

장기 송변전설비 Master Plan 수립

황중영, 문봉수, 오현진, **최재명**, 서우석
한국전력공사 송변전본부 송변전계획처

The long term Power Grid Master Planning for KEPCO Transmission Systems

Hwang Jong-Young, Moon Bong-Soo, Oh Hyeon-jin, Choi Jae-myeong, Seo Woo-Suk
Transmission Planning Department of KEPCO

Abstract - 제3차 전력수급기본계획(산업자원부, '06.12 공고)확정 고시 후 한전에서는 '07.1월 장기 송변전설비계획(2006년~2020년)을 수립하여 시행중에 있다. 이와 별도로 한전에서는 전력수요 포화 시점(2030년)에 전력계통 구성의 최종목표를 제시 하고자 장기 송변전설비 Master Plan 을 수립하였다. 본 논문에서는 전력수요 포화 시점에 대비한 Master Plan 수립방향, 수립결과 분석, 기술적 문제점 및 대책(과도안정도, 고장 전류)에 대해 개략적으로 설명하였다. 본 수립내용을 토대로 설비확충 계획 뿐만아니라 정비계획을 종합한 기존설비 개선·정비 방안을 시행 할 예정이다.

1. 서 론

본 논문 “장기 송변전설비 Master Plan 수립”의 중요한 검토 배경 및 목적은 다음과 같다.

- 전력계통 구성의 중장기 비전(Vision) 제시
 - 전력수요 포화 시점을 대비한 최적의 전력계통 구축
 - 중장기 송변전설비계획 및 투자계획의 일관성, 방향성 정립
- 성장위주 정책에서 효율성 추구 정책으로의 전환 시도
 - 공급신뢰도를 고려한 설비이용률의 향상 적극 도모
 - 전력계통 관련 정책의 합리성 및 경제성 추구
- 최종 규모의 송변전설비 확충 방안 제시
 - 개별 지역적 특성을 고려한 최적 설비규모 파악
 - 설비 이용률 향상 및 투자 효율성 제고
- 기존설비의 정비 및 효율적 활용 방안 수립
 - 노후설비 개선으로 전력공급 서비스 향상
 - 송전선로 및 변전설비 이용률 향상 추구
- Master Plan의 지속적 수정·보완
 - 과거 2001년 수립된 Masrter Plan의 전면 수정
 - 발전설비 및 전력수요 등 주변의 여건변동 사항 반영
- 장기적 목표 설정으로 154kV 전력계통 계획, 운용 및 구성의 연속성 유지

2. 본 론

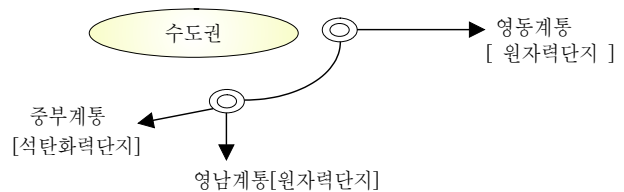
2.1 검토 전제

- 검토 년도 : 목표 년도(Horizon Year) 2030년
- 최종 수요 : 9,000만kW 기준
 - 예측 방법 : “장기 전력수요 예측 시스템” 적용
 - 송전설비 신·증설 : 하계 전국 동시 최대수요 적용
 - 변전설비 신·증설 : 지역별 비동시 최대수요 적용
- 발전설비 용량 : 약 1.1억kW (설비예비율 : 22%)
 - 제3차 전력수급기본계획의 발전소 건설의향 고려
 - 기존 발전단지 : 지속 운전 고려, 입지 최종 규모 반영
 - 폐지 예정된 발전소 : 동일 용량으로 신규 대체 가정
- 발전기 운전 조건
 - 기본적으로 경제급전을 고려하되, 필요시에는 최악 조건 상정
 - 154kV 계통에 연계된 발전력은 과거 운전실적, 미래 불확실성 등을 고려하여 공급권역별로 차등 적용
- 계통 해석 및 확충 기준
 - “전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지 기준” 준수
 - 적용 상정고장
 - 765kV 및 지중선로 : 1회선 고장
 - 기타 송전선로 : 2회선 고장

2.2 Master Plan 수립 방향

2.2.1 전압별 계통구성

- 765kV 설비
 - 대단위 전원단지와 최대 수요지(수도권) 직접 연결
 - 수도권 배후 대전력 공급원 역할
 - 대규모(3,000MW 이상) 발전단지 계통연결



〈그림 1〉 765kV 계통 개략 구성도

- 345kV 설비
 - 지역간 간선 계통의 구축 유지
 - 대도시의 도심지 전력 공급원 역할 (지중송전선 연결)
 - 중·대규모 (1,000MW 이상) 발전소 계통연결
- 154kV 설비
 - 지역 내의 전력공급 계통망 구성
 - 345kV 공급권역별로 154kV 자체 Network 구성
 - 소규모(1,000MW 이하) 발전소 연결 고려
- 66kV 설비 : 신규 건설 억제 및 단계적 축소

2.2.2 발전소 연결 및 간선계통 구성

- 발전소 연결 계통
 - 발전소 최종 규모 고려
 - 상정고장 시 계통신뢰도 유지범위 내에서 투자비용의 최소화
- 간선 계통 및 부하공급 계통
 - 상정고장 시 계통신뢰도 유지범위 내에서 투자 효율성 제고

2.2.3 고장전류 억제 기본 방향

- 전압별 고장전류 정격
 - 765kV(50kA), 345kV(40kA/50kA/63kA), 154kV(50kA)
 - 상정고장 : 모선 3상 단락고장
- 고장전류 정격 이내로 유지토록 최적 계통구성
 - 345kV 공급권역별로 154kV 자체 Network(타 권역과 분리) 구성
 - 계통분리(모선, 선로 등)시 적정 계통신뢰도 확보

2.2.4 기타 검토 방향

- 공급안정성과 경제성의 조화
- 송전선로 및 변전설비 이용률 제고
- 전력계통 기술적 특성(과도안정도, 고장전류) 개선

2.3 Master Plan 수립 결과

2.3.1 설비물량 부분

- 전력수급 전망 (2030년)
 - 전국 최대수요 : 90,000 MW

〈표 1〉 권역별 최대 수요(동시 Peak)

[단위 : MW]

구분	수도권	영동권	중부권	호남권	영남권	제주	계
수요	35,600	5,850	8,300	9,100	24,700	1,050	84,600
점유율	42.0 %	6.9 %	9.8 %	10.7 %	29.4 %	1.2 %	100

☞ 권역별 최대수요 = 90,000kW - (발전소 소내 부하 + 계통손실)

〈표 2〉 권역별 발전설비(2030년)

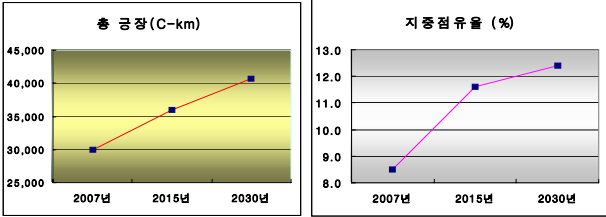
[단위 : MW]

구분	수도권	영동권	중부권	호남권	영남권	제주	계
발전력	29,117	3,187	24,193	14,314	38,410	835	110,056
점유율	26.4 %	2.9 %	22.0 %	13.0 %	34.9 %	0.8 %	100

- 수급전망 결과 분석
 - 설비 예비율 : 약 22%
 - 지역간 전력수급 불균형 지속 (수도권 전력수요 집중 현상)

○ 송변전설비 최종 규모

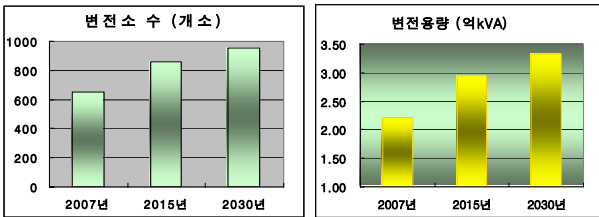
- 송전설비
 - 2030년 송전선로 총 공장 : 2007년 대비 “약 36 %” 증가
 - 지중선로 점유비 : 8.5% (2007년) → 12.4 % (2030년)



〈그림 2〉 송전선로 총 공장 및 지중선로 점유비

- 변전설비

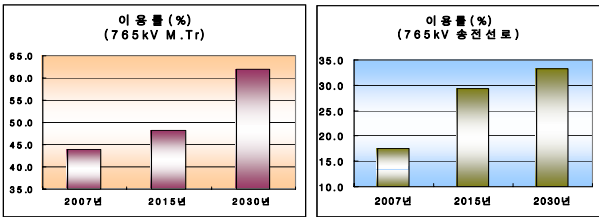
- 변전소 수 : 2007년 대비 “약 47 %” 증가
- 변전용량 : 2007년 대비 “약 54 %” 증가
- '20년 이후 신설 필요 변전소 수 (765kV/345kV/154kV) : 1 / 5 / 36



〈그림 3〉 변전소 수 및 변전용량

○ 송변전설비 이용률

- 2030년 765kV 변압기 이용률 : 2007년 대비 “약 41 %” 증가
- 2030년 765kV 송전선로 이용률 : 2007년 대비 “약 90 %” 증가



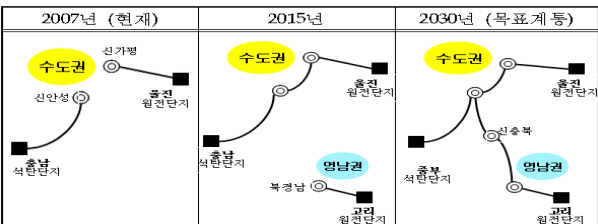
〈그림 4〉 송변전설비 이용률

○ 투자비용

- 송변전설비 총 투자비용('08년 이후) : 약 15조원
 - 2020년 이전 투자비 : 전체 비용의 “75 %” 점유
 - 2020년 이후 투자비 : 전체 비용의 “25 %”
- ⇒ 설비 투자비용 감소, 설비이용률 증대

2.3.2 계통구성 추이

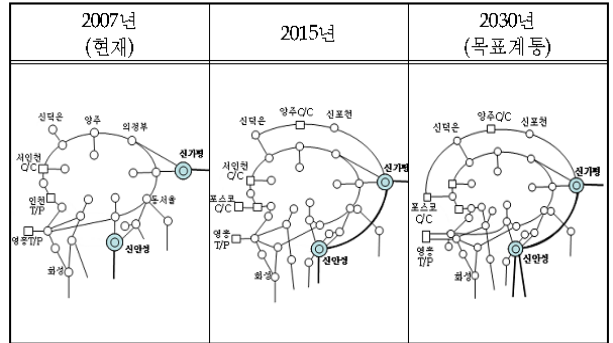
○ 765kV 계통구성



〈그림 5〉 765kV 계통구성 추이

- 2007년 현재 : 중부석탄 및 영동원전 단지를 수도권 배후까지 독립 구성
- 2015년 : 중부석탄 및 영동원전 단지를 수도권 배후에서 연계 구성
- 2030년 : 765kV 동서~남북계통 연계 (전력계통의 Backbone 완성)

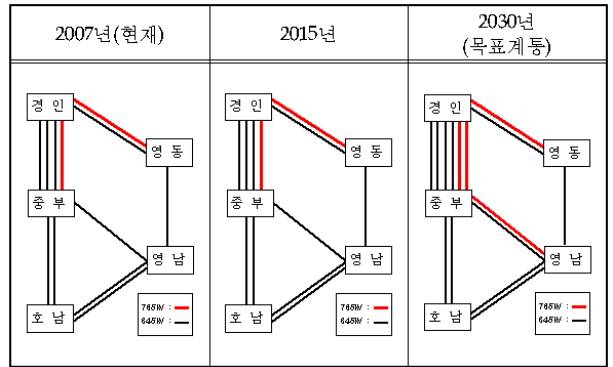
○ 수도권 초고압계통 환상망



〈그림 6〉 수도권 초고압계통 환상망 추이

- 2007년(현재) : 수도권 단일 환상망(Loop) 구성
- 2015년 : 한강이북지역 2중 환상망(Loop) 구성
- 2030년 : 수도권 북부지역 2중 환상망(Loop) 및 내륙계통 보강 완성

○ 지역간 융통전력망



〈그림 7〉 지역간 융통전력망 추이

- 2007년(현재) : 북상선로(비수도권~수도권) 6개
- 2015년 : 2007(현재)년과 동일
- 2030년(목표계통) : 북상선로(비수도권~수도권) 8개

2.4 기술적 문제점 및 대책

2.4.1 과도안정도

- 불안정 개소 : 4개소 (영흥화력, 태안화력, 영광원자력, 신고리원자력)
- 해소 대책 : 발전기 접속선로 및 계통보강 선로 건설 등

2.4.2 고장전류

- 차단기 정격 초과 개소 : 345kV 8개소, 154kV 5개소
 - 345kV 차단기 교체 : 40kA ⇒ 50kA, 63kA
- 고장전류 억제 대책
 - 계통분리 (345kV 및 154kV, 모선 및 선로)
 - 345kV 직렬리액터(Series Reactor) 적용 : 화성S/S 외 11개소

3. 결론

본 논문에서는 전력수요 포화 시기를 고려한 전력계통구성의 장기 방향성(Vision)을 제시하였고 전력공급 능력 및 계통안정성 확보를 위한 효율적 전력계통 구축 방안을 검토하였다.

본 논문의 유용성 제고를 위해서는 기존설비에 대한 증강적 관점의 개선·정비, 설비 이용률 증대 계획 수립, 전력수요 예상 포화시점 (2030년) 및 수요(9,000만kW)에 대한 주적 관리와 미래지향의 합리적 계통계획 기준 재정립이 필요하다 하겠다.

[참고 문헌]

- [1] 산업자원부, “제3차 전력수급기본계획(2006~2020)”, 2006.12
- [2] 한국전력공사 계통계획처, “장기송변전설비계획(2006~2020)”, 2007.01