

765kV 송전선로 1단계 건설사업을 마무리하며

한국전력공사 전력계통건설처 765kV 송전부

1. 서론

우리나라 110년 電氣歷史 중 커다란 전환점을 가져오는 765kV 昇壓은 새천년을 맞이하여 우리의 삶의 質을 향상시키고 산업의 先進國化, 생활환경의 自動化 및 情報化 사회로의 이동 등으로 급격히 증가하는 전력수요 증가에 대비할 수 있을 것이다. 765kV 송전선로는 345kV 송전선로의 5배의 송전능력을 가졌으며 국토환경 보존면에서도 345kV보다 우월하다고 할 수 있다. 한국전력에서 시행하는 765kV 송전선로 1단계 건설공사는 333km를 일시에 시행하는 대규모사업으로서 '98년 12월과 '99년 9월에 일부를 345kV로 가압했으며 일부는 건설중에 있다.

이와 같은 사업의 시작부터 지금까지 추진한 내용과 특징적인 신기술, 신공법 등에 대하여 개략적으로 기술하고자 한다.

2. 765kV 송전전압의 필요성과 이점

가. 송전전압 격상의 필요성

송전전압의 격상검토는 1978년 長期電力需要案을 시작으로 2차에 거친 검토를 실시하여 1992년 765kV로 확

정하여 추진하게 되었다.

1970년대 경제호황으로 15% 이상 증가하던 전력수요가 2차 석유파동과 경제침체 등으로 1979년 이후 1980년대 초반까지 전력수요 성장률이 10% 미만으로 둔화되었다가 1987년부터 수요성장률이 급상승함에 따라 전원공급용 발전설비의 부족이 예상되고 또한 수도권 신도시에 단기설치 가능 발전설비(열병합발전소, LNG 복합화력)의 긴급건설 등으로 계통운용의 제약이 발생하게 되었다. 특히 京仁地域의 전력수급 불균형이 深化되고 신규발전소 敷地 및 송전선로 경과지 확보가 어려워져 장거리 대전력 수송 필요, 深夜最大潮流의 발생으로 인한 계통운용 조건의 악화, 장래 계통구성의 합리성 등의 요구가 커져 대전력 수송이 필요하게 되었다.

나. 격상전압을 765kV로 선택한 사유

765kV 송전전압은 미국, 캐나다, 남아공화국 등 외국 의 운전경험으로 확인된 전력계통의 신뢰도, 기자재 조달, 기술적 특성 및 우리 나라의 지형적인 특성을 감안한 경과지 확보측면을 고려하여 765kV로 선정하였다. 765kV 송전전압은 송전용량, 전력손실, 경제성 등에서 여러 가지 이점이 있는데 이를 기존의 송전전압인 154kV 및 345kV와 비교하여 보면 표 1과 같다.

〈표 1〉 송전전압 특성비교표

기준 : '99년 3월 현재

항 목		전압별	154kV	345kV	765kV
송 전 용 량(kW)			48만	180만	840만
손 실(%)			1.2	0.26	0.05
애 자 개 수(1련)			13개	18개	45개
전 선 규 격			ACSR 410mm ² x 2B	ACSR 480mm ² x 4B(Rail)	ACSR 480mm ² x 6B(Cardinal)
철 탐	높 이(m)		35	50	90
	중 량(ton)		13	45	170
	부재종류		산형강	산형강	원형강관
	부지면적(mm ²)		240	430	610
동일용량 대비	선 로 수		17.5개	4.6개	1개(기준)
	부지면적(mm ²)		4,200(6.9배)	2,000(3.3배)	610(기준)
	공사비(km)		2.9배	1.6배	1.0배

3. 765kV 송전선로 건설개요

765kV 송전선로 건설사업은 당진화력계와 울진원자력계의 2系統으로 구분되어 있다. 당진화력계는 신규로 건설하는 당진화력 발전소의 발전전력을 계통에 연결하기 위하여 당진T/P~345kV 신당진S/S~765kV 신서산S/S~765kV 신안성S/S까지의 178km와 울진원자력 #3, 4호기의 계통 연결을 위한 울진원자력계는 765 kV 신태백S/S~765kV 신가평S/S까지의 155km 등 총선

로길이 333km를 '96년 2월에 동시 착공하여 총사업비 약 1조원을 투입하여 건설하는 사업이다.

765kV 송전선로 준공초기는 345kV 전압으로 운전하고 765kV 신서산 변전소, 신안성 변전소, 신태백 변전소 및 신가평 변전소가 준공되는 2001년 이후 765kV 전압으로 운전하게 되며 765kV 당진화력 T/L 및 신서산 T/L No.200까지 '99년 9월 30일 준공되어 345kV로 운전중에 있으며 선로별 규모 및 완료시기는 표 2, 표 3과 같다.

〈표 2〉 선로별 규모

구 분	기수(기)	공장(km)	최 고 철 탐		최 장 경 간	
			철탐번호	형 및 높이(전체높이)	구 간	경 간(m)
당 진 화 력	90기	39.8km	No.23	LA _s -87 (134.9m)	No.23-24	715m
신서산1공구	60기	29.1km	No.33	LA ₂ -93 (140.9m)	No.35-36	726m
신서산2공구	66기	35.9km	No.61	LA _w -80 (127.9m)	No.60-61	880m
신서산3공구	64기	34.3km	No.140	Aa ₂ -90 (133m)	No.128-129	860m
신서산4공구	69기	38.6km	No.223	LA ₂ -82 (129.9m)	No.243-244	887m
신태백1공구	52기	25.4km	No.55	LA ₂ -88 (135.9m)	No.41-42	788m
신태백2공구	68기	31.5km	No.95	Aa ₂ -99 (142m)	No.80-81	744m
신태백3공구	64기	30.5km	No.161	LA ₂ -79 (126.9m)	No.161-162	719m
신태백4공구	62기	30.1km	No.206	Aa ₂ -80 (123m)	No.258-259	863m
신태백5공구	71기	37.4km	No.314	Aa ₂ -96 (139m)	No.279-280	839m
합 계	666기	332.6km				

〈표 3〉 선로별 완료시기

구 분	구 간	길이(km)	철탑기수	완료시기
당진화력 T/L	당진T/P~ 345kV 신당진S/S	27	61	'98년 12월
	345kV 신당진S/S~ 765kV 신서산 S/S	12.8	30	'99년 9월
신 서 산 T/L	765kV 신서산S/S~ No.200	104.8	199	'99년 9월
	No.200~ 765kV 신안성S/S	32.6	60	2000년 12월
신 태 백 T/L	765kV 신태백S/S~ 765kV 신가평S/S	154.9	317	2000년 6월
계		332.6	666	

4. 사업시행 준비

가. 사업 추진경위

'92년 5월 한전본사에 격상추진반 발족과 함께 '92년 12월 長期超高壓電力系統 구성계획 수립으로 확정된 765kV 격상사업은 '93년 9월부터 경과지 선정을 위한 현장답사 및 측량, 환경영향평가에 착수하여 '94년 12월 전원개발특별법에 의한 사업승인을 신청하였다. '95년 5월 환경영향평가법에 의한 협의를 득하고 정부로부터 '95년 7월 태백지역 일부구간을 제외한 전특승인 및 '96년 1월에 공사계획인가를 받았다.

'95년 1월 송전선로 건설공사 발주용 공사설계를 시작하여 '95년 6월 완료하였으며 도급업체에 대한 사전심사와 적격심사 등 엄정한 심사를 거쳐 '96년 2월에 18개의 전기공사업체와 공사계약을 체결하여 정부의 전특법승인 심사 및 공사계획인가 기간중에 공사착공을 위한 준비를 실시하여 공기단축에 기여하였다.

국내최초의 超超高壓 송전선로 설계 및 건설기술을 확보하기 위하여 한전에서 60여명, 시공, 감리업체에서 140여명이 일본, 미국, 캐나다, 남아프리카공화국 등 해외로 연수, 기술조사 및 견학을 다녀온 바 있으며 종합적

인 사업관리를 위하여 '95년 9월에 자재, 장비, 공기구, 시공 등을 망라한 종합 공정계획을 수립하였다.

나. 經過地 선정

경과지 선정작업에서는 먼저 지도상에서 복수의 후보 경과지를 상정하고 후보경과지에 대하여 현장을 확인하는 등 경과지 선정전에 많은 노력을 기울였다. 또한 765kV 송전선로 사업의 경과지를 선정할 때는 민원발생의 소지를 사전에 제거하고자 부득이 마을을 통과하는 경우에는 마을과 마을 사이의 경계를 활용하도록 하거나 민가가 없는 산을 통과하도록 철탑위치를 선정하였다. 특히 농경지 및 민가가 인접된 당진화력 송전선로의 경우 예정경과지의 전구간을 사진촬영하여 연속적으로 연결된 사진상에서 Route 및 철탑위치를 정함으로써 측량 이전에 선로 경과지의 적정성 여부를 미리 판단해보는 과정을 거쳤다. 1/50,000 지도에서 선정된 경과지를 1/5,000 지도에서 재검토하여 적정한 철탑위치, 경간 등을 수정, 선정하였으며 수차례에 걸쳐 단계별 도상검토 및 현장 확인으로 최적경과지를 확정하였다. 경과지선정 추진현황은 표 4와 같다.

다. 환경영향평가

환경영향평가법에 의한 환경영향평가는 시·군단위로 개최하게 되어 있는 주민설명회를 읍·면 또는 리 단위별로 시행하여 예정경과지 주민에게 사전 홍보함으로써 민원 발생의 소지를 근절하였으며, 공청회 개최요구 의견에 대하여 개별 방문하여 상세히 설명하여 공청회 미개최로 환경영향평가 승인 소요기간을 약 2개월 단축하였다. 주민의견 수립 결과 주민의견 제출현황은 표 5와 같다.

라. 공사 실시설계

765kV 송전선로공사 실시설계는 한국전력기술(주)와 용역계약을 체결하여 일본의 東京電力設計(株)와 (株)

〈표 4〉 경과지선정 추진현황

선로명		당진화력 T/L	신서산 T/L	신태백 T/L
구간		당진T/P - 신서산S/S	신서산S/S - 신안성S/S	신태백S/S - 신가평S/S
용역		'93. 9. 22	'93. 9. 22	'93. 9. 22
용역업체		한국종합설계	1. 동일기술 2. 대우Eng.	1. 삼우기술단 2. 한국종합 3. 동명기술단
예비답사	1차	'93. 10. 18~10. 23	'93. 10. 16~10. 25	'93. 10. 16~10. 25
	2차	'93. 11. 9~11. 13	'93. 11. 1~11. 10	'93. 11. 1~11. 10
	3차	'93. 11. 22~11. 24	'93. 11. 15~11. 26	'93. 11. 18~11. 20
경과지선정심의	1차	'93. 12. 4 : 4개안 심의	'93. 11. 26 : 2개안 심의	'93. 11. 29 : 3개안 심의
	2차		'94. 4. 4	'94. 11. 18
	3차		'94. 7. 10	

〈표 5〉 유형별 주민의견 제출현황

의견유형	당진화력	신서산	신태백	계
전차과 장애				
-TV 수신장애	43	55	3	101
-인축, 농작물 유해	31	40	14	85
경관저해	16	40	1	57
소음공해	19	4	3	26
지역발전저해(지가하락)	16	21	3	40
고압선로의 두려움	19	9	7	35
기존선로와 중복	1	10	1	12
적절한 보상	3	1	9	13
직선화 요구	17	38	-	55
기계화 농업에 지장	-	38	-	38
단순반대	-	23	5	28
송전선로건설 찬성 또는 반대 없음	-	19	-	19
평가서 이해가 어려움	-	2	7	9
공청회 개최요구	65	104	22	191
계	230	404	75	709

關電工의 협력을 받아 시행하였다.

실시설계 기술용역은 765kV 송전선로 철탑기초 시공을 위한 지질조사와 제반 기초공사, 철탑조립, 가선공사의 실시설계에 관한 사항으로 19개월 동안('94. 10~'96. 4) 시행하였는데 용역의 주요역무는 현장조사 및 자료수

집, 실시설계, 공정관리시스템 개발, 시공절차서 작성, 공사입찰용 기본설계서 작성, 기자재 구매지원 등이었다.

마. 해외 기술종합토의 및 해외기술지문

765kV 송전선로 실시설계 기준 확정을 위해 765kV 건설처, 한국전력기술(주), 현대엔지니어링(주), 일본 東京電力(株), 東京電力設計(株), (株)關電工의 송전건설 전문가가 東京電力設計(株) 회의실에서 기초, 조립 및 가선에 대한 미확정 사안에 대하여 사전 질문서 배포, 현지 기술조사 후 관련기술자가 참석, 토의하여 '95년 5월 실시설계기준을 확정하였으며 UHV 송전선로 시공경험이 있는 東京電力을 통한 자문을 받기 위하여 한국전력기술(주)에 시공사문계약을 의뢰 東京電力設計(株)와 자문계약을 맺어 東京電力에서 파견된 시공기술자로부터 15일씩 8회('96. 7~'98. 12)에 걸쳐 공정별로 자문을 받아 최초 실시하는 사업에 대한 시행착오를 줄이도록 하였다.

5. 공사추진

가. 工區 및 監理 分割

시공을 위한 工區分割은 1개 공구당 30km를 기준으로

〈표 6〉 시공회사 및 감리업체 현황

선로별	공구	구 간	선로길이 (km)	철탑기수	시공업체	감리업체
당진화력		당진T/P~신서산S/S	39.8	90	(주)대우, 한국중공업	한국건설관리공사
신서산	1	신서산S/S~No.60	29.1	60	일진건설, 영림전설	현대건설(주)
	2	No.61~No.126	35.9	66	두산개발, 자유전기	
	3	No.127~No.191	34.3	64	한신공영, 효성중공업	한국종합기술개발
	4	No.192~신안성S/S	38.6	69	삼성물산	
	소계		137.9	259	7개 업체	
신대백	1	No.12~No.72	25.4	52	현대건설	(주)백 산
	2	No.73~No.138	31.5	68	삼부토건, SK건설	현대건설(주)
	3	No.139~No.202	30.5	64	쌍용건설, 신화건설	
	4	No.203~No.264	30.1	62	동부건설, 삼환기업	현대건설(주)
	5	No.265~신가평S/S	37.4	71	동아건설, 삼원전업	
소계		154.9	317	9개 업체	2개 업체	
합 계			332.6	666	18개 업체	6개 용역 4개 업체

로 현장실정에 맞게 적절히 분할하여 당진화력은 단독공구로 발주하고 신서산은 4개공구, 신대백은 5개공구로 분할하였으며 감리는 공사규모 및 감리업무의 效率化를 기하기 위하여 당진화력과 신대백 1공구는 단독감리, 그 외는 각각 2개 공구씩 統合監理를 실시하였다. 시공회사 및 감리업체 계약현황은 표 6과 같다.

나. 품질관리

시공관련 품질관리를 위해 '95년 10월 시공예상업체 및 자재, 장비 제조업체 등 총 70여개 업체를 대상으로 765kV 송전선로 건설공사 추진계획, 품질관리 계획 및 건설공사 소요인력에 대하여 사업설명회 개최 품질관리 방법 및 意志擴散 등으로 부실 시공업체 건설참여 지양, 기자재 적기 개발을 유도하였다.

'97년 시장개방 및 정부의 부실공사 추방의지에 따라 송전선로 건설공사 책임감리를 시행하였으며, 종합감리 전문회사로서 발송배전 분야의 활동주체로 등록된 회사를 사전심사와 적격심사를 거쳐 선정하였다.

鋼管鐵塔은 국내 최초로 제작하는 대형 구조물로서 중요성이 막대하여 강관철탑 제조에 대한 품질관리를 위해 한국전력기술(주)와 용역에 의한 품질관리를 시행하였고, 신자재, 신공법 도입에 따른 자재, 장비, 공기구 등의 적기개발 및 개선 유도로 공사추진의 원활화를 위해 철탑, 전선, 금구류, 장비, 공기구 등 제조업체를 방문하여 사전 실태점검을 하였다.

6. 시공

가. 공사관리계획서 운영

765kV 송전선로는 국내 최초로 시행하는 超超高壓 송전설비이며 대형송전선로 공사의 사업관리 경험부족과 제작업체의 대형 Project 자재납품 경험미비 및 18개 시공사에서 동시에 작업이 실시되므로 효율적인 업무 추진을 위하여 세부공정표를 기준으로 자재수급계획, 인력배치, 장비적기투입 등 시공분석자료를 작성하여 공사관리 효율성 및 합리성을 증대하도록 9회에 걸쳐 공사관리계

건설사업

획서를 발간, 한전의 내부부서, 시공업체 및 자재관련 업체에 배부하여 공정기준도서로 활용토록 하였으며 자재의 사전발주로 인한 예산낭비를 방지하였다.

나. 공법개선

이번 765kV 송전선로 건설공사에 있어서 획기적으로

개선된 주요항목은 강관철탑채용, 심형기초적용, 조가식 점퍼사용, 철탑크레인을 사용한 조립공법, Semi-Prefab. 가선공법 등으로서 이를 적용하여 송전선로 건설공사에서 한단계 높게 도약할 수 있었다. 주요개선 항목 이외에 종래의 송전선로와 765kV 송전선로 건설공사와의 다른 공법 및 신기술을 요약해 보면 표 7~9와 같다.

〈표 7〉 철탑조립

구 분	종 래	개 선	사 유
조립장비	목재, 철주빔	철탑크레인 및 산악크레인 사용	철탑 대형화, 단일부재 중량 증가, 근개거리 증대
가설작업대 설치	사용 없음	파이프 조립식 가설작업대 설치	부재 부식 및 손상 방지, 경사지 작업 용이
부재 인상공구	Steel 와이어 사용	나일론스팅 사용	부재 인상와이어를 원격조작 제거 부재손상 방지
본조임	수동토크렌치	토크조절 가능한 수동렌치, 전동식 토크렌치, 유압식 토크렌치 사용	적정 Torque로 양질 시공
기 타	<ul style="list-style-type: none"> • 승강기 레일, 추락방지장치 설치 • Key Lock 안전로프 사용 ; 작업중에는 안전로프가 몸에서 분리되지 않음 		

〈표 8〉 전선연선

구 분	현 재	개 선	사 유
Pilot Wire 펴기	인력연선	Hel기 연선(산악), 인력연선(평지)	작업시간단축, 작업원 안전성확보
Semi-Prefab. 가선공법	직선 Joint Sleeve 사용	Semi-Prefab. 공법적용으로 전선 중간 접속 없음	사고요인 제거, 작업시간 단축, 안전사고 예방
전선접속	100ton Compressor 사용	지상작업 : 200ton, 탑상작업 : 100ton 사용	품질 향상, 지상작업으로 안전 사고 예방, 작업 시간 단축
연선단말철탑 도입	엔진장, 드럼장 말단철탑에 가지선 설치	가지선 설치 없이 가인류조건 상정하여 철탑설계	철탑높이 증가로 가지선 설치불가 및 품질향상
철드럼사용	목드럼 사용	2,000m 이상 장조장개소 철드럼사용	목드럼사용시 발생하는 전선손상방지

〈표 9〉 전선긴선(전선당김)

구 분	현 재	개 선	사 유
이도조정	수동 Winch 사용	-동력Winch 사용 -Turn buckle로 소도체 이도 조정 후 Clamp 압축(가긴선 실시)	전선이도의 정밀시공으로 공사 품질 향상
Jumper	전선을 절단하여 Jumper선으로 사용	공장제작 조가식 Prefab Jumper 사용	철탑암-Jumper선간의 이격거리를 줄임으로써 철탑중량 경감
Spacer Damper 취부	인력구동식 Spacer Car 사용	동력자주식 Spacer Car 사용	작업효율 증대

다. 架線對策班 운영

송전선로 架線分野에서 최초로 적용하는 Semi-Prefab. 가선공법의 시행착오를 방지하기 위하여 가선대책반을 구성, '97년 6월부터 '99년 10월까지 약 2년간 운영하여 많은 문제점을 도출하고 이를 시정조치하였으며 가선대책반 활동 내용을 토대로 한 송전선로 가선공사 분석 자료집을 발간하여 차기사업에 도움이 되도록 하였다. 또한 Semi-Prefab. 架線工法 도입과 함께 전선의 작은 손상시에도 전선을 교체하였으며 전선의 직선 연결 부위를 생략하여 설비운영시의 취약개소를 사전에 제거하여 전기품질을 향상시켜 고객만족의 실현에 크게 기여하게 되었다.

7. 민원대책

지방화 시대의 시작과 함께 각종 분야에서 지역주민의 권리요구가 증가되는 추세에 있는데, 송전선로도 예외는 아니어서 경과지 지역주민의 건설반대 및 많은 요구조건이 민원이 발생하고 있다. 특히 신태백 송전선로의 일부 구간은 환경단체와 지역주민이 연합하여 건설반대 민원을 제기하였으나 시나리오 민원대처 기법을 개발하여 주민과의 지속적인 대화를 통한 민원해결 및 지역주민의 숙원사업을 해결하는 등 민원해결에 적극적으로 대응하여 사업이 성공적으로 완료되어 가고 있다. 참고로 각선로별 다수인 민원발생 현황을 살펴보면 표 10과 같다.

〈표 10〉 각 선로별 다수인 민원발생내역

구 분	'95년	'96년	'97년	'98년	'99년	계
당진화력	1	4	7	7		19
신 서 산	3	4	12	8	2	29
신 태 백	1	3	5	4	3	16
계	5	11	24	18	5	64

※개별민원 약 76건은 별도임

8. 시공추진현황

설계 당시에는 765kV 당진화력, 신서산, 신태백T/L 준공예정일이 '98년 12월말이었으나, 장기전원개발계획에 의해 준공예정일이 조정되었으며, 집단민원 및 용지확보 등의 사유로 일부 경과지가 변경되었다. '99년 12월말 현재 당진화력T/L 전체(39.8km) 및 신서산T/L No. 200까지 완료되어 345kV로 운전중에 있고 신태백T/L은 2000년 6월 준공예정일로 활발히 마무리 작업중에 있다.

9. 결 론

시대의 변천과 함께 기술도 발전하지만 이번에 실시한 765kV송전선로 건설사업은 송전선로 건설분야의 기술을 비약적으로 향상시켰으며 대형 공사관리의 技法도 향상시켰다고 할 수 있다.

765kV 송전선로 1단계사업은 국내 송전선로 건설공사로는 최대규모이고 선진국에서도 유례를 찾아보기 힘든 사업물량임은 물론, 처음으로 시공되는 신공법과 신기술, 자재 및 장비개발 등 많은 노력을 기울였지만 공사가 마무리 되어가는 현재 시점에서 뒤돌아보면 사업추진에 상당한 애로와 다소의 시행착오가 있었다. 그러나 전력연구원, 전기연구소, 감리업체, 시공회사, 제작업체 및 한전 관련부서의 모든 관계자가 힘을 합쳐 좋은 결과를 도출하여 사업이 성공적으로 마무리 되어가고 있다.

아울러 앞으로는 좀더 장기적인 전원계획에 의하여 건설사업을 시행함으로써 사업 착수전에 사업수행 조직과 작업인력의 소요 수급조절, 적정한 표준공기의 재정립 등을 통하여 원활한 공사추진을 도모하여야 하겠으며 이번 사업을 통하여 축적된 신기술의 전파와 해외 사업진출을 향한 사업의 多角化도 모색하여야 하겠다. **ㄴ**