最近 電線 및 케이블의 技術動向

박 대 희
원광대학교 공과대학 교수

1. 諸論

전선은 전기를 흐르게 하는 금속선을 총칭하여 왔으나, 최근에는 금속선외에 광Fiber 케이블과 같은 그라스Fiber를 이용하여 광신호를 전송하는 것도 포함되어 있다. 전선과 케이블은 명확하게 구분되어 있지 않으나, 일반적으로 구조가 복잡하고 굵고 시즈(외장)가 있는 것을 케이블이라 한다. 전선은 일상생활이나 산업·경제에 있어서 없어서는 안될 자재이며, 사회에 대한 전선이 갖는 역할은 대단히 중요하다. 전선만큼 일상생활의 향상, 산업의 발전, 문화의 향상에 공헌한 것은 없다. 이때문에 전선은 사회의 혈관이나 신경이라고 비유할 수 있다.

본 원고는 최근 가공송전선, 지중전력케이블, 절연전선·케이블, 기기용전선, 광·통신케이블 등의 기술동향에 대하여 소개한다.

2. 가공송전선

전력수요의 증가에 대응하기 위한 방법의 하나로 가공송전선의 안정화·공급신뢰성의 향상을 도모하기 위하여 송전선망의 확충과 송전선 공사가 추진되고 있다. 가공송전선의 전압은 345kV에서 차기의 765kV로 격상이 요구되어 많은 기술적인 검토가 이루어지고 있다. 또한 가공지선에 광Fiber를 복합시킨 OPGW(광복합가공지선)는 10여년전부터 포설되어 전국적으로 확장되고 있다. 국제적인 전기표준회의(IEC)에서는 광Fiber를 사용한 OPGW(및 전력케이블)의 기계적, 전기적, 물리적 필요조건 및 시험방법 등의 심의가 이루어지고 있는 단계에 있다.

가. UHV送電線

전력선(ASCR 810mm² 혹은 610mm²의 8도체)은 Prefab공법(전선의 필요길이를 미리 정밀하게 계산하여 절단하고, 지상에서 Clamp를 장착한 후 당기고, 각 철탑에 끌어 올리는 공법)으로 시공되고 있다.

UHV송전선에 가공지선으로서 OPGW 500mm² 2조채용이 일본에서는 포설되고 있다.

나. OPGW

송전선과 통신선의 기능을 모은 전선으로 광Fiber를 알미늄관에서 보호하고, 그위에 알미늄피강선 등을 연선시킨 구조를 갖는 가공지선이다. 이

와 같은 광통신의 기간망은 OPGW를 이용한 송전선의 보수감시시스템의 개발 및 실용화가 되고 있다. 또 작은 사이즈의 OPGW에 대해서는 광Fiber의 다심화 및 고품위화의 검토·개발이 진행되고 있으며 이미 실용화가 되고 있다.

다. 環境對策電線

송전선로의 입지상의 문제나 사회환경의 변화에 의해 환경 대책 전선이 초고압송전선의 신설공사에 본격적으로 채용되어질 것이다. 경관과의 조화를 도모하는 저명도전선(전선표면에 暗色계의 박막층을 생성시킴), 저반사전선(전선표면에 브라스트처리), 전선에 기인하는 풍음을 억제하는 저풍음전선(전선에 凹凸를 붙인 것) 등이 있다. 특히, 풍음대책용의 최외층 알미늄소선의 형태를 바꾸어 전선에 凹凸을 설치하는 것이 개발되어 일본에서는 실용화되고 있다.

라. 기타의 電線

(1) 容量增大電線

건설비의 경감, 용지상의 제한에 의해 철탑을 교환하지 않고, Dip억제형 중용량전선(알루미늄의 내열성 향상과 구성을 개량한 것)의 채용이 확대될 전망이다.

(2) 難着雪電線

전선에 링 등을 설치하여 착설을 방지하는 것으로 광범위하게 채용되고 있다. 또, 난착설대책을 고려한 여러 가지 방법에 대해서도 계속해서 검토되고 실용화가 되고 있다.

(3) 低損失電線

종래 전선의 외경, 인장하중은 동등하게 하고, 압축형알미늄선을 사용하는 것에 의해서 전기저항을 저감시키는 저손실전선의 채용이 확대되고 있다.

이 저손실전선에서 최외층의 압축형알미늄선의 일부에 돌기를 설치하여 난착설전선도 많이 채용되고 있다.

3. 地中電力케이블

지중송전선케이블에 있어서 전력 수요의 증대와 함께 대도시권을 중심으로 대용량지중케이블 선로의 건설이 활발하게 추진되고 있다. 최근의 지중전력케이블의 기술개발 사항으로 주요한 것은,

① 대용량송전을 목적으로 기술개발 사항으로 주요한 것은 도체의 CV케이블의 장거리 송전선로가 요구되고 있다.

② 초고압CV케이블 송전선로의 건전성확인을 목적으로 고주파부분 방전시험의 실용화의 검토가 진행되고 있다.

③ 장거리송전용 초고압 345kV CV케이블의 연구개발은 전력회사와 전선Maker의 공동추진이 필요하며,

④ Compact한 사이즈의 대용량송전이 가능한 반합성지절연POF케이블의 연구 등이 필요하다.

가. CV케이블

CV케이블의 초고압화, 장거리송전선로에의 실용화 추세는 계속되고 있으며, 일본에서는 275kV 1C×1400mm²긍장 9.5km의 장거리송전선로와 사용이 개시되었다. 또한 대용량송전을 위하여 도체의 소선절연과 스테인레스외장Sheath의 1×2500mm², 275kV CV케이블 27km가 건설되고 있다.

또한, 장거리 송전용 500kV CV케이블의 개발연구가 전선회사와 전력회사 공동으로 개시되었다. 이 개발목표는 OF케이블과 동등의 외경, 접속부의 절연보수와 Compact화, 품질보증기술과 현장검사기술의 향상 등에 있다. 이와 같은 연구는 2000년

대에 실용화를 목표로 하고 있으며, 향후에 초고압 CV케이블의 장거리 송전선로가 증대될 전망이다. 또한 CV케이블선로의 준공에 있어서 그의 초기결함을 없애고, 건전성의 확인을 목적으로 한 고주파 부분방전시험의 적용이 계획되고 있다. 더욱이 제조·시공기술에 있어서 개선을 하며, CV케이블의 절연열화진단이나 수명예측 및 만일의 경우 사고구간의 검출시스템 등 유지보수기술에 대하여 정렬적으로 조사연구가 추진되고 있다.

(1) 케이블제조기술의 개선

CV케이블의 제조Line은 종래의 수증기 가교방식에서 건식가교방식으로 개선되었다. 이것은 절연체중에 존재하는 수분이나 보이드를 대폭적으로 저감하는 효과가 얻어지고, CV케이블의 비약적인 전기특성의 향상을 가져왔다. 또, 실용화된 내부반도전층, 절연체층 및 외부반도전층의 3층을 동시에 Cross Head중에서 압출하는 Common Head방식은 내부반도전층의 볼기발생을 억제하고, 각 층의 계면접착성의 개선을 가져왔다. 더욱이 Cleaning Resin의 개발, Screen Mesk의 사용 및 제조공정의 완전밀폐화 등의 대책을 강구하고, 혼입이물의 크기, 수를 단계적으로 저감시키고 있다.

이와 같은 개선에 의해 현재의 CV케이블은 높은 신뢰성을 갖고, 500kV급 케이블의 실용화에 이르고 있다. 이와 같은 결과는 초고압의 OF케이블을 CV케이블로 교체하고 있다. 최근에는 더욱 신뢰성향상을 도모하기 위하여 CV케이블의 절연파괴의 요인을 구명하는 수단으로서 부분방전 Pulse 검출법과 고속전원차단법을 조합시켜 「전동차단법」이 개발되어, 절연파괴의 원인이 되는 결함의 검출이 가능하게 되었다. 또, Laser-eye에 의한 이물검출장치나 광학식 외관 이상검출기 등이 도입되는 것과 함께 X선 Line-sensor 혹은 초음파나 고주파Coil을 이용한 이물검출Sonsor 등의 최신의 센서기술과 Computer에 의한 신호처리기술을 조합하여 고도의 검사시스템의 확립도 진행이 되고 있다.

이상과 같이 CV케이블의 파괴요인의 구명 및 그들을 검출하기 위하여 검사시스템을 확립, 여러 각도의 품질관리수법의 검토가 행해지고 있다.

(2) 施工技術의 改善

종래 154kV 이하의 종단접속부 및 직선접속부는 Prefab형 혹은 자기융착테이프형으로 조립되어 작업성도 좋고 충분한 신뢰성이 얻어지고 있다. 한편, 154kV 이상의 직선접속부는 보다 높은 전기성능을 얻을 수 있는 가교폴리에틸렌몰드형 직선접속부가 채용되고 있다. 이것은 케이블과 같은 종류의 절연재료를 이용하므로 케이블절연체와 일체화한 Voidless절연체를 구성한다는 점에서 우수하며, 일본의 275kV급에서는 소형압출기를 이용하여 압출몰드기술을 개발함으로써, 이물Level도 케이블절연체와 동등하게 관리되고 있다.

반면, 이들의 몰드형 접속부는 압출·가교의 공정이 들어가므로 가공시간이 길다는 단점이 있어 가공시간의 단축이 하나의 과제로 되고 있다. 이의 대책으로 Profab화 기술이 검토되고 있다. 현재 154kV급에 있어서 Prefab형 접속부가 사용되고 있으며, 차기의 초고압케이블에서도 검토될 전망이다. 154kV급의 종단접속부는 반경방향 및 연면방향의 전계가 높게 되므로 OF케이블과 같은 유충전Type의 벨마우스 방식 혹은 콘덴서방식이 채용되고 있다. 그 때문에 CV케이블으로서 고유의 유압보상기기나 절연유의 정지기구가 개발되고 있다.

시공중 검사기술은 소접점 X선장치와 화상처리의 기술을 조합하여 직선접속부의 내부결함검출도의 향상을 도모하고 있으며, 절연체처리부, 내부·외부 반도전층처리부의 상태를 체크하기 위하여 CCD카메라에 의한 절연체 표면 검사장치가 실용화되어 검사도의 향상과 함께 품질향상에 큰 역할을 하고 있다.

시공관리기술에 있어서도 품질관리법을 시작으로 하여 FMEA(고장모드와 영향해석)방법 혹은

QD(품질기능전계)방법이 채용되고 시공현장에서는 항시 데이터해석시스템 등의 도입이 시도되고 있다.

(3) 維持補修技術의 硏究

수트리 열화에 대한 절연진단기술은 지금까지 직류누설전류법, 유전정접법 등이 있으나, 활선 상태에 있어서 교류중의 직류분을 측정하는 방법 및 접지변압기나 고압선에 직류전압을 인가하여 케이블의 절연저항을 측정하고 열화상태를 측정하는 진단장치가 6.6kV급의 배전케이블에 대해서 실용화되고 있다.

한편 22kV급에 있어서 교류를 과전한 상태에서 직류전압을 바이어스하고, 그때의 직류분을 측정하여 열화상태를 측정하는 소위 교류과전시 직류전압 바이어스법 등에 의한 진단기술의 개발이 진행되고 있다.

나. OF케이블

OF케이블은 장거리송전선로에 있어서 일본의 경우 500kV급 1,200MVA의 반합성지절연 OFAZV로 대용량전력케이블이 포설되고 있다. 대용량화를 위한 방법으로 선로냉각기술에 대해서는 동도내 간접수냉, 동도풍냉 등은 이미 기술적으로 완성한 상태이고, 많은 지중선에 응용이 되고 있다. 더욱이 냉각효율을 높이기 위해 내부직접냉각 방식에 있어서는 이미 모델선로에서 실증시험을 완료한 상태에 있다.

선로냉각이외에 대용량화, Compact화를 도모하는 방법으로서는 종래의 Craft지를 사용치 않고, 반합성절연지를 사용하는 방법이 있다. 이와 같은 반합성절연지는 POF케이블에 실용화가 추진되고 있으며, 접속부를 포함한 장기과통전시험이 실시중에 있다. 해저케이블의 분야에서는 250kV급 직류 OF케이블이 포설되어 있으며, 쌍극운전에 의한 용량증대 및 신뢰성의 향상이 연구되고 있다. 이와 같은 상황에서 OF케이블의 과제로서 선로정비기술의 개발이 활발하게 행해지고 있고, 특히 동도내에 있어서 중요선로의 상태를 연속감시하고, 최근의 광기술을 응용한 감시시스템의 구축이 활발하게 연구되고 있다. 구체적으로는 유량, 유압의 변화, 케이블의 이동량이나 케이블의 표면온도 등의 상태운전감시 및 누유검지센서, 화재감시센서 및 연기감시센서 등의 각종센서로부터 정보를 광신호로 전송하여 연속으로 집중감시 가능한 시스템을 개발·실용화되고 있다.

또, 광Fiber를 응용한 측정장치의 개발도 이루어지고 있으며, 예를 들면 고성능 광Fiber분포형 온도측정장치는 몇가지 점에서 케이블 표면의 온도를 측정하였으나, 광Fiber 자체를 온도센서로서 사용하면 Fiber길이 방향의 온도분포의 측정이 가능하고, 선로전장의 상시감시 이상예지 시스템구축에 의한 신뢰성향상에 활용될 전망이다.

4. 絶緣電線 및 케이블

절연전선·케이블은 산업계로부터 가정에 이르기까지 넓은 분야에 사용되고 있고, 전압범위도 저압에서 특고압까지 사용하고 있다. 배선형태도 고정배선, 이동용, 기내배선 등으로 나눌 수 있다. 전선에 피복하는 절연물은 플라스틱과 고무로 구분된다.

용도분야별로 정리하면 플라스틱계는 주로

① 배전용 전선케이블

② 일반전력회로, 제어·계장회로용 케이블

③ Intelligent빌딩 배선케이블

로 사용되고 있다.

고무계는 플라스틱에 비해서 특수한 장소·환경에서 사용되는 것이 많으며, 주로

④ 산업기계 이동용 케이블

⑤ 선박용 전선

⑥ 원자력발전소용

⑦ 차량용·인입용 전선

⑧ 기타 고무계의 것이 있다.

이들의 분야에 있어서는 기기의 소형화, 고기능화, 省力化, 안전성의 향상 등이 요구되고 있으며, 기기의 소형화, 고기능화에 대해서는 전선·케이블의 세선화, 소형화, 저노이즈화, 내열화, 특히 광 Fiber의 복합, 또 정력화에 대해서는 Prefab가공 케이블의 공급, 더욱이 최근에는 안전성의 향상에 대하여 난연화, 지발연화, Non Halogen화의 필요성이 대두되고 있다.

가. 配電用電線 및 케이블

가공절연전선의 응력부식깨짐 현상에 대하여 도체의 압축, 방청, 수밀화의 대책품, 또 고압케이블의 수트리 열화에 대하여 반도전층과 절연층의 동시압출화, 차수형케이블 등이 개발되어 사용이 되고 있다.

한편 보수, 열화 진단기술의 간이화, 고정밀화가 요구되어 고압케이블의 수트리 열화에 대하여 활선진단장치 등이 현재 사용되고 있다. 또 환경조화의 사회적 요구로부터 가공배전에 있어서 Compact화, 지중화가 추진되고 있다. 전력의 안정공급을 위하여 무정전 공법이나 기기도 개발·실용화가 되고 있다.

나. 一般電力回路, 制御·計装 回路用케이블

일반 전력회로의 케이블은 CV케이블이 주류를 이루며, VV케이블, SHVV케이블도 사용되고 있으나, 시공시의 성력화, 시공단축의 이점을 최대한으로 이루기 위하여 빌딩내 간선, 터널조명, 집합주택 등에 사용하는 전선의 분기를 공장에서 미리 분기가공 등을 한 Prefab케이블이 일반화되고 있다.

제어·계장회로용케이블은 전자기기의 유도장해 대책으로서 차폐화, 대연화가 되어 있고, 또 광 Fiber케이블의 사용예가 증가하고 있다. 이 분야에 있어서도 방화 대책이 요구되어 내화·내열케이블의 보급과 함께 케이블의 난연화, 저발연화, Non-Halogen화가 되고 있다.

다. Intelligent빌딩 配電케이블

오피스 빌딩의 Intelligent화는 급속하게 진행되어 Computer 등의 OA기기에 적당한 케이블 및 배선방식이 개발·실용화되고 있다. Computer전원용으로서는 400Hz사용시의 전압강하 대책으로서의 다심형 및 동축형의 저임피던스케이블, 특히 간선용 Bus Duct를 사용하므로 시공성, 유지보수성이 우수한 대사이즈 평형 저임피던스케이블 및 분기부고압CV케이블이 사용되고 있다.

또 사무실내의 OA기기·전화배선용으로 미관 등을 고려하여 Under Carpet배선 시스템이 사용되고 있다.

라. 産業機械 移動用 케이블

산업용이동기기의 급전용·제어용에 굴곡성, 내외상성이 우수한 EP고무절연 캡타이어 케이블이 사용되고 있다. 최근에는 기기의 성Space, 고성능화, 무인화 등의 가혹한 조건하에서 사용되는 특수 캡타이어 케이블이 증가하고 있다. 무인화와 함께 신호전송량의 증가에 대응하기 위한 광복합이동용 케이블 등이 그의 예이다. 또 전기용품 기술기준의 개정에 의해 실리콘고무, CSP고무를 사용한 캡타이어가 증가하고 있다.

마. 船舶用電線

선박용전선은 JIS C 3410에 규정된 전선과 IEEE 450에 규정된 난연성(VTFT)을 부여한 내연소성 선박용전선(JCS 제390호) 등이 일반적으로 사용되고 있다. 군함에 사용하는 전선은 1989년부터 규격을 개정하여 외국의 경우, Non

-Halogen 고난연 선박용전선이 사용되고 있다.

사. 原子力發電所用 케이블

원자력발전소용 케이블은 내방사선성 및 안전성 향상 대책으로서의 고난연성, 저Halogen성이 요구되나, 특히 가혹한 LOCA(냉각재손실사고)모의 시험의 요구 혹은 초방사선상의 요구에 대하여 EP고무, 실리콘고무, CSP 등의 고무를 사용한 케이블이 사용되고 있다.

아. 車輛用, 引入用電線

차량용 및 인입용에는 일부 플라스틱계 절연전선도 사용되고 있으나, 주로 굴곡성, 내열변형성이 우수한 EP고무, 실리콘고무, 불소고무 등의 고무계절연전선이 용도에 대응하여 사용되고 있다. 또 지하철 차량 등에서 화재시의 연소방지, 유해가스의 발생이 적은 것 등 Non-Halogen 고난연차량전선이 사용되기 시작했으며, 향후에 적용이 확대될 전망이다.

자. 其他의 고무계 電線

배선용의 전주주변에 사용되는 절연용·인하용으로 사용되는 절연전선은 굴곡성이 풍부하고, 내후성, 내트래킹성, 내오존성이 우수한 EP고무가 많이 사용되고 있다. 해양개발 기기에 사용되는 케이블은 양단에 특수한 커넥터가 붙는 것으로 몰드가공성이 좋은 CSP고무, 폴리우레탄고무, 열경화성 고무가 많이 사용된다.

5. 機器用 電線

기기용전선은 Computer, 통신기기 등의 산업용 전자기기, TV-VTR 등의 민생용전자기기 및 산업용기기, 가정용전기기구 등의 내부·외부배선재로서 사용되고 있으며, 산업계에서 가정생활에 이르기까지 대단히 넓은 분야에서 이용되고 있다. 전선의 사용용도도 Signal전송용으로부터 전력전송용, 배선형태로서도 고정배선, 기동무배선 등으로 대단히 다양하다.

이들 계기용전선이 사용되는 분야로는 기기의 소형·경량화, 고성능화, 안전성의 향상 및 전선의 가공배선시의 성력화가 지향되어 왔고, 특히 최근에는 이들의 요구와 함께 환경대책도 큰 문제가 되고 있다. 이들의 시장동향에 대응하는 기기용전선의 최근의 기술동향을 기술한다.

가. 小型·輕量化

기기의 소형·경량화를 위하여 기기용전선의 기술대응으로서는 다음 몇가지가 있다.

(1) 導體의 細線化

사용에 견딜 수 있는 최저의 사이즈를 지향하고 종래의 세선사이즈였던 AWG 28~32에서 최근에는 AWG 38~42도 개발·제조되어 넓게 이용되고 있다. 이들은 소재의 개발과 제조 기술의 진보에 의한 부분이 많다.

(2) 銅合金線의 開發

도체세선화와 함께 파단력저하를 향상시키기 위하여 동에 비하여 1.5배에서 10배의 강도를 가지며, 도전률의 저하를 억제하기 위해 고저장력 동합금선이 각종 개발·제조되어 요구특성에 맞추어 넓게 사용되고 있다.

(3) 絶緣시즈의 두께저감

전선용 플라스틱재료의 전기적, 기계적 성능이 눈부시게 향상·발전되어 종래의 전선에 비하여 1/2~1/3의 피복두께로 종래전선과 동등 이상의 성능을 갖는 세선전선이 개발·제조되고 있다. 이들 두께 저감화는 도체사이즈의 세선화와 함께 省資源이라는 관점에서 대단히 큰 의의를 갖는다.

(4) 耐熱性의 向上

기기의 소형화와 함께 기기내의 상승온도도 커져, 전선의 장기수명 특성의 향상 및 안전성향상면에서도 종래의 정격온도 60~80℃에서 105℃, 125℃, 150℃로 고온정격의 전선수요가 증가되고 있다. 이들은 전선재료의 배합기술 및 전자선가교기술의 진보에 의해 달성되어 요구에 따라 각종 고내열 전선이 개발·제조되고 있다.

나. 機器의 高性能化

전자기기의 고성능, 처리정보량의 증가와 함께 전송신호의 고주파화, 디지털화가 진행되어 이것에 대응하여 타회로에서의 혹은 다 회로로의 전기노이스가 문제됨으로써 높은 차폐특성의 전선이 요구되고 있다. 종래의 횡권, 편조 등의 차폐에서 2중 혹은 금속테이프와의 복합 2중차폐 등의 다양한 방법으로 전선에 이용되고 있다. 더욱이 신호전송속도의 고속화대응으로서 저비유전율절연재료의 개발, 발포기술의 진보에 의해 광속에 가까운 전송속도를 갖는 전선도 개발·제조되어 Compact, 전송기기 등에 사용되고 있다.

다. 安全性의 向上

고내열화에 의한 장기수명특성의 향상, 고난연성에 의해 화재연소의 방지가 규제화되어 가는 추세로 UL, CSA, IEC규격에서 절연물의 사용온도 상한치가 요구되고 있다.

라. 省力化

기기용전선의 접속형태는 납용접에서 압축단자로 배선가공의 省力化가 진행되고 있다. 이 압접의 사용과 함께 압접에 적합한 적합도의 절연체경도, 기계적특성이 요구되어 이들에 대응한 각종 전선이 개발·제조되고 있다. 또, 배선작업 및 단말접합의 성력화와 오배선의 방지라는 장점에서 원형 혹은 평형의 도체를 여러 개 평행으로 나열하여 일괄피복을 하는 소위 플러그케이블이 많이 이용되고 있고, 다양한 소재, 구조로 제조되고 있다.

마. 環境對策

연소시 유해가스 발생규제 등의 환경대책을 강구하는 전선이 요구되고 있다. 폴리에틸렌의 난연화에 이용되는 臭素계난연제가 많이 사용되고 있으나 최근에는 非臭素계 난연제를 이용하는 전선도 개발·제조되고 있다. 최근에는 할로겐을 포함하지 않는 전선의 개발도 추진되고 있다.

이상, 기기용전선이 사용되고 있는 전자기기의 움직임에서부터 각기 요구되는 기기용전선의 기술동향에 대하여 정리한다. 전선자체의 개발·개량이외에 전선제조공정에 있어서 공정의 자동화 등에 의한 합리화, 성력화가 진행되고 있다. 또, 품질보증체제에 대해서도 ISO 9000시리즈의 채용도 검토되어 보다 고품질로 안정된 제품이 제조되고 있다.

6. 光·通信케이블

Computer와 광통신으로 대표되는 고도 정보화사회의 발전과 함께 SIS(전략정보시스템)의 구축등 통신의 이용형태가 고도화됨과 함께 Need의 다양화에 의한 고속·광대역서비스나 ISDN(종합디지털통신망)서비스의 수요가 높아지고 있고, 제2종 전기통신사업 등 통신을 매체로 하는 비지니스가 증가하고 있다.

이들의 Need에 합치하기 위해서는 전기통신서비스의 고품질화, 고신뢰화 및 저가격화의 과제를 해결하지 않으면 안되므로 이것에 대응한 ISDN의 구축이 요구되고 있다. 일본에서는 가입자광Fiber망(FTTH)의 도입으로 통신과 방송의 융합을 위

하여 B-ISDN의 실천계획이 추진되고 있다.

가. 光Fiber케이블

(1) 光海底케이블

광해저케이블은 1989년에 일본-괌-하와이-미국본토를 연결하는 TPC-3(제3태평양케이블)이 완성된 후, 아시아 태평양지역의 통신망확충을 위하여 HJK(일본-한국-홍콩), NPC(북태평양케이블 : 일본-알라스카-캐나다), TPC 4로 잇달아 개통되었으며, APC(일본-대만-홍콩-말레이사-싱가폴), C-J(일본-중국)도 연결될 예정이다.

광해저케이블의 기술혁신은 광케이블 중계방식이 개발되어, TPC-5(일본-미국본토 : 25,000km)에서 실용화되었다. 또, 보다 고밀도고속전송을 위하여 광파의 성질을 적극적으로 이용하여 광해저케이블시스템의 연구도 진행되고 있다.

(2) 中繼系 케이블

중계계에는 1.55μm분산 Fiber의 도입이 급속하게 진행되어 DFB(분포귀환형)Laser와 조합시켜 1.55μm대에서의 고속대용량 장거리전송이 실용화되고 있다. 이 분야에 있어서 광통신연구는 10 Gb/s 이상의 시대에 들어가 있고, 광자신의 주파수를 이용하는 광파통신의 연구도 시작되고 있다.

(3) 加入者系케이블

FTTH의 실현을 위하여 시내중계계의 광화가 진행이 되고, 대도시의 비지니스 지역이나 신흥도시 개발지역의 사무지역에 광Fiber망을 건설하는 FTTO의 구축이 개시되고 있다. 광Fiber는 양산화기술이 확립된 1.3μm용 SM형석영광Fiber를 사용하고, 케이블망은 수요에 대한 대응성, Network의 신뢰성 등을 고려하여, Loop형을 주체로 하고 있다. 새롭게 개발되어 CT/RT방식(광가입자선다중전송방식)과 조합된 광Fiber의 적용영역을 점차적으로 확대하여 향후에 ETTH가 구축될 전망이다.

(4) 光Fiber

광Fiber케이블의 비약적인 증대와 함께 케이블의 극세선화·경량화의 요구가 높아지고 있다. 이 때문에 외경 250μm의 광Fiber심선을 4개 혹은 8개 나열하여 자외선경화형수지로 일괄 피복하여 광Fiber Tape로 이것을 스로프로 다중수축한 구조의 테이프·스로트형 케이블로 극세경·경량화를 시도하고 있다. 이 케이블은 중계계에서 300심까지, 가입자계에서는 1000심까지 실용화되어 있고, 현재는 1000심을 넘는 다심화의 검도가 행해지고 있다.

새롭게 실용화되어진 케이블은 종래의 가스보수가 필요없는 비가스보수 광Fiber케이블로 되고 있다. 흡수재료를 이용한 지수테이프를 케이블내에 사용하고, 물이 들어오면 흡수재가 물을 흡수하여 팽창하여, Dam을 형성함으로써 물의 침입을 방지한다. 이 방수형케이블로 인하여 가스보수가 불필요하게 되고, 새롭게 실용화된 침수검지 모듈로 침수의 유무를 감시 가능한 것으로 유지보수나 건설공사의 효율화가 기대된다.

또, 적용영역에 따라서 금속재료를 사용하지 않는 무유도케이블이나 동도내 포설용의 난연Non-Halogen케이블 등도 증가되고 있다.

한편 특수환경, 특수용도용 광Fiber케이블도 개발되어 실용화되고 있으며, 그 예로는 하수관에 설치되는 광Fiber가 있다. 하수도 특유의 가혹한 환경에도 적합한 금속관 피복 광Fiber케이블 등이 실용화되어 적용이 추진되고 있다.

그외에 침해 탐사용 광Fiber케이블, 전력복합해저용 광Fiber케이블, 저고온용 광Fiber케이블, 내방사선용 광Fiber케이블, 자동차용 광Fiber케이블 등이 적용영역을 넓혀나가면서 실용화가 진행되고 있다.

(5) 新技術과 研究開發의 動向

광전송 관련분야에서는 Erbium 등을 Dope한

1.55μm용의 광증폭기용Fiber의 실용화가 진행되고 있으며, 1.3μm대의 광증폭이 새로운 연구대상이 되고 있다. 광Network Component에서는 광커플러, 광스위치, 분기결합기 등의 개발·응용이 진행되고, 광분기모듈, 파장선택코드, 심선선택장치 등이 조합이 되어 시스템화하고, 광선로망의 효율적인 유지보수·관리·운영을 가능하게 하는 광선로 시험시스템이나 광선로 전환시스템 등이 실용화되고 있다.

광Fiber의 내수성이나 내수소성 및 장기파단수명을 대폭 개선할 수 있는 카본코드를 검토중에 있다. 그외에 불화물글라스 등을 이용한 적외광 극저손실 광Fiber, 금속이나 무기폴리머를 박막피복한 특수Fiber 및 초다심광Fiber케이블에 알맞는 피복구조 등의 연구가 진행되고 있다.

광Fiber를 응용한 센서의 연구도 활발하게 진행되고 있으며, 분포형 온도센서, 광Fiber진동계, 전류전압측정센서, 광Fiber분포왜측정장치, 가스탐지용 광Fiber 등 각종센서 및 측정시스템의 개발성능향상이나 실용화가 진행되고 있다.

(6) 通信케이블

시내 케이블은 ISDN의 디지털전송의 고속화와 함께 320kb/s의 전송에 대응하는 케이블이 도입되어 All Digital화에 알맞게 순차선로가 교체되고 있다. CCP(착색폴리에틸렌)케이블에서는 절연체가 충실층만의 1층구조에서 디지털전송 대응을 위하여 전기특성의 향상을 꾀하는 발포층과 충실층으로 구성되는 2층 절연체구조가 도입되고 있다. 더욱이 가공포설케이블은 내식성이 우수한 아연Al합금 도금강선을 사용한 자기지지형 케이블의 도입이 본격적으로 개시되고 있다.

또 동도내 포설용의 PEC케이블에 이용되는 난연Non-Halogen시즈는 여러 부분에서 사용되고 있다. 위성방송 서비스가 본격화되어 위성방송TV 수신용 동축케이블 등의 동축케이블이 대량으로 시장에서 사용되고 있으며, 간이형 고성능 커넥터의 사양화의 검토도 추진되고 있다.

CATV의 분야에서는 도시형 CATV의 개국이 잇달아 간선용 동축케이블로서 900VA 급전겸용의 고발포절연 알미늄Pipe동축케이블이 사용되고 있다. 내용적으로는 다채널화나 자주방송의 제공, 방송공급회사와의 제휴, 위성방송의 이용 등 CATV의 새로운 시대가 전개되고 있다. LAN의 분야에서는 LAN의 종류나 방식이 여러 가지로 되어 있으며 IEEE 802.3에 적합한 케이블로서는 동축케이블이나 대형(對型)케이블 사용되고 있고, 전송속도는 16Mb/s로 된다. 한편 IEEE 802.5에 적합한 케이블로는 대형(對型)케이블이 주류이며, 전송속도는 4Mb/s와 16Mb/s의 2종류가 넓게 사용된다. 최근에 전송속도가 100Mb/s되는데 사용하는 케이블의 검토와 실용화가 추진되고 있다. 이동체 통신분야에 있어서는 종래의 열차통신시스템에 추가되어 휴대전화 및 자동차전화 등의 전파불감지대(도로, 터널, 지하도 등)를 대상으로 한 무선통신보조설비에 대한 주파수 대역이 확대되어 900, 1500MHz의 LCX케이블 등이 개발되어 사용되고 있다.

7. 結言

최근의 전선 및 전력케이블의 기술동향을 요약하면 다음과 같다.

(1) 전력케이블은 전력수요의 급증과 함께 대용량화, 고압화되고 있으며, 이에 따른 압출도체, 냉각기술, 절연재료, 절연진단기술 등의 개발이 요구되고 있다.

(2) 절연전선은 환경성, 안전성의 요구와 함께 절연재료의 난연, 저열화 등의 고기능화가 요구되고 있다.

(3) 통신케이블은 대용량 정보를 전달하기 위한 광Fiber 및 동축케이블 등의 수요가 급격하게 증대되고 있으며, 접합커넥터 등의 부품기술이 요구되고 있다.