

架空送電用新電線の開發動向

이수용*, 한광현**, 김신철***

(*LG전선(주) 전력사업부 상무이사, ** LG전선(주)연구위원, ***한전 송변전저 송전계획부장)

1. 序 言

대도시 지역의 에너지 사용 급증 및 산업계의 발전으로 전력수요가 지속적인 증가 추세를 보임에 따라 送電容量의 증대를 위한 送電線網의 확충강화가 추진되고 있으며 그 추진방법으로는 송전선망의 高電壓化, 大電流化가 진행되고 있다[1, 2].

架空送電網의 고전압화는 세계적으로는 1,000KV까지 검토되고 있으며 우리나라에서도 765KV를 시험 運轉推進中에 있다. 송전선의 전류용량 증대방법으로는 導體크기의 大形化, 多導體化 뿐만 아니라 輕알루미늄선을 도체로 사용한 종래의 ACSR을 대체할 수 있는, 超耐熱알루미늄선을 사용하여 許容電流를 倍加시킨 STACIR의 채택이 확대되고 있다[3].

增容量化 송전선의 본격적 도입과 함께 送電線路 運營時에 發生하는 公害性, 環境汚害性을 最小化시키는 環境調和電線 및 地域別 特性에 맞는 特殊機能 電線에도 그 관심이 고조되고 있는바 導體材料와 構造에 대한 꾸준한 技術 開發로 송전선의 高信賴化, 多機能化가 지속적으로 진행되고 있다.

우리나라의 경우도 1960年代에 ACSR이 架設된 이후 늘어나는 전력수요에 副應하기 위하여 1995년 STACIR의 154kv의 정부-동두천 송전선로 구간에 架設運轉을 시작으로 新送電線의 시대에 진입했다고 볼 수 있다.

그림 1에 現在의 新送電線의 技術發展 動向을 圖式的으로 나타내었으며 본 論考에서는 이러한 신송전선의 技術發展 動向중에서 증용량화 방향을 중심으로 최근 진행되고 있는 送電線의 高信賴化, 多機能化 發展 추세를 紹介하고자 한다.

2. 增容量化

현재 우리나라는 大都市의 高密度化와 함께 生活水準의 向上, 産業界의 發展으로 인하여 電力需要가 매년 增加하고 있다. 이러한 전력수요 증가에 對應하기 위해서는 電力發電 能

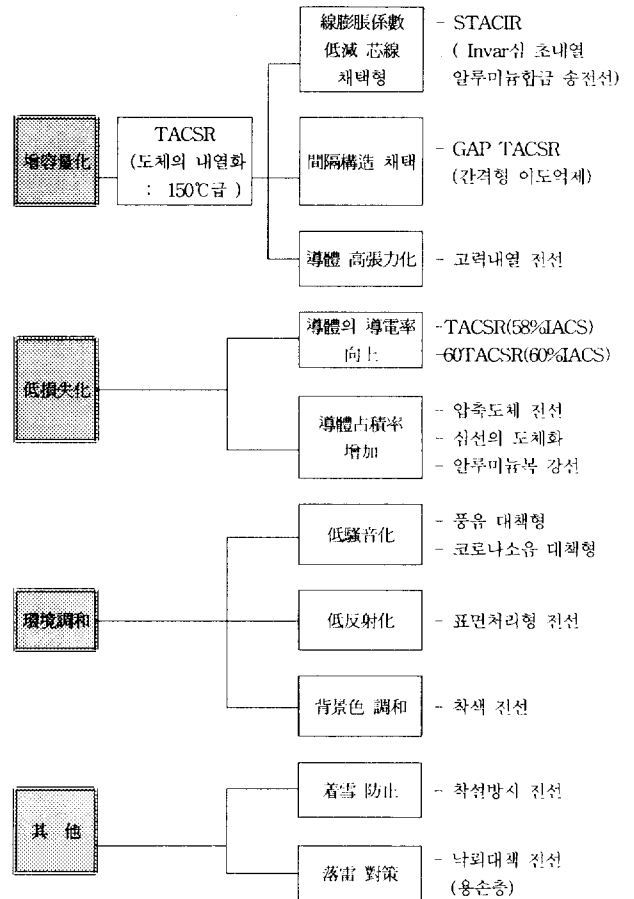


그림 1. 新電線 開發의 長期 VISION 圖

力の 증가뿐만이 아니라 發電所에서 사용처인 대도시나 公 業단지 등에 增産된 電流를 원활히 공급하기 위해서는 送 電線路의 增용량화가 絶對적으로 要求되고 있는 實情이다.

從來의 送電용량 증량화 方法으로는 電線 크기를 大形化 하거나 多導體化 하는 方法과 新設의 送電線路를 建設하는

표 1. 耐熱 알루미늄합금선의 特性 比較

導體名	導電率 (%IACS)	連續使用 溫度(°C)		引張荷重(kg/mm ²)
		連續使用	短時間	
TAL	58	150	180	16.2~17.9
60TAL	60	150	180	16.2~17.9
HiTAL	55	150	180	22.9~25.3
XTAL	58	230	310	16.2~17.9
STAL	60	210	240	16.2~17.9

방안이 있었다. 그러나 이러한 방법은 전선중량 및 풍압에 의해 弛度가 커져 鐵塔의 間隔을 줄이기 위해 활입철탑을 세우거나 높이를 키우는 繼塔이 필요하고 경우에 따라서는 별도의 송전선로 건설이 불가피한 실정이다.

그러나 근래에 와서는 지역주민의 건설 반대 및 補償현실화 등으로 인하여 신설 송전선로 건설시 鐵塔用地 확보가 어려운 상황이고 철탑을 개입하는데도 상당한 費用과 休電으로 인한 불편함이 야기된다. 따라서 既存의 철탑을 그대로 사용할 수 있는 증용량화 방안이 摸索되고있다[2, 3].

전선의 사용온도를 높이면 許容電流容量을 증가시킬 수 있으므로 輕알루미늄선과 비교하여 高溫에서도 軟化되지 않는 耐熱性을 갖는 알루미늄 합금도체가 개발되어 실용화되고 있다[4, 5].

표 1에 各種 耐熱性 알루미늄합금선의 諸 特性을 나타내었다.

150°C에서 연속사용이 가능한 도전율 58%급 TAL을 사용한 TACSR이 1960년대 후반 일본에서 實用化된 이래 송전용량을 더욱 증가시키고 증용량에 따른 진력손실의 증가를 감소시키기 위하여 耐熱도와 導電率을 향상시키는 기술 개발 노력이 상당한 진전을 이루어 현재는 연속사용온도가 210°C로 비상이 높으면서도 도전율은 60%이상인 STAL을 채택하여 同一規格의 ACSR 對比 倍加의 增容量을 達成한 STACIR이 實用化되기에 이르렀다[6, 7]. 표 1에 나타낸 각종의 내열알루미늄합금선은 기본적으로 99.7%이상의 純度를 갖는 알루미늄에 소량의 지르코늄(Zr)을 添加하여 Zr의 첨가량, 塑性加工과 熱處理의 調節, 第3元素의 첨가등 金屬工學的 工程制御의 組合으로 제조되는 것으로서 알루미늄 基底에 Zr의 固溶 및 析出 狀態가 調節됨으로서 Zr 첨가로 인한 도전율의 저하가 最小化되고 내열성이附屬된 알루미늄합금 도체이다[8].

架空送電線의 사용온도를 높일 때 도체의 내열성 향상 뿐만 아니라 전선의 처짐, 이도(弛度)의 변화를 고려하여야 한다. 강선과 알루미늄선의 聯合體인 ACSR계 송전선에서는 사용온도가 높아지면 聯合體의 複合 熱膨脹係數(ACSR 410 mm²의 경우 18.9×10⁻⁶)를 따르는 膨脹舉動을 보이지만 알루미늄선의 열팽창계수(23×10⁻⁶)가 鋼線의 값(11.5×10⁻⁶)

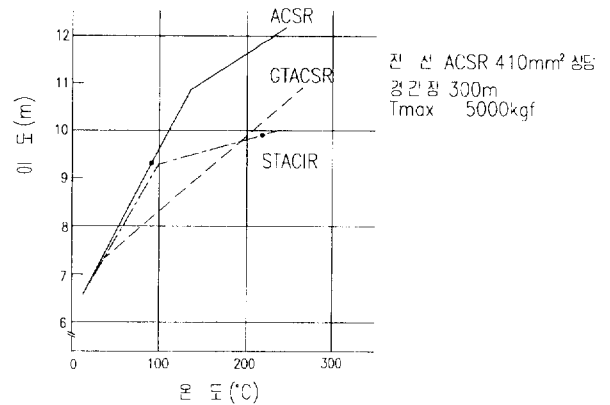


그림 2. 인바심 전선 vs. 間隔型 전선의 이도특성

보다 크기 때문에 어떤 온도(遷移온도)이상에서는 알루미늄선의 더욱 큰 팽창때문에 강선과 떨어지게 되고 鐵塔間張力은 鋼線에 負荷되므로 결국 온도상승에 의한 전선이도의 변화는 강선의 팽창거동에 따르므로 이도 상승이 억제되는 양상을 보이게 된다[3]. 기설 ACSR 철탑의 허용 이도를 유지한 채 허용전류용량을 증가시키면 열팽창에 의해 이도 증가가 수반되며 이로인해 사용상의 限界가 발생하게 된다. 따라서 내열도체 사용시 이도 억제(既存 ACSR水準)를 위해서는 새로운 방식이 도입되어야 하는바 천이점 현상에 着眼하여 구조적으로 도체와 강선사이에 공간적 間隔을 두어 架線時 電線張力을 강선에 局限시켜 부담하게 하므로서 전선의 사용온도 증가에 따른 이도 증가를 억제시키는 間隔型(GAP) 방식과 강선 대신에 熱膨脹係數가 낮은 인바심(2.8×10⁻⁶)을 사용하여 이도 증가를 억제하는 방식이 개발되었다[7, 9]. 각 방식의 사용온도에 따른 이도특성을 그림 2에 나타내었다. 190°C 이하의 온도에서는 간격형전선의 이도억제 효과가 우수하고 그 이상의 온도에서는 인바심 채택형이 가장 우수함을 알 수 있다.

각각의 증용량전선들은 고유의 특징들이 있어 전선 선택시 經濟性, 架設 環境등을 고려하여 最適의 전선이 결정되어야 할 것이다.

각종 증용량 송전선들은 세가지 군으로 대별될 수 있으며 각 증용량전선군의 특징 및 적용구분을 표 2에 나타내었다.

增容量 송전선으로서 가장 最近에 개발되어 일본과 우리나라에서 점차 그 採擇이 擴大되고 있는 STACIR(超耐熱 알루미늄합금導體 인바심 架空送電線)의 제 특성을 표 3에 ACSR과 對比하여 나타내었다.

本 論考에서는 既存 ACSR선로의 增容量化를 위해서는 STACIR로 交替하는 것이 最適이라고 생각되는데 TACSR은 이도의 증가로 인한 鐵塔의 繼塔이 필요하고 增容量化效果도 ACSR대비 1.5배를 넘지 않으며, 230°C급인 XTACIR 전선은 STACIR보다 고온에서 작동하기 때문에 劣化의 要因 등으로 인해 安定的 運轉이 STACIR보다 떨어지고 電力損失도 크기 때문이다. 간격형전선은 선로의 안정성을 결정짓는 또 하나의 요인인 接續 金具類에 대한 별도의 신뢰성

표 2. 各種 增容量 電線의 特徵과 適用

중용량전선	특징	적용
鋼心 耐熱形	단순히 중용량 기능이 있는 전선으로 고온에서의 이도 증가가 크다.	신설 또는 이도 제약이 적은곳에 사용
間隔形 (GAP)	내열합금 도체에 도체와 강심사이에 간격을 뒀으로써 이도억제 - ACSR에 비해 1.6~1.9 배의 중용량 효과 - 특수 포설공법 요구됨	이도 제약이 있는 신설 선로에 사용
Invar心 耐熱形	내열합금 도체에 선팅장 계수가 작은 Invar심을 이용하여 이도 억제 - ACSR에 비해 약 2배 중용량효과	이도의 제약이 있는 기존로의 중용량화와 신설선로에 사용

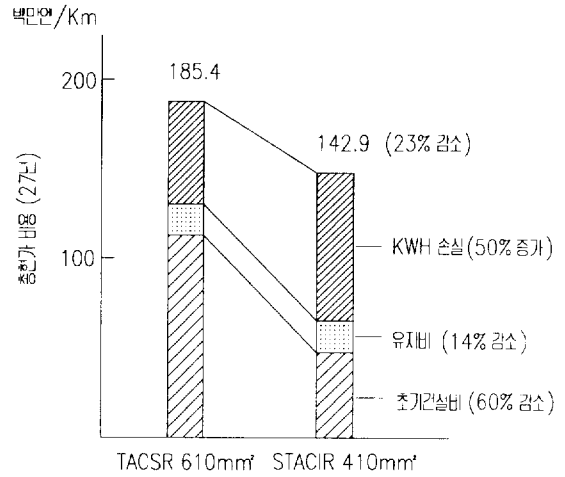


그림 3. TACSIR vs. STACIR의 경제성 검토

표 3. STACIR과 기존 ACSR과의 특성 비교 (410mm² 기준)

항목	단위	ACSR	STACIR	비고
단면도				
구조	소선수/소선경	26/4.5 IIAL 7/3.5 ST	26/4.5 STAL 7/3.5 INVAR	-
외경	mm	28.5	28.5	동일
중량	kg/km	1,673	1,687	+ 0.8%
최소 인장하중	kgf	13,890	12,720	- 8.5%
최대 D.C저항	ohm/km	0.0702	0.0714	+ 1.7%
탄성 계수	kg/mm²	8,360	7,730	- 7.5%
선팅장 계수	$\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	19.0	17.0	-10.5%
연속사용 온도/전류	$^{\circ}\text{C}/\text{Amp}$	90/829	210/1675	102 %

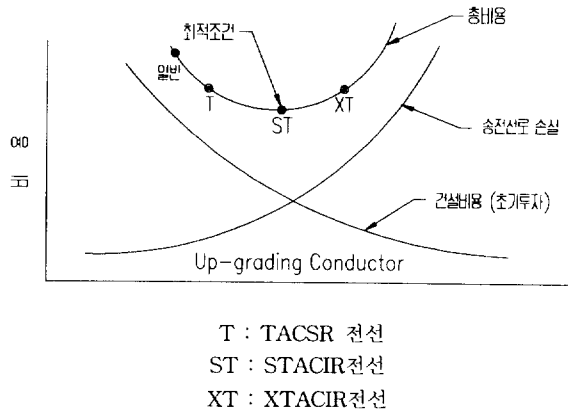


그림 4. 各種 增容量 電線의 經濟性 比較

확보와 架設시의 특별한 관리가 요구된다는 점에서 적용시에는 여러가지 제약성을 고려하여야 할 것이다.

전선의 채택에는 특성뿐만이 아니라 전선비용, 첩탑비용 및 架設비용 등이 포함된 건설비용과 사용수명 기간동안의 전력손실비용 등이 고려된 경제성이 검토되어야 하는바 하나의 예로서 그림 3에 TACSIR 대비 STACIR의 경제성을 검토하였다.

ACSR 410 mm² (연속허용전류 800 A) 기설 구간의 송전 용량을 배가시키기 위한 사업을 추진하고자 할 때, STACIR 410 mm² (연속허용전류 1675 A)를 채택하여 전선만을 교체하는 방안과 첩탑을 繼塔하면서 TACSIR 610 mm² (연속허용전류 1660 A)을 채택하는 방안이 검토될 수 있다. 각

방안에 대한 전선 수명동안의 총비용을 현가화하여 비교하였다. 건설비는 繼塔이 필요없는 STACIR가 60% 절감되고 전력손실비는 사용온도가 높은 STACIR가 50% 정도 증가되고 있어 총현가비용은 STACIR가 23% 정도 낮게 나타나고 있다. 결국 STACIR의 전력손실비는 선로의 건설비 절감으로 상쇄되어 STACIR을 기존 첩탑에 그대로 架設하는 경우가 TACSIR보다 경제적인 것으로 판단된다.

이상의 비교 결과를 토대로 각종 중용량전선의 경제성 비교를 도식적으로 그림 4에 나타내었다[10]

내열전선 개발과 더불어 내열도체의 引張強度를 증가시킨 高張力耐熱線(HiTAL)도 개발되었는데 高張力耐熱線을 도체로 사용한 HiTACSIR 전선은 동일 규격의 TACSIR 보다 약 30% 정도 높은 抗張力을 갖고 있으므로 電線 架設時 높은 장력에 견딜수 있어 이도를 감소시킬 수 있기 때문에 長徑間 用에 사용된다. 江橫斷, 海峽橫斷 및 長徑間 개소 등 첩탑 건설이 용이하지 않는 지역의 既設線路의 중용량화와 惡條件의 特殊地域에서 매우 유용한 전선으로 대두되고 있다[2].

3. 低損失化

송전전류용량이 대형화되면서 이에 따른 送電損失도 양적으로 무시 못할 만큼 증가되고 있다. 따라서 기존 대비 동일한 단면적의 송전선으로 전력손실을 절감시키면서 보다 많은 전력을 수송하는 低損失型 전선에 대한 연구개발이 진행되고 있다.

가공송전선의 송전손실은 90%이상이 抵抗損이므로 전선의 電氣抵抗을 최소화시키는 방향으로 방법이 모색되고 있다. 따라서 저손실화 방법에는 도체의 도전율을 향상시키는 방법과 導體占積率을 증가시키는 등 도체의 斷面積을 증가시키는 방법이 개발되고 있다.

도전율을 향상시키는 방법으로는 ACSR의 경우처럼 알루미늄지금 精練기술의 발달로 인하여 보다 高純度の 地金を 사용함으로써 경알루미늄선의 순도를 높임으로써 도전율을 높여 손실을 줄이는 방법과 TACSR(58%IACS)에서 60TACSR(60% IACS)로 대체 개발된 경우에서와 같이 내열성등 동등의 제반 특성을 발휘하면서도 合金技術, 熱處理技術 등 금속 제조기술의 발달로 高機能의 신제품이 개발되면서 효과를 보는 사례가 있다.

도전율의 값이 2% IACS정도 상승되면 저항손이 약 3% 정도 감소되는데 비하여, 壓縮型 도체를 사용하여 導體占積率을 증가시키면 약 15% 이상의 저항손이 감소하는 효과가 있다. 眞形의 알루미늄素線을 강심의 둘레에 聯線하여 제조하는 非低損失形 가공송전선의 계산적 도체점적율은 75%정도인데 비하여 사다리꼴의 압축도체를 사용하면 약 90%정도까지 증가시킬 수 있고 17% 정도의 저항손이 감소되는 효과를 얻을 수 있다. 압축도체를 이용하여 알루미늄도체 단면적을 증가시키는 여러가지 형태의 저손실전선을 그림 5에 나타내었다[11].

도체의 단면적을 증가시키는 기타의 방법으로는 강심을 도체인 고강도알루미늄합금연선으로 대체한 全알루미늄電線類(AAC=all aluminum conductors)와 강선의 耐蝕被服材質을 亞鉛에서 알루미늄으로 대체하여 도체면적을 향상시

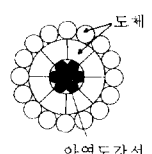
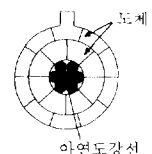
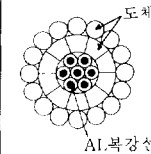
壓縮索線の 적용구분	內層 壓縮型	全層 壓縮型	內層 壓縮型
芯線の 종류	高強度亞鉛鍍 鋼線	高強度亞鉛鍍 鋼線	알루미늄覆 鋼線
電線斷面 形狀			
低損失化 방법	- 도체의 점적율 증가 - 심선의 고장력화로 심선의 단면적 감소		- 앞과 同 - 알루미늄복 심선으로 손실감소

그림 5. 各種 低損失型 電線

킨 AW연선을 (Aluminum clad steel wire) 鋼芯으로 채택한 전선류가 있다.

저손실전선의 적용에는 종래 전선과 구조 및 전선하중 등이 상이하므로 그 적용의 효과 판정, 적용구간에 따른 설계기준의 설정등 상당한 기술적 접근이 필요함에 유의하여야 할 것이다.

4. 環境 調和

전 세계적으로 산업 발달로 인한 公害 문제와 더불어 21세기 UR로 예측되는 GREEN ROUND 등 환경 문제에 관한 관심은 날로 증가 일로에 있으며 더 나아가 쾌적한 환경, 美化 문제까지 요구하는 추세에 있다.

이러한 환경문제는 송전선로의 운영에 있어서도 크게 고려해야 할 요소로 떠오르고 있으며 이에 대한 적극적인 대책으로 연구개발되고 있는 低騒音, 低反射, 背景色 調和등을 지향하는 환경조화전선의 발전 동향을 검토하고자 한다[12].

4.1 소음대책형 전선

송전선로에서 발생하는 소음으로는 바람에 의한 風音과 코로나현상에 의한 放電音이 있다.

가공송전선에 수직방향으로 바람이 부딪힐때 電線表面에서의 공기 흐름의 불안정으로 인한 발생소음인 풍음의 발생은 계절별, 기상여건의 변화에 따라 다양하게 나타나며 특히 근접한 곳에 사람이 주거하고 있을때 해결해야 할 문제이다.

풍음을 저감시키는 방안으로서는 여러가지 방법이 모색되고 있지만 전선도체 最外層에 그림 6에 도식적으로 나타낸 바와 같이 돌기를 주어 전선에 충돌한 공기가 나선형으로 흐르게 하여 풍음을 감소시킬 수 있는 구조를 채택한 表面突起型 저풍음전선이 실용화되고 있다. 표면돌기형 저풍음전선을 채택함으로써 종래의 약 80 db의 풍음을 70db 이하로 10db 이상의 풍음 低減 효과를 볼 수 있다고 보고되고 있다.

우중(雨中)이나 비가 내린 직후에 발생하는 코로나 소음은 전선표면의 큰 표면장력으로 동그랗게 물방울이 맺히고 전선표면과 물방울간에 형성된 전위차에 의해 전기가 방전

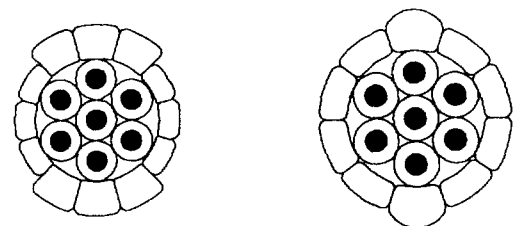
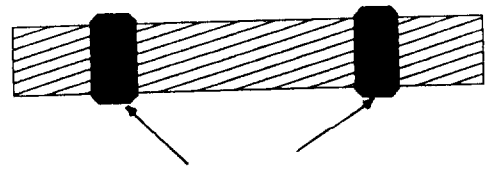


그림 6. 風音 防止用 電線の 단면형상

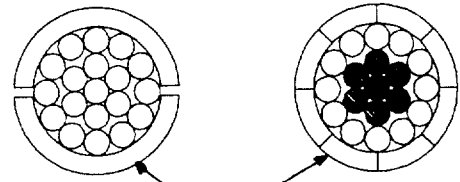
될 때 나타나는데 물방울이 증발될 때까지 비교적 오랜 시간 동안 나타난다. 코로나 소음 현상은 전선 표면에 기계유가 비교적 많이 잔재하고 있는 신설 전선에서 많이 발생하는데 대책으로는 도체경을 크게 한다던가 다도체화 한다던가 하여 電位差를 작게하는 방법도 있지만 보다 적극적인 방법으로는 전선표면에 화학적 에칭처리로서 미세한凹凸면을 부여함으로써 표면의 親水성을 높여 동그랗게 맺히는 물방울의 생성을 억제한 코로나소음 방지전선이 있다.

신설 전선의 경우 70db 이상의 코로나소음이 발생되고 있는데 親水性 코로나소음 방지전선은 50db 이하로 코로나소음을 억제시킬 수 있다.



난착설 링크

着雪防止 電線



용손층

落雷對策 電線

4.2 低反射電線과 背景色調和 電線

저반사전선과 배경색조화전선은 쾌적한 환경을 위하여 보다 적극적인 환경조화형 전선으로서 전선의 미화처리도 철탑의 미화처리와 함께 관심을 가져야 할 과제라고 본다. 저반사전선은 전선표면을 샌드브라스트 등의 공법으로서 표면에 적당한 거칠기를 주어 빛 반사율을 50% 이상 줄여 반사에 의한 눈부심을 제거하는 전선이다. 배경색조화전선은 주위의 배경을 고려하여 전선에 페인트를 塗布함으로써 배경과 전선색을 조화시킨 전선이다.

5. 其 他

이제까지 언급한 송전선 이외에도 사용목적과 전선이 포설되는 위치의 특성에 따라 着雪防止電線, 落雷對策電線, 耐腐蝕性電線 등의 특수전선이 있다.

우리나라의 강원도와 같이 눈이 많이 내리는 지역의 동절기 전선위에 쌓인 눈의 무게는 전선하중을 증가시켜 이도가 커짐은 물론 장기적인 수명도 단축시킨다. 着雪防止電線은 이러한 곳에 가설되어 눈에 의한 피해를 줄여주는 것으로 그 구조는 착설된 눈이 전선의 나선표면을 따라 밑으로 회전하며 성장하는 것을 방지하는 구조로 (난착설 링크, 전선외층에 돌기 부착)되어 있다.

운영되고 있는 송전선에 落雷에 의한 피해가 우려될때는 번개가 전선으로 쳤을때 전선 표면에 설치되어 있는 溶損層이 대신 녹아내려 도체를 보호하는 落雷對策電線을 사용할 수 있다[13].

또한 山間地域이나 海岸, 海上과 같이 타지역 보다 腐蝕性이 강한 大氣中으로 送電線路가 지나갈 경우에 일반 송전선을 사용하면 수명이 현저히 감소하고 심지어 예상치 못한 짧은 시기에 급격한 부식으로 인한 사고도 발생 할수 있다. 耐腐蝕性電線은 이러한 곳에 사용 할 수 있도록 제작된 전선이다. 전선의 부식은 내식성이 좋은 알루미늄도체보다는 가공송전선에 일반적인 芯線으로 사용하는 亞鉛鍍鋼線에서 일어난다. 腐蝕環境에서는 강선위에 鍍金된 亞鉛層이 급격히 부식되어 荷重을 지지하는 강선의 부식을 촉

그림 7. 其他 특수 전선

진시킨다. 따라서 防蝕方法으로는 전선내부에 耐蝕用 그리스(grease)를 발라서 大氣와의 접촉을 방지하여 부식을 억제하는 방법과 강선을 아연대신 알루미늄으로 도금하는 방법이 있다[14].

그러나 그리스를 도포하는 경우에는 10년이상 經過시 劣化하여 그 기능을 신뢰 할수 없게되는 반면 알루미늄복(도금)강선의 경우는 알루미늄자체의 우수한 내식성과 도체와 동일한 재질(알루미늄)로 異種金屬間 접촉에 의해서 발생하는 갈바닉부식을 방지 할수 있어 보다 근본적이고 장기적인 방식대책이라 할수 있겠다[15].

6. 結 言

위에서 살펴본 것과 같이 送電線의 발전방향은 送電效率를 높여 送電容量을 크게하는 增容量化와 環境 對策形으로 크게 나누어지며 이러한 큰 줄기에서 각각의 사용목적과 地域別 特性 등에 따라 다양향 종류의 전선들로 개발되고 있는 것이다.

현재 우리나라의 경우를 보면 일부 구간에서는 송전선의 1세대라 할수 있는 기가설된 ACSR의 交替時期가 도래했고 전력수요는 계속적인 증가 추세에 있어 신규 수요도 증가되고 있어 증용량화가 필요하며 송전선로도 都心의 外廓地域에서 山間, 海岸, 심지어 海上으로 지나가는 경우 등 다양화 되고있어 각각의 조건에 맞는 송전선이 필요한 실정이다. 따라서 우리나라의 送電網도 이에 발맞춰 각각의 목적과 용도에 알맞는 송전선을 가설하여 效率的으로 운영하기

위해서는 송전 시스템에 대한 체계적인 검토가 계속적으로 필요할 것이며 또한 이러한 Needs에 副應하기 위해서는 전선업계의 송전선에 대한 개발도 꾸준히 진행되어야 하겠다.

참 고 문 헌

[1] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.6
 [2] S. Nishiyama, G. Tanaka, Y. Honma, "Development of Aluminum Alloy Wires", 藤創電線技報創(日本), 第48號
 [3] Masaaki ISHIKAWA, Hideto ITO, " Practical Application of an Extremely Low-Sag Invar Reinforcet Increased-Capacity Extra-Heat-Resistant Aluminum Alloy Conductor", Sumitomo Electronic Technical Review, No.28, Jan. 1989
 [4] 山路賢吉, "大容量 架空送電線の 開發", 日本金屬學會報, 1974
 [5] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.7
 [6] 石川正明, "低弛度 増容量 인바電線の 實用化", 住友電氣, 第133號, 1988
 [7] Susumu SASAKI, Toshiro TAKEBE, Kenji MIYAZAKI, et al. "ZTACIR-New Extra-Heat Resistant Galvanized Invar-Reinforced Aluminum Alloy Conductor", Sumitomo Electronic Technical Review, No.24, Jan. 1985
 [8] Tetsuo OKUMURA, Ichiro MATSUBARA et al., "New High Conductivity Heat Resistant Aluminum Alloy Wire", Sumitomo Electronic Technical Review, No.22, Jan. 1983
 [9] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.18
 [10] "INVAR心 超耐熱AL합금전선의 개발" LG전선 1994년 1월 Seminar 자료
 [11] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.47
 [12] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.64
 [13] 電氣協同研究會(日本), 電氣協同研究, 第43卷 第3號, p.118
 [14] Akira Tanaka, Shingeru Terada, Yasuhiko Miyake, "New Application of AS Wire (Aluminum-Clad Steel Wire)" Hitach Cable Review No. 1, 1982
 [15] "Investigation Report of 3/10 AWG AS after 6 years Service", Technical Data, Hitachi Cable Ltd., 1983 Feb. 24

저 자 소 개



이수홍(李壽弘)

1944년 1월 9일생. 1967년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1984년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업. 1967년 1월-80년 11월 한국전력(주). 1980년 11월-81년 11월 RAYCHEM KOREA. 1981년 11월-현재 LG전선(주) 전력사업부장.

력사업부장.



김신철(金宸哲)

1948년 2월 21일생. 1974년 2월 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1974년 한국전력 입사. 1988년 9월 연세대 산업대학원 졸업. 1989년 5월-92년 5월 한전부산전력 관리처 송전부장. 1992년 5월-현재 한전 송변전처 송전계획부장.

송전계획부장.



한광현(韓光鉉)

1956년 7월 21일생. 1979년 2월 서울대 공대 자원공학과 졸업. 1981년 2월 한국과학기술원 재료공학과 졸업. 1989년 1월 미국 Case Western Univ. 금속공학과 졸업(공학박). 1981년 1월-95년 12월 LG전선(주)연구소 근무(금속연구실장). 1995년 8월 '초내열 알루미늄 인바심 가공송전선'으로 IR 52 장영실상 수상. 1996년 1월-현재 LG전선(주) 연구소 연구위원.