경감과 대지전위의 분포와 경도가 낮게 되도록 공용접지방식으로 계획하고

접지저항과 접지전극형상에 관하여는 기술검토서를 별도로 작성한다.

③ 감시제어방식은 변전설비의 Skeleton도를 바탕으로 수변전 및 배전반의 입면도, 단면도 및 정면도를 작성하고 여기에 변성변류기류 지시계기류, 트랜스듀서 변환기류 및 조작 스위치류 등을 부가하되 원방제어 조작에 관하여는 입력요소와 출력요소의 접점 Point 수를 기술검토서로 작성하고, 원격급전사령실에서 컴퓨터에 의해 원격집중감시 자동제어방식이 적용될 수 있도록 하고 당해 변전소는 분산제어 집중감시방식에 의한 RTU방식이 적용될 수 있도록 컴퓨터 감시제어 인터페이스장치로서 모델과 비상전화장치 그리고 콘솔장치로서 그래픽보드, 모니터, 프린터 및 키보드, 마우스 등을 계획하고 설계한다. 다만, RTU 분산제어 집중감시방식의 감시실에 바닥배선 수납방식은 악세스 플로어 타일방식이 되도록 건축과 협의하여 건축도면에 이를 명기토록 한다.

나. 변전시스템 선정시 고려요소

본고에서는 일반적인 내용에 대하여 표 31을 설명으로 같음코저 한다.

다. 변전소의 위치 선정시 고려요소

본고에서는 일반적인 내용에 대하여 표 32를 설명으로 같음코저 한다.

〈표 31〉 변전시스템 선정시 기술검토의 고려요소

구분	변전방식	보호방식	감시제어방식
순서	모선의 구성	절연협조레벨 전압설계	지시계기 배치
	변전방식 및 정류기방식	절연협조기기 배치	변환기 배치
	뱅크 구성과 변압기 결선	단락전류 Map 설계	입출력 Point설계
	역률개선장치의 구성	차단기 배치	인터페이스장치 구성
	급전모선의 구성	변성변류기 배치	콘솔장치 구성
단계	급전계통의 구성	보호계전기 배치	SCADA System 구성
	급전방식설계	접지방식 설계	RTU System 구성
	Skeleton 기본 설계	실시 설계	실시 설계

〈표 32〉 변전소의 위치 선정시 고려요소

구분	송전선 및 급전선 조건	환경과 지형조건	보안과 경비조건
위치	부하 중심점 부근 인입 및 인출에 편리 장소 장비와 기기 반출입 용이 변전소 앞이 평탄한 구간	공해, 염해 피해 없는 장소 지반이 견고한 지역 침수, 산사태 피해 적은 곳 폭설, 눈사태 피해 적은 곳	산불우려 적은 곳 야생동물 침입 적은 곳 부지 구입비용 염가인 곳 보호구역 지정가능한 곳

7. 전차선로의 가선허성의 평가요소

전차선로에 가선허성은 전기적 특성과 기계적 특성으로 분류할 수 있는데 전기적 특성의 평가에 대해서는 일반적인 사항이므로 여기서는 약술하고 기계적 특성에 대해서는 전차선로의 설계최고속도를 결정하는 중요한 경제성 의미가 있으므로 이를 중심으로 평가요소를 기술코저 한다.

가. 전기적 특성

전차선로는 전기적으로 부하특성이 급변하여 전차선로에 돌입전류와 순시전압강하 및 말단전압강하가 크게 발생하고 전철변전소에 전압 변동과 송전선로에 전압 불평형이 크게 발생하며, 궤도 및 귀선로에 누설전류로 인한 대지전위 분포와 경도 및 지중 매설 금속체 전식, 통신선로와 궤도신호 보안설비에 유도장해가 높게 발생할 우려가 있다.

따라서 이에 대한 대책으로 전철변전소에는 Scott 결선변압기를 채용하여 전압 불평형을 경감하고 전차선로가 직류식인 경우에는 전식방지를 위하여 전철변전소의 간격을 좁게 배치하거나 정류포스트를 배치하고 또 전압강하를 경감하기 위하여 전철변전소를 병렬운전 하거나 상하선 간에 타이포스트를 설치하고 교류식인 경우에는 통신선로 유도장해를 경감하기 위하여 누설전류를 흡수하는 효과가 큰 BT 급전과 AT 급전방식에 특수변압기를 배치하고 있다.

또 이상전압 플래시오버 사고에 대한 경제적 설계를 위

해 직류방식은 사용전압이 낮아 유도뢰에 견디는 애자절연을 한다는 것은 비경제적이므로 급전선 500m 마다 피뢰기를 설치하여 절연 협조를 하도록 절연 설계의 합리화를 도모하고 있으나, 교류방식은 사용전압이 높아 유도뢰에 견디도록 애자절연을 50% 충격점

락전압에 해당하는 400kV로 설계하고 전차선로에 피뢰기를 생략하되 흡상효과 특수변압기의 보호를 위해 특수변압기에 피뢰기를 적용하여 절연 설계의 합리화를 도모하고 있다.

또 이상전류 사고선택차단에 대한 경제적 설계를 위해 직류방식은 사고전류와 운전전류의 크기상에 선택도가 낮기 때문에 운전전류의 경사 준도와 사고전류의 경사 준도가 다른 점에 착안하여 주보호로서 순시부 고속도차단기를 적용하고 후비보호로서 ΔI형 계전기로 설계하고 있음에 반하여 교류방식은 사고전류와 운전전류의 크기상에 선택도가 높기 때문에 주보호에 거리계전기를 적용하고 후비보호에 순시부 과전류계전기 또는 고장전류에 고조파가 크게 함유된다는 점에 착안하여 개발한 ΔI형 고조파 비교부 계전기로 설계하고 있다.

나. 기계적 특성

전기차에 전력공급은 궤도면에 일정한 높이로 가설된 전차선로와 전기차 집전체가 접촉을 통하여 이루어지는데, 이러한 접촉은 동적 상태에서 기계적 특성에 매우 민감하고 예민하므로 본고에서는 상하진동 스포링현에서 집전특성을 평가하는 요소에 대하여 기술코저 한다.

(1) 집전체의 평가요소

- ① 진동 주기 : $\tau = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k+K}}$ [s]
- ② 이선시작속도 : $V_c = \frac{S}{2\pi\sqrt{1+\epsilon}}\sqrt{\frac{k_{\max}-k_{\min}}{2(m+M)}}$ [m/s]
- ③ 무이선속도 : $V_r = \frac{S}{2\pi}\sqrt{\frac{k_{\max}-k_{\min}}{2M}\left(1-\frac{\epsilon^2}{2}\right)}$ [m/s]

- 단, m : 집전체의 유효질량[kg]
 k : 집전체의 복원 스프링상수
 M : 집전체의 프레임조립체 관성질량[kg]
 S : 가선현의 지지물간 경간[m]
 k : 가선현의 탄성 스프링상수
 ϵ : 가선현의 부동률 $\epsilon = \frac{k_{max} - k_{min}}{k_{max} + k_{min}}$

낮은 값 좋아 Compound 조가가 권장됨

k_{max} : 지지점 경간내 중심점에 스프링 상수

k_{min} : 지지점 직하 부근에 스프링 상수

(2) 가선현의 진동과 파동전파속도 평가 요소

그림 1 참조

(3) 전차선로 각종 진동계수의 평가 요소

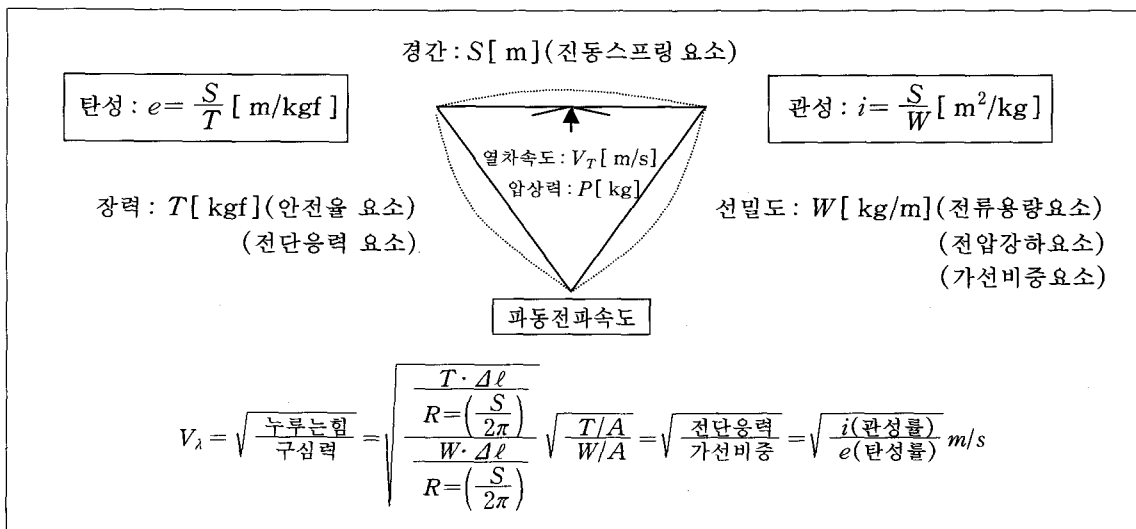
그림 2 참조

- ① 탄성비 균일률 : 경간의 중앙 및 지지점에서 각기 다른 탄성을 갖으므로 이들 2개소에서 탄성률은 일정한 값을 유지해야 함을 암시

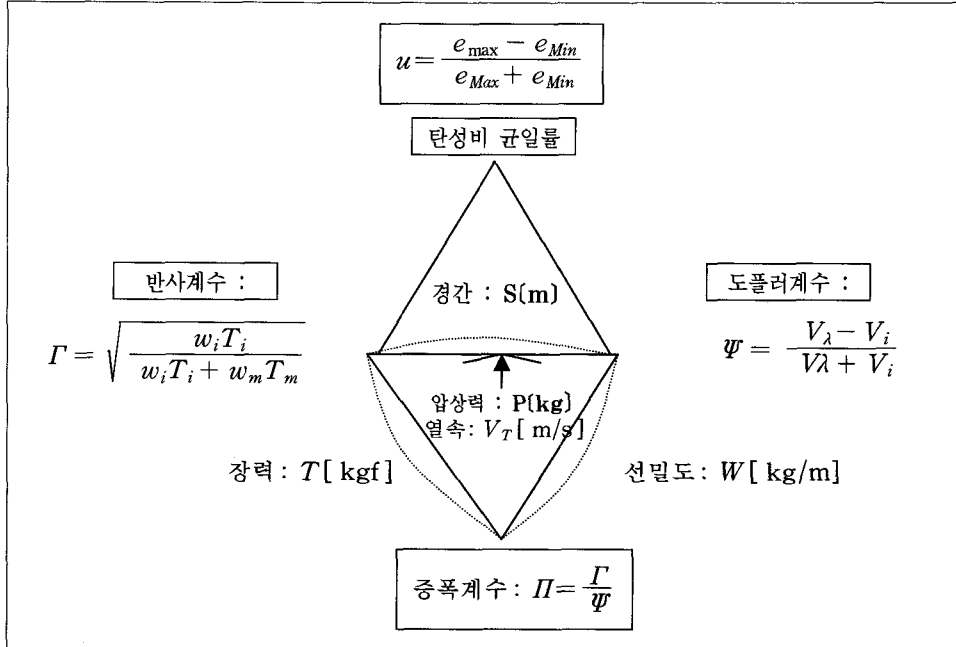
- ② 반사계수 : 전차선로의 진동이 기술적 Data에 의해 결정됨을 암시
 ③ 도플러계수: 큰 값일수록 운전속도에 따라 전차선 동적 작용이 극심해짐을 암시
 ④ 증폭계수 : 큰 값일수록 운전속도가 파동전파속도에 접근함을 암시

(4) 전차선로의 이선율과 설계속도 평가요소

- ① 전차선로의 무차원화비 $\beta = \frac{V_T}{V_\lambda} \leq 1$
 ② $\beta \leq 1$: 집전체와 가선체간 접촉점의 압상력이 최소로 되어 집전성능 향상 및 이선 경감되나, 1에 가까워 근접할수록 압상력이 지수함수적으로 증가한다.
 ③ $\beta = 1$: 압상력이 증가함에 따라 집전체 전방에 가선체는 급준하게 휘어지고 또, 그 접촉점에서 “동적 압상량 24 정적 압상량”이 되어 이선이 지수함수적으로 증가함에 따라 집전성능이 저하하고 견인력이 약화되어 타행시간이 커지기 때문에 고속화하기 위해서는 파동전파 속도를 높게 계획할 필요가 있다.



<그림 1> 가선현의 진동과 파동전파속도 평가요소



〈그림 2〉 전차선로 각종 진동계수의 평가요소

- ㉔ $\beta \geq 1$: 압상력이 매우 커서 집전체 전방에는 가선체 굽힘강도가 크고, 또 그 후방에는 Offset 편차가 크게 발생함과 동시에 파동적 진행파도 크게 증폭되어 전파력이 상승함에 따라 집전체가 손상되어 열차운전이 불능에 빠진다.

- ㉕ 설계최고속도 : 무차원화비의 최대치는 0.8을 넘지 않도록 기술검토하고 평가할 필요가 있다.

② 이선율 = $\frac{\text{일정구간 주행시 이선시간의 합계}}{\text{일정구간 주행시간}} \times 100\%$

이선율은 작을수록 좋고 일반전철에서는 3% 이하, 고속전철에서는 1% 이하로 제한하고 있음

③ 전차선의 신장량 : $\Delta l = \frac{\Delta T \times L}{A \times e} \text{ m}$

단, ΔT 전차선의 장력변화 Kgf

L : 전차선의 실장 = $S + \frac{8D^2}{3S} \text{ m}$

D : 전차선의 이도 m

S : 전차선의 경간 m

A : 전차선의 단면적 m^2

e : 전차선의 탄성을 m/Kgf

전차선에 장력 증가가 있으면 전선이 신장하면서 곡선 당김금구를 정상위치에서 이동시킨 결과 이 금구에 원심력이 작용함을 암시함.

8. 맺음말

전기철도의 전차선로 계획은 전기철도의 분류 및 전기철도방식의 선정요건과 전기철도방식 상호간에는 밀접한 관련이 있다고 믿고 필자는 전기철도의 기본설계에서 중요한 의장과 형태 및 구조에 관하여 설계, 계획시에 반드시 고려해야 한다고 느꼈기 때문에 이를 제목으로 정하고 두서 없이 기술하게 되었다.

전기철도의 전차선로는 전기적인 특성이 가장 중요하지만 설계최고속도를 결정하는 데에 있어서는 기계적인

특성이 더욱더 중요하다.

따라서 고속전기철도를 건설하는데 있어서는 전기적인 특성보다는 기계적인 특성에 비중을 더 두고 중요하게 다루어야 한다고 본다.

고속전기철도의 설계최고속도를 높이는 방법에 대해서 다음과 같이 정리해 본다.

가. 전차선로 분야

① 파동전파속도를 높게 결정해야 하는데 이는 가선장력 또는 인장응력을 크게 선정하거나 가선현의 미터당 중량 또는 비중을 낮게 선정한다.

그러나 가선장력이 커지면 가선구조물에 응력강도가 커지고 안전율도 높여야 하므로 고가설비가 될 우려가 있고, 가선현의 미터당 중량을 낮게 하면 전류용량이 적어져 전압강하와 전력 손실 및 온도 상승으로 가선마모가 커져 내구수명이 단축되며, 또한 특성가속에 의한 표정속도를 높이기 위해서는 Power가 중요한데 전압강하가 크면 이에 해당하는 만큼 Power가 부족하게 되어 가속시간이 상대적으로 길어지게 되므로 고속화에 큰 문제가 발생할 우려가 있다.

② 또다른 방법으로 관성률을 높게하고 탄성률을 낮게 하는 방법이 있는데, 관성률을 높게 취하면 등속도(균형속도)에서 전차선과 집전체에 마모가 심해지고, 탄성률을 낮게 취하면 탄성복원력(가속도)에서 추종성이 나빠지므로 접촉력 약화가 심해질 우려가 있어 문제가 된다.

③ 조가방식은 부동률이 낮아야 하므로 고장력 증가선 방식인 Heavy Simple Catenary 방식 또는 Heavy Compound Catenary 방식이 적합하나 후자가 전자보다 고가이므로 경제성 검토가 필요하다고 본다.

④ 전차선은 경점구배가 적어야 좋다.

선로상에 경점구배가 있으면 동적 상태에서 집전체가 도약하여 이선 및 경점 직전과 도약 착지 부분에 국부마모가 심하게 발생하여 응력강도를 저하시켜 안전율 및 파

동전파속도 저하와 내구수명을 단축시키는 문제가 발생하므로 고속전차선로의 노반은 구배가 3Per-mil : ‰ 이하가 되도록 계획하는 것이 좋다.

⑤ 기타 이선율은 적을수록 좋으므로 전차선로에 편위와 경사 및 경점이 적도록 하는 것이 좋다.

또 전차선로의 경간이 너무 길면 탄성도 커지고 관성은 적어지므로 파동전파속도가 낮아져 집전체 추종성이 떨어져 설계최고속도가 저하되고 반대로 경간이 너무 작아지면 탄성이 적어져 집전체의 추종성은 증가하나 가선체와 집전체에 관성이 크게 작용하여 마모가 심해지는 강제전차선로 특성에 가깝게 된다.

따라서 경간은 50~60m 정도에서 정하는 것이 가장 양호하고 좋은 가선 특성이 된다.

나. 전기차 분야

① 회전관성력은 회전자 직경의 제곱에 비례하므로 주전동기의 회전자 직경을 크게 선정하면 회생제동 효과도 커서 좋으나, 기동가속시간이 길어지고 제동시에 정밀제어가 곤란한 단점이 있다.

또 치차비는 클수록 좋으나 너무 크면 기동시 견인력이 부족하여 기동가속시간이 길어질 우려가 있고 가속돌입전류에 의한 전압강하가 크게 발생할 우려가 있으므로 좋지 않다.

② 레일 점착력은 클수록 좋으나 점착력을 높이는 방법은 동륜주 공전과 활주를 검출하여 다시 재점착시키는 방법과 축중을 보상하는 방법 및 살수와 모래를 살포하는 방법 등이 있으나 점착력을 높이는 방법은 직류직권 전동기의 약화제자 제어인 경우 점착계수가 약 12~15% 정도인데 반하여 교류 유도전동기나 동기전동기를 채용하여 전력전자반도체소자의 위상제어나 PWM 제어에 의한 VVVF 인버터 제어방식을 사용하면 점착계수를 약 35~40% 정도까지 향상시킬 수 있으므로 여기에 축중보상이나 모래 살포, 살수를 겸하게 하면 40%까지 점착

력을 이용할 수 있다고 본다.

③ 주행저항은 출발저항, 주행저항, 구배저항, 곡선저항 및 가속도 저항이 있으나 이중에서 주행저항은 $a + bV + CV^2$ 로서 전기차의 형태와 의장, 하중 및 속도의 제곱에 의해 결정되므로 전기차를 경량재료, 유선형구조, 관절대차, Set 열차, Tilting 진자식 대차 등의 형태와 의장 및 경량으로 제작하면 좋은 효과가 있다.

④ 집전체는 동적인 상태에서 탄성적인 추종성이 중요하므로 집전체의 접촉점 유효길량과 프레임 조립체 관성질량은 적게하고 집전체의 수는 1개로 하면 파동전파속도를 높이는 효과가 있어 좋다.

다. 급전계통 분야

① 구분장치는 최소화시키면 좋다. 따라서 구분 섹션수가 적은 AT 급전방식이 유리하고 좋다.

② 변전소 앞 2상섹션 사구간은 평탄한 구간에 시설하고 급전계통 구성은 방면별 급전방식으로 하며 상·하·선 간에는 AT 변압기 설치 위치 간에 중간부근에서 전압강하가 크므로 파라렐포스트를 시설하여 전압강하를 경감하는 효과와 한쪽선 고장시나 보수점검 정전시에 상·하 건널선을 통해 단선 운영을 도모할 수 있는 효과도 있어 좋다.

라. 전철변전소 분야

① 전원측 단락용량(공급변압기용량)은 클수록 좋고 주변압기와 송전선로의 백분율 임피던스 %Z는 낮을수록 전압변동이 적고 송전선로 강하가 적어 좋다.

그러나 단락용량이 크고 %Z가 낮으면 상대적으로 고장시 단락전류가 폭주하여 계통선로와 기계기구에 열적강도와 기계적 강도의 내구성을 높게 설계해야하는 문제가 있다.

따라서 이에 대한 단락전류 억제하기 위한 대안으로 설계기법으로 주모선에 ㉠ 계통분리, ㉡ 변압기 임피던스

콘트롤, ㉢ 한류리액터, ㉣ 백업용 한류형 전력휴즈 및 ㉤ 계통연계기를 채용하는 방법이 있지만, 전기철도에서 가능한 것은 ㉠㉡㉢㉤ 정도라 본다.

따라서 전차선로의 급전전압은 높을수록 집전전류가 적어져 가선비중을 낮추는 효과도 있어 경량구조 설계도 가능하나, 이 경우는 허용전압 강하범위 이내인지를 기술 검토할 필요가 있다.

② 전철변전소간 병행운전은 공급전력 조류와 전압강하 경감 측면에서 좋다.

그러나, 변전소간에 급전용 주변압기의 병행운전조건으로는 전압위상차 3° 이하, 1차와 2차의 단자전압과 극성이 일치, 양변압기의 권수비와 %Z 및 %X과 %R 전압 강하비 일치가 필요한데 위상차, 단자전압 크기, 극성 및 권수비에서 크게 상이할 경우에는 변압기 간에 횡전류가 흘러 소손할 우려가 있고, %Z의 크기가 다를 경우 %Z가 낮은 쪽이 과부하로 되며, %X과 %R 전압 강하비가 다를 경우 부하 역률에 따라 부하분담이 달라지는 특징이 있으므로 병행운전시는 이점을 각별히 유념해야 한다.

끝으로 전기철도의 전차선로의 설계와 계획에 관하여 미력하나마 독자의 이해에 조금이라도 도움이 되었으면 하는 바람으로 기술하였음을 밝혀둔다.

〈참고문헌〉

- 전기철도공학(동일출판사 김양수, 유해출저)
- 전기철도구조물공학(동일출판사 김양수, 유해출저)
- 최신전기철도개론(도서출판 의제 강인권저)
- 최신 전기공학대사전 하권(도서출판 기다리)
- 물리학총론 I 부(교학사 김종호역)
- 전기설비기술계산핸드북(도서출판 기다리)