

## Reasonable Evaluation Technique in Regional Configuration of Underground Distribution System

崔商鳳\* · 金大景\*\* · 鄭聖煥\*

(Sang-Bong Choi · Dae-Kyeong Kim · Seong-Hwan Jeong)

**Abstract** - This paper presents reasonable evaluation technique to determine system configuration of underground distribution system. To set up reasonable evaluation for a certain object region, it is necessary for methodology to access accurately factors such as economics, reliability, customer interruption cost, implementation and flexibility about proposed various configuration of underground distribution system. But it is difficult to evaluate factors as above-mentioned since there is no criterion to assess them in our country. Accordingly, having completed the technical and economical analysis and customer interruption cost of various types of system, this paper presents the most reasonable results to get the optimal configuration of underground distribution system. Also, this paper presents possible methodology which can be applied other areas having a different load characteristics by application actually making a selection Myungdong as sample area.

**Key Words** : Underground Distribution System, Economics, Reliability, Customer Interruption Cost, Criterion

### 1. 서 론

인구와 산업의 집중화로 인해 전력의 서비스와 품질에 대한 요청은 양과 질면에서 급속하게 고도화되어가고 있다. 이와 같은 상황에서 전력공급설비는 도시팽창을 추종하는 형태가 되어 종래의 공급방식을 답습하고서는 설비의 복잡 다단화를 피할수 없어 안정공급의 확보가 곤란한 상황이다. 이를 위해 지역 및 부하크기의 실태에 대응하여 배전계통과 설비의 대형화, 집약화 등을 통한 새로운 공급방식이 제고되고 있다. 한편, 최근 들어 세계의 각 전력회사에서는 도시 경관의 향상과 방염의 면에서 배전선의 지중화를 추진하고 있는데 이때 일반적으로 각 지역별로 적합한 지중 배전계통 구성 방식을 결정하는 방법을 살펴보면, 우선 각 해당지역에 대하여 적용 가능한 계통구성방식을 제안하고 제안된 각 계통구성방식별로 설계를 실시하여 경제성 및 신뢰성 등을 비교/분석함으로써 가장 적합한 배전방식을 선정하고 있다.[1][2] 그 일례로서 캐나다의 토론토 하이드로 전력회사에서는 제안된 각 지중 배전계통 구성방식에 대하여 경제성 및 신뢰성을 평가할 수 있는 항목을 제안하였다.[3] 그러나 경제성 및 신뢰성 평가 항목에 대한 산정방법이 나라별로 조금씩 특성이 다르기 때문에 일률적으로 적용하기 어렵다. 즉, 경제성 및 신뢰도 지수를 정확히 평가하기 위해서는 배전기자재별 정전시간 및 정전 수용가 수 그리고 수용가 정전비용 등의 산정을 그

나라 특성에 맞게 설정하여야 하며 경제성 항목에 대해서도 마찬가지로의 논리가 요구된다. 그러나 우리 나라의 경우 지금까지 각 지중 배전계통 구성방식별로 경제성 및 신뢰성을 평가하기 위한 기준이 명확히 정립되어 있지 않고 있을 뿐만 아니라 경제성 및 신뢰성 각 요소별 평가에 대한 산정 방법에 대해서도 기준이 없는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 지중배전계통 구성방식의 합리적인 평가를 위한 알고리즘을 새롭게 제시하고 고부하밀도 지역인 서울 명동지역을 샘플대상지역으로 선정하여 실제 적용을 함으로서 향후 부하특성이 다른 지역별로 새로운 지중배전계통 구성방식을 선정하는데 현실적으로 적용 가능한 방법을 제안하였다.

### 2. 본 론

지금까지 조사된 바에 따르면 현재 우리 나라의 지중 배전계통 구성방식은 대부분 루프방식을 채택하고 있다. 그러나 일본 및 미주 그리고 유럽의 경우에는 지역 및 부하의 특성에 따라 우리 나라보다 다양한 배전계통 구성방식을 적용함으로써 신뢰성 및 경제성측면에서 많은 향상을 얻고 있는 실정이다. 여기서 다양한 배전계통 구성방식이란 지역별 특성에 맞게 여러 개의 배전계통 구성방식을 혼용하여 사용하는 것을 의미한다. 즉, 최근의 해외 선진국의 배전계통 구성방식의 경향을 살펴보면 단일 배전계통구성방식을 개별로 적용하는 경우는 매우 드물고 대부분 각 지역 및 부하 특성에 따라 여러 개의 배전계통 구성방식을 혼용하는 시스템을 많이 사용하고 있다. 어떤 대상지역에 대하여 합리적인 배전계통 구성방식을 결정하기 위해서는 경제성, 신뢰성 그리고 수용가 정전비용 등의 요소를 정확히 평가할 수 있는 방법이 필요하다

\* 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 地 中 系 統 研 究 組 長 先 任

\*\* 正 會 員 : 韓 國 電 氣 研 究 所 地 中 系 統 研 究 組 長 責 任

接 受 日 字 : 1999 年 11 月 6 日

最 終 完 了 : 2000 年 2 月 22 日

다. 그러나 우리 나라에서는 이와 같은 결정 요소들을 정확히 평가할 수 있는 기준이 없어 각 계통구성방식별로 경제성 및 신뢰성 등에 대하여 정확한 평가가 어려운 실정이었다. 따라서 본 연구에서는 보다 정확한 지중 배전계통 구성방식 평가를 위하여 이와 같은 결정기준 요소들을 우리 나라 특성에 맞게 설정한 후 각 계통 구성방식별로 비교, 검토하여 가장 합리적으로 지중 배전계통 구성방식을 평가하는 방법을 제시하였다.

2.1 지역별 지중 배전계통구성방식의 합리적 평가

알고리즘

본 알고리즘에서는 지역별 지중배전계통 구성방식의 평가 기준으로서 경제성, 신뢰성 그리고 수용가 정전비용을 제시하고 각 항목별 요소를 우리 나라 실정에 적합하도록 정립함으로써 국내 지중 배전계통의 설계 및 계획 단계에서 여러 가지 다양한 배전계통 구성방식별로 이들을 평가하여 가장 적합한 방식을 선정할 수 있는 기준을 제안하였다. 다음은 각 지역별로 지중배전계통 구성방식의 평가과정을 제시하였다.

2.1.1 지중 배전계통 구성방식의 평가과정

다음은 대상지역에 대하여 합리적인 지중 배전계통 구성방식을 평가하기 위한 알고리즘의 순서이며 그림 1에 흐름도를 제시하였다.

가. 적용 대상지역을 선정한다.

나. 지역별 전기적 데이터 자료 수집

- ① 회선별 단선도
- ② 고압지중배전계통 경과도
- ③ 중요 고압수용가 명세서

다. 적용배전계통구성방식의 제안

- ① 루프계통 공급방식
- ② 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ③ 상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ④ 상용·예비/연계 혼합방식
- ⑤ 상용·예비 공급방식
- ⑥ 고·저압 연계 혼합방식
- ⑦ Radial Branch 공급방식

라. 간이설계

각 계통공급방식별로 간이설계는 대상지역의 부하상태 및 현장여건을 고려하여 최소의 비용이 들 수 있도록 설계한다. 즉, 부하분포상태에 따른 변압기 용량, 변압기 및 개폐기 위치 그리고 기존 관로 및 신설 관로의 경과지를 고려하여 케이블 경로를 설계한다.

- ① 간선, 지선 케이블 경로
- ② 변압기, 개폐기 위치 및 대수
- ③ 변압기 용량

마. 경제성 평가

지중 배전계통 공급방식별로 지중개략 공사비를 근거로 하여 다음과 같이 자동화 시스템 실시 여부에 따른 공사비 산출 및 전체 공사비와 전력회사분의 공사비를 따로 구분하여 산출한다.

- ① 자동화 시스템 공사비 산출
- ② 비자동화 시스템 공사비 산출
- ③ 전력회사분 산출
- ④ 전체 투자비(전력회사분+수용가분) 산출

바. 신뢰도 지수 및 수용가 정전비용 평가

배전계통 공급방식별로 배전기자재의 고장확률과 계통 구성 방식에 따른 배전기자재의 고장원인별 정전수용가 수와 정전시간의 산출에 의해 신뢰도 및 수용가 정전비용에 대한 평가를 실시한다.

- ① 배전기자재 고장확률 계산
- ② 기자재별 정전 수용가 수 산출
- ③ 기자재별 수용가 정전시간 산출
- ④ 신뢰도 지수 산출 (SAIFI, SAIDI, CAIDI, ASAI)
- ⑤ 수용가 정전비용 산출

사. 평가기준안에 의거한 합리적인 평가

- ① 경제성 평가
- ② 신뢰성 평가
- ③ 수용가 정전비용 평가

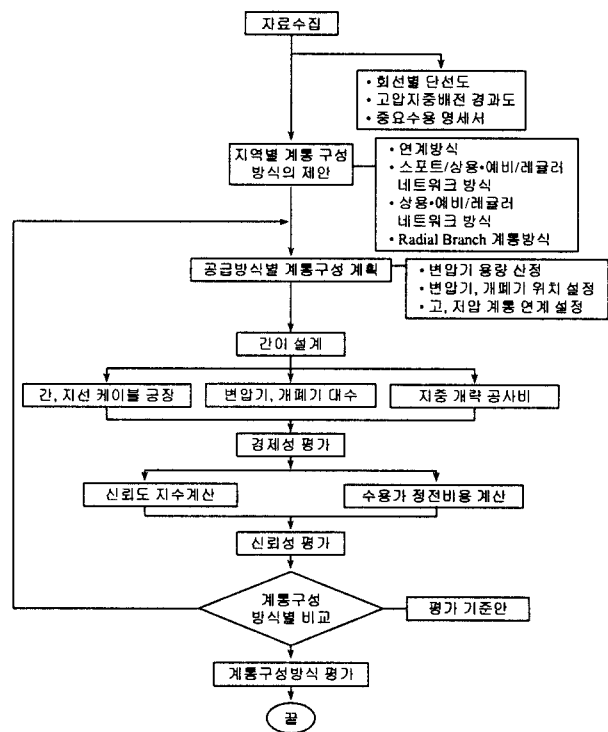


그림 1 지중 배전계통 구성방식 평가를 위한 흐름도  
Fig. 1 Flowchart to evaluate configuration of underground distribution system

2.1.2 지중 배전계통 구성방식의 평가기준

일반적으로 계통구성방식을 평가하고자할 경우 가장 중요한 요소는 다음과 같이 앞서 설명한 경제성 및 신뢰성 그리고 수용가 정전비용을 들 수 있다.

- ① 경제성

- ② 신뢰성
- ③ 수용가 정전비용

본 논문에서는 위와 같은 3가지 항목 즉, 경제성, 신뢰성, 수용가 정전비용 항목을 계통구성방식의 평가기준으로 결정하였다. 다음은 계통구성방식의 평가기준인 3가지 항목에 대하여 구체적으로 설명하였다.

가. 경제성

경제성 항목은 앞서 설명한 경제성의 전기적 요소와 기자재 요소별로 한전에서 적용하고 있는 지중개략 공사비를 근간으로 하여 평가하였다. 각 계통구성방식별로 지중개략 공사비를 근간으로 한 각 요소별 구체적인 평가는 사례검토 대상지역에서의 경제성 평가표에 제시하였다.

(1) 전기적 요소

- ① 관로 케이블 길이당 자재비
- ② 관로 케이블 길이당 노임비
- ③ 직매 케이블 길이당 자재비
- ④ 직매 케이블 길이당 노임비

(2) 기자재 요소

- ① 용량별 네트워크 변압기 자재비
- ② 용량별 네트워크 프로텍터 자재비
- ③ 네트워크 지하구조물 기기 설치를 위한 자재비
- ④ 네트워크 지하구조물 기기 설치를 위한 노임비
- ⑤ 회로별 개폐기 자재비
- ⑥ 회로별 개폐기 노임비
- ⑦ 용량별 특고압 변압기 자재비
- ⑧ 용량별 특고압 변압기 기기설치를 위한 노임비
- ⑨ 용량별 지상변압기 기기설치를 위한 노임비 및 자재비

나. 신뢰성

신뢰성 항목은 시스템 평균정전회수(SAIFI), 시스템 평균 정전시간(SAIDI), 수용가 평균정전시간(CAIDI) 그리고 평균 공급가용률(ASAI)등의 4가지 항목이 있으며 이와 같은 항목에 대한 지수평가를 위해서는 배전기자재의 고장확률과 계통구성 방식에 따른 배전기자재의 고장원인별 정전수용가 수와 정전시간의 산출에 의해 평가된다. 각 신뢰도 지수 항목별 구체적인 평가는 사례검토 대상지역에서의 신뢰도 지수표에 제시하였다.

(1) 각 기자재별 고장확률

케이블, 변압기, 개폐기, 접속재와 같은 배전기자재별 고장확률의 계산순서는 다음과 같으며 다음 표 1은 1996년 말 기준으로 작성된 지중 배전 기자재별 고장 확률 결과이다.

- ① 과거 수년간 배전기자재 고장건수
- ② 연간 배전기자재 고장건수
- ③ 배전기자재 전체 길이(대수)
- ④ 배전기자재 고장확률 = ②/③

표 1 지중배전 기자재별 고장확률(1996년)

Table 1 Probability of outage for underground distribution equipment respectively(1996 Year)

항목 기자재별	고장길이 (건수)①	전체길이 (대수)②	고장확률 ①/②
케이블	154km	11,937km	0.0129(길이/km)
접속재	36	105,478	0.0003(건수/대)
변압기	24	16,555	0.00145(건수/대)
개폐기	18	12,430	0.00145(건수/대)

(2) 기자재별 정전시간(년간)

기자재별 정전시간 산정은 우리 나라 현장에서 적용하고 있는 정전 복구 작업 절차와 작업 시간을 고려하여 산출하였으며 그 산출 과정은 다음과 같다.

① 사고가 발생하면 현장으로 출동한다.

② 고장이 발생하면 배전용 변전소의 차단기가 열리기 때문에 고장탐지방범은 우선 선로의 중간점에 가서 개폐기를 열고 배전용 변전소 차단기를 다시 닫는다. 이때 배전용 변전소 차단기가 다시 동작하면 고장점은 선로 중간점의 전방에 발생함을 알 수 있으며 만약 차단기가 동작하지 않으면 고장은 선로 중간점의 후방에 발생함을 알 수 있다. 따라서 이러한 방법으로 순차적으로 고장점 탐지를 계속하면 고장 발생점을 찾을 수 있다.

따라서 위와 같은 산출과정에 근거하여 평균 고장탐지 시간과 평균 개폐절체 시간을 수식화하면 다음과 같고 표 2와 같이 최종적인 평균 정전시간이 산출된다.

① 개폐기당 평균 개폐기 절체시간은 3분

② 고장절체를 위해 이동하는 시간은 10분

③ 각 계통구성방식별 선로 수를 산정한다.

④ 각 계통구성방식별 평균개폐기 수=개폐기 수÷선로 수

⑤ 고장발생점 탐지를 위한 이동회수(n) =

$$(\text{평균개폐기 수} \div 2^n) \leq 1$$

⑥ 평균고장탐지시간=(n-1)×10분/이동당

⑦ 평균개폐절체시간=(2n-1)×3분/개폐기당

표 2 각 기자재별 평균정전시간 산출

Table 2 Calculation of average interruption time for equipment respectively

개폐기수	선로수	선로당 개폐기수	출동시간(분)	평균고장탐지시간(분)	평균개폐절체시간(분)	평균정전시간(분)
①	②	③ = ①/②	④	⑤	⑥	⑦ = ④+⑤+⑥

(3) 기자재별 정전수용가 수(년간)

기자재별 정전수용가 수는 아래항목별로 고장이 발생하였을 경우 그로 인해 정전이 발생하는 수용가 수를 나타낸다.

① 간선케이블

- ② 지선케이블
  - ③ 변압기
  - ④ 간선개폐기
  - ⑤ 지선개폐기
  - ⑥ 접속재
- (4) 신뢰도 지수

① 시스템 평균정전회수(SAIFI)

$$SAIFI = \frac{\sum \text{수용가 정전회수}}{\text{전체수용가 수}}$$

② 시스템 평균정전시간(SAIDI)

$$SAIDI = \frac{\sum \text{수용가 정전시간(분)}}{\text{전체수용가 수}}$$

③ 수용가 평균정전 시간(CAIDI)

$$CAIDI = \frac{\sum \text{수용가 정전지속시간(분)}}{\text{정전수용가 수}}$$

④ 평균공급가용률(ASAI)

$$ASAI = \frac{\sum \text{수용가 공급유효시간(분)}}{\text{수용가 공급수요시간}}$$

다. 수용가 정전비용

수용가 정전비용은 수용가에 정전이 발생하였을 경우, 수용가가 받는 충격이 얼마인지를 추정하는 것이다. 이와 같이 정전으로 인해 수용가가 피해를 입는 손실은 직접적인 요소와 간접적인 요소로 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 우선, 정전으로 인한 수용가의 직접적인 손실은 수용가가 정전으로 인한 생산 중단 등으로 인해 발생하는 손실이며 두번째 요소는 간접적인 것으로서 전력 수용가의 생산 중단으로 인해 다른 집단이 받는 손실을 들 수 있다. 보통 일반적으로 직접적인 손실이 간접적인 손실에 비해 상당히 크기 때문에 본 연구에서는 수용가 정전비용의 산출에 있어 직접적인 요소만을 고려하였다. 즉, 제조업 형태의 수용가 종별에 대해서는 전력원 단위로부터 수용가 정전비용을 산출하였으며 나머지 수용가 종별에 대해서는 경제지표별 지역내 총생산(1995년 지역내 총생산, 통계청 자료)을 조사하여 공공용과 상업용 수용가에 대한 정전비용을 산출하였다. 다음 표 3은 공공용과 상업용 수용가에 대한 수용가 정전비용 산출을 제시하였다.

표 3 공공용, 상업용 수용가 정전비용(천원/kWh)

Table 3 Customer interruption cost of government services, commercial (thousand won/kWh)

수용가 종별	경제지수별 총생산(백만원)	용도별판매 전력량(MWh)	수용가 정전비용 (천원/kWh)
공공용	6,082,291	5,109,000	1.19
상업용	138,281,380	33,422,000	4.14

수용가 정전비용의 계산은 앞서 표 3에서 제시된 IC(kWh당 정전비용)로부터 다음 식 1과 같이 계산된다.

$$CIC = IC \times L \times T \tag{1}$$

여기서,

$$CIC = \text{년간 수용가 정전비용(천원)}$$

$$IC = \text{kWh당 정전비용(원/kWh)}$$

$$L = \text{부하(kW)}$$

$$T = \text{년간 전체 정전시간(Hr)}$$

2.2 사례검토

지역별 합리적인 계통구성방식을 평가하기 위한 샘플 대상지역으로 서울 명동지역 관할인 중부지점의 중앙변전소 관내 명동2가와 충무로 그리고 퇴계로를 대상지역으로 선정하였다. 대상지역을 살펴보면 1,000kW 이상의 고압수용가인 신화 선사인빌딩 및 한일빌딩 그리고 세종호텔을 제외하고 거의 대부분 6.6kV 계통으로 구성되어 있다. 따라서 계통구성검토를 지리적으로 잘 구분하기 위하여 대상지역을 I 지역과 II 지역으로 분류하였다. 다음은 사례검토 지역에 대한 개략적인 개요를 설명하였다.

2.2.1 개요

- ① 전형적인 도심 변화가 지역
- ② 대상회선 : 중앙변전소의 계성회선, 명일회선, 충무회선, 퇴계회선 및 회현회선
- ③ 대상면적 : 150,000m<sup>2</sup>
- ④ 전체 수용가 수 : 135호
- ⑤ 전체 부하(계약전력) : 27,433kVA
- I 지역 : 12,802kVA
- II 지역 : 14,631kVA

2.2.2 공급방식의 선택

대상지역은 중요 수용가가 많은 고부하밀도 지역이기 때문에 평가할 계통구성 방식은 신뢰도가 높은 방식으로 다음과 같이 선정하였다.

- ◆ 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ◆ 상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ◆ 고·저압 연계 혼합방식
- ◆ Radial Branch 공급방식

본 논문에서는 위에서 설명한 바와 같이 대상지역에 대하여 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식과 상용·예비선/레귤러네트워크 혼합방식 그리고 고·저압 연계 혼합방식과 Radial Branch 공급방식을 적용하여 계통구성을 제시하고 각 방식별로 신뢰성 및 경제성을 평가하였다. 한편 경제성 평가를 위한 공사비는 1998년 한전 지중 개략 공사비를 참조하였으며 신뢰도 계산은 앞서 설명한 배전기자재별 정전시간과 정전수용가 수의 산출 이론을 근거로 산출하였다. 다음은 대상지역에 대하여 4가지 계통구성방식별 경제성과 신뢰성을 비교·검토하였다.

가. 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식

본 공급방식은 네트워크 배전선으로부터 레귤러네트워크 공급과 스포트네트워크 공급 그리고 상용·예비선 공급이 가능하므로 1,000kVA 이상의 수용가에 대해서는 스포트네트워크 계통으로 100~1,000kVA 수용가에 대해서는 상용·예비선 공급 그리고 100kVA 미만의 수용가에 대해서는 레귤러네트워크 방식으로 공급하는 형태이다. 네트워크 방식에 의한 전력공급시, 네트워크 변압기 용량은 부하밀도에 따라 다르지만 일반적으로 다음에 설명할 네트워크 변압기 계통구성에

서 제시한 용량 산정식에 근거하여 결정하였다.

(1) 네트워크 변압기의 용량

부하의 최대수요전력( $P_T$ )이 결정된 후 네트워크 변압기 용량( $P_{NT}[kVA]$ )을 결정하게 되는데 22.9kV, 3회선 네트워크 방식의 네트워크 변압기용량  $P_{NT}[kVA]$ 의 산출은 1회선 정전시에도 부하제한 없이 전진 회선으로 변압기의 과부하 사용에 의해 계속 공급할 수 있도록 다음 식 2와 같이 결정한다. 이때 과부하율은 1.3을 적용한다.

$$P_{NT}[kVA] = \frac{P_T[kVA]}{3-1} \times \frac{1}{\text{과부하율}} \quad (2)$$

여기서,  $P_{NT}$ 는 3회선중의 1대분 용량이다.

각 지역별 회선은 수용가의 계약전력 크기에 따라 블록별로 부하를 담당하게 되어 있으며 이때 변압기의 배치는 각 회선별 불평형을 줄이기 위하여 각선당 점유하고 있는 네트워크 변압기의 수는 동일하도록 구성하였으며 각 블록별 레귤러네트워크 변압기 용량은 식 2에 여유율을 고려하여 표 4와 같이 선정하였다. 한편, 사례지역의 고압수용가는 모두 25호이며 이중 계약전력 1,000kW 이상의 고압수용가인 신화선사인빌딩 및 한일빌딩 그리고 세종호텔에 대해서는 스포트네트워크 공급방식을 적용하였으며 나머지 22호의 수용가(합계 4,427kVA)에 대해서는 상용·예비선 공급방식으로 공급하였으며 이때 스포트네트워크 변압기 구성은 표 5와 같으며 사례지역에 대한 최종 블록별 네트워크 구성도는 그림 2와 같다.

표 4 블록별 최대수요전력과 레귤러네트워크 변압기 구성  
Table 4 Peak demand power and composition of regular network transformer in block respectively

구 분	최대수요전력 (kVA)	네트워크 변압기 구성
지역 I	블록 #1	1,500kVA×3
	블록 #2	750kVA×3
	블록 #3	500kVA×3
	블록 #4	500kVA×3
지역 II	블록 #5	750kVA×3, 1,500kVA×3
	블록 #6	1,500kVA×3
	블록 #7	1,000kVA×3

표 5 블록별 스포트네트워크 변압기 구성  
Table 5 Composition system of spot network transformer in block respectively

구 분	수용가 명	계약전력 (kW)	네트워크 변압기 구성
지역 I	블록 #1	세종호텔	750kVA×3
	블록 #2	한일빌딩	500kVA×3
지역 II	블록 #5	신화빌딩	500kVA×3

나. 상용·예비선/레귤러네트워크 혼합방식

사례지역에 대하여 저압계통구성은 앞서 제시한 레귤러네트워크 방식과 유사하게 7개의 블록에 대하여 구성하였다. 즉, 이 지역에 대한 레귤러네트워크 구성은 지역 I와 지역 II의 부하를 고려하여 지역 I에 3회선 그리고 지역 II에 3회선을 공급하도록 하였다. 각 블록별 레귤러네트워크 변압기 용량은 식 2에 여유율을 고려하여 선정하였으며 앞서 제시한 표 4와 같다. 한편, 100kW 이상의 25개 고압수용(8,277kVA)에 대해서는 상용·예비선 공급방식을 적용하였으며 사례지역에 대한 최종 블록별 네트워크 구성도는 그림 3과 같다.

다. 고·저압 연계 혼합방식

사례지역에 대하여 고·저압 연계 혼합방식을 적용하였다. 사례지역에 대하여 공급되는 회선은 6회선으로서 그림 4와 같이 3회선씩 2분할하고 각 3회선은 동일 루트로 공급하는 방식을 선택하였다. 변압기 용량은 대용량화하여 500~1,000kW으로 하고 따라서 500kW 이하의 수용가는 저압으로 공급한다. 한편, 고압수용가는 공급신뢰도를 고려하여 두개로 분류하여 계약전력 500~1,000kW의 수용가는 연계방식으로 공급하고 1,000kW이상의 수용가는 상용·예비선 방식으로 공급하였다. 따라서 500kW~1,000kW의 고압 수용가 2호는 고압 연계방식으로 공급하고 나머지 저압수용을 위한 각 블록별 최대수요전력과 대용량 변압기의 구성은 여유율을 고려하여 표 6과 같이 선정하였다. 한편, 1,000kW 이상의 고압수용가에 대해서는 상용·예비선 공급방식을 적용하였으며 이때 변압기 구성은 표 7과 같다.

표 6 블록별 최대수요전력과 대용량 변압기 구성  
Table 6 Peak demand power and composition of large capacity transformer in block respectively

구 분	최대수요전력 (kVA)	대용량 변압기 구성
지역 I	블록 #1	750kVA×6
	블록 #2	1,000kVA×3
	블록 #3	750kVA×3
	블록 #4	500kVA×3
지역 II	블록 #5	750kVA×6, 1,000kVA×3
	블록 #6	1,000kVA×6
	블록 #7	750kVA×6

표 7 블록별 상용·예비선 변압기 구성  
Table 7 Primary selective system in block respectively

구 분	수용가 명	계약전력 (kW)	변압기 구성
지역 I	블록 #1	세종호텔	1,500kVA
	블록 #2	한일빌딩	1,500kVA
지역 II	블록 #5	신화빌딩	1,500kVA

라. Radial Branch 공급방식

사례지역에 대하여 Radial Branch 공급방식을 적용하였다. 계약전력 1,000kW 이상인 수용가에 대해서는 상용·예비선과 같은 단일 브랜치를 구성하였으며 최종적인 계통 구성도는 그림 5와 같다.

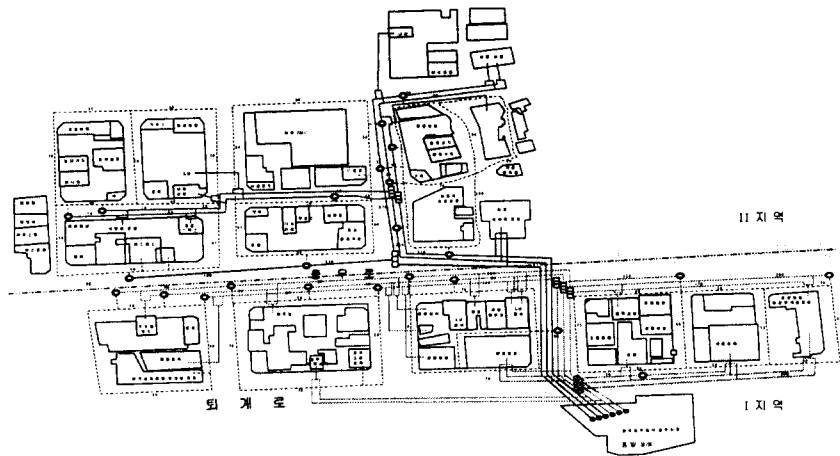


그림 2 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합 계통도  
 Fig. 2 spot/primary selective/regular network configuration system

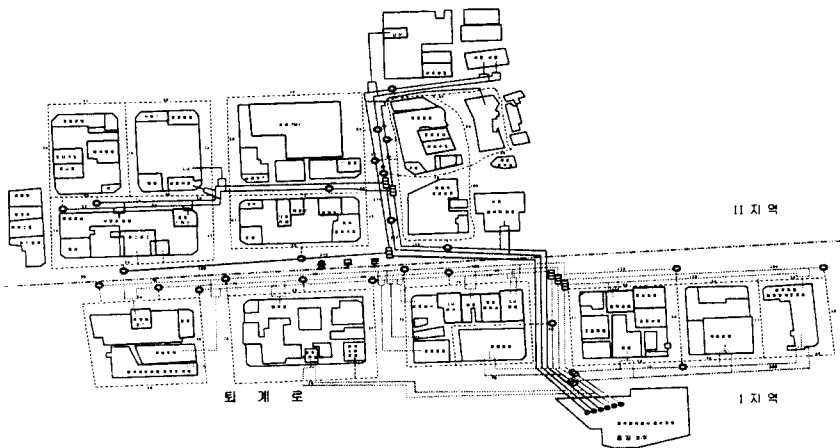


그림 3 상용·예비/레귤러네트워크 혼합 계통도  
 Fig. 3 Primary selective/regular network configuration system

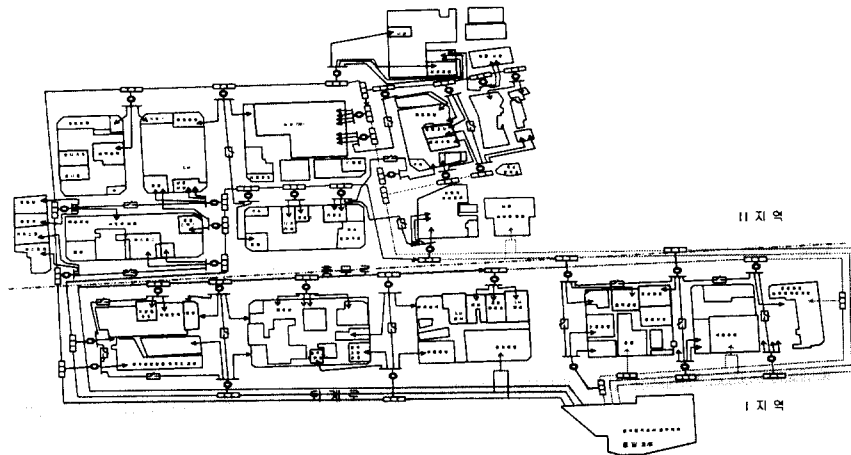


그림 4 고·저압 연계 혼합 계통도  
 Fig. 4 Primary/secondary loop configuration system

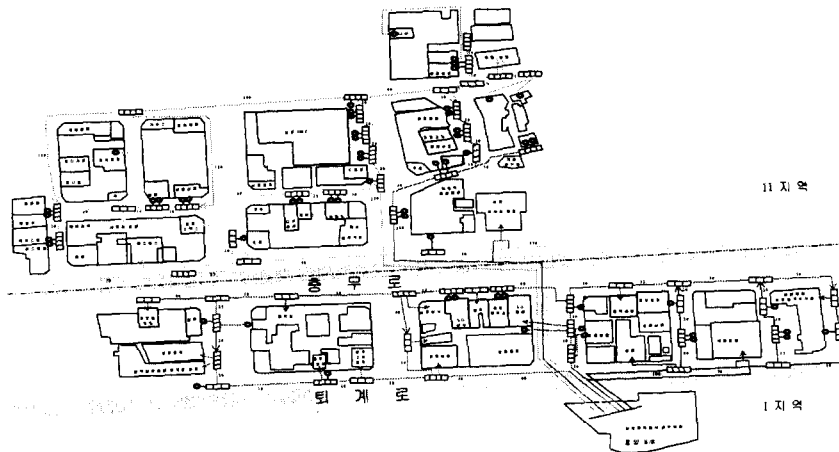


그림 5 Radial Branch 계통도

Fig 5 Configuration system of radial branch

2.2.3 기자재별 정전시간 및 정전수용가 수 산출

사례 지역의 각 계통구성방식에 대하여 기자재별 정전시간 및 정전수용가 수의 산출은 다음과 같다.

가. 각 기자재별 정전시간

(1) 간선 케이블

간선 케이블에 대한 각 기자재별 정전시간은 다음 표 8과 같다.

표 8 기자재별 정전시간(간선케이블)

Table 8 Interruption time for equipment respectively (main cable)

계통공급 방식	개폐소수 ①	간선수 ②	간선당 개폐소수 ③=①/②	출동시간(분) ④	평균고장탐지시간(분) ⑤	평균개폐절체시간(분) ⑥	평균정전시간(분) ⑦ = ④+⑤+⑥
스포츠/상용·예비/레귤러	22	6	3.67	0.0	0.0	3.0	3.00
상용·예비/레귤러	25	6	4.17	0.0	0.0	3.0	3.00
고·저압 연계	3	6	0.5	0.0	0.0	3.0	3.00
Radial Branch	3	6	0.5	0.0	0.0	3.0	3.00

대상지역의 각 계통구성방식별 간선케이블 고장에 대한 정전시간 산출은 다음과 같다.

① 모든 계통공급방식의 간선 수는 6회선이다.

② 모든 방식에 대하여 간선케이블 고장시 다른 회선으로 절체가 가능하므로 고장 탐지시간은 제외되고 개폐 절체시간은 3분이다.

(2) 지선 케이블

지선 케이블에 대한 각 기자재별 정전시간은 다음 표 9와 같다.

① 모든 방식에서 지선이 존재하며 이때 연계 수는 6개이다.

② 고·저압 연계 방식에서의 평균고장탐지와 개폐절체시간의 계산

◆ 연계당 개폐소 수 =  $40 / 6 = 6.7$

◆  $n = (6.7 \div 2^n) \leq 1 = 2.74$

◆ 평균 고장탐지 시간 =  $(n - 1) \times 10 \text{ 분} / \text{이동당} = 17.4$

◆ 평균 개폐절체 시간 =  $(2n - 1) \times 3 \text{ 분} / \text{개폐소당} = 13.44$

표 9 기자재별 정전시간(지선케이블)

Table 9 Interruption time for equipment respectively (branch cable)

계통공급 방식	개폐소수 ①	연계수 ②	연계당 개폐소수 ③=①/②	출동시간(분) ④	평균고장탐지시간(분) ⑤	평균개폐절체시간(분) ⑥	평균정전시간(분) ⑦ = ④+⑤+⑥
스포츠/상용·예비/레귤러	9	6	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
상용·예비/레귤러	8	6	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
고·저압 연계	40	6	6.7	30	17.4	13.44	60.84
Radial Branch	57	6	9.5	30	22.5	16.50	69.00

③ Radial Branch 방식에서의 평균고장탐지와 개폐절체시간의 계산

◆ 연계당 개폐소 수 =  $57 / 6 = 9.5$

◆  $n = (9.5 \div 2^n) \leq 1 = 3.25$

◆ 평균 고장탐지 시간 =  $(n - 1) \times 10 \text{ 분} / \text{이동당} = 22.5$

◆ 평균 개폐절체 시간 =  $(2n - 1) \times 3 \text{ 분} / \text{개폐소당} = 16.50$

(3) 변압기

① 고·저압 연계 방식에서의 절체시간 계산

◆ 출동시간 = 30 분

◆ 개폐절체시간 = 3 분

② 스포츠/상용·예비/레귤러네트워크, 상용·예비/레귤러네트워크 그리고 Radial Branch 방식에서의 절체시간 = 120 분

나. 각 방식별 기자재별 정전수용가 수

(1) 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 방식

- ① 간선 케이블 (22 ÷ 6) = 3.67
- ② 지선 케이블
- ③ 변압기 22 ÷ 22 = 1.0
- ④ 간선 개폐기 (22 ÷ 6) = 3.67
- ⑤ 지선 개폐기
- ⑥ 간선 접속재 (22 ÷ 6) = 3.67

⑦ 지선 접속재

(2) 상용·예비/레귤러네트워크 방식

- ① 간선 케이블 (25 ÷ 6) = 4.17
- ② 지선 케이블
- ③ 변압기 25 ÷ 25 = 1.0
- ④ 간선 개폐기 (25 ÷ 6) = 4.17
- ⑤ 지선 개폐기
- ⑥ 간선 접속재 (25 ÷ 6) = 4.17

⑦ 지선 접속재

(3) 고·저압 연계 공급 방식

- ① 간선 케이블 3 ÷ 6 = 0.5
- ② 지선 케이블 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0
- ③ 변압기 135 ÷ 41 = 3.29
- ④ 간선 개폐기 3 ÷ 6 = 0.5
- ⑤ 지선 개폐기 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0
- ⑥ 간선 접속재 3 ÷ 6 = 0.5
- ⑦ 지선 접속재 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0

(4) Radial Branch 공급 방식

- ① 간선 케이블 3 ÷ 6 = 0.5
- ② 지선 케이블 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0
- ③ 변압기 135 ÷ 135 = 1.00
- ④ 간선 개폐기 3 ÷ 6 = 0.5
- ⑤ 지선 개폐기 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0
- ⑥ 간선 접속재 3 ÷ 6 = 0.5
- ⑦ 지선 접속재 (132 ÷ 6) ÷ 2 = 11.0

2.2.4 공급방식별 신뢰도 및 경제성 평가

다음은 각 4가지 계통 구성방식에 대하여 경제성 및 신뢰도 평가 항목 요소별로 작성된 평가표로서 그림 6은 각 계통 구성 방식에 대하여 전력회사 단독분과 전체 투자비용 그리고 고 개폐기의 자동화 여부에 따른 투자비용을 비교 분석하였으며 표 10~표 17에서는 제안된 각 계통구성 방식에 대한 신뢰도 지수와 수용가 정전비용의 산출을 도시하였다.

표 10 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식의 신뢰도 지수

Table 10 Index of reliability for spot/primary selective /regular network system

정전원인	고장율	길이 (대수)	수용가 수	정전 시간 (분)	정전 수용가수 (원인별)	정전 수용가수 (년간)	수용가 정전시간 (년간)(분)
	①	②	③	④	⑤	⑥ = ①*②*⑤	⑦=④*⑥
간선케이블	0.0129	3.20	25	3.0	3.67	0.1515	0.4545
지선케이블	0.0129	3.22	110				
네트워크 변압기	0.00145	33	113	120			
변압기	0.00145	22	22	120	1.00	0.0319	3.8280
간선개폐기	0.00145	31	25	3.0	3.67	0.1650	0.4949
지선개폐기	0.00145						
간선접속재	0.0003	57	25	3.0	3.67	0.0628	0.1883
지선접속재	0.0003						
소 계						0.4111	4.9657
작업정전						1.2334	8.9382
합 계						1.6445	13.9039

신뢰도 계산

⑧ 전체 수용가 수 : 135

⑨ 수용가 공급 수요시간 : 135×60×24×365 = 7.095×10<sup>7</sup>

SAIFI(시스템 평균정전 횟수) = ⑥ / ⑧ = 0.0122

CAIDI(수용가 평균정전 시간) = ⑦ / ⑥ = 8.4548

SAIDI(시스템 평균정전 시간) = ⑦ / ⑨ = 0.1030

ASAI(평균공급가능율) = (1 - ⑦ / ⑨) = 100.0000

표 11 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식의 수용가 정전비용

Table 11 Customer interruption cost for spot/primary selective/regular network system

수용가 형태	정전비용 (천원/kWH)	부하 (kW)	수용가 수	수용가당 부하(kW)	수용가당 정전시간(Hr)	수용가정전 비용(천원)
	①	②	③	④=②/③	⑤ = SAIDI*③/60	⑥=①*④*⑤
공공용	1.19	10,092	27	373.8	0.0463	20.6146
상업용	4.14	17,341	108	160.6	0.1854	123.2324
합 계		27,433	135	534.4	0.2317	143.8469

표 12 상용·예비선/레귤러네트워크 혼합방식의 수용가 정전 비용

Table 12 Customer interruption cost for primary selective /regular network system

수용가 형태	정전비용 (천원/kWH)	부하 (kW)	수용가 수	수용가당 부하(kW)	수용가당 정전시간(Hr)	수용가정전 비용(천원)
	①	②	③	④=②/③	⑤ = SAIDI*③/60	⑥=①*④*⑤
공공용	1.19	10,092	27	373.8	0.0565	25.1328
상업용	4.14	17,341	108	160.6	0.2260	150.2419
합 계		27,433	135	534.4	0.2825	175.3747



표 13 상용·예비선/레귤러네트워크 혼합방식의 신뢰도 지수

Table 13 Index of reliability for primary selective/regular network system

정전원인	고장율	길이 (대수)	수용가 수	정전 시간 (분)	정전 수용가수 (원인별)	정전 수용가수 (년간)	수용가 정전시간 (년간)(분)
	①	②	③	④	⑤	⑥ = ①*②*⑤	⑦=④*⑥
간선케이블	0.0129	3.00	25	3.0	4.17	0.1614	0.4841
지선케이블	0.0129	3.22	110				
네트워크 변압기	0.00145	24	110	120			
변압기	0.00145	25	25	120	1.00	0.0363	4.3500
간선개폐기	0.00145	33	25	3.0	4.17	0.1995	0.5986
지선개폐기	0.00145						
간선접속재	0.0003	58	25	3.0	4.17	0.0726	0.2177
지선접속재	0.0003						
소 계						0.4697	5.6504
작업정전						1.2852	11.3008
합 계						1.7549	16.9512

신뢰도 계산

⑧ 전체 수용가 수 : 135

⑨ 수용가 공급 수요시간 :  $135 \times 60 \times 24 \times 365 = 7.0956 \times 10^7$

SAIFI(시스템 평균정전 횟수) =  $\frac{⑥}{⑧} = 0.0130$

CAIDI(수용가 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 9.6593$

SAIDI(시스템 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 0.1256$

ASAI(평균공급가용율) =  $(1 - \frac{⑦}{⑧}) = 100.0000$

표 14 고·저압 연계 혼합방식의 신뢰도 지수

Table 14 Index of reliability for primary/secondly composition system

정전원인	고장율	길이 (대수)	수용가 수	정전 시간 (분)	정전 수용가수 (원인별)	정전 수용가수 (년간)	수용가 정전시간 (년간)(분)
	①	②	③	④	⑤	⑥ = ①*②*⑤	⑦=④*⑥
간선케이블	0.0129	0.36	3	3.00	0.5	0.0023	0.0070
지선케이블	0.0129	4.22	132	60.84	11.00	0.5988	36.4321
간선개폐기	0.00145	3	3	3.00	0.5	0.0022	0.0065
지선개폐기	0.00145	57	132	60.84	11.00	0.9092	55.3127
변압기	0.00145	41	135	33.00	3.29	0.1956	6.4545
간선접속재	0.0003	7	3	3.00	0.5	0.0011	0.0032
지선접속재	0.0003	112	132	60.84	11.00	0.3696	22.4865
소 계						2.0787	120.7024
작업정전						6.2361	241.4047
합 계						8.3148	362.1071

신뢰도 계산

⑧ 전체 수용가 수 : 135

⑨ 수용가 공급 수요시간 :  $135 \times 60 \times 24 \times 365 = 7.0956 \times 10^7$

SAIFI(시스템 평균정전 횟수) =  $\frac{⑥}{⑧} = 0.0616$

CAIDI(수용가 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 43.5496$

SAIDI(시스템 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 2.6823$

ASAI(평균공급가용율) =  $(1 - \frac{⑦}{⑧}) = 99.9995$

표 15 고·저압 연계 혼합방식의 수용가 정전비용

Table 15 Customer interruption cost for primary/secondly configuration system

수용가 형태	정전비용 (천원/kWH)	부하 (kW)	수용가 수	수용가당 부하(kW)	수용가당 정전시간(Hr)	수용가정전 비용(천원)
	①	②	③	④=②/③	⑤ = SAIDI*③/60	⑥=①*④*⑤
공공용	1.19	10,092	27	373.8	1.2070	536.8788
상업용	4.14	17,341	108	160.6	4.8281	3,209.4195
합 계		27,433	135	534.4	6.0351	3,746.2983

표 16 Radial Branch 계통방식의 수용가 정전비용

Table 16 Customer interruption cost for radial branch configuration system

수용가 형태	정전비용 (천원/kWH)	부하 (kW)	수용가 수	수용가당 부하(kW)	수용가당 정전시간(Hr)	수용가정전 비용(천원)
	①	②	③	④=②/③	⑤= SAIDI*③/60	⑥=①*④*⑤
공공용	1.19	10,092	27	373.8	1.4080	626.2812
상업용	4.14	17,341	108	160.6	5.6321	3,743.8605
합 계		27,433	135	534.4	7.0401	4,370.1417

표 17 Radial Branch 계통방식의 신뢰도 지수

Table 17 Index of reliability for radial branch composition system

정전원인	고장율	길이 (대수)	수용가 수	정전 시간 (분)	정전 수용가수 (원인별)	정전 수용가수 (년간)	수용가 정전시간 (년간)(분)
	①	②	③	④	⑤	⑥ = ①*②*⑤	⑦=④*⑥
간선케이블	0.0129	0.14	3	3.0	0.5	0.0009	0.0027
지선케이블	0.0129	2.55	132	69.0	11.0	0.3618	24.9673
간선개폐기	0.00145	3	3	3.0	0.5	0.0022	0.0065
지선개폐기	0.00145	57	132	69.0	11.0	0.9092	62.7314
변압기	0.00145	135	135	120	1.00	0.1958	23.4900
간선접속재	0.0003	7	3	3.0	0.5	0.0011	0.0032
지선접속재	0.0003	130	132	69.0	11.0	0.4290	29.6010
소 계						1.8999	140.8020
작업정전						5.6996	281.6041
합 계						7.5995	422.4061

신뢰도 계산

⑧ 전체 수용가 수 : 135

⑨ 수용가 공급 수요시간 :  $135 \times 60 \times 24 \times 365 = 7.0956 \times 10^7$

SAIFI(시스템 평균정전 횟수) =  $\frac{⑥}{⑧} = 0.0563$

CAIDI(수용가 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 55.5835$

SAIDI(시스템 평균정전 시간) =  $\frac{⑦}{⑧} = 3.1289$

ASAI(평균공급가용율) =  $(1 - \frac{⑦}{⑧}) = 99.9994$

번호	공사 유형		공사비(천원)		스포츠/상용·예비/레귤러 네트워크 혼합방식		상용·예비/레귤러 네트워크 혼합방식		고·저압 연계 혼합 방식		Radial Branch 방식			
			재료비	노임비	공장 (대수)	소 계	공장 (대수)	소 계	공장 (대수)	소 계	공장 (대수)	소 계		
1.0	케이블				km	(천원)	km	(천원)	km	(천원)	km	(천원)		
①	관로 케이블	22.9kV CNCV	325' 1회선(주간)		67,355	37,757								
②			325' 1회선(주간,변화1)		67,355	47,154	3.20	366,429	3.00	343,527	4.58	524,451		
③	비닐 전선	600V CV	200' 1회선(주간)		27,193	15,244								
④			200' 1회선(주간,변화1)		27,193	19,037	3.22	148,861	3.22	148,861				
⑤	직매 케이블	22.9kV CNCV	325' 1회선(심야)		90,717	176,490								
⑥			325' 1회선(심야)		90,134	173,956								
⑦			60' 1회선(심야)		44,826	142,942								
⑧			60' 1회선(심야)		44,652	143,297								
S1	소 계						6.42	515,290	6.22	492,388	4.58	524,451		
2.0	변압기				대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)				
(1)	지상 변압기	단상	30kVA		3,337	982					3	12,957		
(2)			50kVA		3,495	864					3	13,077		
(3)			75kVA		3,700	1,060					34	161,840		
(4)			100kVA		3,892	1,077					21	104,349		
(5)			150kVA		4,305	1,250					1	5,555		
(6)		삼상	75kVA		6,408	1,409								
(7)			100kVA		6,524	1,421								
(8)			150kVA		6,995	1,551					1	8,546		
(9)			200kVA		7,379	1,559								
(10)			300kVA		7,379	1,559								
(11)	복고압 변압기	단상	100kVA		2,025	1,077								
(12)			150kVA		2,449	1,250								
(13)			200kVA		2,956	1,271					38(수)	160,626		
(14)			250kVA		3,505	1,300								
(15)			300kVA		3,714	1,350								
(16)			400kVA		4,347	1,450								
(17)	복고압 변압기	삼상	100kVA		3,337	982	2(수)	8,638	2(수)	8,638		3(수)	12,957	
(18)			150kVA		3,495	864	2(수)	8,718	2(수)	8,718		2(수)	8,718	
(19)			200kVA		3,700	1,060	4(수)	19,040	4(수)	19,040		8(수)	38,080	
(20)			250kVA		3,892	1,077	5(수)	24,845	5(수)	24,845		6(수)	29,814	
(21)			300kVA		4,305	1,250	3(수)	16,665	3(수)	16,665		6(수)	33,330	
(22)			400kVA		6,408	1,409	3(수)	23,451	3(수)	23,451		3(수)	23,451	
(23)			500kVA		6,524	1,421	1(수)	7,945	1(수)	7,945	3	23,835	1(수)	7,945
(24)			600kVA		6,995	1,551	2(수)	17,092	2(수)	17,092	2(수)	17,092	2(수)	17,092
(25)			750kVA		7,379	1,559					21	187,698		
(26)			1000kVA		12,025	1,777					12	165,624		
(27)	1500kVA		18,549	1,985					3(수)	61,602	3(수)	61,602		
S2	소 계						22	126,394	25	187,996	41	455,851		
3.0	네트워크 시스템				대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)		
(30)	네트워크 시스템	500kVA		64,579	1,421	6,6(수)	792,000	6	396,000					
(31)		750kVA		75,381	1,559	6,3(수)	692,460	6	461,640					
(32)		1000kVA		87,163	1,777	3	266,820	3	266,820					
(33)		1500kVA		167,015	1,985	9	1,521,000	9	1,521,000					
S3	소 계						33	3,272,280	24	2,645,460				

번호	공사 유형		공사비(천원)		스포츠/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식		상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식		고·저압 연계 혼합방식		Radial Branch 방식	
			재료비	노임비	공장(대수)	소 계	공장(대수)	소 계	공장(대수)	소 계	공장(대수)	소 계
4.0	수동개폐기				대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)
㉠	개폐기	스틱형 4-4	19,714	2,063	22	479,094	25	544,425	3	65,331	38	827,526
㉡		스틱형 3-3	16,456	1,853	9	164,781	8	146,472	57	1,043,613	22	402,798
㉢		저압연계용	7,000	700					120	924,000		
S4	소 계				31	643,875	33	690,897	180	2,032,944	60	1,230,324
5.0	맨홀											
S5	맨홀	MA4	3,396	8,625	51	613,071	50	601,050	21	252,441	14	168,294
	합계(전체)					5,170,910		4,617,791		3,265,687		2,406,586
	합계(전력회사분)					4,417,696		4,429,795		3,186,993		2,012,971
6.0	자동개폐기				대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)	대	(천원)
㉠	개폐기	스틱형 4-4	36,000	3,600	22	871,200	25	990,000	3	118,800	38	1,504,800
㉡		스틱형 3-3	32,000	3,200	9	316,800	8	281,600	57	2,006,400	22	774,400
㉢		저압연계용	9,000	900					120	1,188,000		
S4	소 계				31	1,188,000	33	1,271,600	180	3,313,200	60	2,279,200
	합계(전체)					5,715,034		5,198,494		4,545,943		3,455,462
	합계(전력회사분)					4,961,820		5,010,490		4,467,249		3,061,847

그림 6 계통방식별 경제성 평가

Fig 6 Evaluation of economics for configuration system respectively

2.2.5 결과분석

사례검토 지역에 대하여 자동화 시스템을 제외하고 각 계통구성방식별 투자비 및 신뢰도를 비교 평가하여 보면, 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식이 가장 높은 신뢰성을 가지며 그 다음으로 상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식 그리고 고·저압 연계 혼합방식, Radial Branch 방식 순으로 신뢰도 순위가 평가되며 경제성은 반대로 된다. 또한 수용가 정전비용은 신뢰도에 비례하기 때문에 신뢰도와 같은 우선 순위가 될을 알 수 있다. 한편, 자동화 시스템을 포함한 전체적인 공급조건에 대하여 평가순위를 분석하여 보면 다음 표 18에서 알 수 있듯이 경제성 측면에서는 스포트/상용·예비/레귤러(자), 상용·예비/레귤러(자), 스포트/상용·예비/레귤러, 상용·예비/레귤러, 고·저압연계(자), Radial Branch(자), 고·저압연계, Radial Branch 방식순으로 투자비가 많이 소요되는 것으로 되어있고 신뢰도 측면에서는 스포트/상용·예비/레귤러(자), 상용·예비/레귤러(자), 스포트/상용·예비/레귤러, 상용·예비/레귤러, 고·저압연계(자), Radial Branch(자), 고·저압연계, Radial Branch 방식순으로 신뢰도 지수가 높게 평가되어 있다.

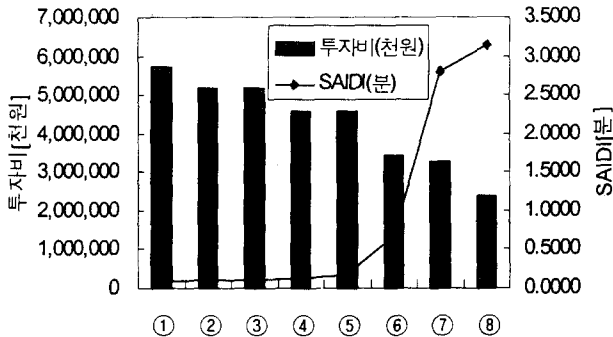


표 18 각 계통 방식에 대한 비교 요약

Table 18 Summary for comparison of configuration system respectively

공급 조건	투자비(천원)	신뢰도 데이터				수용가 정전비용(천원)
		SAIFI	CAIDI(분)	SAIDI(분)	ASAI	
스포츠/상용·예비/레귤러	5,170,910⑥	0.012	8.46	0.10③	100.000	144 ③
상용·예비/레귤러	4,617,791⑤	0.013	9.66	0.13④	100.000	175 ④
고·저압 연계	3,265,687②	0.062	43.55	2.68⑦	99.9995	3,746 ⑦
Radial Branch	2,406,586①	0.056	55.58	3.13⑧	99.9994	4,370 ⑧
스포츠/상용·예비/레귤러(자)	5,715,034⑧	0.012	6.52	0.08①	100.000	111 ①
상용·예비/레귤러(자)	5,198,494⑦	0.013	7.44	0.10②	100.000	135 ②
고·저압 연계(자)	4,545,943④	0.062	4.82	0.30⑤	99.9999	414 ⑤
Radial Branch(자)	3,455,462③	0.056	11.92	0.67⑥	99.9999	938 ⑥

- ① : 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식(자)
- ② : 상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식(자)
- ③ : 스포트/상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ④ : 상용·예비/레귤러네트워크 혼합방식
- ⑤ : 고·저압 연계 혼합방식(자)
- ⑥ : Radial Branch 방식(자)
- ⑦ : 고·저압 연계 혼합방식
- ⑧ : Radial Branch 방식

### 3. 결 론

본 논문에서는 가장 합리적인 지중배전 계통구성 방식을 결정하기 위하여 필요한 각 배전계통 구성방식별 평가 알고리즘을 도출하였으며 그 기준이 되는 경제성, 신뢰성 그리고 수용가 정전비용 등의 요소를 우리 나라 실정에 맞게 평가할 수 있는 기법을 다음과 같이 개발하였다.

(1) 각 지역에 대하여 지중배전계통 구성방식을 평가하여 최선의 방식을 선택할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 즉 지중배전계통 구성방식의 평가 기준으로서 경제성, 신뢰성 그리고 수용가 정전비용을 제시하고 각 항목별로 평가요소를 국내실정에 적합하도록 정립함으로써 향후 부하특성이 다른 다양한 지역에 지중배전계통의 계획 및 설계시 최적의 지중배전계통 구성방식을 선정하는데 적용 가능한 방법론을 제안하였다.

(2) 각 지역별로 최적계통 구성을 도출하기 위하여 사례지역을 대상으로 제안된 여러 가지 계통 구성방식에 대하여 계통 구성 방식을 평가하기 위한 계통구성방식 평가 항목을 비교 검토하였다. 또한 사례검토 과정에서 각 계통구성방식별로 정확한 판정을 위하여 우리 실정에 적합한 경제성 및 신뢰성을 평가하는 방법을 제시하였다.

(3) 계통 구성방식을 결정하는 평가 기준 요소들 중에서 경제성 평가는 한전 지중개략 공사비(1998년도) 내역을 근거로 하였으며 신뢰도 평가를 위해서 우리 나라 현장에서 적용하고 있는 정전복구 작업 절차와 작업 시간을 고려하여 각 지역별 기자재별 정전시간 및 정전수용 수를 산출하는 방법을 제시하였다. 또한 수용가 정전비용을 산출하기 위하여 경제 지표 데이터를 고려하여 우리 나라 실정에 적합한 수용가 정전비용을 산출하였다.

### 참 고 문 헌

- [1]"Guide to value-based distribution reliability Planning Volume I", CEA Report, Canada, 1996
- [2]"Guide to value-based distribution reliability Planning Volume II", CEA Report, Canada, 1996
- [3]"System Master Plan Report", Toronto Hydro Electric, Canada, 1997
- [4] "네트워크 최적화 수법에 의한 고·저압 지중 배전계통의 계획 수법", 일본전력중앙연구소, 1989.9
- [5]"Comparison of overhead lines and underground cables for electricity transmission", CIGRE, 1996
- [6]"22kV SNW 배전의 설계지침", 구주전력, 1996.
- [7]"Outage Reduction and Modernization of Distribution Automation", 구주전력, 1992.

## 저 자 소 개



최 상 봉 (崔商鳳)

1958년 2월 12일 생. 1981년 아주대 전자공학과 졸업. 1991년 연세대 대학원 전기공학과 졸업(공학) 1989년~현재 한국전기연구소 지중시스템 연구그룹 선임연구원



정 성 환 (鄭聖煥)

1964년 3월 10일 생. 1987년 부산대 전기공학과 졸업. 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업 1999년 동 대학원 전기공학과 박사과정. 1989년~현재 한국전기연구소 지중시스템 연구그룹 선임연구원



김 대 경 (金大景)

1958년 2월 20일 생. 1981년 부산대 전기공학과 졸업. 1983년 한양대 대학원 전기공학과 졸업. 1999년 영국 UMIST 박사과정 97년~현재 한국전기연구소 지중시스템 연구그룹장 책임연구원