

배전용 콘크리트전주 기초지반의 횡방향변위 분석

(Lateral Displacement Analysis of Concrete Electric Pole Foundation Grounds)

안태봉*

(Tae-Bong Ahn)

요 약

배전용 콘크리트 전주에 작용하는 힘들이 지반의 변위에 미치는 영향을 유한요소법을 이용하여 분석하였다. 지반의 종류, 풍하중, 근가의 위치, 매입깊이, 경간의 길이를 변화시키며 단전주와 겹전주의 경우에 지반의 변위를 분석하였다. 근가의 위치는 매입깊이의 1/4지점에서 변위가 최소로 나타났다. 지반의 종류는 지반의 강성이 클수록 변위가 작아서 연약한 점토나 느슨한 모래지반 또는 실트 지반은 변위가 크다. 겹전주는 굴착면적이 커서 변위가 다소 큰 것으로 판단되며 시공시에는 콘크리트보강이 필요하다. 지표면에 가까울수록 횡방향 변위는 매입깊이비가 작은 전주가 더 크게 나타났다. 횡방향 변위를 줄이기 위해서는 매입깊이를 크게 하는 것이 좋다. 경간길이는 횡방향 변위에 영향이 별로 없는 것으로 나타났다.

Abstract

The effects of various forces acting on concrete pole are analyzed using finite element method how the forces affect on ground displacement. The soil types, wind load, location of anchor block, embedded depth of pole, and distance between poles are varied to find out effects on lateral displacement. Anchor block is effective when it is located at 1/4 of embedded depth. The displacement is decreases as elastic modulus increases. Concrete reinforcement for loosened ground is necessary for double poles because double poles cause large excavation. When embedded depth ratio decrease, lateral displacement increase as closer to ground surface. Large embedded depth is effective to reduce lateral displacement, and the distance between poles is not much large factor.

Key Words : Concrete Pole, Lateral Displacement, Finite Element, Embedded Depth

1. 서 론

우리나라에서는 콘크리트전주가 경제적이고 외관이 비교적 좋기 때문에 전체 전주의 98.5[%]를 콘크리트전주로 사용하고 있다. 2006년 6월 기준으로 전국에 740만 여개의 콘크리트 전주를 사용하고 있는데 전주기초지반에 적절한 처리가 이루어지지 않은

* 주저자 : 우송대학교 철도건설환경공학과 교수

Tel : 042-629-6716, Fax : 042-629-6709

E-mail : tbahn@wsu.ac.kr

접수일자 : 2009년 2월 13일

1차심사 : 2009년 2월 19일

심사완료 : 2009년 3월 6일

채로 시공되어 전주의 전도가 많이 늘고 있다. 그 이유는 매립지반에 사용하고 있는 전주가 많은데다 최근 태풍의 강도가 매우 커지는 경향이 있기 때문에 태풍취약지구내의 전주가 많이 전도되고 있기 때문이다. 현재 전주를 시공할 시에는 일본전기협회의 수평지지력공식을 이용하여 규정대로 시공하고 있지만 많은 전도파괴가 발생하고 있다(그림 1)[1]. 이는 콘크리트전주 기초지반에 대한 지반 공학적 응력 거동 특성을 고려하지 않은 채로 시공된 사례가 많기도 하고 현장에서 지반특성을 적용하기 위한 제반 규정이 수립되어 있지도 않았기 때문이다. 우리나라 간척매립지반에는 5만5천기가 사용되고 있으며 이외에 농촌지역의 논 등 기타 연약지반으로 분류할 수 있는 지역까지 고려하면 상당히 많은 전주가 기초지반이 연약한 지반에 시공되고 있는 것으로 판단된다. 전주가 논과 간척 연약지반 등에 설치될 때에는 지하수위가 낮은 경우가 많기 때문에 자연상태 지반을 유지하고 있어 콘크리트 전주기초의 안전성을 확보하기 위하여 체계적인 연구가 필요하다.

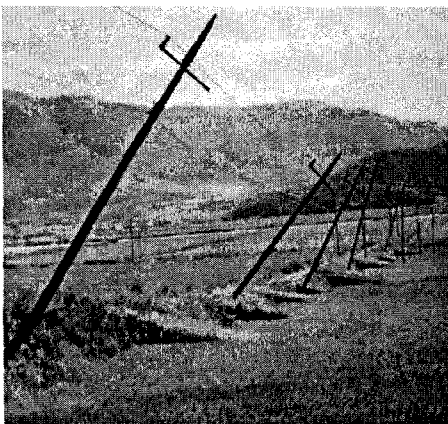


그림 1. 태풍에 의한 콘크리트 전주전도파괴사례
Fig. 1. The case of concrete pole overturning collapse due to typhoon

본 연구에서는 콘크리트 전주지반의 응력-변형 특성이 풍하중에 어떤 거동을 나타내는지 알기 위해 탄성계수, 근가의 위치, 전주의 길이, 풍압, 접전주, 경간길이 등을 변수로 하여 그 영향이 기초지반의 거동에 미치는 영향을 분석하였다. 유한요소법

을 이용하여 주 설계인자인 횡방향 변위와 횡방향 수평토압을 분석하고 전주기초지반의 안정성을 분석하였다.

2. 유한요소해석 및 토질특성

본 연구에서는 지반내에 설치된 콘크리트전주의 기초지반 안정성을 분석하기 위하여 지반의 응력-변형특성을 해석할 수 있는 유한요소법을 이용하였다. 식 (1)과 같이 탄소성모델을 사용하여 2차원 응력해석을 수행하였다. 다음의 식 (1)과 같은 요소방정식을 사용하는데 지반내의 수직응력과 전단응력을 구하고 변위를 구할 수 있다.

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = [C] \begin{Bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

여기서, [C]는 구성방정식으로서 탄소성이론에서는 탄성계수와 포아슨비, 흙의 내부마찰각, 점착력을 이용하여 구한다. $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$ 는 각각, x, y, z방향의 수직응력과 변형률을 나타내고 γ_{xy} 는 전단 변형률을 나타낸다. 가장 간단한 구성매트릭스는 선형탄성모델로서 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다. 본 연구의 해석에서는 선형탄성이론을 콘크리트전주에 사용하였고 지반에는 탄소성모델을 사용하였다.

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & \nu & 0 \\ \nu & 1-\nu & \nu & \nu \\ \nu & \nu & 1-\nu & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ \epsilon_z \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$$

여기서, ν 는 포아슨비이다. 유한요소법을 사용하여 콘크리트전주를 해석하는때는 그림 2에서 보는 바와 같이 기둥요소로 해석하며 에너지법을 이용하여 유한요소 방정식으로 정리하면 식 (3)과 식 (4)와 같이 된다. 식 (4)를 경계조건과 하중조건으로 유한

배전용 콘크리트전주 기초지반의 횡방향변위 분석

요소법을 해결하였다. 그림 2에서 지반은 탄소성모델, 콘크리트전주와 근가는 선형탄성모델을 사용하였다[2-3].

$$\begin{aligned} \Pi_p = U - W &= \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} M \cdot \kappa dx - \int_{x_1}^{x_2} p \cdot w dx \\ &= \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} EI(W'')^2 dx - \int_{x_1}^{x_2} p \cdot w dx \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \Pi_p &= \frac{EI}{2} \int_{x_1}^{x_2} \{q\}^T [B]^T [B] \{q\} dx - \int_{x_1}^{x_2} \{q\}^T [N]^T p dx \\ &= \frac{EI}{2} \int_{x_1}^{x_2} \{q\}^T [B]^T [B] \{q\} ds - \int_{x_1}^{x_2} \{q\}^T [N]^T p dx \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{\partial \pi_p}{\partial \{q\}} = \frac{EI}{2} \times 2 \left(\int_{x_1}^{x_2} [B]^T [B] ds \right) \{q\} - \int_{x_1}^{x_2} [N]^T p ds = 0 \quad (5)$$

여기서, Π_p 는 포텐셜에너지, U 는 변형률 에너지, W 는 외부하중 포텐셜, E 는 탄성계수, I 는 강성, $[N]$ 은 형상함수 매트릭스이다. P 는 외부하중이다. $[B]$ = 응력-변형을 변환매트릭스, $[C]$ = 구성방정식 매트릭스, $\{q\}$ = 하중벡터이다.

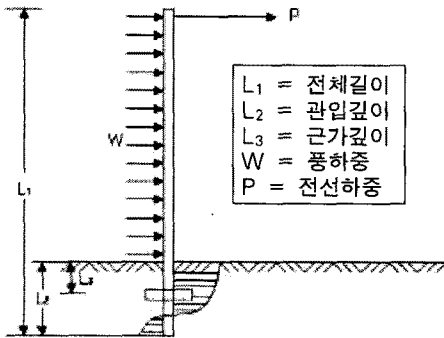


그림 2. 콘크리트전주의 개략도
Fig. 2. Schematic diagram of forces acting on concrete pole

콘크리트전주의 탄성계수와 포아슨비는 각각 23,053MPa와 0.17을 사용하였으며 지반의 토질정수는 흙의 종류에 따라 탄성계수와 강도정수를 변화시

키면서 지반의 거동을 분석하였다[1]. 본 연구에 사용한 토질특성은 도로설계요령과 한국전력공사의 자료를 참고하여 표 1에 나타난 값을 사용하였다[4-6]. 해석에 사용한 콘크리트전주는 전력용과 통신용으로 크게 구분하고 길어도 짧은 것은 통신용의 7[m]에서 전력용의 8~17[m]까지 다양한 크기를 사용하고 있으나 가장 많이 사용하는 것은 8, 10, 12, 16[m]의 전주이다. 본 연구에서는 전주의 길이를 15[m]와 10[m] 등 길이를 달리하며 해석하였다. 여기서 E 는 흙의 탄성계수, ν 는 흙의 포아슨비, C 는 흙의 점착력, ϕ 는 흙의 내부마찰각이다.

표 1. 해석에 사용된 흙의 종류와 토질정수
Table 1. The soil properties used for analysis

흙의 종류	E(kPa)	ν	C(kPa)	ϕ
느슨한 모래	16,660	0.3	0	30
조밀한 모래	44,100	0.38	0	30
실트질 모래	13,230	0.3	4.9	32
모래와 자갈	118,090	0.25	0	37
연약점토	3,430	-	14.7	20
중간정도점토	7,350	0.35	29.4	20
굳은점토	16,600	-	49	25

풍하중의 크기는 한국전력공사의 설계기준에 맞도록 하중강도 크기에 따라 일반지역, 해안지역, 강화지역으로 분류하였으며, 그 하중의 크기는 표 2와 같다. 또한 풍압은 풍속의 크기에 따라 식 (6)과 같이 구하여 하중을 구할 수도 있다[6].

표 2. 지지물에 대한 강화지역 풍압하중(6)
Table 2. The wind load on concrete electric pole

구분	일반지역	태풍내습 예상지역	
		해안지역	강화지역
전선	76[kg]	100[kg]	125[kg]
지지물	60[kg]	78[kg]	100[kg]
풍속	35[m/s]	40[m/s]	45[m/s]

여기서, V 는 최대풍속, ρ 는 공기밀도(≈ 0.12), C 는 공기저항계수(0.8), 풍압하중(P):

$$P = \frac{1}{2} \times \rho V^2 C \quad (6)$$

콘크리트전주의 관성모멘트는 식 (7)을 이용하였으며, 단면적은 계산을 쉽게 하기위해서 콘크리트전주 상단부와 하단부 지름의 평균값 0.25[m]를 사용하여 계산하였다.

$$\text{관성모멘트} = \frac{1}{12} [m] (3r^2 + 4l^2) \quad (7)$$

여기서, m=질량, r= 반지름, l=전주길이

3. 해석방법

콘크리트 전주의 안정성에 미치는 영향을 고려하기 위하여 현장에서 가장 많이 사용하는 전주 하나를 독립시공하는 경우와 강도를 경제적으로 증진시키기 위하여 시공하는 겹전주의 두 가지 경우를 모델링하였다. 콘크리트전주의 안정성을 증가시키기 위하여 콘크리트 전주에 작용하는 힘 요소를 고려하여 전주에 작용할 수 있는 힘들이 기초지반에 미치는 영향을 분석하였다. 콘크리트 전주를 시공할 때는 지반내에 전주와 지반의 결속을 향상시키기 위하여 근가를 설치하는데 근가위치의 변화에 따른 영향과, 지반의 강성, 전선에 작용하는 힘, 전주의 근입깊이, 풍하중, 겹전주시공시, 전주간의 경간길이 등 전주에 미칠 수 있는 여러 영향 요소들을 고려하여 분석하였다. 풍하중은 표 2에 나타난 바와 같이 한국전력공사의 설계기준에 맞는 일반지역, 해안지역, 강화지역으로 구분하였다.

4. 단전주의 해석결과 및 분석

4.1 근가 깊이에 따른 영향

기초지반에 사용하는 근가의 효율적인 위치를 정하기 위하여 위치에 따른 영향을 분석하였는데 이때 전주에 작용하는 풍하중은 일반지역(35[m/sec])으로 하여 지반에 미치는 영향을 분석하였다.

유한요소해석은 전주의 길이가 15[m]이고 전주의

근입 깊이가 3[m]일 때 근가 깊이를 지표면으로부터 근입깊이의 1/4, 1/2, 3/4지점 깊이로 변화시키고 근가를 설치하지 않았을 경우와 횡방향 변위를 비교하였다.

그림 3은 근가깊이에 따라 변하는 전주의 횡방향 변위를 나타낸다. 근가가 없는 경우보다 근가가 있는 경우에 횡방향변위를 약 9~10[%] 감소효과가 있으며 근가의 위치는 근입깊이 3/4지점(깊이 2.25[m])에 설치하는 것보다 1/4지점에 (깊이 0.75[m])에 설치하는 것이 효과가 좋은 것으로 나타났다. 이것은 변위가 일어나기 쉬운 지표면부분을 근가가 지탱해 줌으로써 변형이 줄어드는 것으로 판단된다. 기초지반의 변형을 줄이기 위해서는 1/4지점이 적절할 것으로 판단된다. 현장에서 16[m], 전주 근입 2.5[m]을 적용하고 있는 근가의 깊이가 지표면에서 0.5[m] 부근에 시설하고 있는데 해석결과로 볼때 적절한 근가 깊이를 현장에서 적용하고 있다고 판단된다.

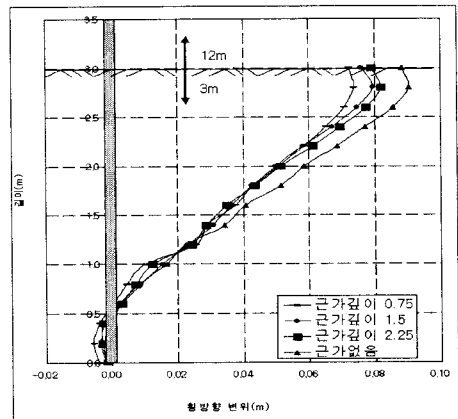


그림 3. 근가깊이가 기초지반의 횡방향 변위에 미치는 영향

Fig. 3. Effects of depth of anchor block on lateral displacement

4.2 지반의 종류(강성)에 따른 영향

지반의 종류에 따라 횡방향 변위분석을 위하여 전주의 길이를 10[m], 근입깊이는 2[m]로 정하였으며 일반지역 기준의 풍하중을 적용하였다. 지반특성은 느슨한 모래, 조밀한 모래, 실트질 모래, 모래와 자갈, 연약 점토, 중간 정도 점토, 굳은 점토의 종류로

배전용 콘크리트전주 기조지반의 횡방향변위 분석

구분하여 도로설계요령의 자료를 참고하여 토질강도정수 및 탄성계수를 적용하였다.

그림 4에서 보는 바와 같이 지반내의 점토와 자갈 모래가 섞인 지반 등 여러 조건에서 연약점토지반이 횡방향 변위가 제일 크다.

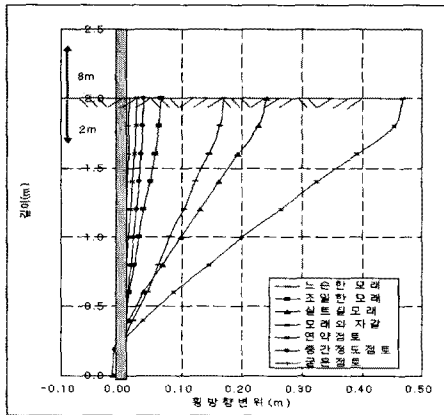


그림 4. 지반의 종류가 횡방향 변위에 미치는 영향
Fig. 4. Effects of soil types on lateral displacements

전주의 선단부분에는 변위가 음의 방향으로 나타났는데 이는 전주가 연성거동을 하여 선단부위의 0.3[m] 지점에서 회전점으로 작용하는 변위특성을 나타내고 있다.

4.3 전선에 작용하는 풍하중의 영향

전선에 작용하는 힘을 일반지역, 해안지역, 강화지역으로 구분하여 0.076[t], 0.1[t], 0.125[t]의 하중을 추가하여 비교하였다. 여기서 전주의 길이는 15[m] 근입깊이는 3[m]로 하고 굳은 점토지반을 기준으로 일반지역 풍하중을 적용하여 해석하였다.

그림 5에서 보는 바와 같이 전선에 작용하는 힘을 고려할 경우 일반지역이 가장 작은 변위를 보이고 강화지역이 가장 큰 변위를 보였다. 그러나 근입깊이의 2[m]지점부터선 차이가 크지는 않지만 강화지역의 변위가 가장 작고 일반지역의 변위가 가장 크게 나타났다. 이것은 지반의 수동토압에 의한 영향으로 판단된다.

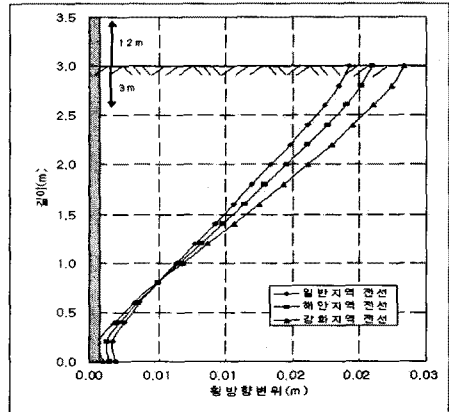


그림 5. 전선에 작용하는 힘을 고려할 경우의 횡방향 변형
Fig. 5. Lateral displacement when forces action on electric wire are considered

4.4 전주의 매입깊이비의 영향

전주의 매입깊이에 따라 횡방향 수평변위의 크기를 비교하였다. 일반지역 풍하중을 적용하고 느슨한 모래지반을 기준으로 해석하였다. 그림 6에서 보는 바와 같이 매입깊이와 전주전체의 길이비를 h/L 로 표기한 매입깊이비를 각각 1/8, 1/5, 1/4로 변화시키며 그 때의 횡방향변위의 변화를 나타내었다.

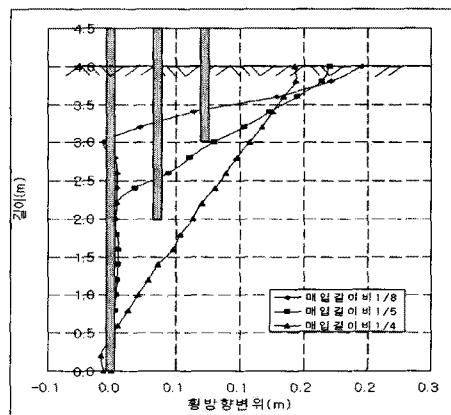


그림 6. 전주의 매입깊이가 횡방향 변위에 미치는 영향
Fig. 6. Effects of embedded depth on lateral displacement

매입깊이비가 큰 경우 상대적으로 매입깊이 부분이 크기 때문에 근입부지반의 횡방향 변위의 합이

크다. 하지만 지표면에 가까울수록 횡방향 변위는 매입깊이비가 작은 전주가 더 크게 나타났다. 따라서 횡방향 변위를 줄이기 위해서는 매입깊이를 크게 하는 것이 좋다

4.5 경간길이에 따른 영향

경간길이를 40[m], 50[m], 60[m], 70[m]로 변화를 주며 지반의 횡방향 변위와 수평방향토압을 나타내었다. 전주길이는 15[m] 근입깊이는 3[m]로 하고 일반지역의 풍하중과 전선일때 굳은 점토지반을 기준으로 하여 해석하였다.

표준경간의 길이 50[m]에서 경간의 길이를 40[m]로 줄이면 전주에 작용하는 전선의 하중도 같이 줄어들고 경간을 60[m], 70[m]로 늘리게 되면 전주에 작용하는 전선의 하중도 커지게 된다. 그러나 그 차이는 매우 적어서 그림 7과 같이 경간길이에 따른 횡방향 변위의 차이는 거의 없다.

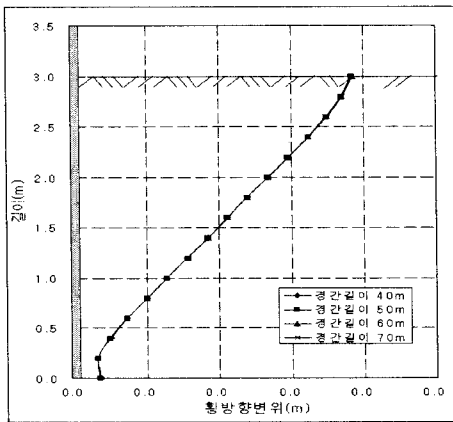


그림 7. 경간길이에 따른 횡방향 변위
Fig. 7. Effects of distance of poles on lateral displacement

5. 겹전주의 해석결과 및 분석

5.1 근가깊이에 따른 영향

콘크리트전주의 안정성을 증가시키기 위하여 기초지반에 사용하는 근가의 효율적인 위치를 정하기

위하여 위치에 따른 영향을 분석하였다. 또한 단전주와 겹전주를 비교분석하였다. 수치해석은 전주의 길이가 10[m]이고 전주의 근입깊이가 2[m]일 때 근가 깊이를 지표면으로부터 근입깊이의 1/4, 1/2, 3/4 지점 깊이로 변화시키고 근가를 설치하지 않았을 경우와 수평방향변위를 비교하였다. 굳은 점토지반을 기준으로 하고 일반지역 풍하중을 적용하였다.

그림 8은 근가의 위치에 따라 겹전주의 횡방향변위를 보여주고 있다. 근가가 없는 경우보다 근가가 있는 경우에 횡방향변위를 약 9~10% 감소효과가 있다. 그림 13과 같이 겹전주에서도 근가가 없는 경우가 횡방향 변위가 가장 크게 나타났다. 또한 근가가 있는 각 부분에서의 변위가 작아지는 경향을 볼 수 있다. 단전주의 횡방향 변위와 겹전주의 횡방향 변위를 비교해보면 단전주의 횡방향 변위가 더 작은 것을 알 수 있다. 겹전주는 지반이 토사일 경우 지반을 콘크리트 등으로 보강하지 않으면 오히려 효과가 떨어진다. 이는 겹전주 수평재하시험 보고서의 결과와 같은 결과를 나타내는 것이다[7].

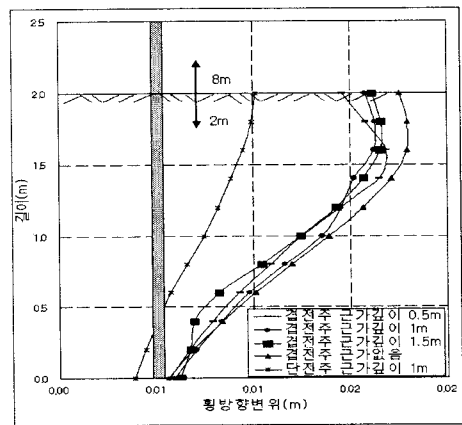


그림 8. 겹전주의 근가 깊이에 따른 횡방향 변위
Fig. 8. Effects of depth of anchor block on lateral displacement in case of double poles

5.2 지반의 종류(강성)에 따른 영향

다양한 지반의 종류에 따라 횡방향 변위와 지반 내 전주에 작용하는 횡토압이 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 이것을 위하여 전주의 길이를

배전용 콘크리트전주 기초지반의 횡방향변위 분석

10[m], 근입깊이는 2[m]로 정하였으며 일반지역 기준의 풍하중을 적용하였다, 콘크리트전주 우측지반의 횡방향변위와 수평토압을 비교분석하였다. 본 해석에 사용한 지반특성은 도로설계요령의 자료를 참고하였으며 탄성계수는 전주기초의 안정성보고서와 한국전력의 보고서를 참고로 하여 지반의 종류를 느슨한 모래, 조밀한 모래, 실트질 모래, 모래와 자갈, 연약 점토 중간 정도 점토, 굳은 점토의 종류로 구분하여 토질강도정수 및 탄성계수를 이용하였다. 또한 단전주일 경우와 겹전주일 경우를 비교분석하였다.

그림 9에서 보는 바와 같이 지반내의 점토와 자갈 모래가 섞인 지반 등 여러 조건에서 실트질 모래지반이 횡방향 변위가 제일 크다. 전주의 선단부분에는 변위가 음의 방향으로 나타났는데 이는 전주가 연성거동을 하여 선단부위의 0.3[m] 지점에서 회전점으로 작용하는 변위특성을 나타내고 있다. 단전주의 경우 모래와 자갈이 섞인 지반의 변위가 컸지만 겹전주의 경우 모래와 자갈이 섞인 지반의 변위가 작아졌다. 이는 지반을 모래와 자갈 등이 단단하게 보강해주는 역할을 한다고 생각된다. 느슨한 모래의 경우 겹전주일 경우는 단전주일 경우보다 약 2~3배의 변위를 보인다.

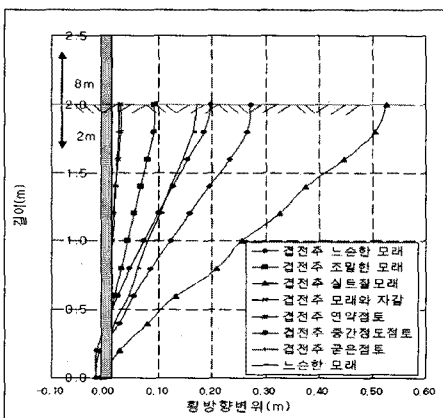


그림 9. 겹전주일때 지반의 종류가 횡방향 변위에 미치는 영향

Fig. 9. Effects of soil types on lateral displacement in case of double poles

5.3 전선에 작용하는 풍하중의 영향

전선에 작용하는 힘을 일반지역, 해안지역, 강화지역으로 구분하여 0.076[t], 0.1[t], 0.125[t]의 하중을 추가하여 비교하였다. 여기서 전주길이는 10[m] 근입깊이는 2[m]로 하고 굳은 점토지반을 기준으로 하였으며 일반지역 풍하중적용을 적용하여 해석하였다.

전선에 작용하는 힘을 고려할 경우 일반지역이 가장 작은 변위를 강화지역이 상대적으로 가장 큰 변위를 보였다. 하지만 각 경우에서의 횡방향 변위의 차이는 극히 작다. 그림 10에서 나타나는 것과 같이 근입된 전주의 하단부분으로 갈수록 단전주의 변위가 커지고 겹전주의 변위가 작아지는 것을 알 수 있다.

5.4 겹전주의 매입깊이비의 영향

겹전주의 전체길이와 근입깊이에 변화를 주어 이에 따른 횡방향 수평변위의 크기를 비교하였다. 여기서 매입깊이비는 1/8, 1/5, 1/4과 같이 3가지를 비교하였으며 일반지역 풍하중을 적용하고 느슨한 모래지반을 기준으로 해석하였다.

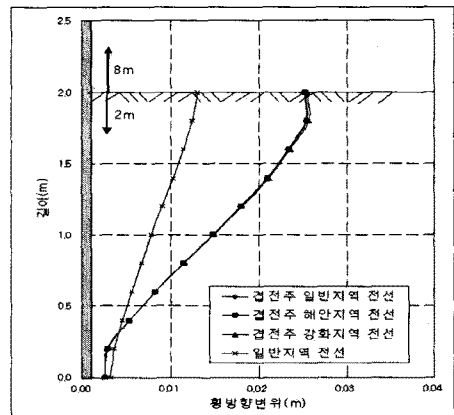


그림 10. 겹전주일때 전선에 작용하는 힘을 고려할경우의 횡방향 변형

Fig. 10. Effects of forces action on electric wire on lateral displacement in case of double poles

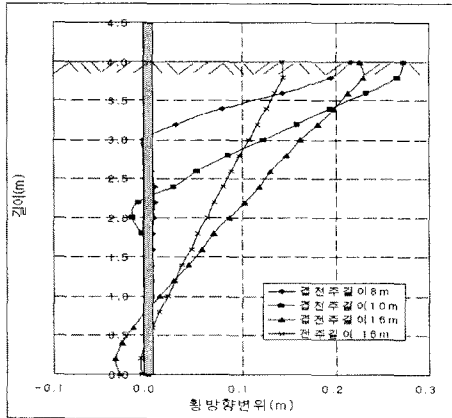


그림 11. 겹전주의 매입깊이비가 횡방향 수평변위에 미치는 영향
 Fig. 11. Effects of embedded depth on lateral displacement in case of double poles

그림 11에서 보는 바와 같이 근입길이와 전주전체의 길이비를 h/L 로 표기한 길이비를 각각 1/8, 1/5, 1/4로 변화시키며 그 때의 횡방향변위의 변화를 나타내었다. 근입깊이비가 큰 경우 상대적으로 근입길이 부분이 크기 때문에 근입부지반의 횡방향 변위의 함이 크다. 단전주의 경우 겹전주에 비해 횡방향 변위가 작지만 지표면 아래의 1/2~1/3부분을 지나면서 겹전주의 횡방향 변위가 단전주의 변위보다 작아진다.

6. 결 론

본 연구에서는 콘크리트 전주 지반에 작용하는 힘들을 분석하여 전주지반에 어떻게 변위에 영향을 미치는지 유한요소법을 이용하여 지반의 변위를 분석하였다. 이를 위하여 전주 하나를 사용하는 단전주와 두개를 겹쳐서 사용하는 겹전주에 대하여 지반의 종류, 풍하중, 근가의 위치, 매입길이, 경간의 길이 등의 영향을 분석하였다. 분석결과 근가의 위치는 매입길이의 1/4지점에서 변위가 최소로 나타났으며 겹전주를 시공할 경우에는 전주 두 개를 굴착하기 때문에 지반에 콘크리트보강이 필요하다. 지반의 종류는 지반의 강성이 클수록 변위가 작아서 연약한 점토나 느슨한 모래지반 또는 실트 지반은 변위가 크다. 겹전주는 횡방향변위에는 면적이 커서 오히려

좋지 않은 것으로 판단되며 시공시에는 콘크리트보강이 필요하다. 지표면에 가까울수록 횡방향 변위는 매입길이비가 작은 전주가 더 크게 나타났다. 따라서 횡방향 변위를 줄이기 위해서는 매입길이를 크게 하는 것이 좋다. 현장에서 매입길이를 비경제적으로 크게 할 수는 없기 때문에 흙의 종류가 취약하거나 태풍다발지역 등 기후적으로 취약한 경우에는 매입길이비를 현장보다 크게 시공하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 경간길이는 횡방향변위에 영향이 별로 없는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 전주의 길이를 15[m]와 10[m]의 전주를 사용하였지만 16[m]의 전주를 사용하는 실례에도 적용할 수 있을 것이다.

References

- [1] 손명윤 임종석(2004) 점성토에 설치된 콘크리트 전주지반의 수평방향지지력, 대한토목학회 학술발표회.
- [2] Pile Foundation Design Criteria Construction Standards. 205-1998.
- [3] Shamsheer Prahash, "Pile Foundations in Engineering Practice", Wiley.
- [4] 건설교통부 (2005), "신니~노은 도로건설공사 지반조사 보고서", 조사보고서.
- [5] 건설교통부 (2003), "신양~신풍 도로건설공사 구조개산서",
- [6] 한국전력공사 (2004), "지반상태별 콘크리트전주 기초의 안전성 확보방안", 최종보고서.
- [7] 한국전력연구원 (2004), "겹전주 수평제하시험 보고서".

◇ 저자소개 ◇

안태봉 (安泰鋒)

1963년 2월 4일생. 1985년 한양대학교 토목공학과 졸업. 1987년 동 대학원 졸업(석사). 1991년 5월 미국 텍사스 오스틴 대학교 졸업(석사). 1995년 12월 미국 아리조나 대학교 졸업(박사). 1996년 한국건설기술연구원 재직. 1998년 5월 토질 및 기초기술사 취득. 1999년 9월~현재 우송대학교 교수 근무.