

전력구 환기용량 및 집수설비 규격검토

송충기
한국전력공사 중앙교육원

A study on ventilation capacity and water catchment facilities of a cable tunnel

Song Choong Ki
Central Education Institute, KEPCO

Abstract - 지중송전선로는 2006년 기준으로 전체 송전선로의 8.8%를 차지하고 있으며 그 점유비율은 점차 증가하는 추세이다. 지중송전선로의 주요 구조물 중 하나인 전력구는 “토목구조물 시공-부대설비 시설-케이블 포설”의 순서로 공정이 진행된다.

전력구 부대설비 중 환기설비, 배수시설에 대한 검토는 토목 구조물의 기초설계시에 설치위치와 더불어 그 규격에 대한 검토가 이루어져야 하나 관련 기준이 명확하지 않아 정확한 검토에 어려움이 따른다.

본 논문에서는 최근 개정된 한전 설계기준[1] 및 제정된 전력구부대설비시설기준[2]을 토대로 집수정의 규격에 대한 검토기준을 제시하였고 아울러 환기설비에 대한 설계방법을 구체적으로 제시하였다.

1. 서 론

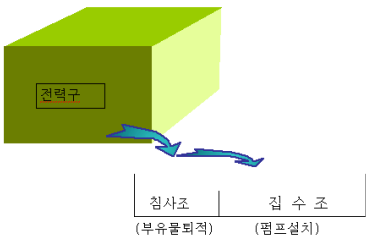
전력구는 토목구조물과 지중선로와 아울러 조명, 환기, 소방, 배수 등 이른바 전력구 부대설비로 구성된 종합적인 전력공급설비이다. 전력구 부대설비는 그 특성상 토목구조물 기초설계시 환기 및 배수에 대한 전반적인 사항이 검토되어야 하나, 그 중요성에 비해 검토기준이 명확하지 않고 그 특성이 다양하므로 단순히 설치위치의 적절성에 대한 대략적이고 경험적인 검토만이 이루어질 뿐이다.

최근 한전 설계기준 및 전력구부대설비시설기준에 대한 체계정이 이루어졌으나[1][2], 실제적인 적용 및 검토에 일부 어려움이 예상되는 바, 본 논문에서는 집수설비에 대해서는 실제적인 시공가능성 및 유출수 토출량에 따른 집수정의 규격 검토에 대하여 살펴보고, 환기설비의 용량검토시 설계조건, 설계변수 등 설계검토시 고려하여야 할 사항에 대하여 기술하고자 한다.

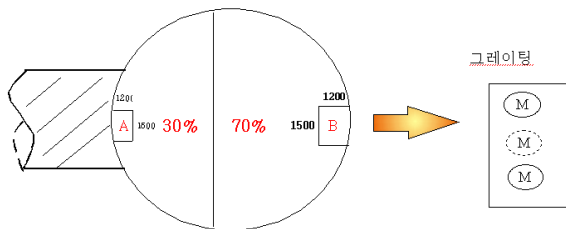
2. 본 론

2.1 집수정 규격 검토

전력구내 배수설비는 배수펌프, 배수관, 집수정 등으로 구성되고, 토목 구조물의 기초설계시 집수정의 위치 및 집수정의 크기가 함께 검토되어야 한다. 집수정의 위치에 대해서는 경험적으로 저구배의 위치에 설치되는 것이 통례이고 집수정의 규격에 대해서는 명확한 기준이 정립되어 있지 않아 검토에 어려움이 있다.



〈그림 1〉 집수정 구성 측면도



〈그림 2〉 집수정 구성 상세도

전력구 집수정은 그림 1에서 볼 수 있듯이 부유물 퇴적을 위한 침사조와 집수를 위한 집수조로 구성되고, 그 규격은 침사조: 집수조 = 약 3:7의 비로 구성되도록 설계한다. [2]

집수정의 크기는 집수정에 유입되는 수량에 따라 결정되고 집수정에 유입되는 펌프 반입 그레이팅부의 크기는 그림 2에서 볼 수 있듯이 최소규격은 개착식 전력구의 경우 1,000×1,200mm, 터널식 전력구는 1,200×1,500mm 이상이 되어야 하며 배수로는 침사조에 연결되어야 한다.

2.1.1 배관구경 결정

집수정의 크기는 저수조에 유입되는 유입수량에 따라 결정되고, 우선 배수펌프와 연결되는 배수관의 규격에 대한 검토가 이루어져야 하고, 배수관의 규격은 식 (1)로 결정된다.

$$\text{배관구경 (D)} = 146 \sqrt{\frac{Q}{V}} \quad (1)$$

배수량(Q) = 허용배수량 [m³/분/km] × 배수관 길이 [km]
수중펌프 토출유속(V) = 2.0

위 식(1)에서 허용배수량은 전력구 시공공법에 따라 다르게 적용되며 최근 연구에 의하면 배수터널의 경우 1.0 [m³/분/km], 개착식 전력구 등 배수터널의 경우는 0.42 [m³/분/km]을 적용한다. [3]

〈표 1〉 전력구터널 침투수 억제대책 연구결과 요약

구 분	현 행	연구결과	
설 계 개 념	비배수터널	Shield, 수압4kg/cm ² NATM	
	배수터널	NATM	
해 석 기 법	비배수터널	유효응력+정수압	변경없음
	배수터널	유효응력	정상류: 변경없음 비정상류: 유효응력+정수압
라이닝 선정기법	비배수터널	유효응력+정수압	변경없음
	배수터널	유효응력+침투압(정수압 50%)	

2.1.2 집수정 크기 검토

전력구 내에 설치되는 적정규격의 집수정은 “펌프의 운전시간이 최소 60분”[1][2]이 되도록 설계되어 펌프의 기동, 정지의 반복으로 인한 전기 회로 등의 손상을 최소화할 수 있도록 설계된다. 집수정 최소 규격은 다음 식 (2)로 계산할 수 있고 토목구조물 기초설계의 적정성 검토시 활용될 수 있다.

$$\text{집수정 최소크기 [m]} = \frac{\text{최소배수시간 (60min)} \times K}{A} \quad (2)$$

단, 배수율(A): 개착식 0.9, 터널식 0.7
K: 구경별 토출량

구경별 토출량[K]는 2.1.1에서 계산된 배관구경에 따라 결정되고 표2에서 그 값이 결정된다.

〈표 2〉 구경별 토출량

구 경 [mm]	50	80	100	150	200	250
토출량[m ³ /min]	0.3	0.5	1.0	2.0	2.5	3.0

식(2)에서 계산된 집수정 규격은 (가로×세로×높이)의 체적으로 계산되고 시공가능성 및 펌프운전횟수 최소화를 위해 높이는 2M 이상으로 확보하고 폭(가로×세로)은 공사현장 여건에 따라 탄력적으로 결정할 수 있다.

2.2 환기용량 검토

전력구 환기설비는 다음과 같은 경우에 설치한다. [1]

- ① 온도, 습도조건이 전력구내 시설의 기능유지에 필요한 경우
- ② 유해가스의 배출을 필요로 하는 경우
- ③ 케이블을 풍냉함으로써 송전용량을 증대시킬 수 있는 경우

일반적으로 전력구내 환기설비는 ②의 목적으로 설계된다. 이상적인 환기설비의 설계는 수용케이블의 회선수, 발생열량, 토지의 열저항, 지질 등 모든 여건을 고려해야 하겠지만, 실제적인 설계에서는 통제풍속에 대해서만 검토되어진다.

일반적으로 전력구 환기설계에 대해서는 명확한 설치조건 및 설계변수가 반영되어야 하지만, 관련업무 종사자가 적고 그 설계방법에 대한 보편적인 이해가 부족하므로 우선적으로 실제 설계방법에 대해 언급하고자 한다.

2.2.1 환기설비 설계조건 [1]

환기방식은 소규모의 전력구를 제외하고는 자연환기와 강제환기를 병용하여 환기방식을 선정한다.

환기구 그레이팅 상부에서의 풍속은 5m/s 이하, 전력구내 풍속은 2m/s 이하를 적용하고 있으나, 실제 설계시는 통상적으로 1m/s의 전력구내 통제풍속을 얻을 수 있도록 환기설계를 시행한다.

환기구 그레이팅 상부에서의 소음은 75dB 이하로 규제된다.

2.2.2 환기풍량의 산정

환기풍량은 전력구내 풍속 V를 1.0m/s 로 설정하면 식 (3)에 의하여 결정된다.

$$Q = A \times V \times 60 \quad [m^3/min] \quad (3)$$

- Q : 전력구 환기풍량
 A : 전력구 단면적
 V : 전력구 내 풍속 (2.0 m/s 적용)

2.2.3 송풍기 압력손실 계산 [2]

외부에서 힘을 가하여 유체를 흐르게 할 때 유체의 흐름을 방해하는 저항이 발생하며 이를 정압이라 한다.

전력구의 정압 P_S 은 직관부의 압력손실 P_{S1} , 곡관부 압력손실 P_{S2} , 그레이팅부 압력손실 P_{S3} , FAN 스크린부 압력손실 P_{S4} , 단관의 압력손실 P_{S5} 를 계산하여 적용하고 아래의 식(4)와 계산된다.

$$P_S = P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4} + P_{S5} \quad (4)$$

$$P_{S1} = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma$$

$$P_{S2} = \lambda \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma \times \text{곡관부계수}$$

$$P_{S3} = \lambda \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma \times \text{그레이팅계수}$$

$$P_{S4} = \lambda \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma$$

$$P_{S5} = \lambda \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma$$

- λ : 전력구내 각 구간별 마찰계수
 L : 전력구 길이 [m]
 D : 전력구 등가직경 [m]
 r : 공기비중, 1.2[kg/cm³]
 g : 중력가속도
 V : 전력구내 각 구간별 풍속

식(4)의 변수들 중에서 마찰계수 λ 는 전력구내 구간별로 다른 값을 적용하고, 구간별 풍속 V의 경우도 실제적 시공의 경우 정확한 값을 산정할 수 없으므로 경험적인 수치를 부여하므로 정확한 설계가 이루어지기 힘든 단점이 있다.

동압 P_d 은 다음 식 (5)으로 계산된다.

$$P_d = \lambda \times \frac{V^2}{2g} \times \gamma \quad (5)$$

위 식에서 V는 송풍기 토출풍속 10 m/s 를 적용한다.

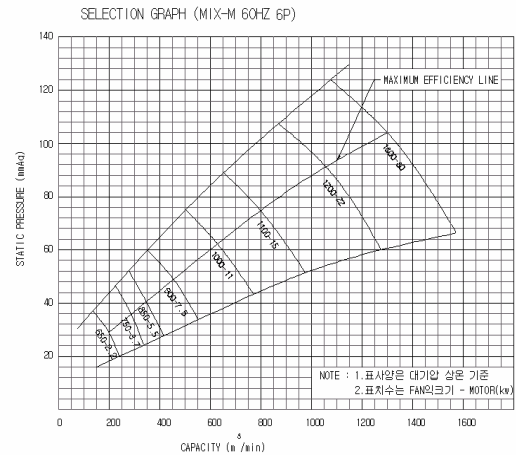
송풍기에 걸리는 全壓 P_t 은 정압(4)과 동압(5)의 합으로 계산된다.

2.2.4 환기팬 동력산정

송풍기 환기팬의 동력 W는 식(6)으로 계산되고 그림 3에서 볼 수 있듯이 전력구에서 사용하는 송풍기가 특성곡선으로 적용 여부를 검증하게 된다.

$$W = \frac{Q \times P_t \times \alpha}{6120 \times \eta} \quad (6)$$

- α : 여유율
 η : 환기팬의 효율



<그림 3> 송풍기 특성곡선 (예시)

한편, 송풍기가 설치되는 환기구 기계실의 최소 확보공간은 표3과 같다.

<표 3> 환기구 기계실 최소규격

구분	가로×세로(M)	
강제환기구	개착식	3.3×7.5
	터널식	4.0×10
자연환기구	개착식	2.0×4.5
	터널식	
개구부	1.5×1.5	

3. 결 론

전력구의 부대설비는 조명, 환기, 소방, 배수등 다양한 설비에 대한 설계가 필요하고 그 중에서도 배수설비는 전력구 구조물의 기본설계시에 검토가 이루어져야 함에도 명확한 검토기준이 정립되어 있지 않아 검토에 어려움이 있다. 본 논문에서는 한전 설계기준[1] 및 부대설비시설기준[2]dmf 기준으로 토목구조물 기본설계시에 집수정의 규격에 대해서 검토할 수 있는 기준을 제시하여 최적설계 기준을 제시하였다.

또한 환기설비에 대해서는 관련업무 종사자가 적고 설계방법에 대한 보편화가 부족한 점을 고려하여 현장에서 적용되는 설계식을 제시하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 부대설비, 한국전력공사 설계기준 1670, 2003. 2
- [2] 전력구 부대설비시설기준, 한국전력 송변전건설처, 2005. 12
- [3] 터널침투수 억제연구, 한전 전력연구원, 2004. 03