

송전선로 시공기술의 현황과 전망

이 형 권* 장희천** 김호진**

*한국전기연구소, **한국전기공사협회 기술경영연구소

Present Status and Prospect of Transmission Line Constructions

Lee, H.K.* Jang, H.C.** Kim, H.J.**

*KERI, **KECA

Abstract - Environments of electric power industries are fastly changing due to the WTO, opening of the capital market and free trade. Accordingly, it is very important to invest in technical developments for securing international competitive power. But our construction techniques in T/L are insufficient in comparing with the advanced countries. This paper suggests the status and prospect of construction techniques of domestic and foreign countries in T/L, including developing prospects of T/L construction.

선로가 국내 자체기술에 의해 시공되고 있는 상황을 보면 국내 송전선로의 설계 및 시공기술이 매우 발전되어 왔음을 알 수 있다. 그러나 앞으로는 송전선로의 건설이 대규모화되고 송전선로의 경과지에 대한 제약조건이 많아지며 환경을 고려한 시공기술이 크게 요구될 전망이다. 여기서 기존의 송전선로 시공기술로는 변화하는 시공환경에 대처하기에 어려움이 있을 것으로 예상된다. 더욱이 국제 시장개방에 대비하여 송전선로 시공의 효율성과 신뢰성이 크게 요구될 전망이다. 이상과 같은 배경에 따라 새로운 시공기술이나 시공법의 개발이 필요한데, 이의 개발목적과 배경을 요약해 보면 그림1, 그림2와 같다.

1. 서론

최근의 국제사회는 경제와 관련된 자국의 이해득실에 따라 급속히 변화되고 있으며 새로운 기술경쟁 시대를 맞이하고 있는 가운데, 전력산업분야에 있어서도 주변환경이 상당히 변화될 전망이다. 국내의 전력수요는 년 15%정도의 증가를 경험하여 왔으며, 이러한 수요를 충족시키기 위해 발전소 건설 및 전력수송설비 등에 많은 투자를 하여 왔고, 최근에는 송전전압을 2배로 격상시키기 위한 765 kV 송전선로의 건설이 활발히 추진 중에 있다. 이러한 노력의 결과로 현재 우리는 고품질의 전력을 안정적으로 공급받고 있다고 할 수 있다. 그러나 앞으로는 외형적인 규모의 투자보다는 기술우위를 중시하는 내실있는 투자가 보다 더 중요시 여겨질 전망이며, 이는 곧 국제 경쟁력 확보와 직결되는 문제로 부각되고 있다.

이와 같은 국제 경쟁시대내 송전분야 시공업체가 살아 남고, 활성화되기 위해서는 기술경쟁력 확보가 무엇보다도 중요하다. 과거의 상황이 어떠하였든 현시점에서부터라도 기술개발에 대한 중요성을 인식하고 이에 대한 대책을 세우지 않으면 국내의 전기공사업체는 도태될 수 있으며, 더욱 어려운 상황에 직면할 수 있다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 국내의 송전선로 시공기술의 현황을 조사 분석하고 설문을 통해 현안 문제점을 도출하였으며, 이를 토대로 향후 국내 송전선로 시공기술의 개발 전망 및 방향을 제시하였다.

2. 송전선로 시공기술 개발배경 및 기술분류

2.1 시공기술 개발배경 및 목적

765 kV 송전선로의 건설규모는 기존 345 kV 송전선로와는 달리 철탑규모, 관련 자재 및 설비가 매우 크고, 훨씬 고도의 기술이 요구되는데 이러한 대규모 송전

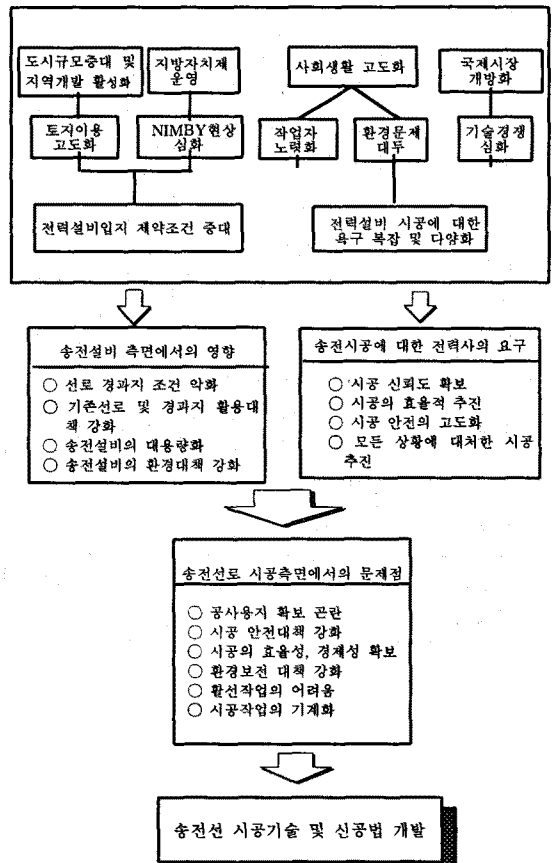


그림1. 송전선로 시공기술 개발 배경

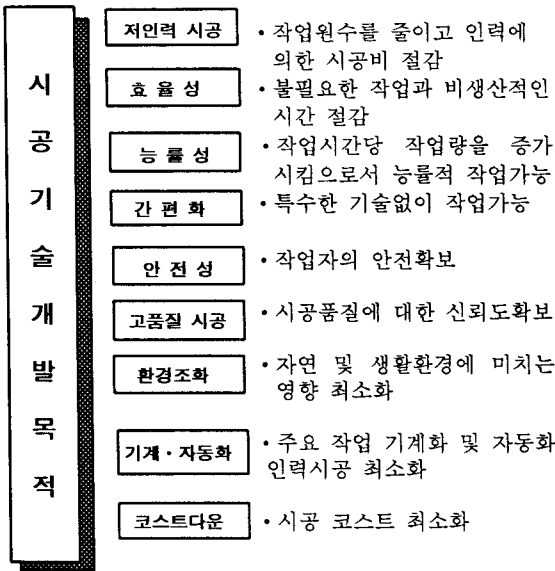


그림2. 송전선로 시공기술 개발 목적

2.2 시공기술 분류 및 범위

송전선로의 시공기술은 일반 건설부분과는 달리 토목 및 건설부분 외에도 철탑조립, 전선가선, 각종 급구류 설치 등 복잡한 작업이 있으며, 주로 작업이 산악지에서 이루어져 작업여건이 매우 취약하고 작업현장이 타공사에 비해 광범위하게 걸쳐 있는 것이 특징이다. 본 연구에서는 작업공정별로 시공기술을 그림3과 같이 분류하여 보았다.

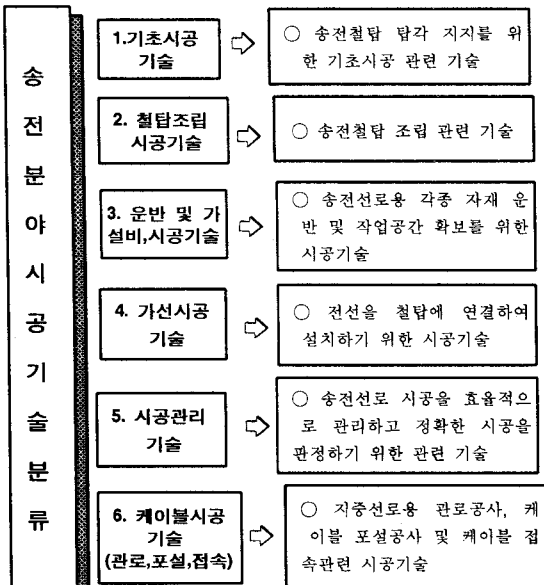


그림3. 송전선로 시공기술의 분류 및 범위

3. 송전선로 시공기술 및 연구개발 현황

3.1 외국의 현황

미국은 주로 전력회사, EPRI, 시공회사 등을 주축으로 시공관련 기술개발이 추진되어 왔으며, 대부분 경비 절감을 목적으로 하는 기술개발이다. 미국의 경우 지역

이 넓고 평지에 송전선로가 건설되는 관계로 그들 특성에 맞는 기술이 개발되고 있는데, 예로서 헬기에 의한 연선공법, 헬기에 의한 전력기기 및 각종 급구류 설치공법, 헬기에 의한 애자세정 등의 기술이 개발되어 적용되고 있다. 또한 미국은 소프트웨어산업의 발달로 송전선로 경과지 선정, 가선설계, 유지보수업무 등 다양한 시공부분에 전산화 기술을 도입하여 적용하고 있다. 미국은 땅이 넓은 관계로 인력과 장비를 이용한 시공방법보다는 헬기에 의해 간단히 운반하여 설치하는 시공법이 개발될 전망이다. 미국의 연구개발 실적에는 다음과 같다.

- Improved grounding of T/L components
- Inspection and maintenance workstation
- Advanced Substation construction technique
- Development of robotics in live working
- Setting pole with helicopter 외 다수

일본의 송전선로 시공기술은 전력회사와 시공업체를 주축으로 발전되어 왔으며, 미국과 같이 시공비 절감, 공기단축 등을 목적으로 새로운 시공기술이 개발되고 있다. 또한 일본에는 송전선로의 시공기술 개발과 시공관련 환경개선을 목적으로 하는 송전선건설기술연구회가 있다. 이 연구회는 현재 95개 시공회사를 회원으로 두고 있으면서 송전선로 시공기술과 관련한 많은 연구개발 실적은 물론 수요자 욕구를 만족시키기 위한 연구를 추진중에 있다. 송전선건설기술연구회의 주요 연구개발 실적은 다음과 같다.

- 가공송전선로 조사측량기준 해설서
- 철탑공사 및 가선공사 시공기준 해설서
- Key-locker방식 안전로프 개발
- 송전선 방호죽장공사 안전작업시공법
- 기설철탑 기초철거공법 개발 외 다수

앞으로 일본은 노동환경 개선에 대한 사회적 욕구 증대, 공법개선, 시공의 고효율화 등을 목적으로 하는 시공기술이 개발될 전망이며, 특히 컴퓨터산업의 발달로 시공에 있어서도 자동화 및 조립화된 시공기술이 개발될 전망이다.

유럽의 시공환경은 프랑스, 독일 등의 몇몇 나라를 제외하고는 우리의 경우와 비슷하며, 철탑규모와는 달리 매우 경제적인 설계, 간편한 시공성, 환경 친화적 설계 및 시공을 하고 있다. 특히 유럽은 기술력이 뛰어난 나라들로서 기술력을 바탕으로 시공에 필요한 장비, 급구류 등의 개발이 앞서 있어 시공의 기계화가 일찍부터 발달되어 있는 곳이며, 시공장비가 시공법을 선도하고 있다.

3.2 국내의 현황

국내 시공기술 수준은 선진외국과 비교해 볼 때 외형적 차이는 크지 않지만 내부적인 주요 기술부분 즉, 시공장비, 시공설계, 시공법 등에 있어서는 상당한 기술적 차이가 있다. 이러한 이유는 국내 시공분야에 있어 연구개발 실적이 매우 저조하였기 때문으로 사려된다.

국내에서 송전분야 시공기술과 관련된 연구개발을 추진할 수 있는 곳으로는 한국전력, 송전선로 시공업체, 한국전기공사협회 등을 들 수 있으나, 현재까지 시공기술 개발에 대한 투자가 매우 저조하여 연구개발실적이 선진외국에 비해 미비한 것으로 나타났다. 특히 국내에서는 765 kV 송전선로의 도입에 의해 시공관련 기술들이 다소 개발되기 시작하였으며, 이전에는 거의 연구개발실적이 없었던 것으로 나타났다.

본 연구에서는 국내의 송전선로 시공기술의 수준을 평가하기 위해 설문조사를 실시하였으며, 이의 결과 선진국대비 국내 시공기술의 수준은 약 74%에 이르는 것으로 나타났다. 그러나 주요 기술수준의 차이를 고려한다면 74%이하가 될 것이라고 사려된다. 국내 시공기술이 저조한 이유로서 설문결과를 토대로 보면 다음과 같다.

- 송전선로 시공기술을 관리하고 선도하며 시공관계자에 대한 교육업무를 추진하는 전문기관 부재
- 투자에 대한 경제적인 부담
- 시공기술 개발에 대한 무관심
- 공사금액 책정, 입찰제도, 공사수급 등의 문제점

4. 향후 국내 송전선로 시공기술 전망 및 대책

시공기술에 대한 설문결과와 국내의 시공기술이 선진외국에 비해 저조한 것으로 조사되었는데, 이는 시공기술 개발에 적극적이지 못한 것이 주요 원인이라고 할 수 있다. 또한 송전선로의 시공기술부분에 있어 분야별 현안 문제점을 과제형식으로 요약하면 표1과 같다.

표1. 국내 송전선로 시공기술의 현안과 해결과제

분야	현안 문제점 및 기술수요 우선 순위
기술 분야	<ol style="list-style-type: none"> (1) 콘크리트 현장 타설 개선방안 강구 필요 (품질저하 우려) <ul style="list-style-type: none"> • 기존 인력비법, 포크레인비법 등으로 문제발생 우려 • 윤반공사비 절감으로 콘크리트 현장 타설에 문제 • 레미콘 타설 방안 강구 필요 (2) 도목관련 시공에 대한 평가기술 및 보상 방안 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 배수공사, 복구공사 등에 대한 설계도 부재 • 시공사 자체 설계 및 시공에 의한 적당한 마무리 공사로 부실 우려 • 배수공사, 복구공사 등에 대한 설계도 및 설계지침 개발 필요 • 되메우기 시공에 대한 신장비 개발 및 평가기술 개발 필요 (3) 기초시공에 따른 환경파괴 최소화 방안 강구 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 토사유출 최소화 공법 개발 • 환경복구 시공지침, 시공절차 작성 및 준수방안 강구 (4) 국내 지형에 맞는 굴착장비, 굴착기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 기초토양 종류, 지형특성 등에 적합한 공법 개발 (5) 기초 각입기술 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 각입 미세조정, 각입위치 측정장치 등 개발 (6) 암반기초에 대한 시공법 개발
철탑 조립 시공 분야	<ol style="list-style-type: none"> (1) 철탑볼트 조립 전용공구 및 측정 기술개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 간단하고, 경량인 조임공구 필요 • 조립된 볼트의 적정토크 측정 장치 개발 (2) 154 kV, 345 kV용 소형 크레인 개발 필요 (3) 철탑조립공의 안전시설 및 안전장치 개발 필요 (4) 철탑도장 품질확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 제작사에서 미리 도장하거나 현장에서 도장하는 방안 강구 • 철탑 부재 인장시 보호장치 또는 보호기술 개발 필요 (5) 철탑볼트의 최소화 기술 개발 필요
가선 분야	<ol style="list-style-type: none"> (1) 연선기술 개발 필요 (2) 가선기능공(전공) 육성 및 관리 방안 강구 (3) 가선작업자의 안전장치 개발 및 안전대책 기술개발 필요 (4) 가선공사비 산정에 대한 객관적인 현실화 방안 강구 필요 (5) 작업자와 장비운전원간 통신 신기술 필요 (6) 가선장비 개발에 의한 신공법 기술개발 및 가격 저감 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 국산 가선장비의 빈번한 고장 및 효율성 부족 • 가선장비의 코스트다운 방안 연구 필요 • 전선을 블록에서 애자로 옮기는 신공법 필요 • 환전 조립식(Prefab) 가선공법 적용 필요
순환 및 가설 분야	<ol style="list-style-type: none"> (1) 진입로 개설방안 및 민원처리방안 대책수립 필요 (2) 진입로 개설에 대한 객관적인 공사비 산출 기법 개발 필요 <ul style="list-style-type: none"> • 현실성 있는 진입로 개설 시공비 확보 방안 • 민원처리 업무에 대한 처리비 산정 및 보상 방안 강구 필요 (3) 가설작업대, 방호발받침대 개선 및 가격 저감방안 연구 <ul style="list-style-type: none"> • 간편하고 경량인 가설작업대 개발 필요 • 파이프 및 절연파이프를 이용한 발받침대 개발 필요 (4) 한국형 삭도 개발 및 작업원 운송수단 개발 (5) 산악지 운반전용 작업차량 개발

표1은 현재 송전선로 시공기술에 있어 가장 중요하게

대두되는 문제점을 선정한 것으로서, 이러한 문제점이 하나씩 풀어져 갈 때, 송전분야에서의 시공기술 발전이 이루어지게 되며, 선진국 수준으로 향상될 수 있다.

이상과 같은 현안문제점을 해결하고 국내의 시공기술을 발전시켜나가기야 할 방안으로서 본 연구에서는 표2와 같이 대책방안을 제시하여 보았다.

표2. 국내 송전선로 시공기술 향상 대책방안

주요 현안 문제점	현안 문제점 대책(안)
국내 송전분야 시공기술에 대한 관심집이 없는 문제	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 송전분야 시공기술 전담기관 선정 또는 단체구성 <ul style="list-style-type: none"> • 한국전기공사협회의 주관이 바람직함 • 한국전기공사협회 내에 설립 가능 ▶ 시공기술분야별 전문가 확보 및 기술위원회 구성 <ul style="list-style-type: none"> • 각계 시공기술 전문가 확보를 통해 각 분야별 기술 위원회를 구성함 • 기술위원회에 의한 연구개발 및 조사분석 연구 수행
경제적인 문제 (기술개발 투자비 및 신장비 확보 곤란 등)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 운영예산 확보방안 <ul style="list-style-type: none"> • 참여회사의 회비 중 일정부분을 책정하여 지원함 • 한전, 정부 등으로부터 연구개발비 확보 • 장비회사, 금융회사 등 시공관련사를 supporting member로 지정 지원받는 방안(연구결과 이전 활용) ▶ 기술개발 투자비 및 신장비 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 참여사의 공동부담에 의한 기술개발 투자 • 정부, 한전 등으로부터 기술개발비 지원 가능 • 신장비 공동구매 및 공동활용
시공관계자 및 시공기술에 대한 무관심	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전담기관 주관 기술행사 및 전문지 발행 배포 <ul style="list-style-type: none"> • 각종 세미나 및 연구발표회 개최로 각계 시공관계자 초청 및 기술홍보 • 신기술, 신장비, 국내의 시공현황 등을 다루는 시공 기술 전문지 발행으로 관심유도 ▶ 시공관계자 기술교육 <ul style="list-style-type: none"> • 참여회사 직원을 대상으로 기술위원회를 활용한 시공기술교육 및 기술교육 이수 후 일정자격 부여
기타 문제점 (입찰제도, 공사금액액 등)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 시공기술 전담기관의 활성화 정도에 따라 점진적인 대책방안 수립이 바람직함

5. 결론

급변하는 사회변화에 따라 전력기술에 있어서도 빠른 기술의 변화가 이루어지고 있으며, 아울러 송전선로의 시공기술부분에 있어서도 기술의 변화가 크게 나타나고 있다. 생산성 향상에 의한 코스트다운, 인력절감을 위한 자동화기술, 공정단축을 위한 기계장비화 등이 급속히 추진되고 있는 것이 오늘의 현실이다. 따라서 국제시장 개발시대에 국내 송전선로 시공업체가 살아남고, 보다 활성화되기 위해서는 기술경쟁력 확보가 무엇보다도 중요하다.

이러한 배경 아래 본 연구에서는 설문을 통해 국내의 송전선로 시공기술의 현황을 조사하여, 이의 현안문제점을 제시하였으며, 전문가의 의견을 통해 향후 송전선로 시공기술 개발방향을 제시하여 보았다. 이러한 연구결과는 앞으로 국내 송전선로 시공기술 발전방향 및 시공기술 개발방안으로서 유익하게 활용되리라 사려된다.

[참고 문헌]

- [1] 한국전기공사협회, "송전분야 시공기술개발 방향 수립에 관한 연구," 1999. 2
- [2] 한국전력공사, "경영통계," 1998
- [3] 한국전기공사협회, "전기공업의 경쟁력 강화방안 수립을 위한 연구," 1996
- [4] 한국전기공사협회, "전기공업 통계자료" 1997