

765kV 송전용 강관철탄설계 및 제조기술에 관한 연구

김정부 · 이동일 · 박태동 · 이익희 · 신수식 · 김해룡*
한국전력공사 기술연구원(2) · 현대중공업 철탄기술연구소(4)*

A study on the design and manufacture technique for 765kV T/L pipe steel tower.

KIM J.B · LEE D.I · PARK T.D · LEE I.H · SHIN S.S · KIM H.R*
KEPCO RESEARCH CENTER · HHI STEEL TOWER RESEARCH CENTER*

<Abstract>

We have studied and researched about the pipe steel tower which can be designed briefly with fewer members and due to electrical supported with single member economically and safely as higher structure and bigger load is required for 765kV T/L and it is difficult to transmit the electricity with good quality safely and economically by the traditional steel tower composed of single angle.

1. 개요

765KV급 송전선로는 기존의 345KV급 송전선로에 비하여 전기적인 조건으로 인하여 지지물이 높아지고, 큰 하중의 발생으로 기존의 재래식인 단일 산형강 구조물로서는 양질의 전류불 안전하고, 경제적인 송전이 곤란하다고 판단하여, 부재의 갯수가 적고 간결한 구조설계가 가능하고, 단일부재로 지지가 가능하며, 그 경제성과 안전성이 있는 강관철탄을 연구, 개발하기에 이르렀다.

철탄의 최소높이(평지)는 현수형은 82 M, 내장형은 76M로 설계되었으며, 최소 중량을 산출하기 위하여 강관의 재질은 SPS55, SPS51을 사용하였으며 사용된 강관의 최소, 최대 규격은 D-42.7 X 2.3 MM, D-457.2 X 12 MM의 규격을 사용하였다.

765KV급 강관 철탄의 철탄설계 자료화와 기술개발의 신뢰성을 확보하기 위하여 현수형에 대하여는 하중시험과 파괴시험을 9월에 실시하였으며, 내장형에 대하여는 11월초에 하중시험을 실시하여 우리 나라의 765KV 전력 수송을 위한 초고속 선로를 건설하는데 강관 철탄을 사용, 안전성이 있으며, 선로의 신뢰도를 높여 무보수 개념으로 만 영구적인 송전선로를 건설할 계획이다.

2. 765KV급 연구과제의 배경 및 계획

2-1. 배경

최근 우리 나라의 전력수요는 연평균 성장률이 12.5%에 달하며, 최대전력 수요를 1992년 2100만KW를 기준으로 할 때 오는

96년 1.4배, 2001년 1.8배, 2006년 2.3배로 증가하고 2010년에는 2.7배 정도인 5600만KW로 증가할 것으로 전망되고 있다.

1992년 1인당 전력 소비량은 2천 7백 KW H 로 미국의 1/4, 일본의 1/2 정도이나, 국민 생활 수준의 향상으로 인한 고급에너지의 수요가 늘어나는 경향에 있으며, 특히 수도권 및 경인지역의 최대 전력 수요는 전국의 약 45%를 점하고 있어, 2006년에는 450만KW, 2021년에는 1600만KW의 전력을 다른 지역으로 부터 제공받아야 할 실정이다.

전력 수요의 증가, 지역간 전력수요의 불균형을 해결하기 위하여 한국전력공사에서는 우리 나라의 현 계통전압, 기술수준, 기기의 국산화, 계통의 신뢰도 등을 고려하여 765KV로의 전압격상을 고려하였다.

또한 한국전력공사는 765KV급 전력 공급의 상용화의 일환으로 올 하반기부터 오는 98년 말까지 4천 1백억 원을 집중 투자하여 765KV급 송전 선로를 당진화력 ~ 신당진, 대안화력 ~ 신당진, 신당진 ~ 남서울, 신태백 ~ 신양평의 선로에 약 320KM 정도를 건설하는 것으로 추진하고 있으며, 2008년 까지의 장기발전 계획을 검토하고 있다.

2-2. 계획

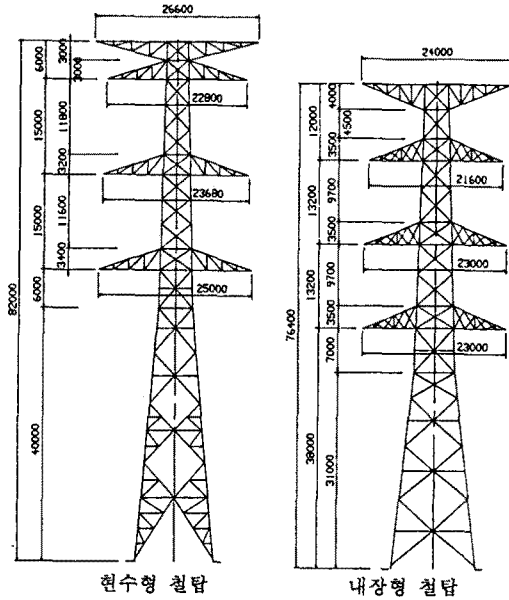
본과제의 성공적인 수행과 목표달성을 위해 아래의 항목에 대하여 개발을 추진하였다.

- 1) 자료조사, 수집 및 기술연수
- 2) 강관철탄의 기본구조, 기본설계, 생산설계 및 그 연구
- 3) 산형강철탄의 기본구조, 기본설계, 생산설계 및 그 연구
- 4) 강관철탄의 시제품 제작 및 도금기술 배양
- 5) 강관철탄의 하중시험 설비 확충 및 시험기술 배양
- 6) 강관철탄과 산형강철탄의 설계 및 시제품 제작과 하중시험을 분석, 연구를 토대로 그 경제성 대비
- 7) 최종 보고서 작성에 의한 평가회 실시

3. 765KV급 철탄설계의 개요

765KV급 송전철탄은 강관(Pipe)으로 설계하였으며, 경제성 대비를 위하여 산형강 철탄에 대하여도 동일하게 설계하였다.

철탄의 기본구조는 Fig.3-1에 나타내었으며, 2회선 수직배열 사각철탄으로 정측면 동일 구조를 사용하였고, 좌굴 보조제는 최하단 구조(Leg)에는 안쪽보조재(Back Brace)로 보강하였다.



현수형 철탐 내장형 철탐
Fig. 3-1 765KV급 현수형 및 내장형 철탐의 기본 구조도

조 건	현수형	내장형
공칭전압	765KV	
최대순간전압	800KV	
전선배열방식	수직배열 사각철탐	
철탐기수	1 기	1 기
중압조건	고온계-상시, 이상시 저온계-이상시	
중압적용	III 지역	
철탐경간	700 M	800 M
사용전선	6도체 X ACSR 483 MM ²	
가공지선	ACSC 120 MM ²	
섬락 사고율	0.3회 / 100KM / 1년	
애자련 종류	1 련	2 련
구조물 유형	강관철탐	
주주재 비율기	18 %	23 %
주주재 연결	리브-플랜지 부착방식	
최대규격(MM)	267.4 X 8	457.2 X 12

수평재의 취부 부분에는 대변재, 대각재 및 다이아몬드 골조를 이용하여 탑체의 진동을 방지하였다.

탑체부의 주부재인 주주재 및 사재는 강관을 사용하였으며, 그 이외의 부재는 산형강을 사용하였다.

보조재의 용력산정은 접합부재의 최대 작용용력의 2%를 적용하였다.

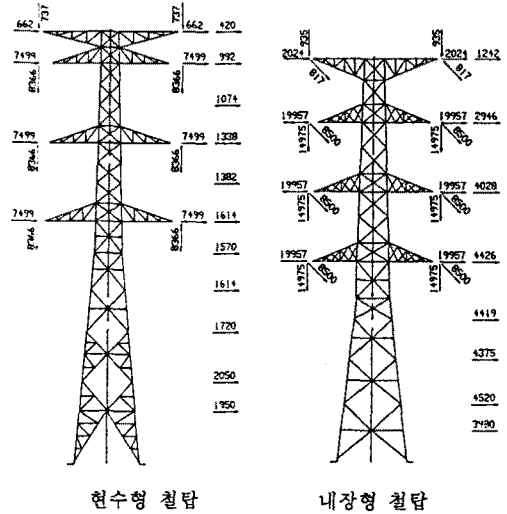
강관 철탐의 사용부재 규격은 현수형은 최소 D 42.7 X 2.3, 최대 D 276.4 X 8 를 사용하였으며, 내장형은 최소 D-42.7 X 2.3, 최대 D-457.2 X 12 를 사용하였으며, 대규격의 경우 산형강에 대하여는 더블 산형강, 조립 산형강등으로 설계가 되기 때문에 중량면에서 경제적인 이점이 있다.

강관철탐의 제조기술면에서는 기존의 산형강은 볼트연결 방식 트러스 구조물인데 반하여, 강관은 주주재, 사재의 연결부등에서 다양한 연결방식의 용접구조물을 형성할 수 있는 이점이 있다.

4. 강관철탐과 산형강 철탐의 비교

4-1. 용력비교

현수형 22 CASE, 내장형 20 CASE 가운데 각각의 부재가 가장 위약하게 될 경우의 하중조건으로 부재가 선택되었으며, 그때의 부재용력의 분포를 나타내었고, 하중조건중 가장 많은 부재가 선택된 경우의 하중조건인 CASE I을 Fig. 4-1-1에 나타내었다.



현수형 철탐 내장형 철탐
Fig. 4-1-1 허용용력설계 (1.0P), 90도 풍향시

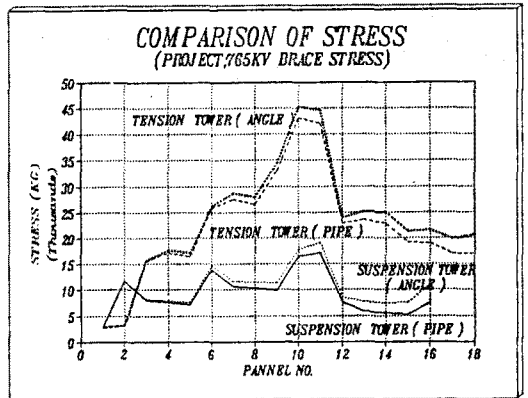
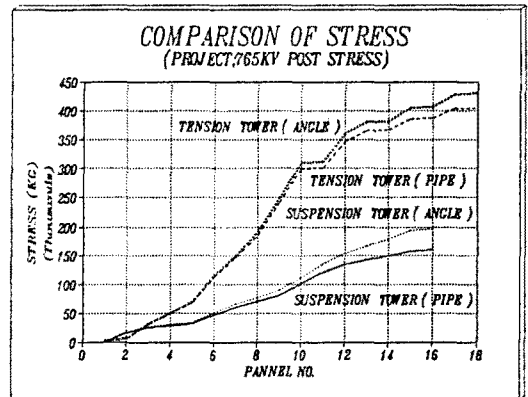


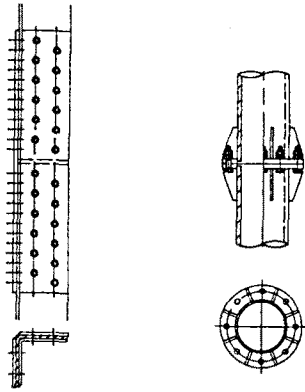
Fig. 4-1-2 부재용력의 비교

COMPLTER 해석시 외력으로서 불평균 장력에 의한 전선하중, 풍압하중, 냉설하중등이 조합적으로 고려되었으며, 구조해석은 허용응력 설계법으로 설계하였다.

동일조건하에서 강관과 산형강의 부재용량 비교가 Fig.4-1-2에 잘 나타나 있으며, 강관과 산형강의 단면 형상에 따른 풍압면적의 차이에 의하여 강관에 비하여 산형강 첩탑이 전체적으로 증가하였음을 알 수 있다.

또한 현수형에 대하여는 하중시험을 실시하여 해석상의 범위와 실제 시험상의 범위의 오차는 약 8% 정도임을 확인할 수 있었으며, 이 값은 강관을 신뢰 할 수 있는 결과치 라고 사료된다.

4-2. 첩탑부재의 연결부위



산형강의 연결부 강관의 연결부

Fig.4-2-1 강관 및 산형강의 연결부

강관첩탑의 연결부의 제작은 산형강의 제작보다 정확한 제조 기술을 요한다. 이것은 산형강 첩탑은 볼트 연결방식인 반면에 강관첩탑은 부재 주위에 용접을 하여야 하며, 또한 세심한 품질관리가 요구된다.

연결부의 연결 방식은 여러 가지가 이용될 수 있으나 강관첩탑의 개발이 시작단계에 있으므로 본 연구 과제에서는 대표적으로 주주재는 리브부착 이음매를, 사재는 림 부착 더블와렌 이음을 사용하였으며, 대표적으로 Fig.4-2-1에 나타내었다.

주주재 및 사재의 연결부위는 수 계산으로 설계하였으며, 실제 하중시험으로 그 신뢰성을 증명할 수 있었다.

이러한 이음매는 이웃나라 일본에서도 가장 일반적으로 사용되고 있으며, 신뢰성 면에서 대단히 우수한 이음매로 시험결과 나타나 있다.

향후 이 분야의 연구 및 기술개발은 리브없는 이음으로 추진해 갈 것이다.

4-3. 첩탑중량에 대한 경제성

첩탑형	강관첩탑(U1)	산형강첩탑(U2)	U2/U1
현수형	51,624 KG	69,433 KG	135 %
내장형	93,785 KG	108,429 KG	116 %

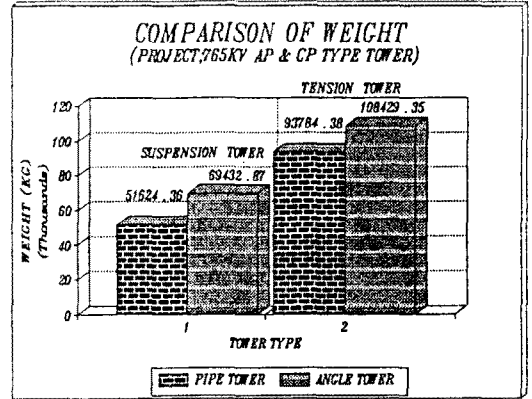


Fig.4-3-1 중량비교

본 연구에서는 우리 나라의 일반적인 풍압 구분에서 III 지역을 기준으로 설계하였으며, 주어진 외력에 대하여 현수형은 L 250 X 25의 규격으로 만족하며, 내장형은 L 250 X 35의 규격을 만족하지 못한다.

상용화를 위한 설계시에는 풍압하중 및 제반설계 조건을 안전성 있게 설계되어질 경우에는 현수형에서도 단일 부재의 사용은 불가할 것이다.

현수형 및 내장형에 대하여 강관 및 산형강 재료를 이용하여 각각 설계하여 이것들의 실제 중량으로 그 경제성을 비교하여 본 결과 위의 Fig4-3-1에 나타나 있듯이 765KV급 첩탑에서는 주부재를 강관에 비해 산형강을 사용하는 것이 비 경제적인 결과로 나타났다.

또한 우리나라와 비슷한 일본의 경우 이미 강관 첩탑의 경제성을 입증한 바 있으며, 강관에 대하여 산형강, 더블 산형강, 조립 산형강이 약 18%, 22%, 27%의 전체공사비의 비 경제성이 입증되어, 현재는 강관을 이용한 송전선로의 상용화에 적용되고 있으며, 더욱더 활성화 되고있는 실정이다.

위의 Fig.4-3-1은 순수 첩탑의 중량 면에서 경제성 비교를 잘 나타내 주며, 전체적인 경제성 비교는 중량 비교의 비율만큼 이점이 있으리라 사료되며, 아래와 같이 수반되는 경제성이 나타나고 있다.

1) 강관 및 산형강의 단면특성으로 발생하는 이점은 산형강에 비하여 원형단면 이므로 탑재 풍압하중이 감소하여, 취하부 판넬의 부재용량이 감소하고, 기초에 전달되는 하중이 감소하며, 기초의 시공비가 감소하는 이점이 있다.

2) 부재수가 감소하므로 운반비 및 조립비가 감소한다.

3) 이러한 측면에서 비교하여 볼때 산형강에 대하여 강관을 사용하므로써 현수형에 대하여는 35%, 내장형에 대하여는 16% 정도의 경제적 이점과 부재 수량면에서 현수형은 44%, 내장형은 104%의 이점이 있으며, 기초의 시공비 및 전체적인 시공비 면에서도 이와 비슷한 경제적 이점이 있으리라 사료된다.

References

1. J.B.Kim, E.B.Shin, B.H.Jeon, "Air insulation Design of 765KV Double Circuit Transmission Line." 1993, 9
2. H.YAMAGISHI, M. NAGANO, T. YAMADA, "Technological Developments in 1000KV Double-Circuit Transmission Towers.", Tokyo Electric power Co.,Inc.
3. J.B.Kim, D.I.Lee "A study on the U.H.V Transmission(A Study on the 765kV T/L Steel Tower)." 1989.6, Korea Electric power Co., Reserch Center.