

고온초전도 전력케이블 적용가능성 검토

성기철*, 조전욱*, 권영길*, 류강식*, 강민규**, 유인근**
 *한국전기연구소, **창원대학교

A Feasibility Study of HTS Power Cable in the Future

K.C.Seong*, J.W.Cho*, Y.K.Kwon*, M.K.Kang**, I.K.Yu**
 *KERI, **Changwon national Univ.

kcseong@keri.re.kr

Abstract - In this study, we performed long lunge power transmission expansion planning for conceptual design of HTS power cable in Seoul area. Since the HTS power cable has the high power transmission density and low loss characteristics in comparison with conventional power cables, the HTS power cable is introduced between the downtown and the suburbs in the future system in order to verify the feasibility of the HTS power transmission cables technically and to encourage the research activity in the area.

1. 서 론

산업의 지속적인 성장에 따라 전기에너지 수요는 해마다 꾸준히 증가하고 있으며[1][2] 이와 함께 도심지역에 있어서는 345kV OF케이블 계통을 신설하고 기존의 154kV 케이블 계통도 확충하고 있으나 중장기적으로 볼 때 지하철, 통신, 수도 및 Gas등 조밀화된 지하공간에 관로나 전력구를 신설하는 것은 매우 곤란하기 때문에 기존의 전력케이블만의 송전망 확충방법은 머지 않은 장래에 한계점에 도달할 것으로 예상되고 있다.

이에 대해 고온초전도케이블은 저항이 없고 리액턴스 및 정전용량이 작기 때문에 대용량 송전이 가능하며 따라서 낮은 송전전압으로도 송전이 가능해져 절연설계를 간략화 시킬 수 있을 뿐만 아니라 송전선로 수도 감소되어 선로 경과지를 대폭적으로 감소시킬 수 있다. 동시에 송전손실도 줄일 수 있어 운전경비의 절감이 기대되는 이상적인 송전방식으로 각광 받고있으며 최근 초전도케이블에 대한 연구가 선진국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다[3][4].

본 논문에서는 부하 밀집지역인 서울에 대해 초전도케이블을 적용할 경우에 대한 사례연구를 통해 적용가능성을 검토하였다.

2. 본 론

초전도케이블을 적용할 경우 경제성을 분석하기 위하여 대도시 지역을 대상으로 중장기 전력계통 검토를 통한 비교분석을 하였다. 즉, 서울 지역의 전력수요를 중장기적으로 예측하고 연도별(2005, 2015, 2025 및 2035년) 계통데이터를 작성한 후 각각에 대한 계통확장 계획(안)을 작성하고 2005년 이후 초전도케이블을 계통에 적용하는 것을 가정하고 초전도케이블이 적용될 가능성이 높은 구간을 고려하여 2가지의 예비 적용구간의 경우와 전력조류 및 상정사고의 검토를 통해 초전도케이블이 도입될 경우 기본적인 전력계통 모델을 구성하여 상호비교 검토하였다.

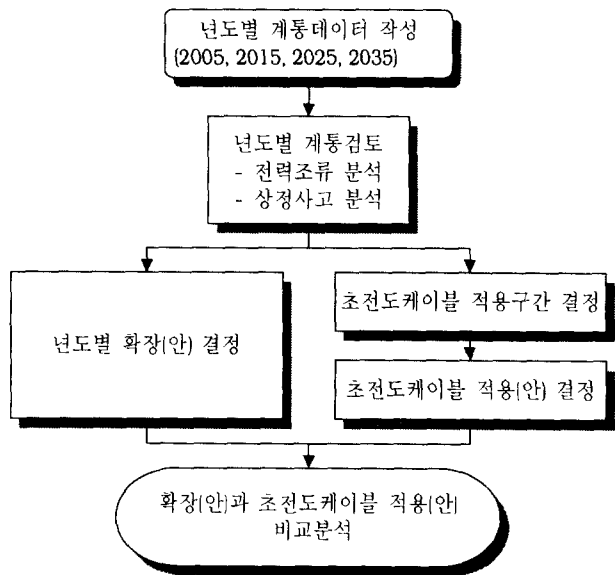


Fig 1. Flowchart of the study

대상지역인 서울을 중심으로 인근지역과의 중장기 전력수급을 예측하면 그림 1에서와 같이 정리될 수 있다. 즉, 서울의 주변지역에는 345kV 계통이 환상망 형태로 구성되어 있으며, 신설될 765kV계통이 이들 345kV변전소와 연계되어 서울지역으로 전력을 공급하고 있다. 그리고, 서울 인근지역에 위치한 이들 345kV 변전소로부

터 도심지역으로 154kV 지중케이블을 통해 전력이 유입되며, 이와 함께 도심지역내에 345kV 지중케이블 4개구간을 설치하여 도심지역의 전력 수요 증대에 대처할 계획이다.

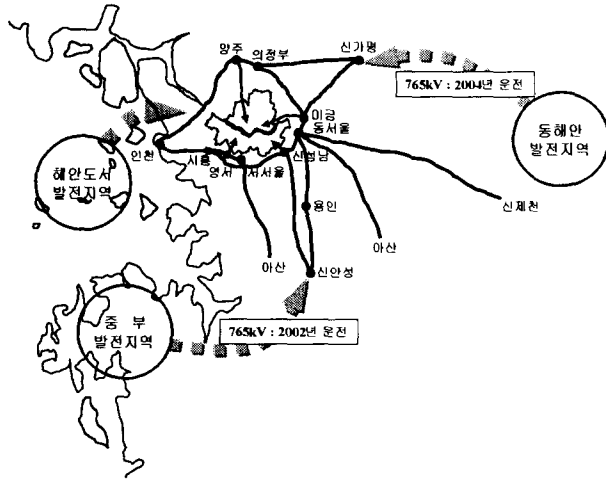


Fig 2. Power system planning between Seoul and other area(west, middle and east)

2005년 계통을 기본계통으로 정하여 검토 연도별 발전 및 수요배분(154kV 변전소에 부하배분)을 한 후 서울지역내의 송전선로에 정상운전시 및 상정사고시 전력조류 분석을 통해 송전선로 및 변압기에 과부하가 발생하지 않도록 계통을 확장하였다. 또한 서울지역본부의 전력수요 예측결과에 의하면 특히 신시가인 강남지역 및 신 개발지역인 영등포 지역의 전력수요 성장률이 높을 것으로 예측하고 있어 보다 정밀한 검토를 위해 서울지역을 11개로 세분하여 각각의 전력수요를 상정하였다.

송전계통 확장방안은 다음과 같은 전제조건을 가정하여 정하였다.

- 1) 송전선로 확장기준
 조류가 송전선로 열용량의 100%를 초과할 경우 동종의 송전선로로 확장한다.
 - 송전선로사고(154, 345kV ; 1회선 또는 1루트 사고)시 과부하선로가 없어야한다.
- 2) 변압기 확장기준
 1Bank 사고 시에도 건전 Bank에 과부하가 발생하지 않도록 한다.

한편, 초전도케이블의 도입 후보구간은 서울지역의 중장기 전력수급 현황을 분석한 결과 765kV 송전선로를 통해 대용량의 전력이 유입될 예정이기 때문에 이 지역과 도심지역 간이 가장 적합할 것으로 판단되어 표 1과 같은 2가지의 후보구간을 선정하였다.

2005년까지의 계획이 포함된 기본계통은 다음 그림 3과 같다.

Table 1. Study cases of the HTS power cable application

번호	후보지역간	이유
1	동부 ↔ 도심지역	동해안에 위치한 대규모 원자력단지로부터 765kV선로를 통해 대용량의 전력이 유입됨.
2	중부 ↔ 도심지역	중부해안에 위치한 대규모 화력단지로부터 765kV선로를 통해 대용량의 전력이 유입됨.

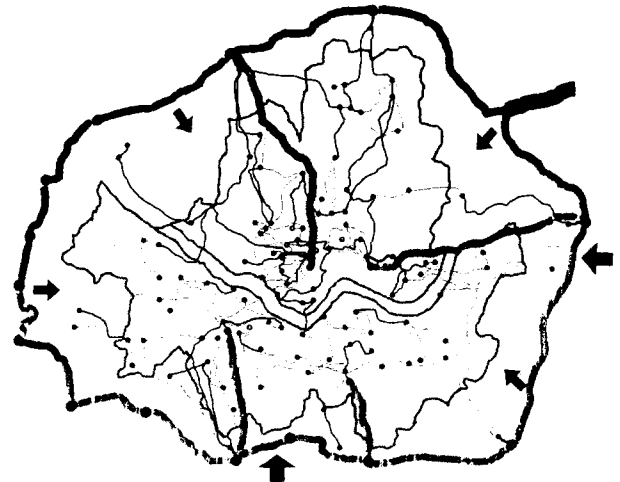


Fig 3. Basic power transmission system of Seoul area in 2005

그림 4는 2035년 계통구성 전제조건에 따라 보강된 서울지역의 계통 확장안이다.



Fig 4. Power transmission system in 2035

위의 그림 3과 4를 비교해볼 때 서울지역의 송전선로는 전력수요의 증가에 비례하여 향후 많은 수의 송전선로가 확장되어야 한다는 것을 알 수 있다. 특히 서울외곽 중부 및 동부의 345kV

변전소와 도심지역에 위치한 변전소를 연결하는 송전선로에 대한 확장이 필요한 것으로 분석되었다. 이를 정량적으로 나타내면, 송전선로 수는 매 10년 단위로 20%이상 증가되어야 할 것으로 나타났다.

다음 그림 5와 6은 초전도케이블의 도입 후보 구간에 대해 2035년 계통구성 검토결과로 그림 5는 동부에서 도심지역간, 그림 6은 중부에서 도심지역간에 초전도케이블을 적용할 경우의 계통도이다.

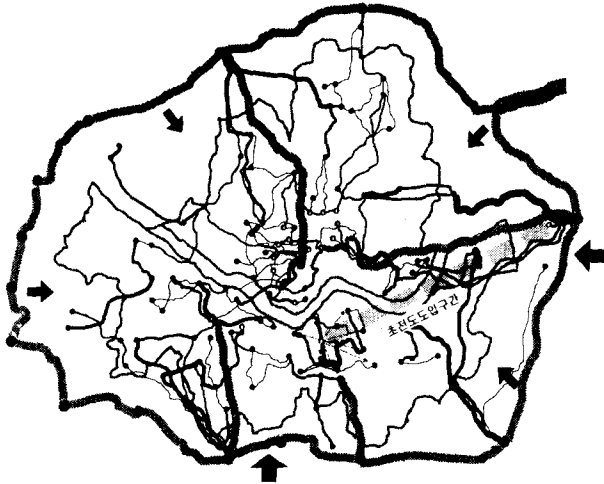


Fig 5. Power transmission system in 2035(application of the HTS power cable between metropolis and the east area)



Fig 6. Power transmission system in 2035(application of the HTS power cable between metropolis and the middle area)

위의 그림과 같이 초전도케이블의 2가지 후보 구간에 대해 비교한 결과 중부에서 도심지역간이 송전선로 수 측면에서 다소 유리한 것으로 나타났다. 이러한 이유는 이 두 지역간의 거리가 가까

워 상대적인 임피던스가 작기 때문으로 분석된다.

이상의 계통구성 검토결과를 정리하면 표 2에 서와 같다. 즉, 표에서도 알 수 있듯이 초전도케이블 대상지역을 검토한 결과 중부↔도심지역이 동부↔도심지역에 비해 다소 유리하였다.

Table 2. Comparison of transmission line numbers and power losses of each plan in Seoul area

항 목		연 도			
		2005년	2015년	2025년	2035년
선로 수	기존 확장안	286	348	428	549
	동부↔도심	-	308	350	443
	중부↔도심	-	291	341	422
선로 손실 [MW]	기존 확장안	54	89	130	206
	동부↔도심	-	86	126	201
	중부↔도심	-	85	125	199

그리고 서울지역의 2035년 송전 선로수를 비교한 결과 중부↔도심지역의 경우는 기존확장안 보다 127개줄어 들어 송전선로는 약 30%를 절감시킬 수 있었다. 또한 서울지역의 송전 선로손실은 중부↔도심지역의 경우 기존확장안 보다 7(MW)로 약 3.5%의 절감효과가 나타났다.

3. 결 론

초전도케이블 도입구간에 대해 계통을 검토한 결과, 최종 검토연도인 2035년 계통에 대해서 기존확장안 보다 송전선로 수를 약 30% 이상 절감시킬 수 있었으며, 송전 선로손실도 약 3.5% 줄어드는 것으로 나타났다. 따라서 부하 밀집지역인 서울 지역 및 부산지역에 초전도 케이블을 적용할 경우 그 효과는 매우 클 것으로 분석된다.

본 연구에서는 전력조류 측면에서의 검토를 대상으로 하였으나, 향후에는 이를 보다 구체화시키기 위해 더욱 상세한 계통특성 분석을 통해 초전도 케이블도입 구간에 대한 정밀한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 산업자원부 전력심의관실, "전력분야통계", 1988
- [2] <http://www.kepco.co.kr> 전력통계
- [3] International Workshop on High-Tc Superconducting Power Transmission Cables, IEA Workshop, April 1997
- [4] DOE, "The Superconductivity for System Program" <http://www.eren.doe.gov/superconductivity/program.html>