

765kV 송전선로 연선공법

자료제공/한전 765kV 건설처

1. 서론

765kV 송전선로는 6도체 방식이므로 연선공법 중 가장 어려운 공법이다. 4도체 연선공법은 이미 345kV 송전선로에서 손에 익은 공법이므로 더 말할 나위가 없고 외국의 경우 8도체 공법도 4도체 연선후 다시 4도체를 연선선함으로서 결국 4도체 공법과 같다.

그러나 우리현장의 정서적면으로 볼 때 4도체 연선후 다시 2도체를 연선선 반복시공 한다는 것은 무리일 수밖에 없으므로 어쨌든 한 색선전체를 연선한 후 긴선을 해야하는 실정이다.

또한 가압을 사용하지 않음으로서 암내측 전체에 불력을 배치하게 되는 불리한점 이로 인한 이도관측의 어려움, 현수에자원에 전선Setting시 중, 하선 외측전선의 선 옮김, 작업발생 등으로 6도체 일괄 연선방식은 어려움이 많은 공법이다.

또 765kV 송전선로는 고도의 신뢰성이 요구되는 중요설비이므로 접속개소에서 발생하는 단선고장을 없애기 위하여, 전선을 색선발주하여 일부 크래프를 지상에서 암측 연선하는 Semi Pre-fab 공법의 채택으로 가선환경에 획기적 변화를 가져오게 되었다.

기존 시공방법에 비하여 크게 변한 점을 살펴보면

- 소긴선 구간에 맞춘 전선 색선발주
- D/M, E/G장의 위치가 반드시 내장단말 철탑에 있음
- 가지선을 설치하지 않은 연선단말 철탑 채택

- 연선장의 면적이 크며(800평 이상) 텐서너 전방 작업장 30m 이상 확보
- 무(無)슬러브 공법 적용으로 불력 통과형 크래프 사용
- 전력선에 권취형 텐서너, 메신저 와이어 연선시 와이어 텐서너 사용
- 전동식 드럼가대 및 릴 와인더 사용
- 무염화 와이어 사용 및 폴리우레탄 코팅 불력 사용
- Pre-fab점퍼 채택 등이다.

따라서 주변여건을 충분히 검토하여 적절하게 수립된 연선계획은 시공을 원활하게 할뿐 아니라 완벽한 품질확보로 이어져 본래 요구하는 고 신뢰성의 선로건설 목표를 달성하는 지름길일 것이다.

2. 연선구간의 결정 및 전선절단 계획

2.1 연선구간의 결정

가. 연선구간의 결정은 송전선로 경과지의 지형, 적당한 D/M, E/G장의 입지조건, 연선거리, 불력 통과횟수 철탑간 고저차의 기복 등 상황을 고려하여 아래와 같이 결정한다.

- (1) 연선구간 단말 철탑형은 C형 이상인 개소를 선택한다.
- (2) 연선거리는 지형에 따라 4~6km를 표준으로 정한다.
- (3) 불력 통과횟수는 10회 전후로 정한다.
- (4) 한 구간에 중각도 철탑이 다수 있을 경우 연선구간 및 불력 통과수를 줄인다.

- (5) D/M장은 각종 장비의 출입이 원활하고 장애물이 없는 곳을 정한다.
- (6) 드럼장의 넓이는 30m×80m 이상 종방향이 유리하며 텐서너 앞 작업장의 길이를 30m 이상 확보되는 곳으로 정한다.
- (7) 한 연선구간에 154kV T/L, 345kV T/L 고속도로 등의 횡단공작물이 복합적으로 있을 경우 연선구간을 짧게 정한다.

나. 765kV T/L 1차사업은 선로 경과지를 위주로 결정한 후 여기에 맞추어 D/M, E/G장을 선정하였으나 2차사업 설계시에는 선로 경과지 측량과 더불어 D/M, E/G장을 결정하여야 하며 필요시에는 D/M, E/G장을 먼저 정하고 여기에 맞도록 경과지를 선정하거나 첩탑형을 결정해야 한다.

2.2 전선절단의 결정

2.2.1 축소 종단도 작성

전선절단 계획의 수립을 위하여 연선구간별로 평면 중심경간을 기준으로 한 축소 종단도를 작성 검토하며 여기에 포함될 내용은 다음과 같다.

- 가. 상단에는 연선구간의 첩탑평면도를 그리며 수평각도가 있을 경우 넌, 스퀘어로 처리하여 첩탑상단에 각도 표기
- 나. 하단에는 지지물 고저차를 감안한 축소 종단도를 그리며 첩탑상단에는 애자련형 표시
- 다. 현수첩탑을 제외한 내장첩탑의 지지점, 고저차를 첩탑하단부에 부호를 붙여 숫자 표기
- 라. 아랫단에는 첩탑번호, 형 및 높이 경간 지지점 고저차를 표기

2.2.2 전선절단점의 결정

블럭 통과형 크래프 취부 첩탑과 탐상 양긴선 첩탑을 결정하게 되면 전선절단점이 결정된다. 이것은 전선조장 발주로 이어지며 현장여건의 변동이 있을 경우 변경시공이 쉽지 않다.

따라서 지지점간의 고저차, 전선 드럼당 길이 제한범위에 맞는 경간 선택, 전선의 가테나리각,

작업조건 등을 면밀히 검토 결정하여야 한다.

가. 각 연선구간의 축소 종단도를 바탕으로 실제 작업상황을 고려하여 지반 고저차가 제일 높은 우선 블럭 통과형 크래프 취부 첩탑으로 정하여 이는 곧 전단절단점이 되는 것이며 한기 거른 내장에도 역시 블럭 통과형 크래프를 취부하며 이 두첩탑 사이에 있는 내장첩탑이 곧 탐상 양긴선 첩탑이 되도록 순차적으로 정해나간다.

나. 또한 같은 연선구간에서 내장첩탑수 및 지형여건에 따라 블럭 통과형 크래프 취부첩탑과 탐상 양긴선 첩탑을 다르게 배치할 수 있으므로 안으로 표기하며, 다음 연선구간과의 상관관계를 검토하여 신중하게 결정한다.

다. 전선절단점간 전선길이는 Semi Pre-fab 공법에서 정한 전선 한드럼장 조장인 1500m~2500m 범위내에 있도록 정하는 것이 좋다.

라. 블럭 통과형 크래프 취부첩탑과 양긴선 첩탑간 또 다음 블럭 통과형 취부 첩탑간의 경간의 합이 2500m 이상 5000m 미만일 경우에는 각 경간에 해당하는 전선을 분리발주하며 연선크래프를 이용 연결하여 연선한다.

마. 한 연선구간에서 드럼장측으로 마지막 내장경간이 800m 이하일 경우는 조장의 3배를 (2400m)한 드럼으로 발주하여 절단점 표시를 요구하여 현장에서 연선시 절단 사용

3. 연선폰법의 검토

3.1 연선폰준비

3.1.1 암보강

가. 765kV 송전선로에서 가공지선 암보강 공법이 까다로우므로 설계시 작업하중에 견디도록 암의 강도를 보강해야한다. 강도가 부족할 경우 보강방법은 A자형 앵글 포스트를 암상단에 세워서 와이어 및 턴버클을 사용하여 보강한다.

나. 전력선 암도 전선2조 와이어1조의 작업하중을 고려하여 설계되어 있지만 하중경간이 크거나 카메나리 각이 심한 경우 크래프 통과 등으로 인한 쇼크에 견딜 수 있도록 암끝부

분 및 중간절점을 주주재의 절점에 와이어와 턴버클로 보강한다.

다. 6도체의 연선시 암의 절점에 블럭을 배치하여야 하나 그렇지 못할 경우가 생기므로 이때는 윗단에 있는 암타이 절점에 와이어를 이용하여 보강한다.

3.1.2 방호 발받침

가. 방호 발받침은 송전선로, 배전선로, 도로, 철도, 약전류전선 등과 교차하는 곳에 설치하여 타공작물에 대한 장애방지 및 연선되는 전선의 손상방지 등 작업원의 안전을 위하여 시행하며 횡단공작물 높이 20m 이내는 강관 발받침을 적용하고 그 이상 높이는 철주 또는 철탑 발받침을 사용한다.

나. 방호 발받침 설치의 주의사항은

- (1) 횡단공작물을 손상시키지 않도록 한다.
- (2) 전력선의 경우 충분한 이격거리 확보 검토 및 22.9kV 이하 배전선인 경우 절연커버를 설치한다.
- (3) 철도, 고속도로 등은 교통에 지장을 주지 않도록 조치하며 관계기관과 협의후 대책을 수립 시행한다.
- (4) 발받침 개소에는 보선원을 상주시키고 수시로 발받침의 기울음, 지선의 늘어짐 등을 점검하고 손질한다.
- (5) 안전표지판을 설치하고 야간에 대비한 점멸 등, 야광테이프 등을 취부하여 안전을 도모한다.

3.1.3 연락 통신선설치 및 유도대책

가. 연선구간내의 연락은 신속 정확해야 하므로 유선전화를 설치해야 하며, 예비로 무선시설도 갖춘다.

나. 전화기 배치장소는 드럼조, 엔진조, 보선조, 연선요크조 등 필요한 개소에 설치한다.

다. 1선1조 양회선 4조 동시연선시에는 엔진장의 플러가 2대로 운영되므로 양회선별로 별도의 유선시설이 유리하다.

라. 연선중의 유도대책으로 텐서너 플러는 앙카로 접지되어 있지만 텐서너는 전선단에 접지

롤러를 설치하고 플러는 별도의 접지선으로 재접지한다.

3.1.4 블럭배열 공법

765kV 송전선로의 연선블럭은 직경 600m/m의 알루미늄 제품에 폴리우레탄 코팅 블럭을 사용하고 암에 취부시는 규격에 맞는 행가를 취부하고 와이어를 코드로 사용한다. 이때 연선되는 전선조수에 의하여 하중을 검토하고 행가, 앙카체클, 코드 등의 안전율을 4 이상이 되도록 한다. 또한 블럭을 암에 배치시 암주재 한측에만 배치하지 않고 양측을 이용하여 지그재그식으로 취부한다.

3.2 파이롯드 와이어 연선

3.2.1 인력연선

파이롯드 와이어의 연선은 특수한 경우를 제외하고 인력 및 헬기연선에 의하는 것이 보통이다. 인력연선은 평지에서 많이 시행하며 작업여건의 제한을 받지 않고 어느 때나 시행할 수 있으며 동시에 여러 구간으로 구분 시행할 수 있어 공기단축과 능률을 올릴 수 있는 장점이 있으나 3D의 확산으로 다수의 인력동원이 어려우며 특히 비닐하우스 밀집지역 등은 상당한 애로가 있다. 따라서 여러 조건을 검토하여 평지의 단순 작업조건에서만 적용하는 것이 좋다.

3.2.2 헬기연선

산악지의 수목이 울창한 지역이나 횡단공작물이 많은 개소에서는 헬기연선이 공정단축, 공기단축, 효율화 연선에 따른 별채를 수반하지 않는 등의 이유로 채용되고 있다. 또한 평지에서도 평야지대의 논이나 비닐하우스 밀집지 등 피해보상비가 많은 경우는 작업성, 경제성 등을 비교할 필요가 있다. 그러나 헬기연선은 기상에 절대적 영향을 받으며 임대에 따른 상용시기 선택, 비행안전 등의 제약을 받으므로 사전에 예상되는 문제점을 파악한후 검토를 거쳐 작업계획을 수립 시행하여야 한다.

3.3 전선연선

<표 1> semi pre-fab 공법의 장단점 비교

장	점	단	점
전선 접속점간 고장근절		D/M, E/G장은 반드시 단말철탑 후방에 설치	
실장계산 전선발주로 손실감소		전선 색선 발주로 넓은 면적의 드럼장 확보	
탑상 작업량 감소로 긴선일정 단축 및 안전 확보		실장계산의 프로그램화 조치	
블럭 통과형 크래프의 확실한 시공품질 확보		블럭 통과형 크래프 및 보호구 등의 신규 개발	
이슬, 안개 등 악천후시 예자련과 연결작업 가능으로 능률 향상		텐서너 드럼가대 등 현대화 장비 배치	
연선평수 증가, 긴선일수 감소로 전체작업성 향상		1선1조 연선평일 경우 와이어의 별도연선평 기간 증가	
긴선 공구량 및 운반량 감소, 완전 Pre-fab 가선을 위한 기술축적		일정조장 규격 전선보다 단가상승	

3.3.1 Semi Pre-fab 공법

가. 공법 적용의 필요성

765kV 송전선로는 철탑이 대형화되고 전선이 다도체화 되므로 고소 탑상 작업량이 증가되고 대개 협준한 산악지를 경과하게 되므로 시공조건이 어려움을 동반하게 된다.

또한 765kV 송전선로는 고도의 신뢰성이 요구되는 중요설비로서 무보수 개념에 의한 설계 및 시공을 함으로써 예상되는 고장에 대하여 미연에 방지될 수 있도록 충분한 검토가 필요하다. 따라서 현재의 연선평법대로 가선 할 경우 필연적인 전선간 접속개소가 발생되며 잘못 시공시 단선고장으로 이어져 전력계통에 막대한 영향을 끼치게 되는 것을 차단할 필요가 있으며 확실한 시공품질 확보와 작업의 안정성도모를 위하여 고소 탑상 작업량을 지상작업으로 전환할 필요가 있다.

일본의 500kV 이상 송전선 건설에서는 규정 이도가 되는 길이의 전선에 크래프를 취부하여 연긴선을 완료하는 Pre-fab 가선공법으로 시공하고 있으나, 현재 우리의 기술수준 및 주변여건으로 보아 금번 765kV 송전선로 시공에는 전선의 접속을 없애고 탑상 고소 작업량을 줄여주는 Semi Pre-fab 연선평법으로 시공하게 되었다.

나. Semi Pre-fab 공법의 장단점 비교(표 1)

3.3.2 전선평기

가. 전선평기 공법의 비교 (표 2)

나. Semi Pre-fab 연선평법상 1선2조 끌기의 문제점

현수철탑에서 10여m나 되는 블럭코드에 3륜 블럭을 매달고 연선평할 경우 전선2조의 크래프 프로텍터 통과시점이 일치할 수 없어 1조씩 통과하게 되는데 이때 저항력이 블럭의 한쪽에만 걸리므로 블럭전체가 약간 돌아간 상태에서 통과되면 균형을 잡기 위한 요동으로 전선에 손상이 생긴다면 크래프를 취부하여 연선평하는 의미가 없어진다. 그러나 아직 확실하게 검증된 바는 없지만 안전하게 작업할 수 있는 조건을 제1로 삼는다면 1선1조 연선평법의 적용이 바람직하다. 그러나 대형장비를 사용하고 핸드링이 어려운 굵은 와이어를 사용하여 1선2조 공법을 원한다면 작업안정성과 예상되는 문제점을 충분히 검토하여 시행해야 된다.

4. 결론

765kV 송전선로는 장차 우리나라 기간계통 선로로서 잠시라도 전력공급의 중단사태가 있어서는 안되며 또한 불안정한 시공으로 신뢰성이 저하되는 일이 있어서는 안될 것이다. 따라서 완벽한 시공품질 확보를 위하여는 신기술 신공법의 적용 및 각종장비 공구의 현대화, 낙후된 시공환경의 개선, 참여자의 중요성 인식으로 무보수 개념의 설비가 건설되어야 한다.

이미 765kV 송전선로 가선공법이 검토되어 결

<표 2> 전선끌기 공법의 비교

항 목	1선2조 공법	1선1조 공법
공 법 개 요	메신저와이어 1조에 전선2조 달립와이어 1조 동시끌기	메신저와이어 1조에 전선1조끌기
선바꿈 시행여부	현수는 자동통과, 내장은 선바꿈	현수내장 모두 자동통과
브릭 설치	현수는 3륜 브릭설치, 내장은 1륜 브릭설치	현수내장 모두 1륜 브릭설치
런닝보드 종류	2선 자동통과형	1선 통과형
메신저와이어 연선	전력선 연선시 동시 1조연선	3조 또는 4조씩 별도연선
와이어 확보량	3만미터	7만미터
장 비 사 용		
와이어 텐서너	2대 사용	8대 사용(전선용 4대포함)
플 러	견인력 12Ton 이상 1대	견인력 7Ton 이상 2대
릴 와 인 더	2대 사용	4대 사용
텐 서 너	4대 사용	4대 사용
장 / 단 점	<ul style="list-style-type: none"> · 현수에서는 와이어 넘김. · 내장은 선바꿈 시행으로 연선 시간이 많이 걸림 · 끌기조수가 많으므로 불러는 대용량 · 와이어 수량이 적고, 직경이 커짐 	<ul style="list-style-type: none"> · 선바꿈 없이 끌기시간이 단축되나 별도의 와이어 연선시간이 많이 소요 · 1선씩 끌기이므로 풀러는 소용량 · 1선2조 공법의 2.5~3배 · 1선2조 공법 와이어보다 가늘어짐

정되어 있으나 해외기술 연수시 습득한 경험과 문헌 및 국내전설 경험을 토대로 삼고 송전선 건설에 종사하였던 관계자들의 검증은 거쳤지만 소홀한 면이 없지 않았다.

또 공법을 생각하지 않고 자재나 공작물이 설계되어 시공시 상당한 어려움이 따르는 경우가 있으므로 개선되어야 할 점이다. 765kV 건설사업은 건

설경험 없이 국내최초로 시행되는 사업인 만큼 시행착오가 있을 것이며 이것을 최소화하는 노력이 있어야 할 것이다. 앞으로 우리모두 신공법 개발 및 적용에 지속적인 연구 노력을 기울여 근대화에 앞장서야 할 것이며 새로운 기술도전에 자신감을 갖고 힘을 합하여 믿음직한 설비건설을 이룩해야 하겠다.

왜

산길을 걷다가 마주 오는 사람에게 길을 물으면 사람들이 그러지 않습니까? 조금만 더 가면 돼요. 하지만 정작 걸어보면 그 조금이 한 시간도 되고 만나절도 되지요. 젊었을때 그런 식으로 가르쳐 주는 게 답답했는데, 나이를 좀 더 먹으니깐 그게 참 지겨운 말 같군요. 멀든 가깝든 그곳을 물은 사람에게겐 그곳이 목적지일테니, 조금만 조금만 하면서 걷는게 차라리, 파마득하다고 지레가워 눌러 움짱달씩 못하는 것보다 낫지 않습니까? 어차피 걸어야 할 길이라면 희망을 가지고 걸으라는 마음이었겠죠.

— 젖은 골짜기, 이에경

