

近年 가정용 각종 電化製品의 보급, 사무소 등에 있어서의 업무용 OA 기기의 도입 등에 의해 수용가의 電氣에 대한 수요의 다양화 및 의존도가 높아짐에 따라 無停電 供給이 사회적으로 요청되고 있다. 이 때문에 전력공사에서는 이러한 요청에 대응하기 위하여 배전선의 정전 감소대책으로 事故停電의 감소대책에 추가하여 作業停電의 감소에 역점을 둔 대책을 추진하는 일이 중요한 과제가 되고 있다.

日本 東北電力의 경우, 配電線工事に 수반되는 수용가의 停電回避, 深夜·早朝作業의 주간 이행 등을 목표로 하고 작업성 및 안정성을 고려하면서 無停電工法用의 機器·工具·차량을 개발하여 본격적으로 도입하기로 하였다고 하는데, 그 開發概要와 現場 施工上의 요점에 대해서 소개하기로 한다.

1. 無停電工法用 機器·工具·車輛의 개요

종래, 배전공사를 無停電으로 하는 工法으로서 보호구를 착용한 작업원이 電線 등을 防護한 후에 電柱交換, 柱上變壓器의 신설 등과 같은 필요한 공사를 活線作業으로 하는 活線工法이 일반적으로 현장에서 적용되어 왔는데, 고도의 기능과 경험이 필요한데다가 복잡한 裝柱箇所에서의 活線作業에는 한계가 있어 配電線을 정전시키고 작업을 하지 않으면 안되는 경우가 있었다.

그러나 近年에 와서 전력회사에서는 配電線工事に 수반되는 수용가측의 停電을 회피하기 위하여 工事時마다 既設 配電線의 필요 구간에 바이패스 케이블을 부설하거나 假設 變壓器나 고압용 또는 저압용 응급전원차를 사용, 임시적으로 電力을 공급하면서 소정의 공사를 실시하는 「바이패스 工法」이 유력한 無停電工法의 한 가지로서 널리 채용되고 있다.

日本 東北電力에서는 配電線의 無停電工事に 있어서의 중요한 포인트인 作業性, 安全性

을 중시하면서 이제까지 無停電工法用的 기기, 공구, 차량 개발을 추진해 왔는데, 그 개발개요와 특징은 다음과 같다. 그리고 바이패스 공법 적용 개념도는 그림 1 과 같다.

가. 케이블

(1) 고압 바이패스 케이블 및 高壓引下 케이블

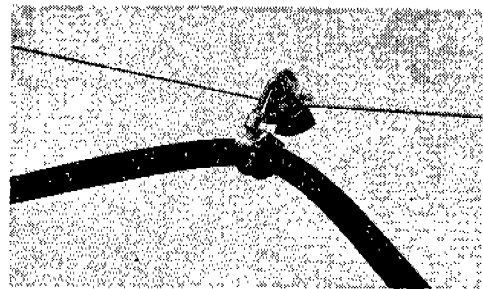
(a) 통상 延線·撤去工事が 반복해서 시행되는 高壓 바이패스 케이블은 케이블 손상시의 보수나 교환을 고려해서 單心 케이블이 채용되어 왔는데, 延線時마다 3心을 함께 묶어서 이동활차에 고정시켜야 하기 때문에 작업성의 개선이 요망되어 왔다. 이 때문에 幹線用으로 사용하는 바이패스 케이블에는 單心 케이블의 장점을 살리면서 延線時에 있어서의 이동 활차 설치시의 작업성을 개선하기 위하여 피치 약 2m로 撚合 시킴과 동시에 그림 2와 같이 고무製の 케이블 스페이서를 사용, 이동 활차의 부착간격 4m마다 바이패스 케이블의 3心을 미리 一束化 하였다.

(b) 바이패스 케이블의 시스는 延線·撤去工事中에 생기는 絶緣体の 손상방지를 도모하기 위해서 통상 사용되는 高壓 케이블 보다 시스를 두껍게 하는 동시에 작업시나 점검시에 관청이

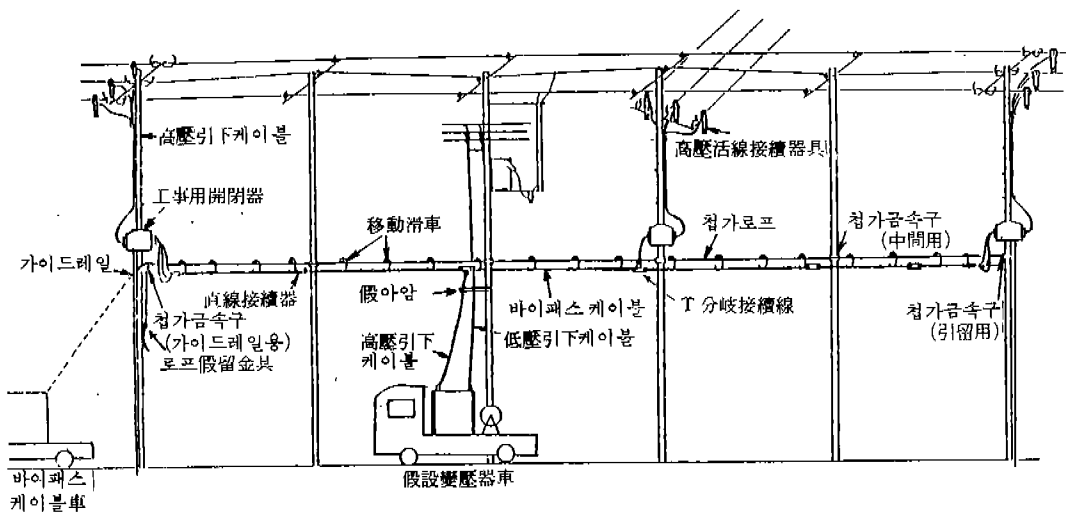
용이하게 되도록 그림 3과 같이 시스 内層을 白色, 外層을 黑色의 2層化 구조로 하였다. 또한 바이패스 케이블의 구조표는 표 1과 같다.

(c) 바이패스 케이블의 端末구조는 바이패스 케이블 相互 또는 기기와의 접속·격리를 용이하게 하기 위하여 원터치로 着脫이 가능한 플러그인 端末로 합과 동시에 22mm² 및 38mm²의 케이블 端末形狀을 동일 형상으로 하여 어느 케이블에도 플러그·인 (Plug·in) 接續을 할 수 있도록 하였다.

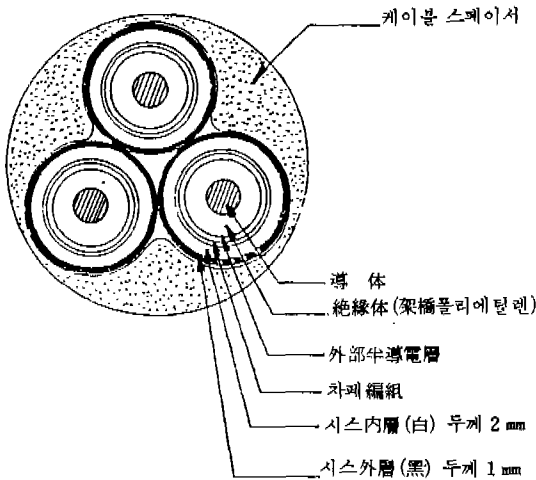
(d) 高壓 引下 케이블의 端末構造는 기본적으로는 高壓 바이패스 케이블과 동일하지만 片端末은 高壓活線 접속기구에 접속이 가능한 고무套管終端末로 하고 있다.



〈그림 2〉 3心 一束化 케이블과 移動滑車



〈그림 1〉 바이패스工法適用 概念圖



〈그림 3〉 高壓 바이패스 케이블의 構造

〈표 1〉 高壓케이블의 構造表

導	公稱斷面積 (mm ²)	38 ⁽¹⁾	22 ⁽²⁾
體	導體熱線構成 (線/mm)	19 / 1.6	19 / 1.2
	外 徑 (mm)	約 8.0	約 6.0
	絶緣体 두께 (mm) (内部半導電層을 포함)	4.0	4.0
	外部半導電層 두께 (mm)	約 0.8	約 0.8
	차폐編組 두께 (mm)	約 0.45	約 0.4
	시스 두께 (mm)		
	內層(白)	2.0	2.0
	外層(黑)	1.0	1.0
	완 성 外 徑 (mm)	約 25	約 22
	概算重量 (單心) (kg/km)	890	653

註 : (1) 高壓바이패스케이블로서 사용한다.
(2) 假設變壓器 또는 高壓應急用 電源車用 으로서 사용한다.

(2) 低壓 케이블

假設 變壓器의 2次側 電線으로 사용되는 低壓 引下 케이블은 600V CV 케이블의 片端을 假設 變壓器의 부상에 接合이 가능한 플러그인 端末로 하고 또 한편의 片端을 低壓活線 接續器具를 접속할 수 있는 端末構造로 하고 있다.

나. 工事用 開閉器

공사용 개폐기는 既設 配電設備에서의 사용실

적이 풍부하고 접점이 용이하며 경제성이 우수한 등 총합적으로 우수한 氣中絶緣方式으로서 柱上에서의 檢電·檢相作業의 작업성 및 안정성의 개선을 도모하기 위하여 開閉器에 檢電·檢相을 할 수 있는 체커를 조합할 수 있는 것으로 함과 동시에 保守管理를 용이케 하기 위한 負荷 開閉 카운터를 本体에 내장시켰다. 그리고 공사용 개폐기의 사양 개요는 표 2와 같다.

다. 케이블 架設工事

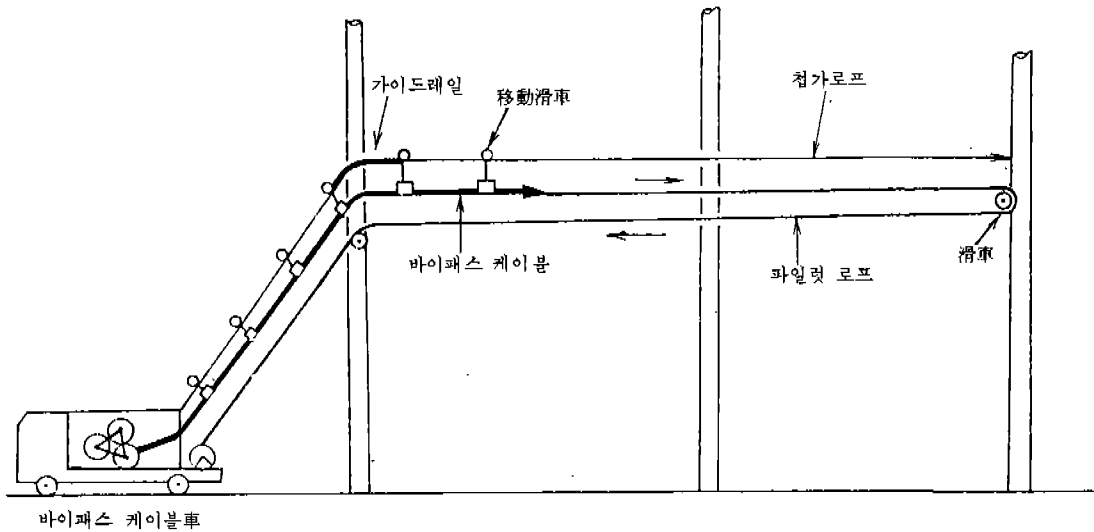
케이블 架設工事は 주상에서의 작업을 필요 최소한으로 억제하기 위하여 그림 4와 같은 가이드 레일, 파일럿 로프의 반복공법의 개발 등에 의해 작업자가 지상에서 바이패스 케이블의 연선·철거공사가 가능한 구조로 하였다.

라. 假設 變壓器

가설변압기는 주로 기설 주상변압기의 무정전 교환공사, 高壓 바이패스 케이블 공사 구간내의 低壓線으로의 공급, 응급적으로 저압 공급을 하는 경우 등에 사용하는 것으로서 지상설치 또는 차량적재 공히 대응시킬 수 있는 구조로 되어 있다. 또 假設 變壓器는 異容量 V結線 變壓器 및 電氣操作方式의 高低壓 차단기로 구성되며 장치의 小形 輕量化를 배려함과 동시에 마이컴을 사용한 인터록 기구에 의한 오접속 방지대책을 강구하였다. 假設 變壓器의 사양 개요는 표 3과 같다.

〈표 2〉 工事用 開閉器의 仕様概要

本 体	定格電壓V	7,200
	定格電流A	200
	絶緣方式	氣中(內壓0.2kgf/cm ²)
체 커	安全性確認 裝置	檢電·檢相用코넥터블이리드線 (接續用)
	通電確認用CT(카운터 內藏)	
	概算重量kg	61
체 커	電 源	DC 9 V
	動作表示	檢電·檢相·通電確認(램프表示) 誤接續時 警報버저



〈그림 4〉 바이패스 케이블 延線工法

〈표 3〉 假設變壓器의 仕様概要

型 式	屋外油入自冷式
相 數	三相
定格容量	U-V相間 75kVA, V-W相間 30kVA
定格一次電壓	6,600 V
定格二次電壓	u-V相間 210/105V, v-w相間 210V
タップ電壓	6,750V, 6,450V, 6,300V, 6,150V
結 線	V 結線 4 樣式
絶緣階級	6 號A
定 格	連續
概算重量	830 kg

마. 바이패스 케이블차

바이패스 케이블차는 高壓 바이패스 케이블을 全長 200m를 延線하는 데 필요한 케이블 및 主要 케이블 架設工具를 탑재하고 바이패스 케이블의 풀어 내기 감아 들이기 기구를 가지고 있다. 차량의 사양개요는 표 4와 같다.

바. 假設 變壓器車

假設 變壓器車는 假設 變壓器 및 高低壓 引下 케이블을 탑재하여 케이블 풀어 내기 분에 의해

〈표 4〉 바이패스 케이블차의 仕様概要

名 稱	仕 樣 概 要	
드 럼	케이블 드럼	40m用× 4 個, 20m用× 2 個 (CVT38mm ²)
	첨가로프드럼	220m× 1 個, 50m× 1 個, 20m× 1 個
럼	파일럿 로프 드럼	250m× 2 個
驅 動 裝 置	케이블 드럼 公轉裝置	速度: 約 2 rpm, 토크: 200kgf-m
	케이블捲取 裝置	速度: 最大 40m/min, 捲取張力: 最大 200kgf
	각종 로프 捲 取裝置	速度: 最大 40m/min, 捲取張力: 最大 200kgf
	連結用 로프 張力裝置	張力: 最大 200kgf
置	亂捲防止裝置	移動量: 435mm, 起伏角度: 約 60 度

高低壓 引下 케이블을 자동으로 풀어낼 수 있는 기구를 가지고 있다. 차량의 사양개요는 표 5와 같다.

사. 高壓 應急用 電源車

고압 應急용 電源차는 出力電壓 6,600V, 容

〈표 5〉 假設變壓器車의 仕様概要

名 稱	仕 樣 概 要
假設變壓器	表3 참조
드 럼	高壓引下케이블 15m用×1個 (CV22mm ² ×3條)
	低壓引下케이블 13m用×2個 (CV80mm ² ×4條)
驅 動 裝 置	케이블線出裝置 伸縮長: 約 14.5m 回轉速度: 0.3rpm 伸縮速度: 100mm/sec, 150 mm/sec
	케이블捲取裝置 速 度: 100mm/sec, 150 mm/sec

量 250 kVA의 디젤 發電裝置, 배전선과의 연계용 高壓 케이블을 탑재, 고압 배전선 및 고압 인입선에 직접 공급할 수가 있다. 사양개요는 표 6 과 같다.

2. 바이패스 케이블 工事施工의 요점

〈표 6〉 高壓應急用 電源車의 仕様概要

名 稱	仕 樣 概 要
디젤 發電裝置	定格出力: 250kVA 電 壓: 6,600V 周波數: 50Hz 過負荷耐力: 110%, 30分間 燃料消費率: 定格出力으로 55ℓ /kW-h
디젤엔진	型 式: 터보차저, 인터쿨러 불이 種 類: 4 사이클, 空冷, V型, 直接噴射式 燃料탱크: 400ℓ
드 럼	高壓引下케이블 15m×2個 (CV22mm ² ×3條)
	高壓連結케이블 15m×2個 (CVT22mm ²)
驅動 裝置	케이블드럼 捲取裝置 速度: 最大 9.2m/min, 捲取張力 最大 200kgf

無停電工法の 대표적인 공사인 「바이패스 케이블 工事」의 작업순서와 유의사항은 표 7 과 같으며 주요 施工上의 요점을 다음에 든다.

가. 準備作業

〈표 7〉 바이패스 케이블의 작업순서와 留意事項

作 業 順 序	留 意 事 項
1. 準備作業	· 工具類配置의 決定 · 바이패스케이블車 據付位置의 選定 · 車體接地의 설치 · 電柱強度의 檢討와 假支線설치
2. 케이블架設工具설치	· 설치位置의 選定
3. 로프類의 延線	· 척가로프의 張力調整
4. 바이패스케이블의 延線	· 케이블드럼의 選擇 · 케이블相互의 接續 狀態 · 移動滑車의 설치狀態 · 케이블의 引留
5. 工事用開閉器설치	· 설치위치의 選定 · 핸들 「切」의 確認 · 체커와의 接續狀態
6. 高壓引下케이블설치	· 케이블의 固定狀態
7. 工事用開閉器와 케이블의 接續	· 色別表示의 確認 · 실리콘구리스 塗布
8. 高壓線과의 接續	· 色別表示의 確認
9. 工事用開閉器의 投入操作	· 핸들 「入」의 確認
10. 檢電·檢相	· 체커의 性能點檢實施 · 檢電·檢相 實施
11. 工事用開閉器의 投入操作	· 핸들 「入」의 確認
12. 捲려치기線의 切斷	· 切斷前의 相表示 테이프설치
13. 停電作業의 實施	
14. 捲려치기線의 接續	· 相表示테이프 確認
15. 工事用開閉器의 開放操作	· 핸들 「切」의 確認
16. 高壓線으로부터의 切離	· 絶緣處理의 狀態
17. 撤 去	· 工事用開閉器, 바이패스 케이블, 케이블架設工具 順으로

바이패스 구성 구간내에서 사용하는 高壓 바이패스 케이블, 공사용 개폐기, 접속기 등의 조합, 케이블의 풀어 내기 순서 등을 결정한다.

그리고 바이패스 케이블차는 가능한 한 평탄한 곳으로서 高壓 바이패스 케이블의 풀어 내기 및 감아들이기가 용이한 위치를 선정하도록 한다.

나. 케이블 架設工具 설치

바이패스 케이블을 가설하는 구간의 電柱에 첩가 금속구를 부착하고 첩가 로프의 引留柱에는 필요에 따라 電柱 補強用 假支線을 설치한다. 또 中間柱에서는 배전선의 수평각도에 맞추어 첩가 금속구의 첩가 로프 고정 금속구의 위치를 조정, 가능한 한 바이패스 케이블이 직선이 되도록 한다.

다. 로프類의 延線

로프로서는 高壓 바이패스 케이블을 첩가하기 위한 첩가용 로프(絶緣性)와 케이블을 인출하기 위한 파일럿 로프가 있는데, 모두 바이패스 케이블차에서 함께 풀어 내어 延線한다. 이 경우 로프類는 電柱徑間 도중에서 교차되지 않도록 주의하여야 한다.

첩가 로프는 바이패스 케이블 架設後의 弛度를 고려해서 결정할 필요가 있는데, 대략 500~800kgf의 張力으로 가설하여야 한다.

라. 高壓 바이패스 케이블의 延線

바이패스 케이블차의 制御盤에서 소요 길이(20m 또는 40m)의 高壓 바이패스 케이블의 케이블 드럼을 선택, 케이블 端末에 파일럿 로프를 연결하고 말단주에서 되돌아 온 파일럿 로프를 서서히 감아 들인다. 바이패스 케이블은 파일럿 로프의 감아 들이기에 맞추어 서서히 풀어 내어지므로 바이패스 케이블의 고무스페이스부(부착간격 4m)가 가이드 롤러를 통과하면 고무스페이스부에 移動滑車를 설치, 첩가 로프에 달아 매어 풀어낸다. 바이패스 케이블 相互의 접속은 접속하는 端末部 및 접속기의 절연체 접촉면을 깨끗이 청소한 후에 실리콘 구리스를 얹

게 도포하고 나서 케이블 端末의 色別을 확인하면서 접속한다.

이 방법에 의하면 케이블 延線은 바이패스 케이블의 殘量 등의 상황을 보면서 케이블 풀어 내기가 가능하기 때문에 移動滑車의 설치, 바이패스 케이블의 접속 등과 같은 작업을 효율적이고 안전하게 할 수가 있다.

마. 工事用 開閉器의 설치

핸들을 「切」로 하여 로크한 상태에서 전주에 공사용 개폐기를 장치하고 부싱에 바이패스 케이블 및 高壓 引下 케이블의 플러그인 端末을 접속한다. 工事用 開閉器의 설치가 완료되면 檢電·檢相 등을 하기 위한 체커를 개폐기 저면에 세트하고 코넥터로 相互를 접속한다.

[註] 공사용 개폐기를 작업정전 범위의 축소를 도모하기 위하여 단독으로 사용되는 경우도 있다.

바. 高壓線과의 접속

바이패스 區間의 負荷側, 電源側의 一線마다 전선과 高壓 引下 케이블의 色別을 맞추면서 高壓活線 接續器具로 고압선에 케이블을 접속한다.

사. 檢電·檢相

片側의 공사용 개폐기를 투입하고 다른 한 쪽의 공사용 개폐기에 장치한 체커로 케이블의 檢電 및 檢相을 한다.

3. 앞으로의 課題와 方向性

이상 日本에서의 無停電工法の 개요를 소개하였는데, 앞으로도 良質의 電力을 안정되게 공급하기 위해 配電線工事の 無停電化를 강력하게 추진할 계획이라고 한다.

앞으로는 이제까지 개발한 無停電工法用的 機器·工具·車輛을 본격적으로 도입함과 동시에 間接活線工法에 의한 活線作業의 적용 확대를 도모하기 위한 活線作業用 器具를 개발하는 등 보다 安全하고 작업성이 우수한 無停電工法の 확립을 지향하고 있다.