

송전선로의 점퍼선 안전성 향상을 위한 횡진각 계산에 관한 연구

A Study for Computation of Swaying Angle for Jumper Safety Improvement in the Overhead Line

안 영 주* · 신 춘 식* · 변 기 식*

Y. J. An · C. S. Shin · G. S. Byun

(1996년 11월 12일 접수, 1997년 3월 28일 채택)

ABSTRACT

As jumpers for overhead transmission lines increase in size, it is necessary to take into the characteristics of jumper swaying space in order to determine jumper reinforcements adequately. From the theory of a structure made of beams, formulas for the sideway swaying of overhead transmission lines due to wind are modeled. And also natural frequency of the vibrated jumper is estimated to check the system resonance. The theoretical results can be led good suggestions to improve the economy and reliability of jumper structure.

1. 서 론

전력소비의 급격한 증대와 수요의 지역적 편중화로 말미암아 현재 우리 나라의 345KV급 송전선로로는 그 수요를 감당키 어려워, 765KV급의 초고압 송전선로 건설이 진행되고 있다. 이에 따라 송전선로의 기계적 특성들이 중요한 문제로 대두되고 있는데, 그 중의 하나가 점퍼선의 횡진각 특성 문제이다. 이는 송전전압이 초고압화되고 다도체화 됨에 따라 애자련의 길이가 길어지고 장대화되므로 풍압에 의한 횡진각이 커져 송전선로의 안전도에 대한 대책을 한층 더 중요하게 한다.

점퍼선의 횡진각은 점퍼선 자체 무게와 이에 가하여지는 풍압의 합벡터 방향과 연직선이 이루는 각으로 정의되는데, 풍압에 의한 강성도체의 모멘트와 지지물의 비틀림 모멘트에 의해 실제의 횡진각은 상당히 적어진다. 그러나 초고압 송전선로를 건설하는데 있어서 어려운 문제 중의 하나인 선로 용지 난의 경감과 안전성을 위해 정확한 점퍼선의 횡진각을 계산할 필요성이 생긴다.

본 연구에서는 송전전압이 초고압화되고 다도체화 됨에 따라 애자련의 길이가 길어지고 장대화되므로 증가되는 점퍼선의 이도를 줄이기 위해 사용되는 조립식 수평도체를 사용한 점퍼선의 정적인

*부경대학교 제어계측공학과

횡진특성을 해석하고, 일정한 풍속을 갖는 바람이 약간의 풍속 변화를 일으킬 때 점퍼선의 횡진각 변화인 동적 특성을 해석한다. 또한 점퍼선의 여러 변수에 따른 횡진특성을 분석하여 설각방지 등 여러 가지 점퍼선의 안전 설계 대책의 기준을 제시할 수 있게 한다.

2. 점퍼선의 정적 횡진 특성

실제 송전선로에 설치되는 조립식 점퍼선의 모양은 좌측과 우측의 카테너리각이 다르지만, 본 연구에서는 두 각의 평균을 취해 대칭을 이루도록 하여 점퍼선 부분의 수평재를 지지하는 선과 점퍼선의 좌우 양측의 길이를 같게 한다. 그리고 점퍼선에 부착된 수평재의 경사가 수평을 이루도록 하면 조립식 점퍼선의 모델을 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 이 때 점퍼선의 횡진은 수평축 OO'축을 중심으로 회전하게 된다.

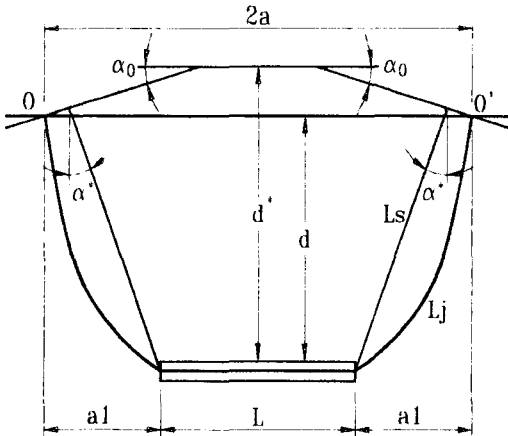


Fig. 1 Symmetrical appearance of droop jumper

Fig. 1에서 각 기호의 의미는 다음과 같다.

- α_0 : Catenary각의 평균치
- α^* : 수평재의 경사각
- L : 수평재의 길이(m)
- L_s : 수평재 지지선의 길이(m)
- L_j : 자유로운 점퍼선의 길이(m)
- d : 점퍼 이도(m)
- d^* : 철탑완금에서부터 수평재까지의 거리(m)

조립식 점퍼선의 정적 횡진특성을 해석하기 위하여 Fig. 1에서 점퍼선에 부착된 수평재를 무게

가 같고 동일한 풍압을 받는 점 AB로 치환하여 그림 2와 같이 생각한다.

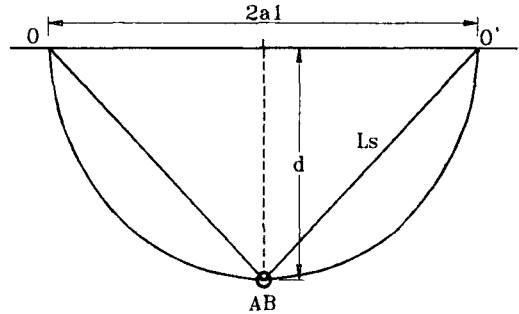


Fig. 2 Equivalent appearance of the Fig. 1

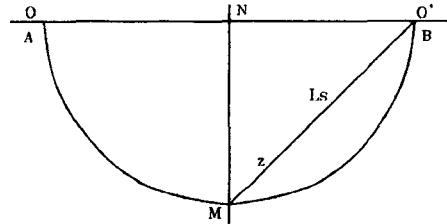


Fig. 3 Appearance of Jumper fixed by insulator string

Fig. 2와 같은 등가형상의 점퍼선에 대한 정적 횡진특성을 해석하기 위하여 수평재를 고려하지 않은 경우의 순수한 점퍼선에 의한 횡진특성과 등가점 AB가 선에 의하여 매달려서 진자운동을 행하는 경우¹⁾로 나누어 수치해석적인 방법으로 전개한다.

먼저 Fig. 3과 같이 수평재가 부착되지 않은 순수한 점퍼선의 양쪽 지지점은 틀림 강성과 자체의 비틀림 강성의 병렬 강성특성에 영향을 받는다. 이 그림에서 정적인 횡진특성은 직선 NM의 기울기 ψ_0 로 나타낸다. 그림에서 직선 BM의 길이를 L_s 라 하고, 직선 BM상의 임의의 점 z에서 모멘트와 OO'를 포함하는 수직면에 대한 z점을 포함하는 직선의 기울기를 ψ 라 할 때 모멘트의 식^{2,3)}으로부터 다음 식을 얻는다.

$$\frac{d\psi}{dz} = \frac{p_1}{2EI} (L_s - z)^2 \dots\dots\dots (1)$$

여기서, p_1 는 분포 하중, E는 종탄성 계수 및 I는 관성 모멘트이다.

경계점인 지지점에서 $\theta_1=0$ 를 이용해서 위의 미분방정식의 해를 구하면 식 (2)가 되므로 이

부터 ψ 의 평균값은 식 (3)과 같다.

$$\psi = \frac{p_1}{6EI} \{ L_s^3 - (L_s - z)^3 \} \dots\dots\dots (2)$$

$$\psi = \frac{p_1 L_s^3}{8EI} \dots\dots\dots (3)$$

따라서 \overline{NM} 의 경사각 ψ_0 , 즉 정적인 횡진각은 식 (4)와 같이 구해진다.

$$\psi_0 = \frac{L_s}{d} \psi = \frac{p_1 L_s^4}{8EI d} \dots\dots\dots (4)$$

여기서 정적인 횡진각은 p_1 에 의하여 정해지며, 곡선 \overline{BM} 에 분포하중이 가해질 때의 OO' 축에 대한 모멘트와 \overline{BM} 에 분포하중이 가해질 때의 $\overline{OO'}$ 축에 대한 전체 모멘트가 같다는 조건⁴⁻⁶⁾을 사용하면 식 (5)와 같이 p_1 값이 결정된다.

$$p_1 = \frac{m^2 \sinh(a/m) \cosh(a/m) - am}{\frac{L_s d}{\left(\frac{\sqrt{a^2 + d^2} \cos^2 \psi_0}{L_s} p \cos \psi_0 - w \sin \psi_0 \right)} \dots (5)$$

여기서 $m = p/T$ 이며, p 는 자중을 갖는 점퍼선이 풍압에 의해 수평으로 받는 외력, T 는 점퍼선이 받는 장력 및 w 는 도체의 단위길이 당 무게이다.

또한 애자련에 의해 매달린 점퍼선의 경우 횡진 특성은 애자련의 비틀림 강성 K_T 과 자체의 비틀림 강성 K_J 의 병렬 강성특성에 영향을 받는다¹⁾. 그러므로 점퍼선의 합성 비틀림 강성을 K 라 할 때

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_J} + \frac{1}{K_T} \dots\dots\dots (6)$$

$$K = \frac{8EI d^2}{L_s^3} \dots\dots\dots (7)$$

$$L_s^* = \sqrt{a^2 + d^2} \cos^2 \psi_0 \dots\dots\dots (8)$$

라 둘 때 횡진각 ψ_0 는

$$\psi_0 = \frac{1}{K} m^2 \left(\sinh \frac{a}{m} \cosh \frac{a}{m} - \frac{a}{m} \right) \cdot \left(\frac{L_s^*}{L_s} p \cos \psi_0 - w \sin \psi_0 \right) \dots\dots\dots (9)$$

이 되며, 횡진각 ψ_0 에 따른 점퍼선의 모멘트 M_J 는 식 (10)과 같다.

$$M_J = m^2 \left(\sinh \frac{a}{m} \cosh \frac{a}{m} - \frac{a}{m} \right) \cdot \left(\frac{L_s^*}{L_s} p \cos \psi_0 - w \sin \psi_0 \right) \dots\dots\dots (10)$$

이다.

다음에는 점퍼선에 수평재가 부착된 경우의 정

적 횡진특성을 수치해석으로 검토하기 위하여 먼저 수평재만 단독으로 줄에 의하여 지지된 경우의 모멘트를 고려하고, 여기에 점퍼선 모멘트를 더하면 조립식 점퍼선의 합성 모멘트에 대한 식을 얻을 수 있다. 수평재만 단독으로 지지된 경우 ψ_0 만큼 회전할 때의 모멘트 M_L 은 식 (11)과 같다^{2,3)}.

$$M_L = Ld(p_L \cos \psi_0 - w_L \sin \psi_0) \dots\dots\dots (11)$$

여기서 L 은 수평재의 전체 길이, w_L 은 수평재의 단위 길이 당 무게, p_L 은 수평재가 단위길이 당 받는 풍압이다. 따라서 조립식 점퍼선이 ψ_0 만큼 횡진하였다고 가정할 때 점퍼선이 갖는 총모멘트 M 은 식 (12)로 되며, 이 모멘트가 전선의 비틀림 강성과 애자련의 비틀림 강성에 의한 저항 모멘트와 평형이 되므로 식 (13)같이 나타낼 수 있다.

$$M = M_J + M_L = m^2 \left(\sinh \frac{a}{m} \cosh \frac{a}{m} - \frac{a}{m} \right) \cdot \left(\frac{L_s^*}{L_s} p \cos \psi_0 - w \sin \psi_0 \right) + Ld(p_L \cos \psi_0 - w_L \sin \psi_0) \dots\dots\dots (12)$$

$$M = K \psi_0 \dots\dots\dots (13)$$

따라서 점퍼선의 정적 횡진각 ψ_0 는 식 (13)의 해로부터 구해진다. 그러나 이 식은 비선형이기 때문에 해를 얻는 것이 쉽지 않으며, 일반적으로 다양한 풍속에 따른 풍압과 횡진각 ψ_0 의 관계를 수치해석으로 찾는 것이 유리하다.

3. 점퍼선의 동적 횡진 특성

점퍼선에 가해지는 바람의 속도는 매우 불규칙하게 변화하므로 점퍼선의 횡진각을 해석할 경우 동적 횡진특성도 고려해야 한다. 동적 횡진특성을 해석하기 위해서는 점퍼선에 작용하는 각종 모멘트를 결정하고, 점퍼선의 미소 각 변화에 따른 이들 모멘트들의 변위로부터 모델링한다^{7,8)}.

Fig. 1에서 보인 점퍼선 부분에 의한 관성모멘트에서 ψ 의 미소 각 변화 φ 가 발생할 때, 즉 $\psi = \psi_0 + \varphi$ 에 대한 관성모멘트의 변화량 ΔM_J 는 식 (14)와 같다.

$$\Delta M_J = 2 \frac{w_J}{g} m^3 f \left(\frac{a_1}{m} \right)^* \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \dots\dots\dots (14)$$

여기서 $f(a_1/m)^* = [\cosh^2(a_1/m) \sinh(a_1/m) - (2/3) \sinh^3(a_1/m) - (a_1/m) \cosh(a_1/m)]$ 이고, w_J 는

점퍼선의 단위길이 당 무게, g 는 중력 가속도이다.

그리고 점퍼선에 길이 L 의 수평재가 부착될 경우, 이 수평재에 의한 관성모멘트로부터 미소 각 변화 φ 가 일어날 때 관성모멘트의 변화량 ΔM_L 은 식 (15)와 같다.

$$\Delta M_L = \frac{w_L}{g} d^2 L \frac{d^2 \varphi}{dt^2} \dots\dots\dots (15)$$

또한 점퍼선 부분이 풍압을 받을 때 작용하는 모멘트에서 횡진각 ψ 가 평형점 ψ_0 에서 φ 만큼의 미소 변동을 갖는다면, 즉 $\psi = \psi_0 + \varphi$ 에 대한 모멘트의 변동 ΔM_{JP} 는

$$\begin{aligned} \Delta M_{JP} = & -\frac{p_j}{V} \left(\frac{w_j \tan \psi_0}{p_j} + \frac{p_j \cos^2 \psi_0}{w_j \tan \psi_0} \right) m^3 f\left(\frac{a_1}{m}\right) \frac{d\varphi}{dt} \\ & - w_j m^2 \left(\sin \psi_0 \tan \psi_0 + \frac{p_j^2}{w_j^2} \cos^3 \psi_0 \right) f\left(\frac{a_1}{m}\right) \varphi \\ & + w_j \sin \psi_0 m^2 f\left(\frac{a_1}{m}\right) \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

$$f\left(\frac{a_1}{m}\right) = \cosh \frac{a_1}{m} \sinh \frac{a_1}{m} - \frac{a_1}{m} \dots\dots\dots (17)$$

이다. 여기서 V 는 풍속, p_j 는 점퍼선의 미소부분에 작용하는 풍압이다.

점퍼선에 길이 L 의 수평재가 부착되어, 이 수평재에 단위길이 당 p_L 의 풍압을 받을 때 모멘트에서 횡진각에 미소 변화가 생긴다면 모멘트 변동량 ΔM_{LP} 은

$$\Delta M_{LP} = p_L L d \cos \psi_0 - p_L L d \sin \psi_0 \varphi$$

$$\epsilon = \frac{g}{2V} \frac{w_j \tan \psi_0 + (p_j \cos^2 \psi_0 / w_j \tan \psi_0) m^3 f(a_1/m) + (p_L/2) L d^2 (1 + \cos^2 \psi_0)}{w_j m^3 f(a_1/m) + (w_L L d^2 / 2)} \dots\dots\dots (22)$$

$$n^2 = \frac{K + w_j m^2 [\cos \psi_0 + \sin \psi_0 \tan \psi_0 + (p_j^2 / w_j^2) \cos^3 \psi_0] f(a_1/m) + dL (w_L \cos \psi_0 + p_L \sin \psi_0)}{(2/g) \{w_j m^3 f(a_1/m) + (w_L L d^2 / 2)\}} \dots\dots\dots (23)$$

$$F = g \times \frac{w_j m^2 f(a_1/m) \sin \psi_0 + p_L L d \cos \psi_0}{w_j m^3 f(a_1/m) + (w_L L d^2 / 2)} \dots\dots\dots (24)$$

여기서 ϵ 는 감쇠계수, n 은 진동률 그리고 F 는 풍압계수이다.

한편 식 (21)의 출력값인 횡진변동각 φ 는 주파수 ω 의 함수이므로, 이 식에 대해 푸리에 변환을 취한 후 입력과 출력간의 전달함수의 절대치를 구하면 식 (25)이다.

$$|W(j\omega)|^2 = \frac{1}{(\omega^2 - n^2)^2 + (2\epsilon\omega)^2} \dots\dots\dots (25)$$

풍속 변동의 전력 스펙트럼 밀도를 $S_\varphi(\omega)$ 라 할

$$-\frac{p_L d^2}{V} (1 + \cos^2 \psi_0) L \frac{d\varphi}{dt} \dots\dots\dots (18)$$

이다.

다음에는 점퍼선 자체의 무게에 의하여 횡진각 ψ 를 이룰 때 점퍼선의 양 지지점을 잇는 축에 대하여 모멘트를 구한 후 횡진각 ψ 가 평형점 ψ_0 에서 φ 만큼의 미소 변화를 가질 때 모멘트 변화량 ΔM_{JW} 는 식 (19)와 같다.

$$\begin{aligned} \Delta M_{JW} = & w_j \sin \psi_0 m^2 f\left(\frac{a_1}{m}\right) \\ & + w_j \cos \psi_0 m^2 f\left(\frac{a_1}{m}\right) \varphi \dots\dots\dots (19) \end{aligned}$$

한편 수평재 자체의 무게에 의하여 횡진각 ψ 를 이룰 때 점퍼선의 양 지지점을 잇는 축에 대한 모멘트를 구한 후 횡진각 ψ 가 평형점 ψ_0 에서 φ 만큼의 미소 변화를 가질 때 모멘트의 변화량 ΔM_{LW} 는

$$\Delta M_{LW} = w_L \sin \psi_0 dV + w_L \cos \psi_0 dL \varphi \dots\dots\dots (20)$$

으로 된다.

따라서 점퍼선의 비틀림 강성에 의한 모멘트 K 와 관성모멘트의 합은 풍압에 의한 모멘트와 무게에 의한 모멘트와의 합이 평형인 관계식에서 φ , $d\varphi/dt$ 및 $d^2\varphi/dt^2$ 의 항으로 정리하면 식 (21)~(24)와 같이 기술된다.

$$\frac{d^2\varphi}{dt} + 2\epsilon \frac{d\varphi}{dt} + n^2\varphi = F \frac{\Delta V}{V} \dots\dots\dots (21)$$

때 횡진변동각의 전력 스펙트럼 밀도 $S_\varphi(\omega)$ 는 다음 식으로 된다.

$$S_\varphi(\omega) = |W(j\omega)|^2 \frac{F^2}{V^2} S_v(\omega) \dots\dots\dots (26)$$

여기서 점퍼선의 진동주기를 T^* 라 하면 $\omega = 2\pi/T^*$ 의 관계가 있다.

횡진각 변동의 표준편차^{1,9)}를 구하기 위하여 풍속변동의 전력 스펙트럼 밀도를 다음 값으로 근사화한다.

$$S_v(\omega) = 0.758 k \frac{V^{8/3}}{n^{5/3}} \dots\dots\dots (27)$$

이 식에서 계수 k는 지표면 저항계수이며, 돌풍률 1.5, 풍속 V가 40m/s일 때 k는 0.004이다. 한편 식 (27)을 (26)에 대입하여 정리하면 식 (28)이 되며, 횡진각 변동의 표준편차는 식 (28)을 적분하여 구하면 식 (29)가 된다.

$$S_{\psi}(\omega) = \frac{0.758k}{(\omega^2 - n^2)^2 + (2\epsilon w)^2} \frac{F^2 V^{2/3}}{n^{5/3}} \dots\dots\dots (28)$$

$$\sigma_{\psi}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} S_{\psi}(\omega) d\omega \approx 0.0947 \frac{kF^2 V^{2/3}}{\epsilon n^{11/3}} \dots\dots\dots (29)$$

$$\sigma_{\psi} \approx 0.3077 \frac{\sqrt{kFV^{1/3}}}{\sqrt{\epsilon n^{11/6}}} \dots\dots\dots (30)$$

지금까지 유도된 점퍼선의 평균 횡진각 ψ_0 와 표준편차 σ_{ψ} 를 사용하여 조립식 수평재의 점퍼선에 대한 과도적 횡진각 ψ_m 을 구할 수 있다.

4. 수치해석 예

앞장에서 구한 식 (13)과 식 (30)의 횡진현상에 대한 수치해석 모델을 사용하여 다양한 풍속의 변화와 수평재의 무게, 길이 변화 및 점퍼선의 강성 변화에 따른 횡진각의 변화를 시뮬레이션한다.

시뮬레이션을 위한 조립식 점퍼선의 수평재는 파이프식을 선정하였으며, 점퍼선의 종류는 6도체 ACSR RAIL선을 택하였고, 그에 대한 각종 데이터¹⁰⁾를 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Data for Droop Jumper

| ITEM | DATA |
|---|----------|
| Conductor number | 6 |
| Jumper weight per unit length | 1.5998 |
| Jumper strand diameter | 0.003698 |
| Jumper diameter | 0.029591 |
| Wind force factor of jumper | 0.95 |
| Wind pressure area of droop per unit length | 0.216 |
| Wind force factor of droop | 1.2 |
| Windgust factor | 1.35 |
| Steel tower height | 50 |
| Cross arm length | 0.38 |
| Left insulator string length | 11.1 |
| Right insulator string length | 11.1 |
| Average horizontal angle of conductor | 0 |
| Average catenary angle | 0 |
| Jumper dip | 5.45 |
| Gravity | 9.8 |
| Damping coefficient in no wind | 0.012 |

여기서 단위길이 당 풍압을 구하기 위해서는 풍력계수를 결정하여야 하는데, 점퍼선의 경우 알루미늄 선의 직경과 전체 전선의 직경의 비가 0.125미만이라면 계수를 0.95, 0.125이상 0.17미만이라면 계수를 1, 그리고 0.17이상인 경우에는 계수를 1.05로 정한다. 한편 점퍼선에 부착되는 수평강판의 직경이 146mm 이상이면 풍력계수를 0.75로 하고, 그 이하이면 계수를 1.2로 결정한다.

단위길이 당 수평재의 무게가 41.1kg/m, 총길이는 12m 그리고 점퍼선의 비틀림 강성 및 구부림 강도가 각각 720kg/rad, 4,500kgm²인 경우, 풍속의 변화에 따른 횡진각과 그의 표준편차를 계산하고 이를 각각 Fig. 4와 Fig. 5에 나타내었다.

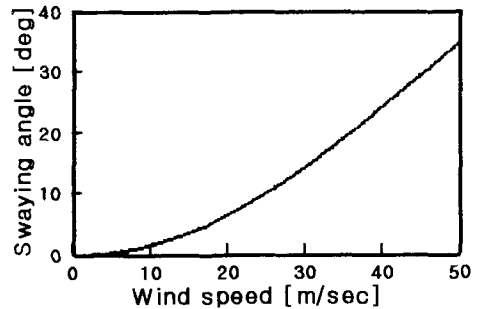


Fig. 4 Plot of jumper swaying angle to varying wind speed

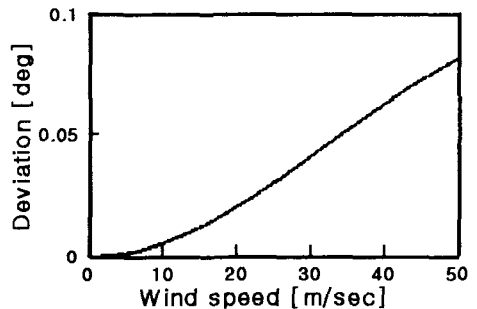


Fig. 5 Plot for standard deviation of jumper swaying angle to varying wind speed

Fig. 6은 풍속이 40m/s로 일정할 때 수평재의 총길이가 12m, 점퍼선의 비틀림 강성 및 구부림 강도가 각각 720kg/rad, 4,500kgm²인 경우, 각각 수평재의 무게 변화에 따른 횡진각의 변화를 계산한 결과이며, Fig. 7은 풍속을 40m/s로 일정할 때, 수평재의 단위길이 당 무게를 41.1kg/m, 점퍼선의 비틀림 강도 및 구부림 강도가 각각 720kg/rad, 4,

500kgm²인 경우, 수평재의 총길이 변화에 따른 횡진각을 계산한 것이다.

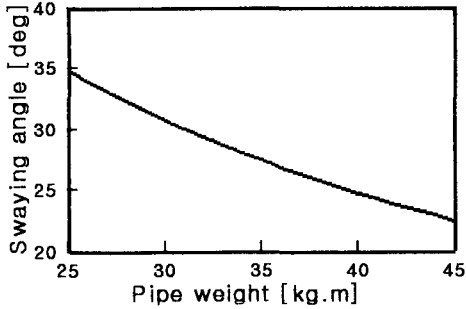


Fig. 6 Plot of jumper swaying angle to droop pipe weight per unit

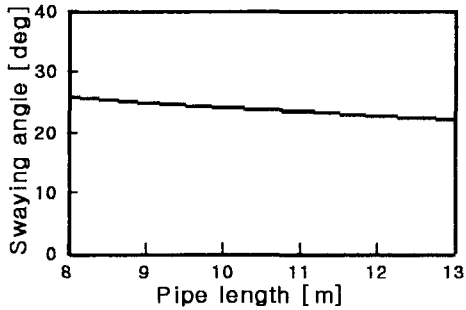


Fig. 7 Plot of jumper swaying angle to droop pipe length

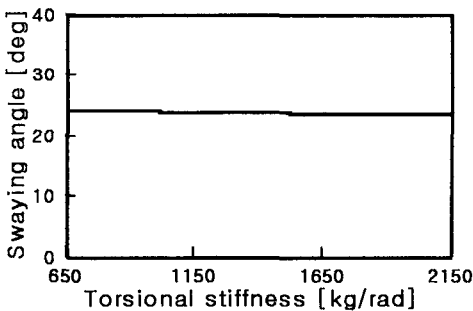


Fig. 8 Plot of jumper swaying angle to jumper torsional stiffness

Fig. 8은 풍속을 40m/s, 단위길이 당 수평재의 무게는 41.1kg/m, 수평재의 길이는 12m, 점퍼선의 구부림 강도가 4,500kgm²인 경우 점퍼선의 비틀림 강도 변화에 따른 횡진각을 나타내었다. 또한, Fig. 9는 풍속을 40m/s, 단위길이 당 수평재의

무게는 41.1kg/m, 수평재의 길이 12m, 점퍼선의 비틀림 강도가 720kg/rad인 경우 점퍼선의 구부림 강도의 변화에 따른 횡진각의 변화이다.

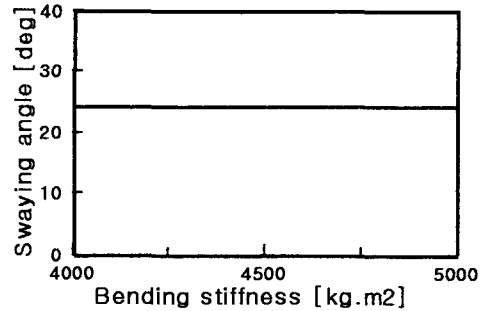


Fig. 9 Plot of jumper swaying angle to jumper bending stiffness

이와같이 여러 가지의 경우에 대하여 계산을 해 본 결과, 다음과 같은 것을 알 수 있다.

- 1) 풍속변화에 대한 횡진각 및 편차는 풍속 5m/sec정도까지는 거의 영향을 받지 않으나, 그 이상의 범위에서는 점차 풍속에 따라 비례하여 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 풍속 45m/sec에서 횡진각은 약 30deg정도까지 증가하고 있다.
- 2) 조립식 점퍼선의 무게변화를 주는 단위길이 당 파이프 무게 및 길이를 증가할수록 횡진각의 변화가 점차 줄어드는 것을 보이며, 특히 단위 길이당의 무게에 크게 영향을 받는다.
- 3) Fig. 8, 9로부터 점퍼선의 비틀림 강도 및 구부림 강도는 횡진각에 별 영향을 끼치지 않는 것을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 점퍼선에 수평재를 부착한 경우 풍압에 의해 생긴 횡진각의 정적 및 동적 특성을 수치해석으로 구하는 식들을 유도하였고, 다양한 풍속에 대한 점퍼선의 횡진각을 시뮬레이션하여 본 결과, 실험에 의한 점퍼선의 횡진각 결과와 거의 일치하였다. 이들 유도된 식들을 분석함으로써 점퍼선의 횡진각을 저감시킬 수 있는 대책을 마련할 수 있다. 횡진각을 줄이기 위해서는 점퍼선의 무게를 늘이거나, 가능한 점퍼선의 길이를 줄이거나 구부림 강도를 크게 하는 방법과 애자련의 비틀

림 강도를 크게 하는 방법 등이 있으나, 점퍼선의 길이는 점퍼선 설계에서 결정되므로 변화시킬 수 없고, 점퍼선 중간에 수평재를 부착하여 점퍼선의 무게와 모양 등을 변화시킬 수 있다.

이와같이 여러 가지 계수의 변화에 대한 계산결과를 분석해 본 결과, 점퍼선의 구부림 강도와 비틀림 강도 그리고 부착되는 수평재의 길이를 변화시킬 때는 횡진각의 변화가 적지만, 수평재의 무게를 바꾸어 전체적인 점퍼선 무게를 변화시키는 것이 횡진각을 줄이는 가장 적절한 방법임을 보여 주고 있다. 또한 이렇게 함으로써 횡진주기가 짧게 되므로 주기가 긴 풍속 변화와의 일치를 벗어나게 되어 공진 현상을 피할 수 있다.

그러므로 앞으로 건설될 초고압 송전선의 점퍼선 설계는, 본 연구의 결과로 미루어보아 점퍼선의 중간에 수평재를 부착시키는 것이 전체적인 점퍼선의 이동을 줄임과 동시에 횡진각의 저감효과를 가져올 수 있는 효과적인 방법이라 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 永富和彦, 佐内正雄, 伊藤英人, 武田昌也, 中村滿秀, “吊架式ジャンパ線の横振れ特性”, 住友電気, No. 140, 1992.
- 2) Francis B. Hildebrand, “Advanced Calculus

- for Applications”, Prentice-Hall, Inc. 1976.
- 3) Erwin Kreyszig, “Advanced Engineering Mathematics”, John Wiley & Sons, 1983.
- 4) 磯部務, 吉田章, “風壓によるジャンパ線の横振れ”, 電気學會雜誌, Vol. 85-5, No. 920, 1965.
- 5) 七里義雄, 松林義數, “台風時に於けるジャンパ線の横振れに関する研究-基礎的研究”, 住友電気, No. 69, 1958.
- 6) 七里義雄, 松林義數, “台風時に於けるジャンパ線の横振れに関する研究-風お受けたジャンパ線の傾斜角”, 住友電気, No. 70, 1959.
- 7) 七里義雄, 松林義數, “台風時に於けるジャンパ線の横振れに関する研究-振動周期と過度的異常横振風”, 住友電気, No. 71, 1959.
- 8) Singiresu S. Rao, “Mechanical Vibration”, Addison-Wesley, 1990.
- 9) Peyton Z. Peebles, JR. “Probability, Random Variables and Random Signal Principles”, McGraw-Hill, Inc., 1980.
- 10) EPRI Research Project 792, “Transmission Line Reference Book-Wind-Induced Conductor Motion”, Electric Power Research Institute, 1979.