

## 우리나라 배전선로 특징 및 미래형 구성

\*이상성 \*\*손진만 \*\*송광재 \*\*한중교 \*\*이태용 \*\*박종근 \*\*문승일 \*\*\*김재철 \*\*\*\*이승근  
\*기초전력공학공동연구소 \*\*서울대 \*\*승실대 \*\*\*\*전주대

### Distribution System Characteristics in Korea & Future Design

\*S. S. Lee \*\*J. M. Sohn \*\*K. J. Song \*\*J. G. Han \*\*T. Y. Lee \*\*J. K. Park \*\*S. I. Moon \*\*J. C. Kim \*\*\*\*S. K. Lee  
\*EESRI \*\*Seoul National University \*\*\*Soongsil University \*\*\*\*Jeonju University

**Abstract** - 우리나라 배전계통의 운용은 15개 지사와 수많은 지점에 의하여 관리되고 있으며, 각 지역은 산악과 평지가 어우러져 복잡하고 다양한 지리적인 형상을 가지고 있다. 우리나라 고압 배전선로 구성의 특징은 도심지나 주요 시설을 제외하고는 거의 대부분이 방사상으로 되어 있다. 본 연구에서는 우리나라 배전선로의 현황 및 지리적 특징에 따른 선로 구성 방안과 해외사례를 검토한다.

### 1. 서 론

우리나라 고압 배전선로 구성의 특징은 도심지나 주요 시설을 제외하고는 거의 대부분이 방사상으로 되어 있으며, 본 연구에서는 지리적 특징에 따른 선로 구성 방안을 검토한다. 우리나라 배전계통의 운용은 15개 지사와 185개의 사업소로 이루어져 있다[1]. 우리나라 각 지역은 산악과 평지가 어우러져 복잡하고 다양한 지리적인 형상을 가지고 있는 것이 특징이라 할 수 있다. 그리고 대부분 배전선로는 대부분 도로 양측으로 국도와 지방도를 따라서 건설되어 있으며, 이는 차량으로 복구 및 증설이 용이하다. 일부 도심지역에는 가공선로를 지중 케이블로 대체하고 있는 중에 있다[2].

### 2. 우리나라 지형 특징 및 배전계통의 구성현황

#### 2.1 우리나라 지형 특징 및 현황

그림 1은 우리나라 산악지역의 분포도이다. 그림에서 알 수 있듯이 각 도마다 많은 차이를 보여주고 있다.

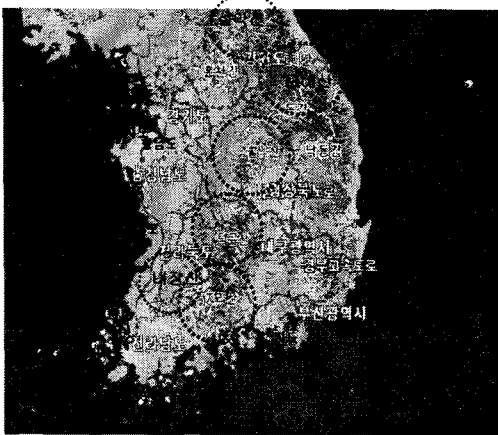


그림 1. 우리나라의 산악지형을 구분한 입체지도

위의 그림 1에서와 같이 남한의 각 도별 지형적 특성을 간단하게 살펴보면 강원도, 충청북도, 전라북도, 경상북도의 북부지역이 전반적으로 높은 산이 많이 분포되

어 있음을 알 수 있다. 그 외 서울, 충청남도, 전라남도, 경상남도, 경상북도의 남부지역은 비교적 산이 적은 지역이라 할 수 있다. 이런 지형적 특성으로 도심지의 형성, 인구분포도에 차이가 있음을 알 수가 있다. 산업단지, 공장의 형성도 이와 밀접한 관련이 있다.

#### 2.2 지사 및 지점별 배전 설비 현황

전국의 각 지점별 설비현황이 표 1에서 표 15까지 표시되어 있다. 이 표에서는 회선수, 가공과 지중의 선로극장(C-km), 지저물, 변압기의 대수와 용량을 나타내고 있다. 이 표에서 알 수 있듯이 각 지역마다 지점수는 많은 차이를 보이고 있다. 이는 지리적 특성과 무관하지 않다[3].

표 1 서울지역의 각 지점 설비현황(2003년7월 기준)

| No | 지점 구분  | 회선수  | 선로극장(C-km) |           | 지저물(톤)  | 변압기     |            |
|----|--------|------|------------|-----------|---------|---------|------------|
|    |        |      | 가공         | 지중        |         | 대수(대)   | 용량(kVA)    |
| 1  | 서울시계통분 | 1333 | 7,792,582  | 6,141,742 | 192,951 | 162,287 | 10,483,780 |
| 2  | 강서시    | 74   | 813,390    | 284,667   | 15,142  | 11,830  | 677,890    |
| 3  | 영등포시   | 139  | 912,546    | 338,210   | 23,447  | 18,472  | 1,081,530  |
| 4  | 영등포구   | 51   | 728,007    | 177,213   | 17,936  | 14,401  | 848,980    |
| 5  | 강남구    | 282  | 596,417    | 3,048,873 | 151,393 | 16,478  | 1,080,113  |
| 6  | 북부지역   | 126  | 1,151,921  | 430,979   | 25,861  | 21,329  | 1,251,725  |
| 7  | 강동구    | 313  | 868,683    | 503,600   | 17,807  | 12,026  | 846,808    |
| 8  | 동부지역   | 51   | 608,911    | 1,123,631 | 16,833  | 13,578  | 861,055    |
| 9  | 강북구    | 131  | 580,917    | 237,041   | 13,641  | 11,811  | 730,479    |
| 10 | 중부지역   | 183  | 382,938    | 863,728   | 9,596   | 11,972  | 1,157,813  |
| 11 | 서부지역   | 131  | 533,657    | 380,440   | 13,945  | 14,303  | 821,410    |
| 12 | 남부지역   | 38   | 739,839    | 1,751,949 | 17,267  | 13,699  | 907,130    |

표 2 인천지사의 각 지점 설비현황(2003년7월 기준)

| No | 지점 구분 | 회선수 | 선로극장(C-km) |           | 지저물(톤)  | 변압기     |           |
|----|-------|-----|------------|-----------|---------|---------|-----------|
|    |       |     | 가공         | 지중        |         | 대수(대)   | 용량(kVA)   |
| 1  | 인천시   | 519 | 9,008,199  | 1,721,263 | 214,140 | 191,507 | 5,041,400 |
| 2  | 부천시   | 74  | 645,262    | 285,708   | 16,730  | 14,003  | 723,720   |
| 3  | 서인천구  | 80  | 383,401    | 135,226   | 20,146  | 10,985  | 511,510   |
| 4  | 동인천구  | 89  | 273,420    | 201,246   | 19,979  | 16,446  | 843,385   |
| 5  | 남인천시  | 53  | 726,029    | 736,891   | 18,437  | 15,031  | 626,815   |
| 6  | 평화시   | 4   | 429,960    | 121,540   | 8,101   | 1,733   | 94,400    |
| 7  | 강화시   | 16  | 2,979,031  | 4,260     | 60,006  | 7,966   | 297,100   |
| 8  | 시흥시   | 44  | 368,079    | 338,016   | 22,811  | 10,431  | 546,519   |

표 3 경기지사의 각 지점 설비현황(2003년7월 기준)

| No | 지점 구분 | 회선수 | 선로극장(C-km) |         | 지저물(톤) | 변압기    |           |
|----|-------|-----|------------|---------|--------|--------|-----------|
|    |       |     | 가공         | 지중      |        | 대수(대)  | 용량(kVA)   |
| 1  | 경기도   | 111 | 1,033,648  | 498,517 | 31,879 | 17,282 | 1,033,240 |
| 7  | 강동시   | 89  | 973,430    | 289,746 | 19,308 | 16,446 | 844,316   |
| 3  | 인정시   | 24  | 2,906,626  | 16,251  | 58,499 | 12,184 | 433,000   |
| 4  | 화성시   | 10  | 2,369,848  | 17,833  | 67,830 | 10,302 | 463,710   |
| 5  | 안성시   | 28  | 1,287,122  | 41,332  | 47,731 | 16,303 | 497,256   |
| 6  | 부천시   | 18  | 1,870,640  | 77,218  | 40,581 | 13,608 | 597,030   |
| 7  | 인천시   | 167 | 1,363,528  | 304,419 | 29,046 | 9,727  | 316,528   |
| 8  | 용인시   | 66  | 1,186,217  | 128,018 | 31,649 | 19,767 | 898,290   |
| 9  | 안양시   | 110 | 722,260    | 829,848 | 15,187 | 9,714  | 668,725   |
| 10 | 백현시   | 62  | 2,874,313  | 121,461 | 68,336 | 17,267 | 711,870   |
| 11 | 오산시   | 63  | 3,084,169  | 64,180  | 99,391 | 16,577 | 728,150   |
| 12 | 연성시   | 102 | 1,071,896  | 495,848 | 25,111 | 17,448 | 730,680   |
| 13 | 분당시   | 22  | 366,027    | 47,366  | 9,634  | 5,353  | 770,996   |
| 14 | 부천시   | 23  | 3,174,864  | 16,971  | 52,382 | 9,669  | 410,996   |
| 15 | 시흥시   | 19  | 303,413    | 32,147  | 17,043 | 4,861  | 323,160   |

표 4 경기북부지사의 각 지점 설비현황(2003년7월 기준)

| No | 지점 구분 | 회선수 | 선로극장(C-km) |         | 지저물(톤) | 변압기    |         |
|----|-------|-----|------------|---------|--------|--------|---------|
|    |       |     | 가공         | 지중      |        | 대수(대)  | 용량(kVA) |
| 1  | 경기도북부 | 60  | 1,670,207  | 136,699 | 37,225 | 12,510 | 580,230 |
| 2  | 분당시   | 34  | 2,068,696  | 15,726  | 59,205 | 15,403 | 697,250 |
| 3  | 강화시   | 18  | 1,033,618  | 17,874  | 24,777 | 12,714 | 647,690 |
| 4  | 고양시   | 27  | 1,549,396  | 861,023 | 40,550 | 16,484 | 911,270 |
| 5  | 구리시   | 42  | 2,564,706  | 173,700 | 51,060 | 18,784 | 668,910 |
| 6  | 동두천시  | 40  | 1,706,340  | 43,795  | 33,037 | 10,169 | 411,805 |
| 7  | 파주시   | 31  | 2,780,913  | 68,843  | 53,415 | 17,014 | 664,270 |
| 8  | 연천시   | 1   | 1,158,705  | 816     | 10,226 | 4,935  | 106,500 |
| 9  | 가평시   | 13  | 1,660,941  | 3,390   | 27,238 | 6,900  | 296,175 |



- 에 있어 가스의 점유율의 증가는 석탄이나 석유연소의 발전소와 비교하여 가스연소의 발전소로 배출 레벨을 더욱 낮추어 환경의 영향을 줄일 수 있다.
- B. 충분한 전력공급 : 이는 지상의 생활을 양질로 유지하기 위한 충분한 전력을 공급하도록 하는 것이다. 세계의 원거리 지역에 이르는 망상구조의 인프라뿐만 아니라 발전소를 이용도를 높이기 위한 연료공급과 운용설비, 전력시스템 용량과 유지 프로그램에 적절한 투자가 필요하다.
  - C. 전력 입수의 용이 : 이는 세계의 모든 사람들이 전력을 받을 수 있도록 하는 것이다. 현재 세계 인구의 1/3이 전력을 포함한 상업적 에너지 형태에 접근하기에는 부족하다. 이는 경제적 현실성 때문이다. 많은 경우에 있어 사람들은 부담없이 전력요금을 감당할 수 없다. 최소한의 비용을 모듈식 접근과 설계를 이용하여 새로운 해법을 결합한 효과는 모두 기기와 발전소의 투자, 운용, 유지비용을 감소할 수 있다.
  - D. 수요자 요구형 : 이는 전기의 공급이 소비자들에게 필요한 신뢰도와 품질을 가지도록 하는 것이다. 현재 대부분의 송전망의 신뢰도와 품질은 적절하다. 그러나 배전망은 모든 수요자들의 구입과 품질 요구조건에 항상 반응하지 못할 경우가 있을 것이다. 향후 20년내에 우리는 이런 이런 실제적인 개선점을 보게될 것이다. 배전 인프라는 대기의 요란(태풍, 번개 등)에 영향을 적게 받을 수 있다.
  - E. 정교함 : 이는 중요한 표준을 마련하고 대형 시스템을 다루기 위하여 정보기술을 이용하는 것이다. 정보기술은 공학의 모든 분야에 침투하였으며, 전력공학은 IT로부터 큰 이득을 얻을 수 있을 것이다.
  - F. 효율성 : 변환 효율이 높은 발전기들과 전송손실이 적은 망들을 추구하기 위하여 노력을 기울여야 할 것이다. 분명하게 새로운 기술과 새로운 재료는 이 목표를 추구할 수 있는 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 특히, 평창히 바람직한 효율의 한 측면은 재생 해법을 지닌 전력시스템과 지능형 제품을 설계하기 위하여 정보기술을 이용하는 것이다.
  - G. 유연성 및 제어성 : 공급 측면에서 수력은 융통성과 제어를 할 수 있도록 해줄 것이다. 향후 비교적 소용량의 가스-연료 발전소는 수요의 변화를 충족하기 위하여 융통성을 갖추어야 할 것이다. 송전선로와 특히 전력연계는 많은 전력조류제어장치(FACTS와 HVDC)를 갖추어 할 것이다. 제어성은 관련 전력 계통의 정상상태와 동태응답을 개선시킬 수 있을 것이다.

### 2.3.2 "Mixtribution" 시나리오

실제적인 발전의 부분이 분산형과 소형 설비의 형태일 때 새로운 연결 패턴은 분산형 설비가 망상조직(reticulation)의 인프라에 투입될 경우에 생겨나게 될 것이다. 그림 2와 같은 구성을 "Mixtribution 시나리오"라 부를 것이다.

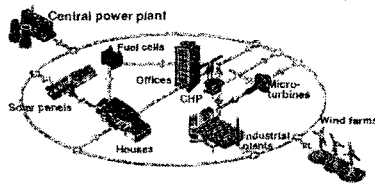


그림 2. "Mixtribution" 시나리오

분산형 발전기는 부하 중심지 근처에 전기와 열을 공급한다. 전력계통의 관점에서 다음과 같은 관점을 포함하고 있다.

- A. 유연성 : 오늘날 주 분산전원을 포함한 대부분 분산 시스템은 실시간 원격제어 설비가 부족하다. 이는 원래 그것이 방사상 선로를 따라 단방향 전력흐름을 인식하고 있기 때문이다. 동시에 많은 분산 발전원은 제어가능한 전력출력을 가지고 있다. 이는 다양한 운전 조건하에서 망과의 전력수수를 적절하게 할 수 있도록 하며, 양방향 전력흐름을 할 수 있도록 해준다.
- B. 운용성 : 이는 다양한 분산 설비를 통합할 수 있으며, 광의의 시스템에 이익을 줄 수 있을 것이다. 이러한 견지에서 분산전원 설비는 실시간 정보와 제어 시스템을 통하여 적절하게 통합될 수 있다. 분산 발전원에 대한 경쟁적인 압력은 효율성과 낮은 유지비에 관한 기술과 디자인에 관한 엄격한 조건들이 부여될 것이다.
- C. 성능 : 이는 고품질의 서비스를 지닌 전기의 전송을 의미한다. 정보 기술은 향후 20년 내에 사회의 모든 측면에 스며들 것이다. 디지털 기기와 제어가능한 프로세스의 폭넓은 사용은 전기의 품질과 유용성에 관한 엄격한 요구조건을 부여하게 될 것이다.
- D. 안전성 : 배전망에 연결된 분산전원의 급격한 증대는 공공의 안전에 영향을 줄 것이다. 분산전원의 총 용량을 증가시키는 것은 단락회로 전류 레벨을 증가시키는 결과가 될 것이다. 수용가의 가까운 곳에 발전원을 접속한다는 것은 그물망의 연료수송 인프라의 안전한 측면에 주의를 기울여야 할 것이다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 우리나라의 배전선로를 각 지점별로 구분하여 선로구성, 현황과 미래구성 방안을 살펴보았다. 덧붙여 해외 전망을 첨부하였다. 향후 우리나라 배전계통의 구성방향에 대하여 다음과 같이 몇 가지 저자의 생각을 제시하고자 하였다.

남한의 각 도별 지역적 특성상 강원도, 충청북도, 전라북도, 경상북도의 북부지역이 전반적으로 높은 산이 많이 분포되어 있기 때문에 이 지역은 루프화 하기가 다소 힘들 것이다. 그 외 서울, 충청남도, 전라남도, 경상남도, 경상북도의 남부지역은 비교적 산이 적은 지역이라 루프화 및 인접 배전선로 상호연계가 손쉽게 할 수 있을 것이다. 이에 더하여 도시화되어 건물 밀집지역에는 지중 케이블을 설치하고 접속기기(변압기, 차단기, 등)는 외부에 노출시키되 주위 환경과의 조화를 이루도록 하여야 하며, 위험요소(폭발, 고전압 절연, 등)도 고려하여야 할 것이다. 많은 부분에서 제어기기(예를 들면 원격제어)의 난발로 인하여 오히려 공급신뢰도를 저하시키는 원인이 되지 않도록 하여야 할 것이다. 그리고 산업단지, 공장 형성에도 이와 밀접한 관련이 있을 것이다. 그 다음으로 선로구성은 도시환경과 조화를 이루어야 할 것이다. 이는 주위환경과 공공의 친화성에 영향을 줄 수 있을 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전력공사, "경과지도", 2003.07
- [2] 한국전력공사 전력연구원, "21C 고신뢰 고품질 신배전 계통 구축에 관한 연구", 2003.09.
- [3] 한국전력공사, [http://cis.kepco.co.kr/cis/cyber\\_spot/map](http://cis.kepco.co.kr/cis/cyber_spot/map)
- [4] M. Chamia, "Electrical Power Systems 2020 : A Prospective View"

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소 주관으로 수행된 과제임.