

전력회사 계통에 22kV급 초전도 케이블 도입을 위한 적용 개소 고찰

A Study on the Application of 22kV class Superconducting Cable in Utility Network

김종율^{*}, 윤재영^{**}, 이승렬^{*}

Jong Yul Kim^{*}, Jae-Young Yoon^{**}, Seung Ryul Lee^{*}

Abstract: As power systems grow more complex and power demands increase, the need of underground transmission system is increasing gradually. But it is very difficult and high in cost to construct new ducts and/or tunnels for power cables in metropolitan areas. HTS (High Temperature Superconducting) cable can carry very high current densities with strongly reduced conductor loss and allow high power transmission at reduced voltage. Therefore HTS cable can transfer more power to be moved in existing ducts, which means very large economical and environmental benefits. A development project for a 22kV class HTS cable is ongoing at a research centers, and the cable manufacturer in Korea.

In this paper, we carried out investigation for application of 22kV class HTS cable in Korean utility networks. The results show that the HTS cable is applicable to replace IPB in pumping-up power plant, withdrawal line in distributed generation, withdrawal line in complex power plant, and conventional under ground cable. Finally, as the cost of HTS wire and refrigeration drops, the technical and economical potential of HTS cable is evaluated positively.

Key Words: HTS cable, 22kV class, utility network

1. 서 론

전선으로 케이블을 사용하고 관로식, 전력구식 또는 직접매설식에 의하여 시설된 송전선로를 지중송전선로라고 지칭하는데 현재 저손실 OF 케이블, 대도체 CV 케이블등이 많이 사용되고 있다. 그러나 대도체의 경우 빌딩의 집중, 도시기능의 고도화에 의해 전력 부하 밀도가 높아짐에 따라 지중케이블의 대용량화가 불가피하게 되었고 이에 대한 해결방안으로 복수회선 포설을 이용하고 있으나 과밀화된 도심부에서 부지를 확보하는 데에 어려운 문제가 있고, 한 회선당의 송전용량 증대를 도모하려 하여도 지중 케이블의 송전용량이 절연체의 최고 허용온도에 의해 제약을 받기 때문에 이

역시 좋은 해답이라 할 수 없다. 이러한 상황에서 미래의 이상적인 송전방식으로서 송전에너지의 손실이 현저하게 적고 송전에너지밀도가 비약적으로 큰 초전도케이블의 계통 적용이 적극 검토되고 있으며 우리나라에서도 연구소와 대학을 중심으로 많은 연구가 진행되고 있다.([1]-[2])

초전도 케이블은 저전압·대용량 송전이 가능하기 때문에 송전손실을 줄일 수 있는 것은 물론 도심에 위치한 중간변전소(154kV)를 생략할 수 있고 동시에 동일 크기로 대용량송전이 가능하므로 회선수를 줄일 수 있어 송전선로(지하전력구, 동도) 건설비를 대폭적으로 경감시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 초전도 케이블을 상전도 케이블에 대신하여 계통에 적용하게 되면 전력 조류의 재분배가 발생하게 되는데 이로 인해 부하 밀도가 높은 계통의 부담을 감소시켜 주는 역할을 하여 결국 전력계통의 신뢰도가 증대되는 효과도 얻을 수 있다.[3]

이 밖에도 Surge free와 절연저감, 순시전압저하의 저감, 전압안정성의 향상, 절연열화속도의 저감, 선로점유율의 축소 및 운전기술의 단순화, 도시미관 향상 등의 장점이 기대된다.

따라서, 본 논문에서는 현재 개발중인 22kV급 초전도 케이블의 전력회사 계통에의 도입을 위한 계통관점의 기본적 기술검토 및 구체적 적용대안을 고찰하여 그 적용 가능성을 검토하였다.

2. 전력계통 현황 및 초전도 케이블 적용 필요성

우리나라 전력계통은 타 국가와 전력용통이 불가능한 단독계통(Island System)으로 전력수요 분포가 수도권에 매우 집중되어 있으며 발전소의 위치가 중,남부 지역에 편재하여 지역간 대전력 수송체계가 필요한 만큼 송변전설비의 역할은 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한 국토가 협소한 지리적 특성상 송전선로 경과지 또는 변전소 입지 확보가 매우 어려운 상황이다.

따라서 우리나라 전력계통 특성 및 현황을 적절히 검토, 활용하여 효율적인 전력설비의 투자 및 운영이 꼭 필요할 것으로 생각된다.

2.1. 장기 전력 수급 전망

우리나라 향후 연도별 전력수급 현황 일부인 2000년, 2005년, 2010년 전력수급 현황을 살펴보면 표 1과 같다. 국민 생활수준 향상과 경제 성장으로 인해 전력수요는 2000년부터 2010년까지 매년 평균 4-5% 정도 증가하여 2010년에는 약 6만 MW정도로써 2000년 최대

* 정 회 원 : 한국전기연구원 연구원

** 정 회 원 : 한국전기연구원 책임연구원

원고접수 : 2003년 6월 5일

심사완료 : 2003년 9월 3일

수요 4만 MW 대비 약 150%의 성장을 나타낼 전망이다. 표 2에서는 2010년 지역별 최대부하 및 부하점유율을 나타내고 있는데 우리나라의 경우 지역별 부하편중현상이 매우 두드러지는 것을 알 수 있다.[4]

따라서 이러한 상황에서 전력수요에 원활히 대응하고 높은 공급신뢰도를 유지하기 위해서는 발전설비의 확충뿐만 아니라 송배전설비 및 변전설비의 적절한 신증설 또한 매우 중요한 문제라고 할 수 있다.

표 1. 연도별 전력수급 현황

Table 1. Generation and Demand in 2000, 2005, 2010

년도	2000년	2005년	2010년
최대수요[MW]	41,007	52,624	60,975
발전설비용량 [MW]	48,451	60,394	71,413

표 2. 5대 지역별 최대 수요 추이

Table 2. Trend of Areal Peak Demand in 2010

년도	수도권	영동권	중부권	호남권	영남권	합계 [MW]
2000년	18,760	2,634	4,176	2,881	12,556	41,007
2005년	22,489	3,716	6,449	4,048	15,922	52,624
2010년	25,920	4,077	7,989	4,813	18,176	60,975

2010년경의 지역별 최대 수요 추이를 살펴보면 수도권, 영남, 영동권의 경우 정체 또는 약간의 감소 추세를 나타내는 반면 중부 및 호남권의 경우 서해안 개발 등으로 인해 그 수요가 점점 증가 하고 있다. 또한 지역별 최대 수요 점유율을 살펴보면 서울, 경기 지역인 수도권이 전체 대비 약 40% 이상을 차지하고 있어 부하 밀도가 매우 높은 지역임을 알 수 있다.

2.2 송전선로 현황 및 향후전망

우리나라 송전 계통의 전압 계급은 크게 765kV, 345kV, 154kV로 구분되어 있으며 전압별 역할 분담은 다음과 같다.[5]

○765kV 설비

- 대단위 전원단지와 최대 수요지(수도권) 직접연결
- 수도권 배후 대전력 공급원 역할

○345kV 설비

- 지역간 간선계통의 주축 유지
- 대도시의 도심지 전력 공급원 역할
- 4,000MW 미만 전원단지 계통 연결

○154kV 설비

- 지방도시의 간선계통 구성
- 1,000MW 미만 소규모 발전소 연결
- 66kV의 단계적 154kV 승압

표 3에서는 우리나라 송전선로의 전압 계급별 선로공장 및 구성 비율 추이를 나타내고 있다. 송전선로 총공장은 전력수요 증가에 따라 2000년 24,623Km에서 2010년에는 32,590Km로 약 1.4배 정도 증가할 것으로 예상된다. 또한 전압 계급별 구성에 있어서도 현재는

154kV와 345kV가 송전계통의 주축을 이루고 있지만 향후에는 765kV 선로 점유율이 다소 증가할 것으로 예상된다.

표 3. 송전선로 현황 [C-Km]

Table 3. Status of Transmission Line

전압	2000년		2005년		2010년	
	회선 공장	구성 비율(%)	회선 공장	구성 비율(%)	회선 공장	구성 비율(%)
765kV	595	2	774	3	1,193	4
345kV	7,281	30	8,369	28	8,944	27
154kV	16,747	68	20,475	69	22,453	69
합 계	24,623	100	29,618	100	32,590	100

단위수요당 선로공장의 경우 현재 약 0.6 C-Km/MW에서 향후 2010년에는 0.53 C-Km/MW로 감소하는데, 이는 향후 수요증가에 비해 전력송전을 위한 송전선로의 확충이 다소 충분치 못함을 나타내고 있다.

송전선로 지중화 추이를 살펴보면 표 4와 같이 전체 지중선로의 90%이상을 차지하는 154kV 전압계급의 지중화율이 현재 약 7% 수준으로 그리 높지 않은 상황이다. 그러나 가공 송전선로의 경과지 확보가 점점 더 어려워지고 환경에 대한 관심이 증대되어 향후 2010년경에는 154kV 지중화 선로의 점유율이 12%정도로 증가할 것으로 예상된다.[5]

표 4. 154kV 송전선로 중 지중선로의 공장 및 점유율 [단위 : 누계C-Km]

Table 4. Status of 154kV Underground Transmission Line

구 분	2000년	2005년	2010년
총 송전선로 공장	16,747	20,475	22,453
지중선로 공장	1,143	2,207	2,599
점유율(%)	6.8	10.8	11.6

표 5. 배전 지중케이블 현황

Table 5. Status of Underground Transmission Line in Distribution Network

구분 연도	90	91	92	93	94	95	96
케이블 공장 (C-Km)	4,320	5,178	6,114	7,520	8,683	10,283	11,937

구분 연도	97	98	99	00	01	02
케이블 공장 (C-Km)	12,684	13,431	14,178	14,925	16,301	17,231

배전 지중선로 현황을 살펴보면 표 5에서 알 수 있는바와 같이 현재 국내 22.9kV 배전계통에 적용되는 케이블은 CNCV 325[mm²], 10MW 용량으로서 1973년

서울시 효자동~광화문간 선로가 최초의 선로 서울 도심지역에 설치되어 80년대 이후 급격하게 증가하고 있다. 이러한 배전 케이블 역시 부하 증가에 따라서 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 특히 2010년 이후에는 80년 이전에 포설된 노후 케이블의 대체 수요도 발생할 것으로 예견되고 있다.

2.3 초전도 케이블 필요성

우리나라 부하는 2010년까지 매년 4-5%의 꾸준한 성장을 나타낼 것으로 예상되며 지역적으로는 서울을 비롯한 수도권 지역에 매우 집중되어 있다. 송전선로 역시 향후 꾸준한 확장이 예상되지만 단위 수요당 선로공장이 현재 약 0.6 C-Km/MW에서 향후 2010년에는 0.53 C-Km/MW로 감소할 것으로 예상되는데, 이러한 결과는 계통의 송전혼잡을 초래하여 전력공급 신뢰도 저하 및 향후 전력산업 구조개편후의 전력가격 상승을 초래할 소지가 있다. 따라서 전력공급 신뢰도를 높이고 전력가격을 안정하게 하기 위해서는 향후 수요증가에 대한 충분한 송전설비의 확충이 요구된다. 그러나 집단민원 등으로 인한 건설기간 장기화, 전력설비에 대한 부정적 시각에 따른 부지확보 곤란 등의 문제로 인하여 원활한 전력설비의 확충에 어려움이 따른다.

지중송전 선로의 경우 전체 지중송전선로의 90% 이상을 차지하는 154kV 전압계급의 지중화율이 현재 약 7% 수준이나 향후 꾸준히 증가하여 2010년경에는 12%정도로 증가할 것으로 예상된다. 특히 서울과 같은 대도시의 경우 높은 부하 밀도와 부하증가율에 비해 송전선로 추가 확충을 위한 경과지 확보가 거의 불가능하여 송전선로의 지중화가 불가피하다. 대도시의 지중 송전선로의 경우 빌딩의 집중, 도시기능의 고도화에 의해 전력부하 밀도가 높아짐에 따라 지중 케이블의 대용량화가 불가피하지만, 회선당 송전용량 증대에는 한계가 있다. 또한, 복수회선 포설은 과밀화된 도심부에서 부지를 확보하는 데에 어려운 문제가 있고, 다회선 포설시 이에 따른 토목 공사비의 과중한 부담 때문에 어려움에 직면하고 있다. 그리고, 지중 케이블 용량의 한계와 다회선 포설에 따라서 지속적인 도심내의 변전소 신, 증설도 필요해 지며 이는 전체적인 전력공급 비용 증가는 물론이고 민원문제와 환경적인 측면에서도 부정적 영향을 미친다.

이러한 상황에서 저전압·대용량 송전이 가능하며 송전손실을 크게 저감시킬 수 있는 초전도 케이블은 매우 좋은 대안의 하나로서 대두되고 있다. 만약 초전도 케이블을 적용하는 경우 도심부에 증설되어야 할 중간변전소(154kV)의 생략 가능성과 더불어 동일 크기로 대용량송전이 가능하여 송전선로 회선수를 줄일 수 있으므로 송전선로(지하전력구, 동도) 건설비를 대폭적으로 경감시킬 수 있을 것이다. 즉 초전도 케이블이 가지는 경제성과 더불어 환경적인 측면에서의 장점을 활용할 수 있는 가능성에 대한 세부 검토가 요망된다.

3. 초전도 케이블 기술적 특성 검토

초전도 케이블을 계통에 적용하여 안정적으로 운영하기 위해서는 케이블의 전기적 파라미터 특성을 파악하고 이에 대한 계통 적용시의 기술적 검토사항들을 사전에 검토할 필요가 있다.

예를 들면 초전도 케이블의 인덕턴스와 커패시턴스 변화는 전압강하, 고장전류, 계통안정도 등에 영향을 미치는데, 인덕턴스가 증가하게 되면 동기화력이 약화

되어 계통 안정도 측면에서는 불리하게 된다. 따라서 초전도 케이블의 전기적 특성, 즉 저항, 인덕턴스, 커패시턴스 값을 기존 케이블과 비교하여 발생 가능한 문제들을 살펴볼 필요가 있다.

3.1 초전도 케이블 파라미터 특성 검토

표 6에서는 기존 케이블과 초전도 케이블과의 전기적 특성을 비교 검토한 결과이다. 아래 표는 동일 전압계급에서 초전도 케이블의 송전용량과 실제 송전량이 기존 케이블의 수배 이상인 경우를 가정하고 검토한 것이다. 단, 여기서 검토된 사항은 전력계통의 일반적인 관점에서 초전도 케이블 적용에 따른 특성을 다루고 있기 때문에 구체적인 적용 가능성과 적용개소 및 적용관점에 따라서는 아래의 내용과 상이한 결과가 나타날 수도 있다. 그러므로 정확한 계통측면의 검토는 실제 적용개소가 정해진 후에 별도의 세부검토를 수행하여야 할 사안으로 판단된다.

표 6. 기술적 특성 비교

Table 6. Technical characteristic comparison between conventional cable and HTS cable

항 목	초전도 케이블	상전도 케이블	비 고
계통정수	R	≒ 0.0	100%
	L	75% 내외	100%
	C	50% 내외	100%
	$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$	82% 내외	100%
	$SIL = \frac{V^2}{Z}$	122% 내외	100%
전력손실	거의 없음.	2-3%내외	
전압강하	불리	유리	동일송전량이면 반대
전압변동	경부하시 불리 중부하시 유리	경부하시 불리 중부하시 유리	SIL 값에 따른 결론
고장전류	유리	불리	기존 154 → 22kV 급 HTSC 대체 경우는 반대
안정도 측면	유리	불리	큰 차이는 없음
전력조류 재분배	초전도 케이블의 경우 분포 문제 상제 검토 필요	용량대비 조류	

(기본 케이블 계통정수)

동일 전압계급인 경우 상전도 케이블에 비하여 초전도 케이블은 R값이 극히 적고, L 값은 50% 내외 C 값은 75% 내외로 예상되어 진다. 이러한 계통정수를 기본으로 할 때 특성임피던스는 초전도 케이블이 기존 케이블의 82% 정도로 적으나, 고유용량(SIL : Surge Impedance Loading)은 초전도 케이블이 122% 정도로 서 더 크다.

(계통관점에서 계통정수 값의 기본의미 : 전력손실 측면)

기존 케이블에 비해 초전도 케이블의 저항값이 적으므로 전력손실은 확실히 감소될 것으로 기대된다. 즉, 초전도 케이블은 상전도 케이블에 비하여 전력손실이 대폭 절감되며 이로 인하여 상당한 이익을 볼 수 있

다.

(계통관점에서 계통정수 값의 기본의미 : 전압강하 측면)

리액턴스가 기존 케이블의 50%, 커패시턴스가 75% 수준이므로 계통측면에서 동일 용량을 송전하는 경우에는 이론적인 측면에서 전압강하 및 전압변동이 감소된다. 그러나, 초전도 케이블을 실제 적용하는 경우 실선로전류가 기존 케이블인 경우보다 수배 이상에 달할 것이므로 실제 계통 적용입장에서는 오히려 전압강하 측면에서 불리해진다.

(계통관점에서 계통정수 값의 기본의미 : 전압변동 측면)

초전도 케이블의 계통정수 값을 이용하여 식 (1)과 같이 SIL(Surge Impedance Loading) 값을 계산하면 상전도 케이블에 비해 커지는데, 이는 자기 고유용량, 즉 페란티 현상이 발생하는 송전용량이 커짐을 의미한다. 이를 달리 해석하면 중부하시의 전압유지 능력은 다소 향상하지만, 케이블 선로에서 특히 문제가 되는 중부하시의 페란티 현상은 크게 불리할 수 있음을 뜻한다. 일반적으로, 실제 계통 운영시에 초전도 케이블의 송전량은 기존 케이블 보다 수배 이상에 달하므로 전압변동 측면에서 기존 케이블과 초전도 케이블은 유리한 점과 불리한 점을 모두 가지고 있다고 할 수 있다.

$$SIL = \frac{V^2}{\sqrt{\frac{L}{C}}} \cong \frac{1.0 [pu]}{\sqrt{\frac{0.5}{0.75}}} \cong 1.2247 [pu] \quad (1)$$

(고장전류 관점)

초전도 케이블을 적용할 경우 단순하게 생각하면 상전도 케이블에 비해서 L값이 적기 때문에 고장전류가 약간 증가할 수 있다. 그러나, 상전도 케이블 다회선을 초전도 케이블 1회선으로 대체하는 효과로 인해 계통 구성 측면에서 단순화되므로 전체적으로 고장전류는 상당히 감소될 것으로 판단된다. 이는 향후 수도권 밀집부하 지역에서 특히 문제가 되고 있는 154kV 단락용량 해소방안에 큰 도움이 될 수 있는 사안으로 판단된다.

(각종 안정도 관점)

일반적으로 선로 리액턴스의 감소는 고장전류이외에는 계통측면에서 안정성을 증가시키게 된다. 즉, 선로 임피던스가 적은 경우 고장 발생시 계통의 동기화력을 증가시키게 되고 이로 인해 계통의 안정도 측면에서 유리하게 된다. 이는 동기화력이 리액턴스와 반비례하는 관계에 있기 때문인데 따라서 초전도 케이블의 선로 리액턴스가 상전도 케이블의 리액턴스 보다 다소 적으므로 동기화력이 상대적으로 크게 되어 계통 과도 및 전압 안정도 측면에서는 다소 유리하다. 하지만, 본 검토대상이 154kV 이하 계통인 점과 초전도 케이블이 적용됨으로써 계통구조가 다회선이 1회선으로 변경되는 등 단순화 되는 점을 고려하면 계통 안정도 측면에서의 이점이 크다고 보기는 어렵다.

(조류 재분배 문제)

기존 케이블을 초전도 케이블로 대체할 경우 송전용량은 증대하지만, AC 계통의 고유한 특성 때문에 경우에 따라서 원하는 조류가 흐르지 않을 수 있다. 이러한 현상은 초전도 케이블을 송전망에 적용하는 경우 발생할 수 있는 문제점인데, 송전설비의 유효활용 측

면에서 대단히 중요하므로 실제 적용에 앞서 계통해석을 통하여 정밀검토가 요망되는 사안이다.

3.2 초전도 케이블 적용에 따른 발생 가능 문제점 검토

(초전도 케이블 전압강하 문제)

전압강하는 송전단 전압대비 수신단 전압의 비율을 의미한다. 초전도 케이블의 특성 임피던스가 상전도 특성 임피던스에 비해 상대적으로 적은 값을 가지므로 케이블에 동일 전류가 흐른다고 가정하면 상전도 케이블에 비하여 초전도 케이블의 전압강하는 더 적다. 하지만 초전도 케이블의 허용전류는 상전도 케이블 보다 최소한 수배 이상이고 충전용량은 초전도 케이블이 더 적으므로 전체적으로 초전도 케이블의 전압강하가 상전도 케이블에 비해 더 클 것으로 예상된다.

$$V_{drop} = IZ = (\text{수배이상}) \times (0.5\text{배내외}) \gg 1.0 \quad (2)$$

충전용량을 고려하는 경우, 전압강하, 즉 송수전단 전압차이는 식 (3)과 그림 1과 같이 송전단 인출 및 수신단 인입 무효전력에 의해서 결정된다.(Q_{IN} 및 Q_{OUT}) 즉, 송수전단 무효전력의 차이, 바꾸어 말하면 송전선로의 소비 무효전력과 생산 무효전력의 차이에 의해서 전압강하가 발생한다.

$$V_{drop} = f(Q_{IN} - Q_{OUT}) = f(Q_L - 2Q_C) \quad (3)$$

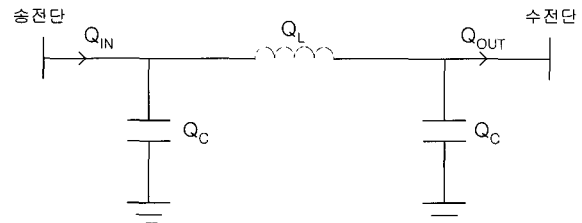


그림 1. 송수전단 무효전력 수수 예시도
Fig. 1. Figure of Reactive power flow

결론적으로 초전도 케이블의 특성임피던스는 식(4), (5)에서 알 수 있듯이 기존 케이블에 비하여 약간 적지만, 대신에 초전도 케이블에 흐르는 전류는 상전도 케이블에 비하여 훨씬 크기 때문에 전체적으로 전압강하 측면에서는 초전도 케이블이 약간 불리할 수 있다. 그러나, 기본적으로 가공선로에 비해 충전용량이 훨씬 큰 케이블 선로에서는 전압강하가 크게 문제가 되지 않기 때문에 전압강하 증가로 인해 심각한 문제가 발생할 것으로는 생각되지 않는다. 설사 어느 정도 전압강하가 발생하더라도 현재의 기술상 이를 충분히 보완할 수 있는 기술적인 대안은 충분하다고 판단된다. 즉, 전체적으로 초전도 케이블 선로에서의 전압강하는 기술적인 대안으로 충분히 극복 가능한 문제라고 할 수 있다.

$$\text{상전도 케이블 특성임피던스 : } Z_C = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (4)$$

$$\text{초전도 케이블 특성임피던스 : } \quad (5)$$

$$Z_s = \sqrt{\frac{0.5L}{0.75C}} = 0.816\sqrt{\frac{L}{C}}$$

(초전도 케이블 전압변동 기술적 특성개요)

전압변동은 동일 위치의 전압이 시간에 따라서 변동하는 최대 폭을 의미한다. 기본적으로 전압변동은 시점에 따른 부하변동 때문에 발생하는데, 송전선로의 SIL 특성값과 일정한 관계가 있다. 아래 표는 SIL 값의 大, 小에 따라서 부하변동이 발생하는 경우의 전압 크기를 예시적으로 나타내고 있다. 기존 케이블에 비해 초전도 케이블의 SIL 값이 크므로 전체적으로는 중부하시에는 전압강하가 적어서 일정전압 유지능력 측면에서는 유리하지만, 반대로 경부하시에는 과잉전압 상승으로 인한 페란티 현상 발생의 우려가 있다.

표 7. 전압변동 특성
Table 7. Voltage variation characteristic

부하 수준	SIL 大 (초전도 케이블)	SIL 小 (기존 케이블)	비 고
0 MW (무부하)	1.1PU	1.05PU	무부하
小 MW	1.05PU	1.00PU	경부하
大 MW	1.00PU	0.95PU	중간부하
最大 MW	0.95PU	0.90PU	중부하

4. 국내 22kV급 초전도 케이블 적용대안 고찰

초전도 케이블 적용대안은 검토하는 관점에 따라서 다양한 분류가 가능하지만 본 논문에서는 크게 수용가(Customer) 및 전력회사(Utility) 계통으로 구분하였다. 수용가계통에의 적용대안은 초전도 케이블을 적용할 수밖에 없는 불가피한 이유를 가진 구체적인 대상(Specific Objects)을 탐색해야 하며, 이는 기본적으로 Niche Marketing 적인 성격을 지니고 있다. 이에 반해 전력회사계통(Network)에의 적용대안은 수용가계통과는 달리 특정 대상보다는 전력계통 전반에 초전도 케이블이 적용될 수 있는 일반적인 유형을 도출하는 성격을 가지고 있다.

본 논문에서는 이들 두 가지 적용 계통 중에서 특정 대상에 국한되는 수용가 계통보다는 전력계통 전체에 적용이 가능한 전력회사 계통에의 초전도 케이블 적용대안 고찰에 중점을 두었으며 또한 각각의 적용대안별 구체적 적용개소들에 대하여도 살펴보았다. 아래에서는 앞서 언급한 두 가지 적용 계통에의 적용대안 특징에 대하여 간략히 기술하고 있다.

수용가 계통에의 개별 적용대안

기본적으로 수용가 계통에 대한 적용대상은 개별 수용가별 조건을 고려한 사안별 적용개소를 찾는 작업이며, 전력회사계통과는 달리 일반적인 범용의 적용대안을 찾는 것과는 다르다. 따라서, 이는 Niche Marketing의 성격을 지니고 있다.

전력회사 계통에의 개별 적용대안

전력회사계통에 대한 적용대안을 세분하여 정리하면 아래 표 8과 같으며 각 개별 대안에 대하여는 다음 절에서 상세히 기술하였다.

표 8. 전력회사계통에 22kV급 초전도 케이블 적용대안
Table 8. Application of 22kV Class HTS Cable in Utility Network

적용대안	적용사유
신설발전소 IPB	저전압, 대용량
해안가 분산전원 인출선로	저전압, 대용량
서울인근 복합화력 발전소 인출선로	저전압, 대용량
기존 22.9kV 선로의 22.9kV 초전도 케이블 대체	- 수명종료로 인한 노후 케이블 교체 - 용량증대를 위한 대체, 부하증가 및 입지난으로 기존 케이블 증설 곤란 - 용량증대를 위한 케이블 신설 필요 (신설케이블 회선수 감소를 위해 초전도케이블 적용)
기존 154kV 선로의 22.9kV 초전도 케이블 대체	- 도심 154kV S/S 원격화 - 노후 154kV 케이블 교체시 22.9kV 초전도 케이블 적용 - 신설예정 154kV 선로를 22.9kV로 대체 (신설 도심 154kV S/S 생략 가능개소)

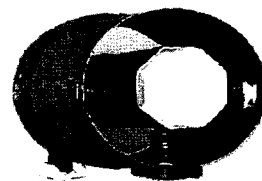
4.1 22kV급 초전도 케이블의 전력회사 계통적용 대안별 검토

본 절에서는 전력회사 계통에 대한 각 적용대안별 기본적 적용 타당성을 기술하였다. 자가용 수용가 계통에 대한 적용대상 도출은 개별 수용가별 조건을 고려한 사안별 적용개소를 찾는 작업이므로 일단 배제하였다.

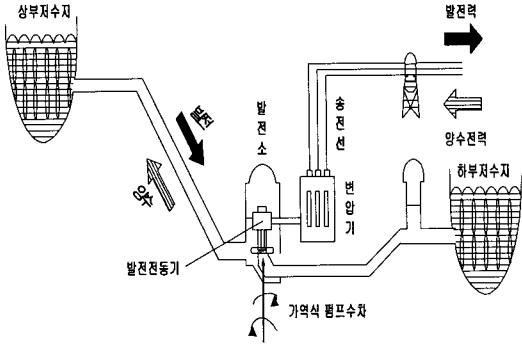
1) 신설발전소 IPB

발전소에서 발전기(18~23kV)와 승압변압기(154~765kV) 사이를 연결하는 선로는 저전압(18~23kV)에 대용량(100~1,000MW)이므로 전류용량이 10kA 이상으로서 굉장히 크다. 따라서, 기존의 ACSR 전선이나 케이블 굵기로는 곤란하기 때문에 기존 발전소에서는 대용량의 전선 굵기를 가지는 IPB(Insulated Phase Bus)를 적용하고 있으며 그림 2, 3에서는 이러한 기존 양수 발전소의 계통구성에 대하여 나타내고 있다.

현재 양수발전소에 적용되고 있는 IPB 길이는 대략 수십 m 정도에 불과하지만 가격은 20~30억원의 고가이다. 수력 혹은 양수 발전소의 경우, 전형적으로 발전기는 지하에 있고 승압변압기는 지상에 있으므로 양자를 연결하기 위해서는 IPB 도체를 수용할 수 있는 터널을 건설해야 하는 문제가 있다. 기존 양수 발전소에서는 이와 같이 지하터널을 통하여 IPB 도체를 연결하여 사용하고 있다. 따라서 수력, 양수발전소 등에서는 지하터널 넓이가 지나치게 큰점 등 많은 개선여지를 지니고 있으므로 향후 신설 수력, 양수 발전소 등에서는 초전도 케이블의 적용 가능성에 대하여 검토할 필요성이 충분히 있다고 판단된다.



(a) IPB 구조



(b) 수력 혹은 양수 발전소 개념도

그림 2. 양수 발전소 적용 IPB 개념도
Fig. 2. Configuration of Pumping-Up power Plant

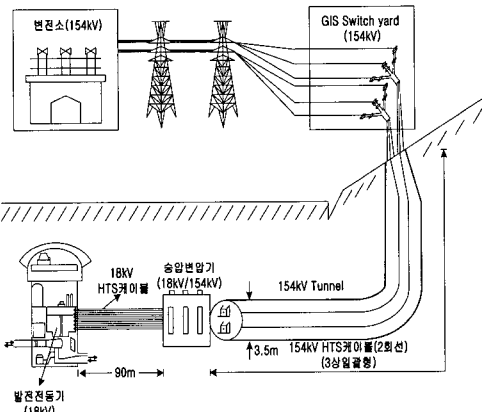


그림 3. 초전도 케이블 계통 구성도(무주 양수 발전소)
Fig. 3. Configuration of Mujoo Pumping-Up power Plant

2) 해안가 분산전원 인출선로

해안가 분산전원 단지는 수백 V, MW 급의 풍력 혹은 조력 발전기가 많이 해안에 산재해 있고 이를 해변가의 특정 지점에 있는 Collector System에 집결하도록 되어 있다. 이 경우 개별 발전기에서 Collector System으로 연결하는 개별 선로는 용량이 그다지 크지 않으므로 기존 케이블을 사용하고 있다. 그러나, Collector System에서 VSC 변환소(혹은 AC 변전소)로 연결하는 선로는 수백 V의 전압, 수십 MW 이상의 대용량 이므로 다수 조의 기존 케이블이 필요한데, 이를 초전도 케이블로 대체하면 1조 만이 소요된다. 이러한 분산전원 단지에의 초전도 케이블과 VSC 변환방식의 적용은 덴마크 와 같이 분산전원이 활발하게 적용되고 있는 국가에서 향후 장기적인 계획으로 수립되어 있는 사항이다. 덴마크는 2020년 전체 전력수요의 20%를 이러한 분산전원에 의해 공급할 계획을 가지고 있으며, 이에 따라 초전도 케이블의 적용도 활발해 질 것으로 예상된다.

국내의 경우도 2020년 전력공급 수요의 5%를 분산전원으로 공급할 목표를 가지고 있으므로 이러한 방식의 초전도 케이블 적용 가능성의 검토 필요성이 있다. 그러나, 현재 시행되고 있는 대관령 100MW 풍력 단지는 AC 154kV 송전망에 직접 연결하고 있으며, 덴마크와 달리 해안가 분산전원이 한정적이므로 덴마크와 동일한 기준으로 판단할 수는 없는 측면도 있다. 만약 제주도 혹은 기타 지역에서 해안가의 풍력단지를 향후 개발한다면 검토의 여지가 있다고 판단된다.

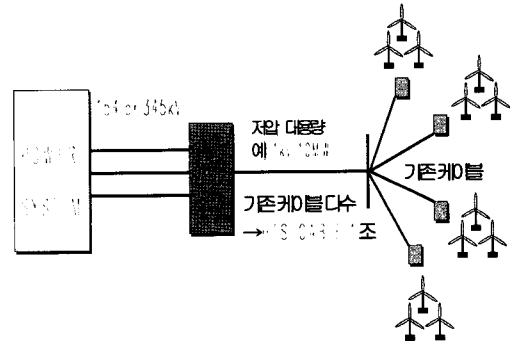
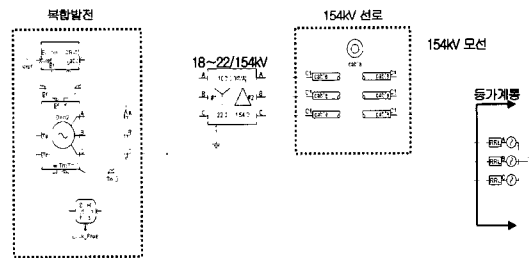


그림 4. 분산전원 단지 초전도케이블 적용
Fig. 4. Configuration of Applying HTS Cable to Distributed Generation

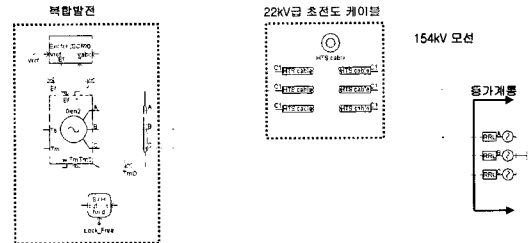
3) 서울 인근 복합화력 발전소 인출선로

복합화력 발전소의 단자전압은 약 18-22kV 정도이다. 이 단자전압은 승압 변압기를 거쳐 154kV로 승압되어 송전계통에 연결된다. 따라서 복합화력 발전소에서 154kV 모선을 연결하는 기존 154kV 선로를 22.9kV 초전도 선로로 대체할 경우 승압 변압기를 생략할 수 있고 전압 compact화가 가능하다.

현재 수도권 부근에는 일산, 부천, 안양, 분당 등에 이러한 복합화력 발전소가 다수 설치되어 있어 서울을 비롯한 수도권 지역 전력공급의 일부를 담당하고 있다. 우리나라 지역별 부하가 수도권 지역에 매우 집중되어 있고 향후에도 이러한 특성이 지속될 것으로 예상되므로 수도권 부근의 복합화력 발전소는 앞으로도 계속 신규 건설될 예정이다. 따라서 이러한 복합화력 발전소와 154kV S/S를 잇는 선로의 22.9kV 초전도 케이블 대체는 적용가능성이 상당히 높다고 할 수 있다.



(A) 초전도 케이블 적용 전



(B) 초전도 케이블 적용 후

그림 5. 초전도 케이블 적용 전후의 복합화력 발전소 계통구성
Fig. 5. Configuration change of Complex Power Plant

4) 기존 22.9kV 및 154kV 선로의 22.9kV 초전도 케이블 대체

앞의 대안들은 국부적인 계통에 적용 가능한 약간의 Niche Marketing적인 성격을 가지고 있다. 이에 반해 아래에서 소개될 기존 22.9kV 및 154kV 선로의 22.9kV 초전도 케이블 적용은 구체적인 개소보다는 전

체 계통에 적용가능한 일반적인 유형을 소개하는 것으로서 적용대안에 대한 개요 및 구체적 적용 가능 대상에 대하여 기술하였다.

■ 기존 22.9kV 대체 경우

① 노후 케이블 대체

과거 국내 배전계통은 22kV 비접지 방식으로 적용되다가 1970년대 중반 국내 배전계통이 22.9kV 다중접지 표준방식으로 변경되어 현재에 이르고 있다. 우리나라 지중배전케이블은 총 공장은 17,231C-Km에 이르며, 이 중에서 80년대 건설되어진 케이블의 규모는 약 3,654C-Km이다. 만약 케이블의 수명을 대략 30년 정도로 추정한다면 2010년 이후부터 본격적으로 배전 케이블의 교체수요가 도래할 것으로 추정되며, 이점에서 케이블의 교체시 공급부하의 증대와 회선수 감소를 위하여 초전도 케이블의 적용 필요성이 있을 것으로 예상된다.

② 부하 증가시 기존케이블 대체 혹은 증설 경우

부하증가로 인한 회선수 증설이 필요지만 입지난으로 판로를 증설할 수 없거나 혹은 판로증설이 가능하더라도 토목 공사비의 가중한 부담이 문제가 되는 경우 기존 케이블을 초전도 케이블로 대체하거나 증설 케이블을 초전도 케이블로 포설할 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이 동일한 크기를 가지는 기존 케이블과 초전도 케이블의 송전용량을 비교했을 때 초전도 케이블이 기존 케이블에 비해 크다. 따라서 기존 케이블의 증설 없이 기존 판로를 이용하여 초전도 케이블로 교체한다면 향후 부하 증가에 따른 여유 송전용량 확보 측면과 건설비 측면에서 매우 큰 이익을 얻을 수 있다. 이러한 기존 케이블 대체 혹은 증설과 앞에서 기술한 노후 케이블 대체 등의 구체적인 대상은 별도의 Niche Marketing을 통하여 상세 검토하여야 할 사항으로 판단된다.

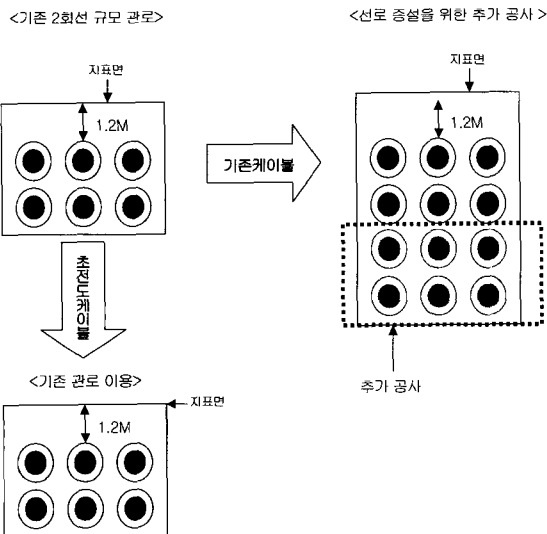


그림 6. 부하증가로 인한 선로증설시 초전도 케이블 적용
 Fig. 6. Application of HTS Cable in case of extending power system

■ 기존 154kV 대체 경우

① 도심 154kV S/S 원격화 및 장거리 22.9kV 초전도 케이블 적용

기존 도심내 154kV S/S를 22.9kV 개폐소 역할만 하도록 하고 그 대신 원격지에 있는 154kV S/S에서 장거리 22.9kV 선로를 통하여 전력을 공급한다.

② 노후 154kV 선로 22.9kV 초전도 케이블로 대체

앞에서 기술한 22.9kV 노후 케이블 대체와 동일한 개념으로서 기존 154kV 케이블 노후로 인하여 교체할 때 22.9kV 초전도 케이블로 대체하는 방안이다. 154kV 지중선로의 현황 및 준공년도를 살펴보면 우리나라 지중선로는 대체로 1970년대 서울지역에 대부분 설치되어있고 그 후 80-90년대를 거치는 동안 서울 및 기타 대도시에 적용 되었으며 선종은 OF 케이블이 규격은 600 mm²과 1200 mm²이 주종을 이루고 있다. 이중 1990년 이전에 설치된 케이블 선로는 전체 418회선 중 약 22%를 차지하는 94회선이며 이들 선로길이는 총 326Km에 이르고 있다. 케이블 선로의 이론적 수명은 대체로 40-50년 정도이지만, 실제 수명은 그보다는 다소 적을 것으로 생각되므로 154kV급 초전도 케이블이 상용화되는 2010년경에는 1990년대 이전에 설치된 이들 선로의 교체 검토가 필요할 것으로 보인다.

지역별로는 아래 그림 7과 같이 서울지역이 54회선, 부산지역 22회선으로 대부분을 차지하고 있고 그 외 수원 9회선, 대구 5회선, 광주 및 제주 각 1회선으로 조사되었다.

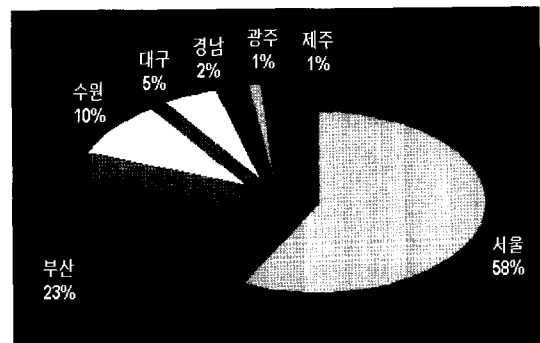


그림 7. 지역별 1990년 이전 설치 154kV 분포
 Fig. 7. Status of 154kV Under Ground Cable Constructed before 1990

③ 신설예정 154kV 선로를 22.9kV 초전도 케이블로 대체

부하증가에 따라 도심내부 가까이 새로 건설예정인 154kV S/S를 건설하지 않는 대신에 22.9kV 개폐소를 건설하고, 기존 도심 154kV S/S에서 154kV 대신 22.9kV 초전도 선로를 이용하여 전력을 공급한다. 이 경우 22.9kV 개폐소 건설시 필요한 부지 및 변전설비 비용이 154kV S/S 건설에 드는 비용보다 훨씬 적으므로 큰 비용 저감효과를 얻을 수 있다. 초전도 케이블 개발 목표시점인 2010년경 수도권 154kV 지중선로 신규 건설 계획은 아래 표 9와 같다.

2010년경 신설될 지중선로는 수도권을 중심으로 한 기타 대도시에 1회선 또는 2회선 선로가 건설될 예정이며 그 규모는 총 74회선, 선로길이 180Km에 이르고 있다. 선종은 현재 주류를 이루고 있는 XLPE 케이블이 사용될 전망이며 부하 증가에 따른 회선당 송전용량 증가에 따라 1200 mm² 보다는 2000 mm² 케이블의 사용이 많음을 알 수 있다.

표 9. 2010년경 154kV 지중선로 신규 건설 계획
Table. 9. Construction Plan of 154kV Under Ground Cable in 2010

	선로명	선 종	규격 [mm ²]	회선	공장 [Km]
서울 지역	중부-마포	XLPE	2000	1	6.0
	마포-공덕	XLPE	2000	2	1.0
	미금-휘경	XLPE	2000	2	5.0
	성동-한남	XLPE	2000	2	3.0
남서울 지역	천호-고덕	XLPE	2000	2	2.0
	수진-성남2	XLPE	2000	2	2.0
	대치2-도곡	XLPE	1200	2	1.5
	교대-동작	XLPE	2000	2	2.0
	신정-화곡2	XLPE	1200	2	2.0
	영서-신길	XLPE	2000	2	7.0
	신양재-선릉	XLPE	2000	2	5.0

5. 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성

5.1 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성 추진전략

본 절에서는 위의 적용방안 중에서 적용방안 4)와 같이 한전 계통내의 상전도 케이블 선로를 22kV급 초전도 케이블 선로로 대체하는 경우에 대하여 보다 구체적인 계통구성 방안을 살펴보았다. 앞서 언급한바와 같이 상전도 케이블을 22kV급 초전도 케이블로 교체할 경우 궁극적으로 도심내부의 154kV S/S는 모두 22.9kV 개폐소로 변환되어 질 것이다. 그러나 현실적으로 도심내부의 모든 154kV 변전소를 일시에 22.9kV 개폐소로 변환하는 것은 불가능하므로 이에 대한 단계별 추진전략이 필요한데 각 단계별 적용방안을 살펴보면 다음과 같다.

(1단계) 154kV S/S 양단간 선로만 교체

노후케이블 교체, 부하증가로 인한 신규선로 건설시 기존 154kV S/S는 그대로 두고 양 변전소를 잇는 선로를 22.9kV 모선을 활용하여 154kV 선로를 22kV급 선로로 대체한다. 즉, 154kV 1회선을 22kV급 1회선으로 일대일로 교체하는 개념이다.

이러한 경우 초전도 케이블의 용량은 기존 154kV 케이블 용량과 거의 비슷한 200MVA 내외로 하는 것이 합리적이지만, 기존 관로의 유효활용 측면에서 가장 최적적인 초전도 케이블 용량을 별도로 선정하는 작업이 필요하다.

(2단계) 기존 154kV S/S에서 22.9kV 개폐소로 변환

도심 154kV 변전소를 22.9kV 개폐소로 변환한다. 아울러 인근 154kV S/S와의 선로 역시 22kV급 초전도 케이블로 대체한다. 이 경우 도심 154kV 변전소의 compact화가 가능하여 부지 및 변전설비 비용의 막대한 감소로 인한 이익을 얻을 수 있다. 그러나 이 단계에서는 경우에 따라 인근 154kV S/S와의 연계를 고려하여 일부 변전소는 154kV 변전설비를 기존과 같이 갖추고 있어야 할 필요성도 존재한다.

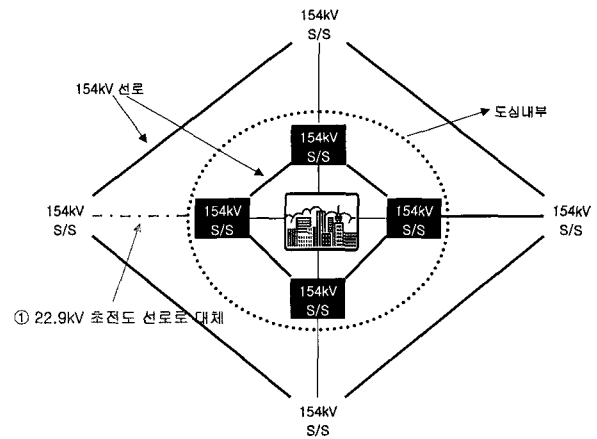


그림 8 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성 방안 - 1단계

Fig. 8 Configuration of Power System Applying 22kV class HTS cable - Step 1

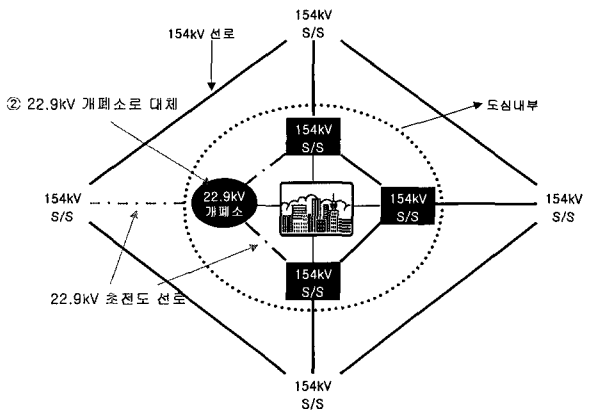


그림 9. 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성 방안 - 2단계

Fig. 9. Configuration of Power System Applying 22kV class HTS cable - Step 2

(3단계) 도심내 인근 154kV S/S를 22.9kV 개폐소로 변환

도심내 인근 154kV 변전소를 22.9kV 개폐소로 변환한다. 아울러 기존 도시 외곽 154kV S/S와 연결된 선로 역시 22kV급 초전도 케이블로 대체한다. 이 경우도 앞서와 같이 부지 및 변전설비 비용의 막대한 감소로 인한 이익을 얻을 수 있다.

(4단계) 도심내부 전력공급을 위한 기존 22.9kV 선로를 22kV급 초전도 케이블로 교체

도심내 기존 22.9kV 케이블을 22kV급 초전도 케이블로 교체하는 것은 154kV 선로 대체와 무관하게 별도로 진행되어 간다고 가정할 수 있다. 즉, 기존 22.9kV 지중 케이블을 초전도 케이블로 점진적으로 교체하거나 신설하는 선로를 초전도 케이블로 포설한다.

이 경우 향후에 도심내 부하 급증으로 인한 기존 선로의 증설 및 신규 선로건설이 필요할 때 부지확보 곤란 및 막대한 토목공사 비용이 발생하게 된다. 그러나 초전도 케이블을 사용할 경우 기존 케이블에 비해 동일 크기로서 훨씬 큰 전력을 전송할 수 있으므로 이러한 공사가 불필요하게 되어 비용저감 효과를 얻을 수 있다. 이와 같이 22.9kV 케이블을 대체하는 초전도 케이블의 용량은 잠정적으로 50MVA 내외로 선정할 수 있다. 이는 향후 2020년경의 도심지 부하밀도가 현재

보다 2~2.5배정도 증가한다고 보고 배전선로 1개 피더가 관할하는 면적을 현재보다 2배 정도로 상정했을 때 기존 지중 케이블 10MVA 보다 5배 정도 용량이 소요될 것으로 판단되기 때문이다.

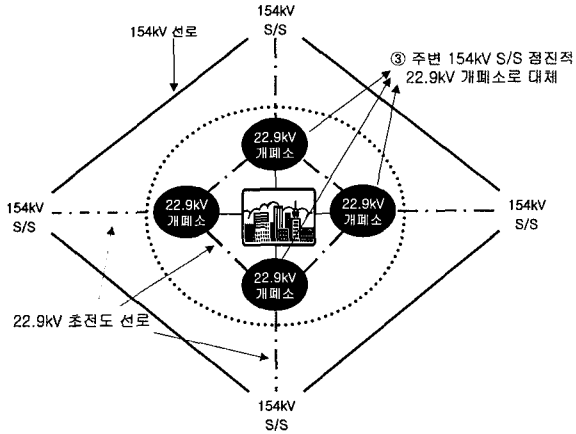


그림 10 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성 방안 - 3단계
 Fig. 10 Configuration of Power System Applying 22kV class HTS cable - Step 3

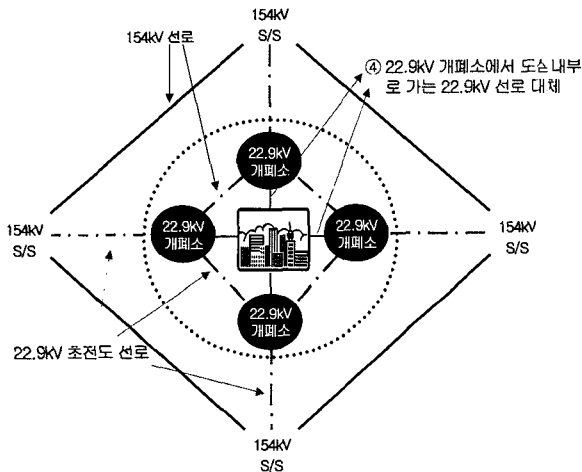


그림 11. 22kV급 초전도 케이블 적용 계통구성 방안 - 4단계
 Fig. 11. Configuration of Power System Applying 22kV class HTS cable - Step 4

5.2 초전도 케이블 개발관련 제안사항

위의 적용대안은 어떠한 적용형태이든 기본적으로 22.9kV 혹은 154kV 지중선로를 22kV급 초전도 케이블로 대체하는 경우인데, 아래와 같은 사항을 고려해야 할 것으로 사료된다.

(22kV급 초전도 케이블 용량)

22kV급 초전도 케이블의 용량을 현재 계획 중인 50MW로 했을 경우 기존 22.9kV 선로를 대체하는 데는 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 현재 154kV에 적용하는 OF 혹은 CV 2000[mm²] 지중선로의 용량은 200MW 내외인 것을 고려할 때 154kV 지중선로 1회선을 4회선 정도의 22kV급 초전도 케이블로 대체하는 개념이므로 154kV 선로 대체를 위한 22kV급 초전도 케이블 용량은 최소한 200MW 이상으로 증대할

필요성이 있다고 판단된다. 기술적으로 22kV급 초전도 케이블을 200MW 이상으로 개발하는 것은 초전도 선재 자체의 전류용량 관점에서 문제가 없을 것으로 생각된다.(22.9kV 200MW 급 경우 5.04kA) 따라서, 향후 22kV급 초전도 케이블의 개발방향은 아래와 같이 크게 154kV 대체를 위한 송전급 배전선로 및 22.9kV 대체를 위한 배전용 선로 개발로 나누어 진행할 것을 제안한다. 물론 저전압, 대용량 송전에 따라서 계통기술적인 측면에서 전압강하 등의 문제는 발생할 수 있는데, 이에 대한 보완책은 향후 별도로 검토가 필요할 것이다..

- ① (기존 22.9kV선로 대체를 위한 22kV급 초전도 케이블)은 송전용량을 50MW 정도로 하여 개발한다.
- ② (기존 154kV선로 대체를 위한 22kV급 초전도 케이블)은 송전용량을 200MW 내외로 하여 개발한다.

(초전도 변압기 및 케이블 동시 적용 가능성)

22kV급 초전도 케이블을 적용하는 경우 용량이 기존 상전도 케이블 보다 최소 수 배 이상 커지므로 154/22.9kV 변압기의 용량을 증대시켜야 한다. 즉, 기존 154kV 변압기는 45/60(MVA)가 대표적인데, 22.9kV, 100MW급 이상의 초전도 케이블을 적용하는 경우 변압기도 이에 따라 변경되어야 한다. 이 점은 용량이 큰 초전도 변압기와 초전도 케이블을 동시에 적용하는 관점도 생각해야 함을 의미하며, 이는 초전도 변압기와 초전도 케이블 나아가서는 필요시 초전도 한류기의 동시적용을 하는 경우에는 냉각설비의 유효 활용 측면에서도 많은 장점을 가지게 될 것으로 판단된다. 즉, 초전도기기의 장점을 충분히 활용함과 동시에 초전도기기 적용의 경제성을 높이는 효과도 가져다 준다.

6. 결 론

우리나라의 전력수요는 꾸준한 경제성장과 국민생활 수준의 향상으로 향후 2010년경에는 현재 전력수요의 약 1.5배 정도에 달할 것으로 예상된다. 따라서 이러한 전력수요에 원활히 대응하고 높은 공급신뢰도를 유지하기 위해서는 발전설비의 확충뿐만 아니라 송배전설비 및 변전설비의 적절한 신증설 또한 매우 중요한 문제라고 할 수 있다. 또한 서울과 같은 대도시의 경우 가공송전선로의 경과지 확보 곤란 등의 이유로 송전선로 지중화율이 기타 지역에 비해 상대적으로 매우 높으며 향후로도 계속 증가할 전망이다. 그러나 대도시의 경우 빌딩의 집중, 도시기능의 고도화에 의해 전력부하 밀도가 높아짐에 따라 지중 케이블의 대용량화가 불가피하지만, 회선당 송전용량 증대에는 한계가 있다. 또한, 복수회선 포설은 과밀화된 도심부에서 부지를 확보하는 데에 어려운 문제가 있고, 다회선 포설시 이에 따른 토목 공사비의 과중한 부담 때문에 어려움에 직면하고 있다. 그리고, 지중 케이블 용량의 한계와 다회선 포설에 따라서 지속적인 도심내의 변전소 신, 증설도 필요해 지며 이는 전체적인 전력공급 비용증가는 물론이고 민원문제와 도심내 지중선로 입지 및 변전소 부지 등 환경적인 측면에서도 부정적 영향을 미친다.

이러한 상황에서 저전압·대용량 송전이 가능하며

송전손실을 크게 저감시킬 수 있는 초전도 케이블은 미래 지중계통의 문제점을 해결할 수 있는 매우 좋은 대안의 하나로서 대두되고 있다.

22kV급 초전도 케이블 적용대안은 여러 가지 관점에서 접근할 수 있지만 본 논문에서는 크게 자가용 수용가 계통과 전력회사 계통으로 나누었으며 특정개소에 대한 적용 가능성을 검색하는 자가용 수용가 계통보다는 전체 계통에 대한 일반적인 적용방안을 도출할 수 있는 전력회사 계통을 중심으로 고찰하였다. 향후 초전도 관련 기술발달로 초전도기기 및 냉각설비의 가격 및 부피가 급격히 하락할 것을 예상해 볼 때 신설발전소 IPB 대체, 해안가 분산전원 인출선로, 복합화력 발전소 인출선로에 적용 및 기존 22.9kV 또는 154kV 선로 대체를 위한 22kV급 초전도 케이블의 적용 가능성이 매우 높을 것으로 생각된다. 또한 향후 초전도 케이블 적용에 따른 토목 공사비와 입지비용 및 송변전 설비 절감비용, 환경비용 등 종합적인 Life-Cycle 비용측면과 전체 전력공급 비용측면을 고려해 볼 때 상당한 경제적 이익을 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

따라서, 초전도 케이블의 계통 도입은 향후 미래사회의 전기품질 및 환경측면에 대한 요구에 부응하고 고도화된 IT사회에 적합한 고밀도 부하공급 방식으로의 전환을 위해서 매우 효과적인 해결방안의 하나라고 판단된다.

감사의 글

“본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 차세대 초전도응용기술개발 사업단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.”

“This research was supported by a grant from Center for Applied Superconductivity Technology of the 21st Century Frontier R&D Program funded by the Ministry of Science and Technology, Republic of Korea”

참고 문헌

[1] Diego Politano, Marten Sjostrom, Gilbert Schnyder and Jakob Rhyner, "Technical and economical Assessment of HTS Cablesems" IEEE Transactions on applied superconductivity conference, Sept. 2000

[2] John Cerulli, "State of the Art of HTS Technology for Large Power Applications: Current Programs and Futrure Expectations" Proceedings of the Power Engineering Society Winter Meeting, Dec. 1998

[3] R. S. Silberglitt, Emile Ettedgui, Anders Hove, "Strengthening the Grid : Effect of High Temperature Superconducting(HTS) Power Technologies on Reliability, Power Transfer Capacity, and Energy Use" Rand Corp., July 2002

[4] 산업자원부, "제5차 장기 전력수급 계획", 2000. 1

[5] 한국전력공사 계통계획처, "2000년 장기 송변전 설비계획", 2001. 3

[6] 한국전력공사, "한전 지중선로 현황", 2001. 6

저 자 소 개



김종율(金鍾律)

1974년 07월 06일생, 1997년 부산대학교 전기공학과 졸업, 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 현재 한국전기연구원 전력연구단 신전력시스템그룹 연구원



윤재영(尹在暎)

1962년 07월 30일생, 1985년 부산대학교 전기공학과 졸업, 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 1998년 동대학원 전기공학과 졸업(공학박사), 현재 한국전기연구원 전력연구단 신전력시스템 그룹장



이승렬(李昇烈)

1975년 09월 23일생, 1999년 고려대학교 전기공학과 졸업, 2001년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학석사), 2003년 동대학원 전기공학과 박사수료, 현재 한국 전기연구원 전력연구단 신전력시스템그룹 연구원