765kV 송전선로 건설사업 추진현황

글/ 김 정 호

1. 서 론

21세기는 삶의질 향상과 산업의 선진국형으로의 발전, 그리고 생활형태의 자동화, 정보화 등으로 전력수요가 급격히 증가할 것으로 예상되어 이에 대처하고자 765kV 송전선로 건설을 추진하고 있다. 765kV 송전선로는 345kV 송전선로의 약 5배에 해당하는 전력 수송능력을 가지고 있어 국토가 협소하고, 발전단지와 수요지가 멀리 떨어져 있는 우리나라에 적합한 설비라 할 수 있다.

765kV 송전선로는 국내 최초임과 동시에 대단위 공사물량 등으로 추진에 여러 어려움도 있지만, 현재 추진중인 제 1단계 사업의 경우 공정율이 69%정도로써 비교적 만족스러운 결과를 얻고 있다.

따라서 본 논문에서는 지금까지의 765kV 송전선로 제 1단계 건설공사 추진현황 및 제 2단계 건설사업의 경과지 선정과 설계측량에 도입, 적용한 신기술에 대한 내용에 대하여 개략적으로 기술하고자 한다.

2. 765kV 송전선로 건설개요

2.1 제1단계 건설사업

765kV 송전선로 제 1단계 건설사업은 당진화력 발전단지의 계통병입을 위한 당진화력~신서산~신안성간 178km와 울진 원자력발전소 #3,4호기의 계통병입을 위한 신태백~신가평까지의 162km 등 3개사업의 총 선로길이 340km를 1996년 2월에 착공하여 당진화력T/L : 1998년 12월, 신서산T/L: 1999년 12월, 신태백T/L : 1999년 12월 준공목표로 현재 69%의 공정율을 보이고 있다. 기존의 345kV와 154kV 송전선로 건설공사와는 달리 765kV 송전선로 건설사업에는 신기술, 신공법 등을 적극 도입 적용하였으며 현재까지의 추진내용은 아래와 같다.

2.1.1 경과지 선정

가. 경과지 선정 및 환경영향평가 추진경위 : (표 1)

나. 경과지 선정결과 : (표 2)

2.1.2 대관협의

가. 농지 및 초지전용 협의 : (표 3)

※ 1997년 전원개발에 관한 특별법의 변경으로 초지전용 협의는 의제사항임.

나. 몽리구역 편입여부 확인

몽리구역이라함은 농경지에서 관개시설을 통하여 물의 혜택이 미치는 구역

다. 산림전용협의

<표 1> 경과지 선정 및 환경영향평가 추진경위

선 로 명		당 진 화 력	신 서 산	신 태 백
구 간		당진T/P ~ 신서산	신서산 ~ 신안성	신태백 ~ 신가평
용역계약		'93. 9. 22	'93. 9. 22	'93. 9. 22
용역업체		한국종합설계	동일기술, 대우ENG	삼우기술단, 한국종합설계, 동명기술단
예비답사	1 차	'93. 10. 18 ~ 10. 23	'93. 10. 16 ~ 10. 25	'93. 10. 16 ~ 10. 25
	2 차	'93. 11. 9 ~ 11. 13	'93. 11. 1 ~ 11. 10	'93. 11. 1 ~ 11. 10
	3 차	'93. 11. 22 ~ 11. 24	'93. 11. 15 ~ 11. 26	'93. 11. 18 ~ 11. 20
경과지 선정 심의	1 차	'93. 12. 4 : 4개안심의	'93. 11. 26 : 2개안심의	'93. 11. 29 : 3개안심의
	2 차		'94. 4. 4	'94. 11. 18
	3 차		'94. 7. 10	

<표 2> 경과지 선정결과

선 로 명		당 진 화 력	신 서 산	신 태 백	계
긍 장(km)		41	137	162	340
경 간(m)	평 균	432	527	483	480
	최 대	824 #28-29	860 #128-129	863 #258-259	863
철탑기수(기)	현 수	41	137	193	371
	내 장	55	122	141	318
	계	96	259	334	689
철탑높이(m)	평 균	96	94	96	95
	최 대	154(#28)	141(#35)	147(#95)	154
철탑중량(ton)		19,886	46,152	62,050	128,088
소요애자(개)	210 KN	일반1,312 내무2,160	1,832	684	3,828 2,160
	300 KN	일반15,432 내무4,212	43,980	56,160	115,572 4,212
	400 KN	일반78,912	158,436	162,468	399,816
	계	102,028	204,248	219,312	525,588

- 국유림 : 해당 영림서와 전용협의
- 군유림, 사유림 : 해당 시, 군과 전용협의

라. 전원개발실시계획

2.1.3 환경영향평가

가. 평가근거

(1) 대 상 : 환경영향평가법 제4조(환경영향평가 대상사업) 및 시행령 제2조(환경영향평가 대상사업 및 범위)
- 345kV 이상의 가공송전선로 길의 10km 이상 및 옥외변전소

(2) 평가항목 : 법 제5조(환경영향평가분야 및 항목) 및 동 시행규칙 제2조(평가항목)
- 자연환경분야, 생활환경분야, 사회경제환경분야

나. 주민설명회 및 공청회

(1) 근 거 : 환경영향평가법 제4조(주민의견수

<표 3> 농지 및 초지전용 협의

구 분	농 지 전 용	초 지 전 용
구비서류	사업계획서 1부	사업계획서 1부
	경과지도 1부	경과지도 1부
	지적현황측량도 1부	지적현황측량도(1/1,200) 1부
	등기부 초본 1부	철탑부지 지적도면(1/6,000) 1부
	농지편입조서 1부	한전 등기부 초본 1부
	토지명세서 2부 (1부 회신용)	토지명세서 2부 (1부 회신용)
	농지면적확인서 2부 (1부 회신용)	초지면적확인서 2부 (1부 회신용)
	농지피해 방지계획서 1부	초지편입조서 1부
	농지조성비 납부확인서 1부	초지피해방지계획서 1부

<표 4> 시공현황(1998년 4월 13일 현재)

구 분	총기수	진입로 개설	철 탑 기 초	철 탑 조 립	전 선 가 선
당진화력 T/L	94기	78기	60기	52기	9경간
신서산T/L	259기	213기	170기	126기	-
신태백T/L	317기	277기	158기	92기	-
계	670기	568기	388기	270기	9경간

렴) 및 동 시행령 제6조(설명회 개최)
(2) 공청회 : 법 제9조(주민의견수렴) 및 동 시행령 제7조(공청회 개최등)
※ 1997년 9월 환경영향평가법 시행령이 개정됨
- 환경영향평가법 재협의 대상 미착공기간 설정
- 환경영향평가 대상 최소범위 변경
- 협의기준 초과부담금 세부규정 설정 등

2.1.4 공사추진현황

가. 계 약

(1) 시공업체(총18개업체)
- 당진화력T/L : (주)대우외 1개업체
- 신 서 산T/L : 삼성건설외 6개업체
- 신 태 백T/L : 현대건설외 8개업체

(2) 감리업체(총6개업체)
- 당진화력T/L : (주)주공종합감리공단
- 신 서 산T/L : 한국종합기술개발외 1개업체
- 신 태 백T/L : (주)동아ENG외 2개업체

나. 품질관리

(1) 사업설명회 개최('95. 10)
- 765kV 송전선로 최초 건설에 대한 추진계획, 품질관리계획등을 시공예상업체 및 자재, 장비제조업체 등에게 설명

(2) 전면책임감리 시행으로 시공품질확보, 공사관리, 안전관리, 공정관리에 만전을 기하고 있음

(3) 시공실명제 도입

(4) 강관철탑 제조의 품질관리 용역시행
- 국내최초로 강관철탑을 제작함으로 품질관리의 중요성 증대
- 한국전력기술(주)와 용역계약

(5) 자재, 장비제조업체 실태점검 시행
- 신기술, 신공법 도입에 따른 자재, 장비, 공구의 적기개발 및 개선유도로 공사추진 원활화

(6) 765kV 송전선로 건설의 일본 기술자문 용역시행
- 시공의 주요공종별로 15일씩 8회시행

다. 공정관리

(1) 공정관리 전산시스템인 PERT-CPM을 송

<표 5> 시공공법 기초

구 분	현 행 345kV이하	765kV T/L	개 선 사 유
기 초 형 식	독립기초	심형기초	○ 사용장비가 적고 간단한 공법 ○ 굴착면이 좁기때문에 산림 훼손면적 최소화 ○ 산악 경사지에 유리 ○ 지반상태 지지층이 육안확인 가능으로 신뢰성이 높음 ○ 큰설계하중(인발력, 압축력)에 적합한 구조물
운 반 방 법	가설도로	○ 임도 2급 수준의 도로, 삭도, 모노레일	○ 대량 운반에 따른 시공성 향상 및 품질 관리체계 구축 ○ 산림훼손 최소화 ○ 소음, 공해 방지 ○ 기후제약 적음
굴착용 장비	Back-hoe	Telescopic	○ 지하 15m까지 굴착 작업이 가능
굴착지 보강	없 음	Liner plate	○토사붕괴 방지

<표 6> 철탑조립

구 분	현 행(345kV이하)	765kV T/L	개 선 사 유
형 상 조 립	○목재나 철주, 조립봉사용 조립 ○동력원치 사용	○ 부재 인상 취부에 철탑 크레인 사용 ○ 부재 이동에 산악크레인 사용	○ 철탑 대형화 ○ 부재 단위 중량증가 ○ 근개거리 증가
가 설 작 업 대	○ 미사용	○ 파이프 조립식 가설작업대 사용	○ 부재 손상 방지 ○ 경사시반의 작업장소 확보
부 재 인 상	○ 양고리 와이어	○ 나이론 스링	○ 부재 손상 방지 ○ 인상와이어 원격조작
볼 트 조 임	○ 수동 토크 렌치	○ 유압식 토크 렌치(24ø 이상) ○ 수동식 토크 렌치(24ø 이하)	○ 볼트 대형화 및 조임 토크의 정확도 확보
본 조 임 표 시	○ 없음	○ 볼트머리에 유성매직으로 표시	○ 시공 철저
승 하 탑 시 설	○ 발받침 볼트	○ 발받침 볼트 설치 ○ 수직사다리 설치 ○ 추락방지 안전장치 설치 ○ 승강기 및 레일 설치	○ 작업능률 향상 ○ 안전 확보
조립시 안전시설	○ 개인안전 Rope	○ Key Lock 안전 로프	○ 작업원 추락 방지

전선로 공사에 최초도입 적용

(2) 시공공정의 공종별, 공구별 공정실적 집계 및 분석등을 종합 전산처리하는 등 과학적인 공정관리로 건설공기 준수 및 품질향상에 기여

(3) 관리대상 공종(총16개 공종)

- 부대공사 : 준비 및 가설사무소 등 3개 공종
- 기초공사 : 진입도로 개설 등 5개 공종
- 상부공사 : 철탑분류 및 운반 등 6개 공종

라. 시공현황(1998년 4월 13일 현재) (표 4)

마. 시공공법

765kV 송전선로 건설사업은 국내 최초로 시행되어 사용자재, 도체방식, 기초형식, 주변여건 등이 변경됨에 따라 765kV건설처 송전부에 공법선정 전담팀을 구성하여 1996년 3월 공법서를 개발하였다. 기존의 송전선로 건설공사와 765kV 송전선로 건설공사와의 다른 공법 및 신기술을 다음과 같이 요약해 본다.

(1) 기 초 (표 5)

<표 7> 가 선

구 분	현 행 (345kV 이하)	765kV T/L	개 선 사 유
Pilot와이어 연선	○ 인력 연선 ○ 극히 일부 Hell기 연선	○ 산악 : Hell기 연선(9ø 와이어) ○ 평지 : 인력 연선	○ 작업안전 도모 ○ 작업효율 증대
Messenger 와이어 연선	○ 본선에 짐가 ○ 텐쇼너 없음	○ 와이어 별도 연선 ○ 와이어 텐쇼너 사용 ○ 무염회와이어	○ 농작물 피해 방지 ○ 방호설비 통과시 위험 제거
연 락 통 신 설 비	○ 유선전화	○ 유,무선 2중 확보	○ 작업능률 향상 ○ 사고시 대비
가 설 설 비	○ 발받침 : 비계목 또는 철탑	○ 높이 20m 미만 : Pipe 발받침 ○ 높이 20m 이상 : 철주, 철탑 발받침	○ 충분한 안전확보 및 작업원할
애자련 및 자재 Lift	○ 수동윈치 또는 동력윈치 사용	○ 동력윈치 사용	○ 작업원할 및 안전확보
블 록 취 부	○ AL 및 철 Block 사용	○ 폴리우레탄 코팅 Block 사용	○ 전선 손상 방지
전 선 연 선	○ 1선3조 연선 공법 (1조는 메신저와이어) ○ 유압식 텐쇼너 ⇔ 조립식 드럼가대 ○ 풀러⇔인력 와이어 정리	○ 지형에 따라 1선1조 또는 1선2조 연선 ○ 권취식 유압 텐쇼너 ⇔전동식 드럼가대 ○ 동력향상 풀러 ⇔ 릴와인더	○ 작업능률 향상 ○ 농작물 피해 방지
전 선 접 속	○ Sleeve 사용	○ Semi Pre-Fab 공법 적용 ○ Block 통과형 Clamp 사용 ○ 무슬리브 공법 적용 ○ 전선 Section 발주 (1/1,000 이내 오차 조장계 설치)	○ 지상압축 품질확보 ○ 탑상작업 최소화
장력감시 시스템	○ 미적용	○ 적용(정밀장력계 사용)	○ 동일장력으로 연신됨으로 시공 품질 확보
신 바 꿈	○ 체인블럭 사용	○ 동력윈치 사용	○ 작업효율 증대
접 속	○ 100ton 압축기 사용	○ 지상작업 200ton ○ 탑상작업 100ton	○ 작업효율 증대
전선 D/M 이동	○ 인력	○ 크레인 고정 배치	○ 양질공사 시공
잠 파 선	○ 전선잠바 (현장에서 로프로 측정, 현장제작)	○ Pre-Fab 잠파(이도,지지점, 고저차, 각도 감안 공장제작)	○ 잠파-철탑간 절연간격 감소로 철탑 높이 축소
스페이샤 댐피	○ 인력구동카 사용	○ 동력자주식카 사용	○ 탑재능력 향상
아마로드 취부	○ 체인블럭 사용	○ 동력윈치 사용 ○ Conductor 훅크 사용	○ 품질향상

(2) 철탑조립 (표 6)
(3) 가 선 (표 7)

2.2 제 2단계 건설사업

765kV 송전선로 제 1단계 사업은 경과지선정, 실시설계, 시공 등에 있어 대내외 전문가의 의견수렴과 각종 전문용역업체의 용역시행, 해외 현장방문 및 토의, 해외 전력회사의 기술자료 검토 및 벤치마킹, 외국인들의 기술자문 등을 통하여 최적의 방안으로 추진하였으나, 현재 시점에서 보면 아쉬운 점 등이 다소 발견 되었다. 따라서 제 2단

<표 8> 사업계획 및 추진현황

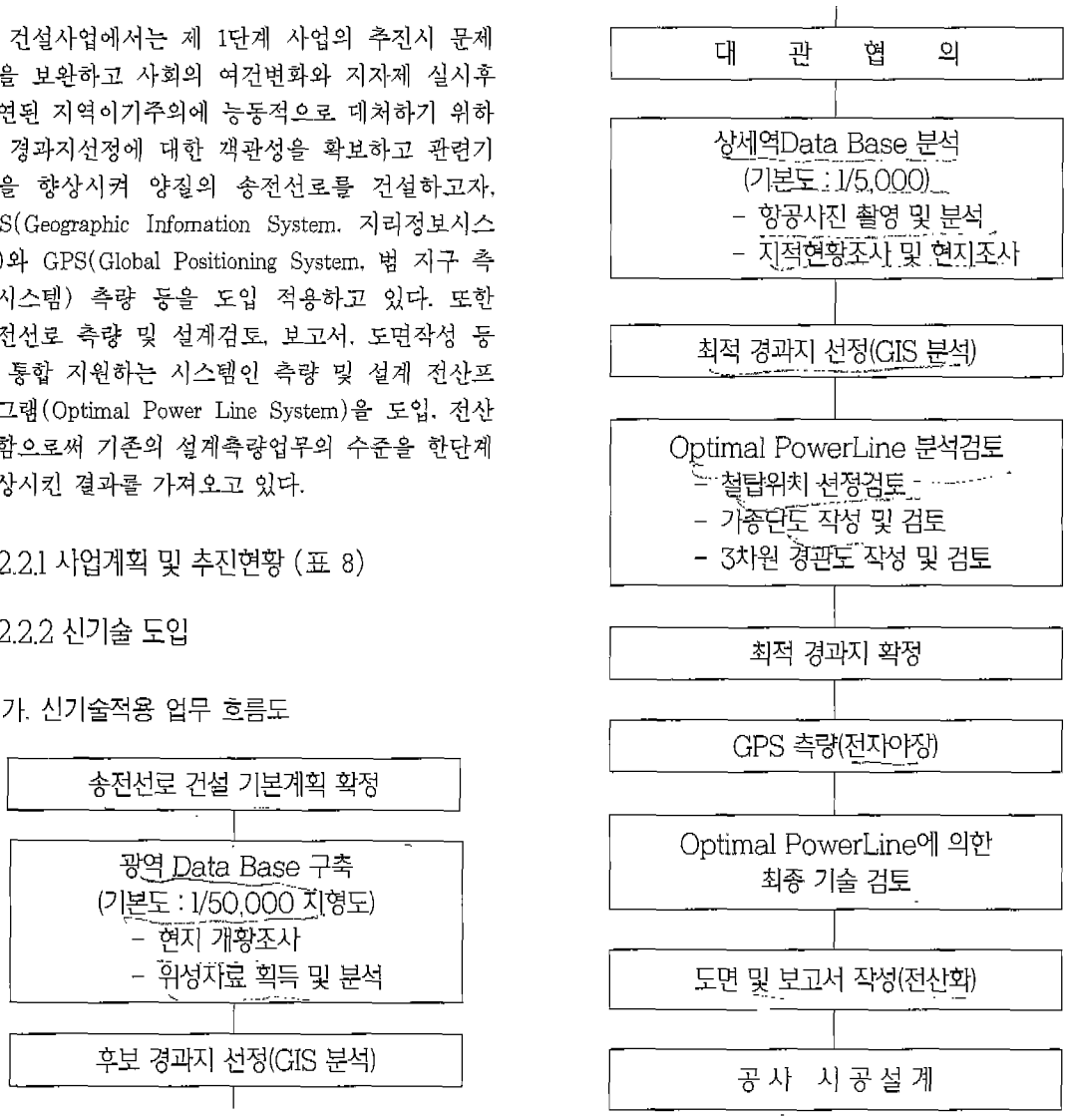
선 로 명	구 간	길이(km)	추 진 현 황
신안성T/L (2005.10)	신안성~신가평	79	- 경과지 선정 ('95. 8-97. 2) - 설계, 지적측량 및 환경영향 평가중 ('96. 8-현재) - 주민설명회 실시 ('97. 8) - 전특승인 신청예정 ('98. 6)
신남원~신진천 T/L(2003. 4)	신남원~신진천	230	- 경과지선정, 설계, 지적측량 및 환경영향평가중 ('96. 4-현재)
신양주T/L (2009.3)	신가평~신양주	96	- 경과지선정, 설계, 지적측량 및 환경영향평가중 ('97. 4-현재) - 송변전설비 시설계획 변경 검토중
고리~금릉T/L	고리~금릉	170	- 송변전설비 시설계획중

계 건설사업에서는 제 1단계 사업의 추진시 문제점을 보완하고 사회의 여건변화와 지자제 실시후 만연된 지역이기주의에 능동적으로 대처하기 위하여 경과지선정에 대한 객관성을 확보하고 관련기술을 향상시켜 양질의 송전선로를 건설하고자, GIS(Geographic Infomation System, 지리정보시스템)와 GPS(Global Positioning System, 범 지구 측위시스템) 측량 등을 도입 적용하고 있다. 또한 송전선로 측량 및 설계검토, 보고서, 도면작성 등을 통합 지원하는 시스템인 측량 및 설계 전산프로그램(Optimal Power Line System)을 도입, 전산화함으로써 기존의 설계측량업무의 수준을 한단계 향상시킨 결과를 가져오고 있다.

2.2.1 사업계획 및 추진현황 (표 8)

2.2.2 신기술 도입

가. 신기술적용 업무 흐름도



나. GIS를 이용한 경과지 선정

(1) 현지 개황조사
(2) 위성자료 획득 및 분석
(3) 광역DB 구축 및 후보 경과지 선정
- 광역DB 구축(자연환경 6개, 생활환경 5개, 사회환경 9개, 설계 및 시공 4개)
- ARC/INFO의 GRID 모듈이용 격자분석기법을 통한 후보경과지 선정

(4) 항공사진 분석
- 항공촬영하여 기하보정후 디지털 자료로 변환하여 DB 구축 자료로 활용

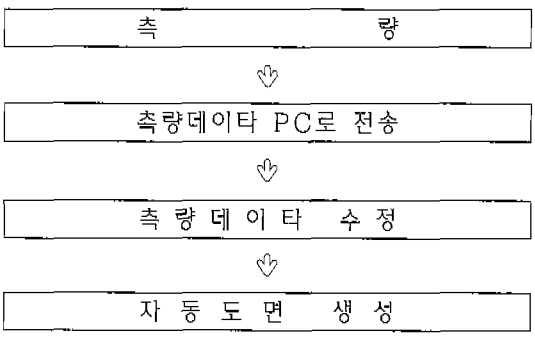
(5) 상세DB 구축 및 최적 경과지 선정
- 상세역 기준 : 선하지조건, 철탑위치조건 등
- 후보경과지에 대해 폭 2km의 DB 구축후 최적 경과지 선정

(6) 최적 경과지 확정
- 상세역DB를 중심으로 Optimal PowerLine 적용, 검토후 최적 경과지 확정

다. Optimal PowerLine System

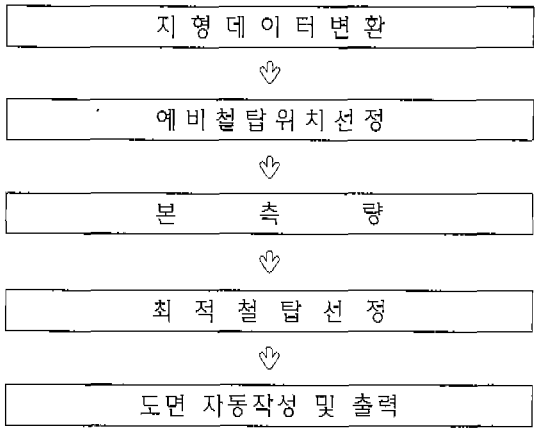
Optimal PowerLine System은 송전선로 측량 및 설계와 검토, 보고서, 도면작성 등을 통합 지원하는 시스템으로 전자야장에 탑재된 Tower LOG는 측량 데이타의 오류 검토, 3차원 모델을 자동생성 등 현장에서 전산작업이 가능함.

(1) Tower LOG(측량 전산프로그램)



(2) Tower CAD(설계 전산프로그램)

Tower CAD는 Tower LOG를 이용한 측량 데이타와 GPS의 수치화된 측량자료를 이용 철탑의 기본설계(위치, 형, 높이, 규격, 사양, 전선, 설계하중 등)를 자동작성 출력할 수 있음.



라. GPS(Global Positioning System) 측량

범 지구 측위시스템은 미국정부가 구축중인 항법지원 시스템으로 인공위성을 이용한 측위(Positioning : 코드를 이용한 거리측정) 및 측량(Survey : 반송파 위성을 측정하는 간접형 측정방식) 시스템으로 지구상 어디서나 24시간 측위 및 측량이 가능하도록 되어있다. 특히 최근에는 고정밀도 GPS 수신장비의 개발로 종래의 측량보다 정확도나 정밀도 면에서 높은 결과를(공칭정도 2cm+2ppm, 10km기준) 얻을 수 있다

(1) GPS 측량의 특징은 다음과 같다
- 3차원 측량이 가능
- 날씨에 제약을 받지않음
- 시통에 제약이 없음(단, 위성과의 시통확보)
- 노동력 절감(1개조당 평균 4명 필요)
- 좌표계의 표준화가 가능
- 단시간에 많은 측량 가능
- 고정밀도 성과를 취득 가능
- 좌표점의 추적 용이

(2) 측량방법
- 정적측량(Static Survey) : 가장 높은 정밀도(1cm+1ppm)를 얻을 수 있으며, 표준적인 GPS 정지측량시에는 2개이상의 GPS 수신기를 설치하고 측점에서 약1시간 정도 관측

을 하는 측량으로 정밀 기준점 측량에 사용한다.

- 동적측량(Kinematic Survey) : 비교적 정밀도가 높으며(2cm+2ppm), 보점 및 지형측량, GIS 자료수집 등에 활용된다.
- 실시간 동적측량(Real Time Kinematic Survey) : 어떤 측량보다도 작업속도가 빠른 측량이며, 현장에서 바로 원하는 점의 좌표를 알 수 있어 작업의 효율면에서도 가장 앞선 측량으로 지형측량, 위치확인, GIS 자료수집에 활용할 수 있다.

(3) 송전선로에 적용 가능한 GPS 측량은 기준점측량, 중심측량, 종단측량, 평면측량, 철탑부지 측량지적측량 등이 있으며, 적용시 아래와 같은 효과를 얻을 수 있다.

- 측량 대상물간 시통확보 불필요로 수목벌채 최소화
- 신뢰성, 정확성 향상
- 공기단축
- 객관적이고, 과학적 측량으로 설득력 있는 대민, 대관 협의를 할 수 있어 민원예방에 기여

3. 결 론

이상으로 국내 최초로 건설중인 765kV 송전선로의 제 1단계 건설사업 추진현황과 제 2단계 건설사업의 설계업무 추진현황, 도입 적용된 신기술 및 신공법 내용 등에 대하여 기술하였다. 선진국에서도 유래를 찾아보기 힘든 공사물량과 제 1단계 사업을 추진하면서 적용한 기술, 공법, 자재, 장비 등에 대한 발생 문제점들을 해결하기 위해 우리는 지속적으로 연구개발을 추진해 오고 있으며, 이 과정에서 상당한 기술축적이 이루어지고 있다. 또한 제 2단계 건설사업의 경과지 선정 및 설계측량 업무에서 도입 적용하고 있는 신기술은 송전선로 설계 및 측량기술의 발전에 발판이 될 것으로 예상한다.

김 정 호

1960년 7월 2일생

'84. 2	홍익대학교 전기공학과 졸업
'84. 2. 27	한국전력공사 입사
현 재	한국전력공사 765kV건설처 송전2부 과장

용어풀이

Bench Marking(벤치 마킹)

주변에서 뛰어나다고 생각되는 상품이나 기술을 선정하여 자사의 생산방식에 합법적으로 근접시키는 경영기법이다 기업이 당해업계에서 최고수준의 기업제품이나 기술을 분석하여 자사와의 차이점을 찾아내고, 그 차이점을 자사의 제품개발이나 생산기술에 응용하는 것이다