

# 無停電 配電方式의 適用

## Application Spot-Network System in Underground Distribution Line



姜 培 植

韓 電 配 電 處 地 中 線 部 長

## I. 序 論

近來 都心地域에 있어서 超高層빌딩을 先頭로 各種빌딩이 雨後竹筍格으로 增加하고 있으며, 特히 最近의 都心地 再開發事業이 政策的으로 強力히 推進됨에 따라 大型, 高層빌딩의 增加는 한층 加速化되고 있으며, 이러한 빌딩의 情報傳達, 各種制御機能등이 最新高度化되고 都市機能이 全般的으로 高度化 됨에 따라 良質의 電力供給에 대한 要求度가 크게 높아지고 있다.

따라서 電力公社는 電力供給力의 增加와 함께 供給電力의 신뢰도向上에 온갖노력을 傾注하고 있으며 都心地域의 빌딩(대개 契約電力 500KW 以上)에 있어서는 높은 供給信賴性과 高品質의 電力 供給力을 確保할 수 있는 22KV Spot-Network 方式이 電力公社 및 需用家에게 最適의 方式으로 고려되어 이의 適用을 推進檢討 中에 있다.

다음은 Spot-Network 方式 및 관련 機資材에 대해 간단히 記述코자 한다.

## II. Spot-Network 方式이란?

### 1. Spot-Network 方式의 概要

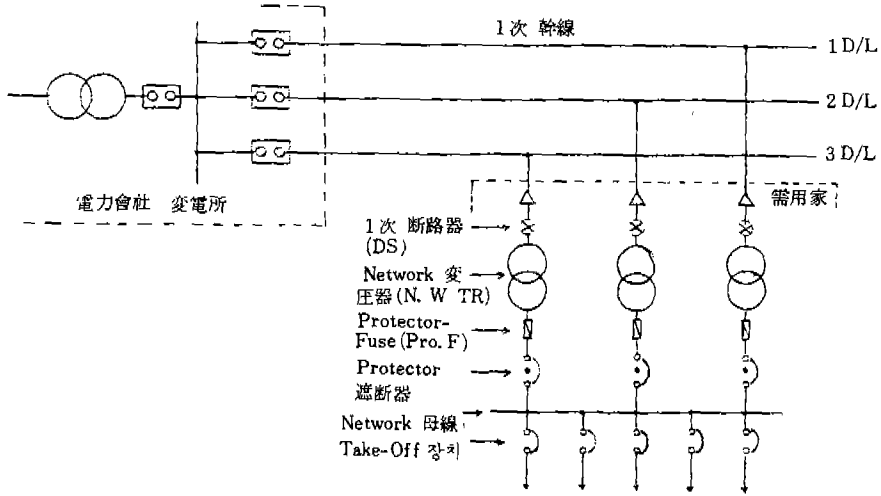
Spot-Network 方式이란 電源變電所로부터 2~4 回線의 22KV 配電線을 引出, 各 回路에 設置된 受電變壓器를 通하여 2次側을 Spot-Network 母線에 接續한 常時並列運轉方式이다.

이 方式은 다른 配電方式(루우프, 常用-豫備線 方式등)과는 달리 變壓器 1次側 遮斷器를 생략하고, 變壓器 2次側에 設置된 Network-Protector에 의해 事故線路의 開閉動作이 自動으로 行해진다.

이 方式에서는 1回線(配電線) 또는 1台의 變壓器에 故障이 發生되도 다른 健全回線의 變壓器에서 全負荷를 부담하므로 이를 고려하여 變壓器容量을 選定하면 無停電으로 電力을 供給할 수 있다.

電氣方式은 1次側 22KV 3相3線式, 2次側 380/220V 3相4線式(低壓 Network 方式), 또는 2次側 6.6(3.3)KV 3相3線式(高壓 Network 方式)이 있다.

### 2. Spot-Network 方式의 特徵



低壓 Spot-Network 受電方式

가. 高信賴度

22KV 3回線으로 受電하는 경우 1回線이 停止된 경우에도 다른 2回線으로 無停電電力供給이 可能하여 높은 供給信賴도를 얻을 수 있다.

나. 自動化에 의한 에너지 절약 및 保守, 點檢이 容易

Network-Protector의 自動制御機能에 의해 事故時 系統의 需用家側 操作이 自動적으로 行해지며, 配電線 改補修工事 및 受電設備 保守, 點檢도 停電이나 負荷制限을 수반하지 않고 容易하게 施行할 수 있다.\*

다. 受電設備 및 保護裝置의 簡素化

特高壓受電의 경우 상용-에비수전방식이나 루우프수전방식 등에서도 受電用 遮斷器를 設置하지만, Spot-Network의 경우 斷路器로 대체할 수 있고, 그 保護裝置도 간소화된다.

라. 소규모(500KW정도)에서 대규모(10,000KW 정도) 需用家까지 그 適用性이 넓다.

마. 回線의 가동율을 높일 수 있다.

바. 需要變動에 따른 彈力性도 높다.

3. Spot-Network 受電方式의 有利性

Spot-Network受電方式이 都心빌딩 需用家에 最適의 受電方式으로 고려되는 이유는 대체로 다음과 같은 점에서 다른 配電方式과 比較하여 우수하기

때문이다.

가. 높은 供給信賴도를 얻을 수 있고,

나. 受電設備이 경제적이며,

다. Spot-Network方式은 自動制御되므로 유지, 보수등이 容易하고,

라. 受電設備 空間도 既存方式에 비해 60~70% 程度이므로 建物の 有効活用이 可能하다.

4. 適用 對象 및 適用 條件(案)

가. 適用 對象

서울中心部 再開發 地域(무교地區 外 22個 地域)에 新築되는 빌딩

나. 適用 條件

다음의 條件에 만족되는 需用家에게 適用

- 需用場所가 實施地域內 所在
- 契約電力이 500KW以上 10,000KW未滿
- Feeder 構成可能

5. 受電回線數와 變壓器構成

Spot-Network 方式의 受電回線數와 變壓器 構成은 표 1과 같다.

6. 標準變壓器容量과 最大負荷電力

Spot-Network 受電方式에 있어서 그 標準變壓器 容量과 最大負荷電力은 표 2와 같다.

〈표-1〉

1 群의 경우			2 群의 경우	
2 回線	3 回線	4 回線	3 回線	4 回線
500 KVA×2	500 KVA×3			
750 KVA×2				
1,000 KVA×2				
1,500 KVA×2				
	750 KVA×3	1,500 KVA×4	1,500 KVA×3 + 750 KVA×3	
	1,000 KVA×3			
	1,500 KVA×3			
	2,000 KVA×3			
	2,500 KVA×3			
		2,000 KVA×4	1,500 KVA×3 + 1,000 KVA×3	
			2,000 KVA×3 + 750 KVA×3	
			1,500 KVA×3 + 1,500 KVA×3	
			2,000 KVA×3 + 1,500 KVA×3	
			2,000 KVA×3 + 2,000 KVA×3	
		2,500 KVA×4	2,500 KVA×3 + 750 KVA×3	1,500 KVA×4×2 群
			2,500 KVA×3 + 1,000 KVA×3	2,000 KVA×4×2 群
			2,500 KVA×3 + 1,000 KVA×3	2,500 KVA×4×2 群
			2,500 KVA×3 + 2,000 KVA×3	
			2,500 KVA×3 + 2,500 KVA×3	

〈표-2〉

變 壓 器 容 量	台數	最大負荷電力	最小受電室넓이 (乾式變壓器의 例)
500 KVA	3	1,300 KW	85 m <sup>2</sup>
750 KVA	3	1,950 KW	90 m <sup>2</sup>
1,000 KVA	3	2,600 KW	90 m <sup>2</sup>
1,500 KVA	3	3,900 KW	100 m <sup>2</sup>
2,000 KVA	3	5,200 KW	120 m <sup>2</sup>
(2,500 KVA)	3	6,500 KW	130 m <sup>2</sup>

(註) 變壓器의 過負荷耐量은 130%, 8 時間임.

(註) 低壓 Spot-Network의 例임.

### 7. 受電設備의 配置

Spot-Network 受電設備의 配置例는 〈표-3〉과 같다.

### 8. 受電設備用 機器의 概要

Spot-Network 受電設備가 뛰어난 機能을 발휘하기 위해서는 高信賴度의 機器使用과 그 保護協調確立이 重要한 要素라 할 수 있다. 다음에 受電設備各 機器의 概要에 對해 記述코자 한다.

#### 가. 1次 斷路器

1次 斷路器는 3極 單投形으로, 變壓器의 여자 전류를 개폐할 수 있는 것을 使用하며, 이 斷路器 1次側 端子에 入印케이블을 接續한다. 1次 斷路器는 受電用 變壓器의 1次側 區分裝置로서 斷路器 1次側 고정접점이 需給契約上的 재산 및 보수책임 분계

점이 되며, 作業時 回路의 分離, 接地에 利用된다. 그리고 1次 斷路器는 Protector遮斷器와 充分히 入印되여야 하며 다음과 같이 고려되여야 한다.

- (1) Protector遮斷器 閉路時 操作不可能
- (2) 1次 斷路器 操作中에는 Protector遮斷器의 投入防止 等の 機能이 必要하다.

#### 나. Network 變壓器

##### (1) 容量의 決定

負荷의 最大需要電力을 算出한 다음 Network 變壓器 容量을 決定한다.

Spot-Network受電方式는 22KV配電線(1回線)의 停電 혹은 變壓器 1 Bank의 故障時에도 負荷制限 없이 健全回路의 變壓器에서 全負荷로 給電이 계속 可能하도록 되어야 한다.

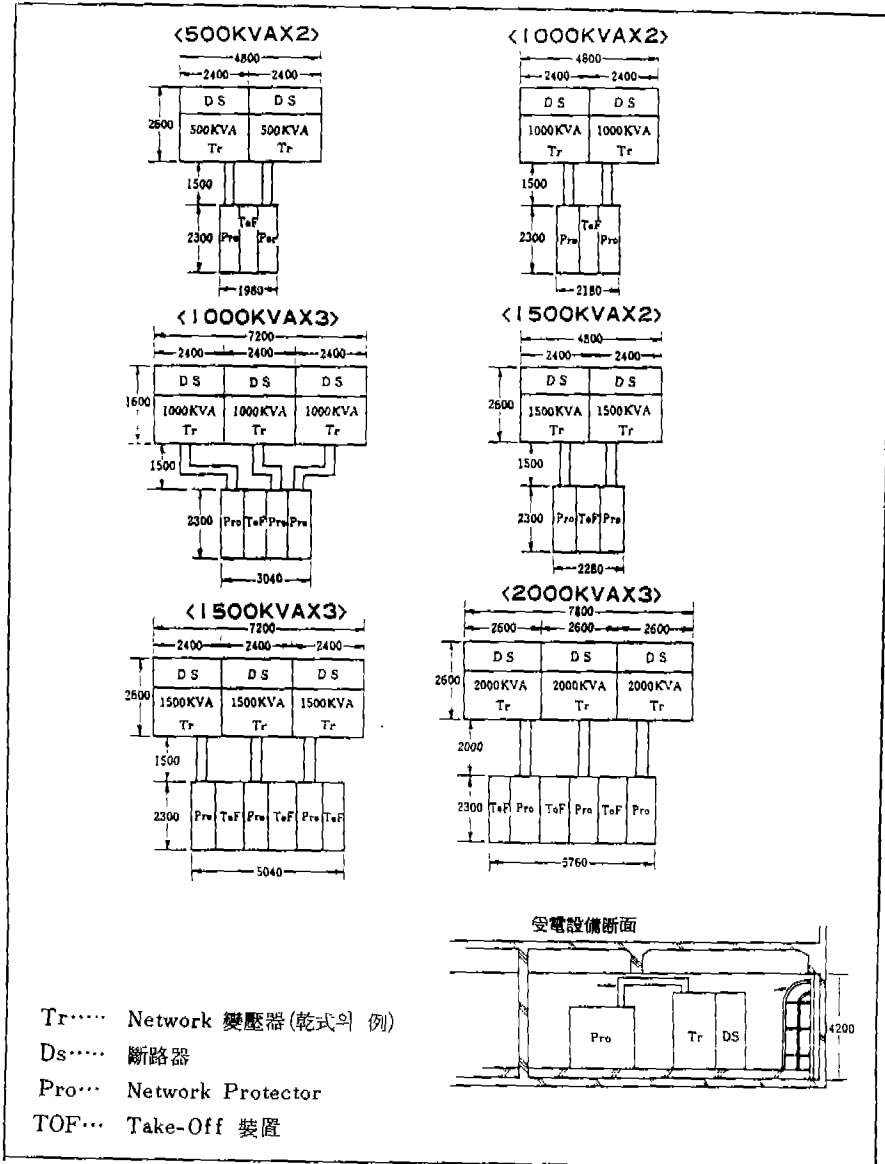
$$\text{Network 變壓器容量} = \frac{\text{最大需要電力(KVA 환산)}}{(\text{受電回線數} - 1)} \times \frac{1}{\text{過負荷率}^*}$$

\* Network 變壓器의 過負荷率(1.3)

##### (2) 台 數

Network 變壓器 1 群은 3 台를 標準으로 한다. 단 1개 빌딩의 需要電力이 커서, 3 台 1 群(3 回線引込)으로 여유가 없는 경우에는 負荷에 따라 群의 數를 增加한다.

##### (3) 過負荷率



一般的으로 定格容量의 85%로 연속사용후, 定格容量의 130%에서 8時間 運轉하는 것을 原則으로 한다.

(4) 표준임피던스

變壓器 임피던스의 증감에 따라 變電所 OCR의 보호범위 및 Network Relay의 감도 및 短絡容量이 變化하며, 이에 따라 線路의 經濟性 등에 영향을 미친다.

Network變壓器는 Spot-Network 受電方式의 目的

〈Network 變壓器의 定格〉

項 目	定 格, 仕 樣					
1次電圧 (KV)	22					
2次電圧 (V)	380 / 220					
結 線	△-Y					
周波數 (HZ)	60					
容 量 (KVA)	500	750	1000	1500	2000	2500
標準 임피던스	5	5	5	7.5	7.5	7.5
	5	5	5	5	5	5
幅 (%)	5.5	5.5	5.5	8.25	8.25	8.25

을 달성하기 위해서는 다음과 같이 일반 電力用 變壓器에 비해 보다 가혹한 條件에서 設計, 製作되어야 한다.

(가) 定格容量의 85%로 연속사용후 130%過負荷 運轉이 可能할 것

(나) 2台 以上の 變壓器가 並列運轉되므로 임피던스전압의 허용치가 특수할 것

(다) Network Protector의 逆電力遮斷特性에 맞는 여자전류특성(무부하손)을 가질 것

#### 다. Network Protector

Network Protector는 Spot-Network 受電設備에서 重要な 機能을 지닌 部分으로서, Protector-Fuse Protector 遮斷器, Network-Relay등으로 구성되어 있다.

Network-Protector는 逆電力遮斷, 差電壓投入, 無電壓投入 등의 3가지 特性을 갖고 있으며, 이 特性에 의해 예를 들면, Network運轉中 配電線에 停電 또는 事故가 發生하여도 해당 回路만 自動적으로 分離되어, 다른 健全回路에서 負荷에 給電을 계속한다. 그리고 休電中인 配電線이 복구되어 送電을 시작하면 Protector차단기가 自動적으로 投入되어 Network 變壓器도 다시 Network 母線에 接續된다.

이와 같이 Network 受電設備에서는 다른 受電用 遮斷器에 해당하는 Protector遮斷器의 開閉動作이 全部 自動化되어 있는 點이 특징으로 되어 있다.

Network Protector의 特性은 다음과 같다.

##### (1) 逆電力遮斷特性

Network Protector는 Network母線側에서 系統으로 흐르는 逆電流가 發生할 경우 이 逆流를 檢出하여 Protector 遮斷器를 차단한다. Network Protector를 통과하는 逆電流는 다음과 같다.

(가) 1次 配電線의 地絡 및 短絡事故電流

(나) 配電線 停止時 變壓器여자전류 또는 케이블 충전전류

##### (2) 差電壓投入特性

本 特性은 1台의 Protector遮斷器가 開放된 상태에서 Network運轉되고 있을 때, 事故의 복구나 작업의 완료로 그 配電線에 再送電이 이루어질 경

우, Network變壓器 2次電壓이 母線電壓보다 크고 또 位相이 앞서는 條件에서 Protector遮斷器를 自動投入하는 機能이다.

##### (3) 無電壓投入特性

本 特性은 Network母線이 無電壓상태에서 1回線의 配電線이 送電되어 變壓器가 充電되면, 해당 配電線의 Protector遮斷器가 自動投入되는 機能이다.

Protector-Fuse는 變壓器 2次 直下에 設置되며 變壓器容量에 따라 그 定格이 定해진다. 또 Fuse에는 용단포시기를 부착하여 回路의 欠相運轉을 防止하는 것이 필요하다. Protector-Fuse는 그 機能上 첫째, Network變壓器 2次側 最大3相短絡電流를 遮斷할 수 있어야 하며 둘째, Protector遮斷器의 定格遮斷領域에서는 불연화 되어야 하고 셋째, Protector遮斷器의 遮斷실패시 일정기간 지연후에 용단되어야 하며, 셋째, Network變壓器의 定格電流의 1.3倍 電流에서 장시간 通電可能하여야 한다.

Protector遮斷器는 一般的으로 引出裝置付 ACB가 採用되나, 小容量의 Spot-Network 受電設備에서는 MCB의 採用도 可能하다 그리고 變壓器容量에 따라 그 定格이 定해진다.

Network-Relay는 主繼電器(Master Relay)와 位相繼電器(Phasing Relay)로 構成된다. 주 계전기는 逆電力遮斷特性 및 投入特性을 갖고 있으며, 위상 계전기는 주계전기 투입회로와 직렬로 연결되어 Network 遮斷器 投入時 Pumping 動作을 防止한다.

##### 라. Take-Off 裝置

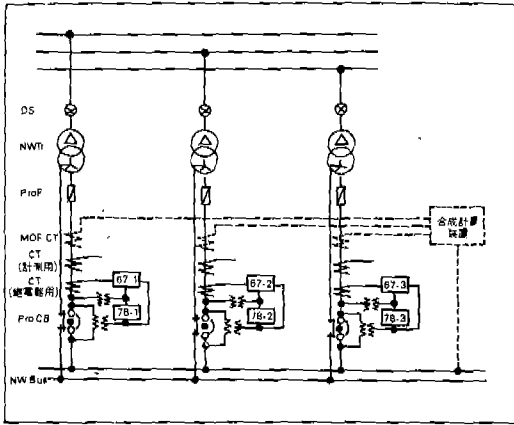
Take-Off장치는 Network母線에서 직접분기 접속되어, 系統上 母線의 一部를 形成하므로 高信賴度의 보호장치로서 적 당한 分岐數로 構成되어야 한다.

Take-Off장치는 回路의 遮斷容量에 따라 ACB, MCB 또는 차단기와 Take-Off Fuse와의 組合으로 선정된다. 그리고 變壓器容量 構成上 幹線電流容量이 클 경우에는 Protector-Fuse와의 保護協調上 Take-Off Fuse와 組合하여 使用할 必要가 있다.

#### 9. 去來用 計量裝置 및 計量方式

Spot-Network 受電方式은 多回線並列方式이므로

### 〈Spot-Network 受電方式의 基本構成〉



計量方式은 合成計量方式으로 하게되며, 원칙적으로 2次側 計量이므로 MOF장치가 간소화된다.

#### 가. 計量點

計量點은 일반적으로 2次電壓에 관계없이 受壓器 2次側으로 한다. 다만 수전실이 2개소 이상으로 분리되는 경우에는 1次側 計量으로 할 수도 있다.

(1) 2次 低壓의 경우: Protector-Fuse와 Protector 遮斷器間

(2) 2次 高壓의 경우: 變壓器 2次와 Network Protector間

#### 나. 計量方式

計量方式에는 電流合成方式과 Pulse 合成 方式이 있으며, 일반적으로 2次側이 低壓인 경우에는 電流合成방식을 2次側이 高壓이거나 1次側 計量의 경우 Pulse合成方式으로 한다.

#### 다. 去來用 電力量計 및 變流器

거래용 전력량계는 전기공급규정에 따라 설치, 보수 및 검침이 용이한 장소에 설치하며, 變流器는 불드절연방식의 관통형을 표준으로 한다.

## III. 結 論

이상 Spot-Network 方式 및 機資材에 대해 간단히 소개 하였으며, 이 方式의 實際適用까지는 다음 事項이 충분히 검토되어야 한다.

• 電源變電所 檢討(事故時에 대비한 Bank 構成問題, 보호협조문제등)

• 營業 關聯事項 (契約電力 및 工事費 負擔金算定등)

• 受變電 設備指針 및 關聯機資材開發等

이 方式을 適用하였을 時 效果로는

### 1. 電力供給事業側

가. 無停電 高品質의 電力供給 基盤 造成

• 停電에 對한 民怨解消 및 電力供給 이미지刷新

• 大都市 大型빌딩에 對한 電力供給을 國際的 水準으로 格上

나. 無停電으로 配電線路 改補修工事 施行可能

다. 負荷增加에 對備한 效率의인 供給力 確保

### 2. 需用家側

가. 無停電 受電

나. 受電設備의 自動運轉으로 省力化

다. 受電室 大幅縮小로 建物의 效率의인 活用

라. 經濟性

• 特高壓設備 簡素化

• 電壓段階의 單純化

### 3. 其他

關聯 機資材 및 System 開發

따라서 本 方式의 適用에 現在가 最適의 時期로 판단되며, 本 方式을 積極 推進時 首都 서울에 對한 電力供給水準의 國際化에 크게 이바지 될 것이다.

\*