직류 전기철도의 교류화 분석
Change analysis with A.C of D.C electric railway

김윤식* 이기승** 심재석***
Kim, Youn-Sik Lee, Gi-Seung Sim, Jae-Suk

ABSTRACT

The after 1974 capital region electric railroad is opened to traffic Koraill and Seoul metro adopt each other different power supply method and they operate and they are come. AC 25[kv] method voltage the insulation becomes larger standing distance highly, the case tunnel section which will introduce in the underground segment becomes on a large scale and the cost of construction increases to the city center and the underground segment adoption of DC method was many. To recent times with R-bar (Rigid-bar) introductions change of tunnel section the introduction of AC method came to be easy without in the underground segment. Operates sees in the electric protection where the Seoul metro and the Korail are different each other and, from the dead section segment the interior electric light to put out lights the passenger brings about inconveniently and the civil appeal which demands a power supply method unification occurs, within the company interchange electric railroad brazier safety improvement and maintenance expense curtailment etc. the flaw is original proposal, is a condition which finishes a feasibility study service about the power supply method fringe land. Interchange analysis of the DC electric railway it leads from the present paper and it compares under analyzing being it could be reflected to also the route which is in the process of actual using boil the strong point and a weak point of DC and AC method of the establishment route constructive at the time of and

---

1. 서론

1974년 수도권 전철이 개통된 이후 코레일과 서울메트로는 서로 다른 전력공급방식을 채택하여 운영해오고 있다. 교류 25[kv]방식은 전압이 높아 절연이격거리가 커져, 지하구간에 도입할 경우 터널단면이 크게 되어 건설비가 증가되므로 도심 및 지하구간엔 직류방식의 채택이 많았다.

근래엔 R-bar(Rigid-bar)의 도입으로 터널단면의 변화 없이 지하구간에 교류방식의 도입이 수월해졌다.

서울메트로와 코레일이 서로 다른 전기방식으로 운영하다보니, 데드섹션구간에서 차내 전등이 소등되어 승객불편을 초래하여 전력공급방식 일원화를 요구하는 민원이 발생하고, 교류전철화로 안전성 향상, 유지보수비용 절감 등에 대한 검토를 추진하고 있다.

본 논문에서는 직류전기철도의 교류화 분석을 통하여 신설노선 건설시의 교류 방식의 장점이 실제운용중인 노선에도 반영 될 수 있을지 분석하고자한다

†* 서울메트로, 기술연구소 시스템연구부 과장 비회원
E-mail : 3house@hanmail.net
TEL : (02)6110-5778 FAX : (02)6110-5338
서울메트로, 기술연구소 시스템연구부 정회원
서울메트로, 기술연구소 시스템연구부 비회원

2. 본론

2.1 직류전기철도와 교류전기철도의 비교

구분			교류식(AC25kv)	직류식(DC1500v)
지상설비	전력설비	변 전 소	○ 지상설비가 적게 든다. ○ 변전소 간격이 약30~100km로서 변전소수가 적다. ○ 직류 변성 기기가 필요 없으므로 소내 설비가 단순하다.	○ 지상설비비가 높다 ○ 변전소 간격이 약 3~5km로서 변전소수가 많다. ○ 직류 변성기기를 필요로 하며 소내 설비가 복잡하다.
		전차선로	고전압을 사용하기 때문에 전류 및 소요 동량이 적고 구조도 경량이다.	전류가 크기 때문에 소요 동량이 많으며 구조고 중하중으로 된다.
		전압강하	직렬콘덴서에 의해 간단히 보상된다	급전선의 증설과 급전구분소, 변전소의 신설을 요한다.
		보호설비	운전전류가 적어 사고 전류의 판별이 용이하며 보호설비도 간단하다.	운전전류가 크고 사고 전류의 선택차단이 곤란하며 복잡한 보호설비를 요한다.
		통신유도장애	유도장애가 크며 부급전선, 흡상변압기, 단권변압기, 중성선, 통신선의 케이블화 등을 요한다	유도장애가 적어 특별한 대책이 필요 없다.
		터널, 구름다리 높이	특별고압이므로 절연 이격거리가 크기 때문에 터널 단면이 커지고 육교 높이도 높아야 한다.	저압이므로 절연이격거리가 적다.
차량설비		차량비	직류식에 비해 약간 비싸다.	교류식에 비해 싸다.
		급전전압	전기차의 변압기를 이용하여 고전압을 이용 할 수 있다.	주전동기, 직류 변성기기의 절연 설계상 제약을 받아 고전압을 이용 할 수 없다.
		집전장치	집전장치가 소형 경량화 되므로 추수성이 좋다	집전전류가 크므로 집전장치가 대형화 되어 추수성이 나쁘다.
		보호장치	교류 소전류 차단 및 사고 전류의 선택차단이 용이하다.	직류 대전류 차단 및 사고 전류의 선택차단이 곤란하다.
		속도제어	변압기의 탭 절체에 의해 속도 제어가 용이하게 이루어 진다.	저항제어, 직병렬제어로 속도제어가 복잡하다.
		점착특성	점착특성이 우수하며 소형으로서 큰 하중을 견인할 수 있다.	교류전기차에 비해 점착특성이 나쁘므로 대형출력을 필요로 한다.
		부속기기	변압기를 사용하여 간단하게 형광등과 냉난방용 전원을 얻을 수 있다.	가선전원으로 직류기를 운전하고 있어 형광등과 냉난방용 전원설비가 복잡하다.
공 해			유도작용에 의해 통신에 잡음을 내게하며 전선로 부근의 텔레비전, 라디오 등의 무선통신 설비에 장애를 준다.	귀선로로부터 나오는 누설전류에 의해 지중 관로와 지중 전선로에 전식을 일으킨다.

2.2 현황조사

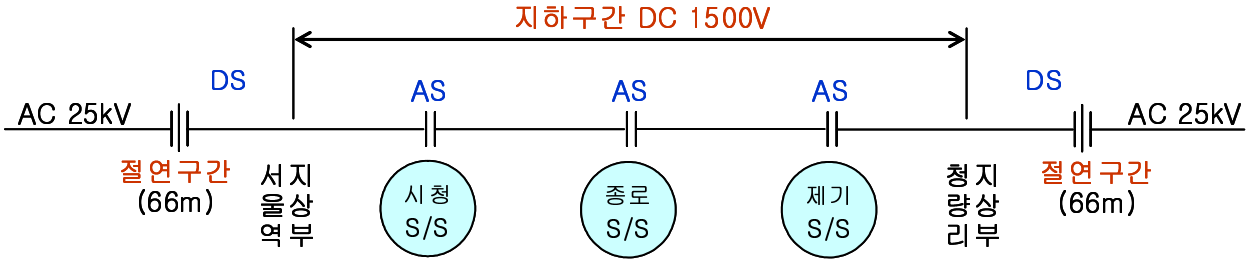
2.2.1 노선별 현황

호선	노선길이(지상) (긍장,km)	역수 (역)	변전소 (개소)	전기실 (개소)	전차선로 (연장,km)	송・배전선로 (연장,km)	비 고
1	9.9(1.2)	10	3	10	21	114	코레일 AC연계
4	33.4(7.6)	26	11	27	93	461	코레일 AC연계

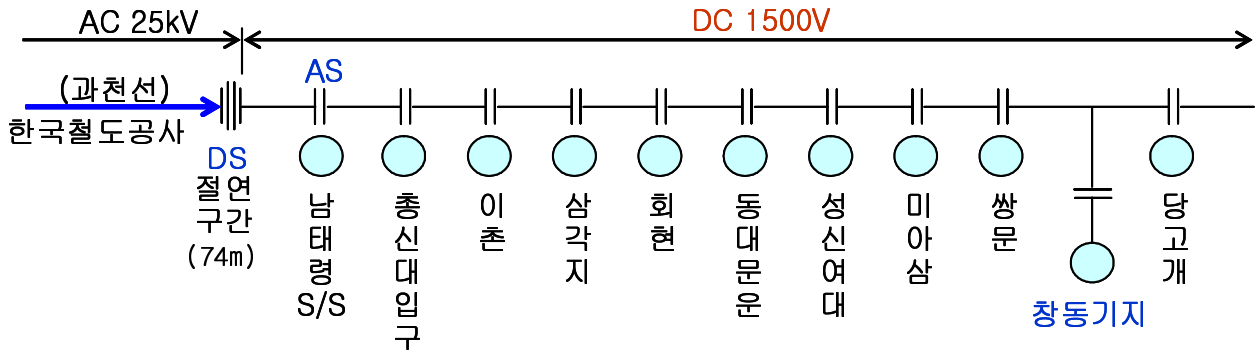
2.2.2 송변전 현황

호선	서울메트로			코레일		
	변전소 (개소)	전기실 (개소)	전차선로 (km)	변전소(구분소) (개소)	전기실 (개소)	전차선로 (km)
1	3	10	21	7(19)	93	848
4	11	27	93	1(5)	31	106
방 식	1개소/3~4km	1개소/역사	-지상:카테나리 -지하:T-Bar -전압:DC1500V	1개소/30~50km	1개소/역사	-지상:카테나리 -지하:R-Bar -전압:AC55kV/25kV

2.2.3 전력공급 계통



[그림1] 1호선 전력공급계통

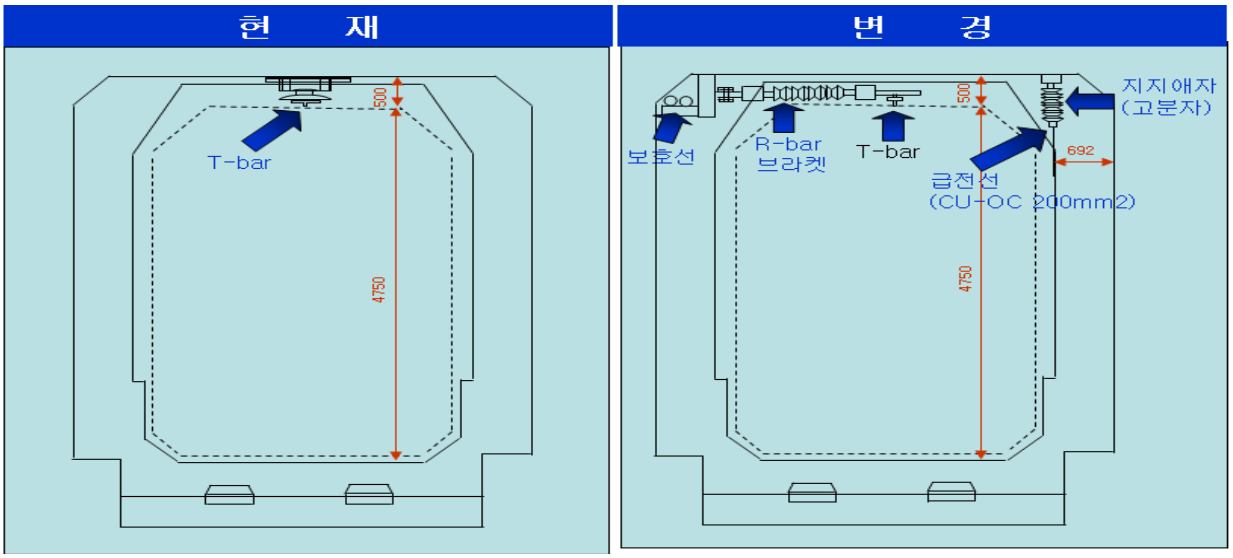


[그림2] 4호선 전력공급계통

2.3 전력공급방식 변경 검토

2.3.1 기존 T-bar 재활용 방안

(1) T-bar 재활용, R-bar 브라켓 지지



① R-bar시공과 T-bar 재사용시의 공사비 비교(60m 기준)

구 분		R-bar 시공	T-bar 재활용 시
재료비	R-bar	5개 (708,000원 × 5개 =3,540,000원)	0개 (0원)
	R-bar브라키트	6개 (1,140,000원 × 6개 =6,840,000원)	12개 (1,140,000원 × 12개 =13,680,000원)
노무비	R-bar브라키트 설치	2,586,470원	5,172,940원
	R-bar 브라키트 지지주 설치	4,254,798원	8,509,596원
	R-bar 설치비	6,445,418원	0원
계		23,666,686원	27,362,536원

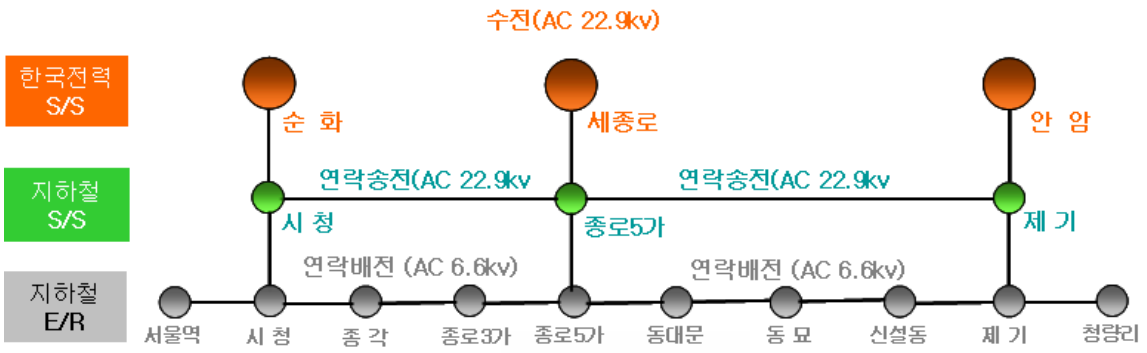
T-bar 재활용이 R-bar 시공에 배해서 경제성 면에서 떨어지는 것으로 나타나, R-bar 시공이 경제적인 면에서 적합하다.

2.3.2 변전소 잉여 공간 활용 방안 확대화 방안

① 검토 가능한 안

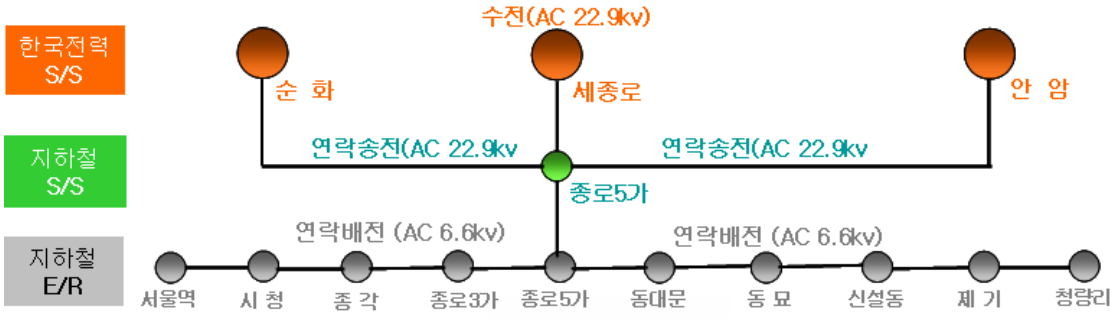
㉮ 검토1안

한전 수전점 3개소(순화, 세종로, 안암), 고배공급변전소 3개소(시청, 종로5가, 제기동)

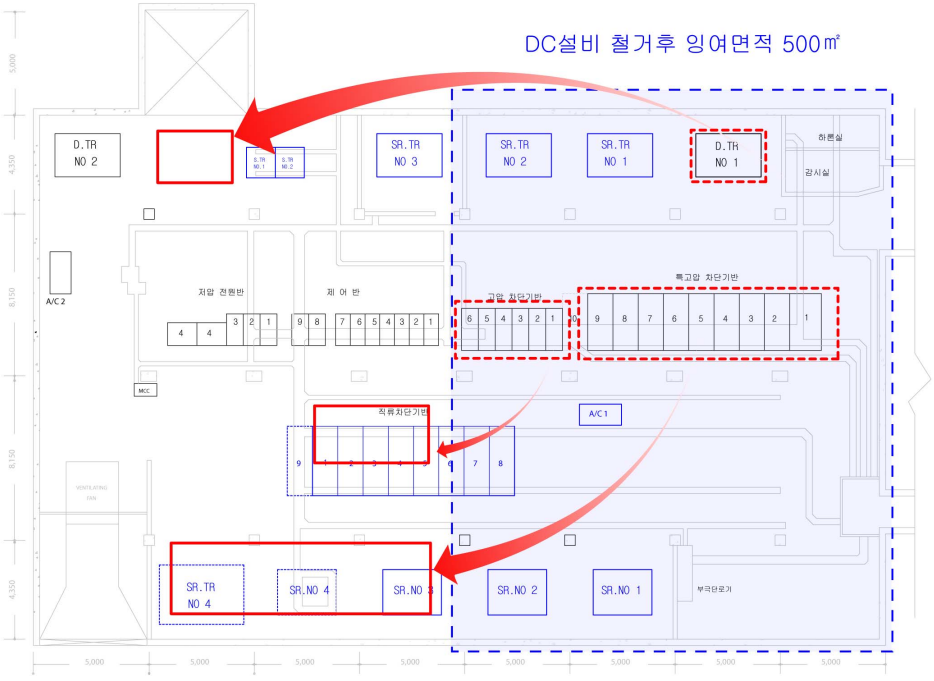


㉯ 검토2안

한전 수전점 3개소(순화, 세종로, 안암), 고배공급변전소 1개소(종로5가)



㉰ 임대수익 증가를 위해서 기존 역사내 기능실을 변전소 DC 설비 철거 후 잉여공간으로 이전 후 이전한 기존 역사내 기능실 공간을 상가로 조성 임대하는 방안을 검토할 수 있다.



[그림3] 변전소 면적 활용방안

2..3.3 AC화 후 전차선용 전력량 감소

1) AC화에 따른 전차선 전력사용량 절감

교류 전철화시 전차용 전력 사용량은 DC 대비 약 30% 감소되고, 전차용 전력사용량 감소량 30% 적용 시 1호선의 경우 년 간 십억 일천 구백만원의 전기요금이 감소가 예상된다.

2) AC화시 전력사용량의 감소는 DC에 비해서 변압기의 수가 감소하고, 전압이 22.9kv에서 154kv로 승압되어 전력손실이 감소하기 때문이다.

5. 결론

교류전기철도는 직류전기철도에 비해서 건설비가 80[%]정도이고, 전차선 교체비가 20[%]정도이며, 판타그라프의 추종성능이 우수하여 집전성능과 열차의 허용속도가 향상되는 등 여러 가지의 장점이 있다.

직류전기철도의 교류화는 운행노선이 짧을 경우 경제적 타당성을 확보할 수 있지만, 노선이 길 경우 경제성이 크게 떨어진다.

AC화시 전기차용 전력량이 DC에 비해서 약 30[%]정도 감소되어, 요금과 같은 고유가

시대에 에너지의 절감은 경제에 이바지하는 바가 큼으로 정책적인 지원도 필요하다고 생각한다.

R-bar 는 T-bar에 비해서 가선특성, 속도특성이 우수할 뿐만 아니라 건설비 및 보수비 측면에서도 경제적이지만, 기존선의 전력공급방식 변경은 교체 비용이 과다할 뿐 아니라 교체기간이 길어 열차운행에 지장을 초래할 수 있기 때문에, 기존의 T-bar를 재활용하고 25kv 현수애자를 개발하여 시공하는 방법을 연구해 볼 필요가 있다.

참고문헌

1. 오세천 (2008), “서울메트로 1,4호선 전력공급방식 변경관련 타당성 조사 용역 결과 보고서”배산엔지니어링.

2. 김양수, 유해출 (1999), “전기철도공학”, 동일출판사.