

콘크리트 전주의 근입깊이 증대를 위한 보강장치의 실험적 성능평가

An Experimental study on evaluation of reinforcing installation increasing the penetration depth about upset of concrete pole

신동근* · 윤기용** · 이승현*** · 이규세**** · 강영종*****

Shin, Dong Geun · Yoon, Ki Yong · Lee, Seung Hyun · Kang, Young Jong

Abstract

For reinforcing the overturn of concrete pole instituted in slope ground and weak ground, in this paper, develop the reinforcing installation. The installation increase penetration depth and effect of increasing the penetration depth is verified by experimental paper of Lim, jong suk(2004). In this research, through the experiment of bending test using the reinforcing installation, evaluate the performance. In the result of experiment, concrete pole behave elastically in design load and all sample are safe up to failure load.

key words : penetration depth, bending test, concrete pole, weak ground

1. 서 론

오늘날 지지물중 배전용으로 사용되는 전주는 사용하는 재료에 따라 콘크리트주, 철주, 목주로 구분되며, 2005년 한국전력 통계자료에 의하면 1961년에는 목주가 전체전주의 99.7%를 차지하고 있었으나 1987년부터는 콘크리트 전주가 절대다수를 차지하기 시작하여 현재 콘크리트 전주는 전체 지지물의 99.9%인 약 7백만기가 전국에 설치되었다. 경사지 및 연약지반과 같은 견고하지 못한 지반에 설치되는 전주의 경우 자연재해(폭우, 태풍등)로 인해 전주전도가 빈번히 발생한다. 이를 보완하기 위해 근입깊이 증가, 근가설치, 보조 지지 구조물 등의 방법과 연약지반을 개량하는 방법이 있다. 하지만 근가를 설치하는 경우 연약지반에서는 보완 효과가 크지 않으며, 콘크리트 보강은 시공비가 많이 든다. 또한, 보조 지지 구조물 사용은 추가 터파기가 필요하고 지선이나 지주를 설치하는 것은 장소에 제한이 있다. 따라서 설계기준의 전도 안전율 산정식과 임종석(2004)의 실험 논문에서 검증되었듯이 근입깊이를 증가시키는 것이 가장 효과적인 것으로 판단된다. 하지만 근입깊이를 증가시켜 시공하면 안정성을 확보할 수 있다. 하지만 기성 제작되는 전주에 근입깊이를 증가시키면 전력선이 지면으로부터 위치가 낮아지는 결과를 가져오게 되며 안전사고의 위험이 우려 된다. 또한 기존의 전주보다 긴 전주를 제작하는 것은 운반상의 문제점으로 불가능하다.

따라서 제5장에서는 지상높이를 확보하며 근입깊이를 증가 시킬 수 있는 보강장치를 개발하고 본 연구에서 개발된 보강장치를 휨강도 실험을 통해 보강장치의 성능을 평가 하였다.

* 선문대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail : agape0711@hotmail.com
** 정회원 · 선문대학교 토목공학과 · 교수
*** 정회원 · 선문대학교 토목공학과 · 교수
**** 정회원 · 선문대학교 토목공학과 · 교수
***** 정회원 · 고려대학교 사회환경시스템공학과 · 교수

2. 휨강도 실험체의 설계 및 제작

2.1 보강장치의 형상 및 제원

본 연구에서 개발하고자 하는 보강장치의 구성은 보강장치 본체, 보강장치 덮개, 콘크리트체, 강판으로 이루어져 있으며 그림 1, 2, 3에 나타내었다. 이중 보강장치 본체와 보강장치 덮개 및 강판은 SM400 강재를 사용하였으며 SM400의 제원은 표 1과 같고 콘크리트체는 기본 RC로 제작된다. 보강장치의 구성 중 보강장치의 본체는 그림 1에서처럼 tapped구간과 직선구간으로 이루어져 있으며 용접을 통해 결합하는 형태이다. 전주의 하단부분이 tapped구간과 결합하여 일체화 되며 직선구간은 콘크리트체로 전주가 아래로 밀리는 현상을 잡아주는 역할과 하중지지점이 된다. 즉 tapped구간과 직선구간의 용접되는 부분에서 응력이 집중하게 된다. 따라서 강도설계법과 허용응력설계법을 통해 12m 중하중용 전주를 대상으로 안전성을 검토하였다. 보강장치 본체 용접부분의 제원은 표 2와 같다.

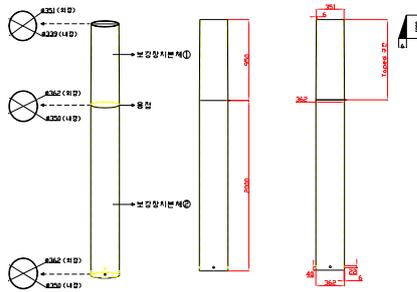


그림 1. 보강장치 본체

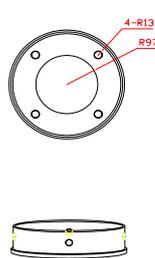


그림 2. 보강장치 덮개

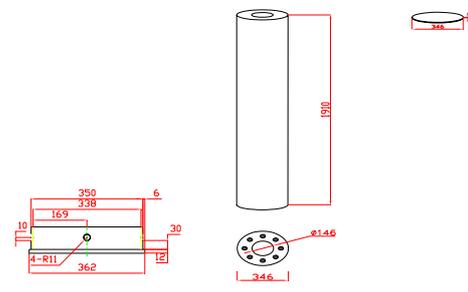


그림 3. 콘크리트체 및 강판

표 1. 강재의 허용응력

강재	허용휨응력(MPa)	허용전단응력(MPa)
SM400	140	80

표 2. 보강장치 용접부분의 제원

구분	내경(mm)	외경(mm)	두께(mm)
보강장치 본체	350	362	6

2.2 실험체의 변수

본 연구에서는 휨강도 실험을 통한, 보강장치의 성능을 평가하기 위하여 단면 내경 350mm, 두께 6mm인 보강장치 본체 중 전주와 결합을 하는 tapped 구간의 길이를 600mm, 800mm, 950mm, 1200mm 변화시킨 시험체 4개와 950mm에 용접보강을 한 시험체 1개를 제작하여 총 5개의 시험체에 대한 실험을 수행하였다. 실험체의 제원은 표 3에 나타내었다.

표 3. 시험체의 제원

시험체명	상부		하부		길이(mm)	두께(mm)	비고
	내경(mm)	외경(mm)	내경(mm)	외경(mm)			
12P-600	344	356	350	362	600	6	
12P-800	341	353	350	362	800	6	
12P-950	339	351	350	362	950	6	
12P-950W	339	351	350	362	950	6	날개용접
12P-1200	336	348	350	362	1200	6	

3. 휨강도 실험

보강장치의 휨강도를 평가하기 위해 전주의 설계하중 또는 설계 휨모멘트를 측정하는 KS B 5533에 규정하는 시험기와 동일한 시험방법을 사용하였으며 그림 6에 나타내었다. 12m 중하중용 전주의 밀지름과 보강장치의 용접부위가 일치하도록 결합시키고 콘크리트체를 대신하여 원목과 강판을 보강장치 본체의 직선구간에 삽입하였다. 보강장치 덮개와 체결볼트를 사용하여 보강장치 본체와 보강장치 덮개를 일체화시킨 후 위치 조절 나사를 사용하여 전주와 원목이 밀착하여 전주가 밀리는 현상을 잡아주었다.

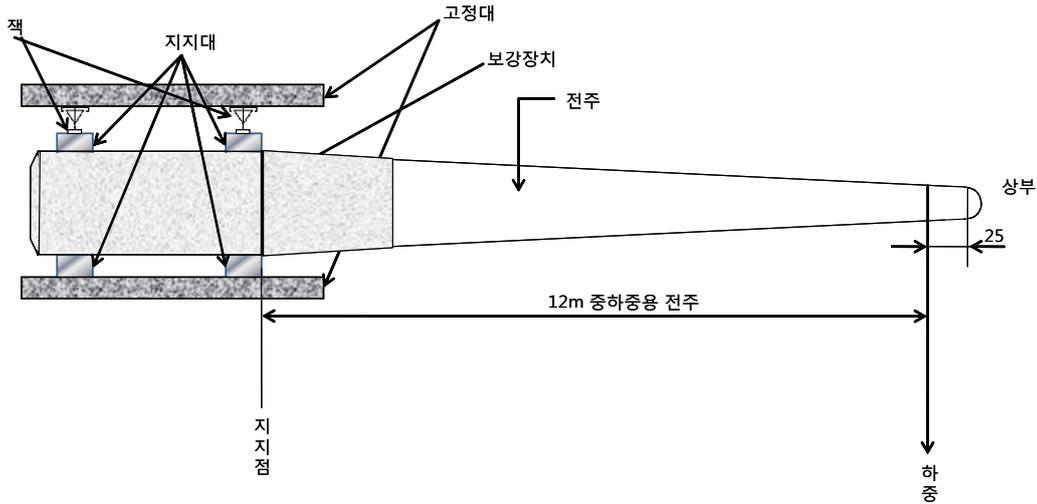


그림 6. 보강장치 휨강도 실험

4. 실험결과 및 분석

4.1 균열 및 파괴형상

각각의 시험체에 대하여 균열 및 파괴형상은 모두 보강장치 부분에서 인장 균열과 압축파괴가 발생하였다. tapped구간이 가장 짧은 12P-600 시험체에서 98.1kN에서 인장균열이 발생하였고 172.66kN일때 압축파괴가 발생하였고 12P-800 시험체에서 118.50kN에서 인장균열이 발생하였고 156.96kN일때 압축파괴가 발생하였으며 12P-950 시험체에서 117.72kN에서 인장균열이 발생하였고 181.49kN일때 압축파괴가 발생하였다. 용접부위를 보강한 12P-950W 시험체에서는 117.72kN에서 인장균열이 발생하였고 194.24kN일때 압축파괴가 발생하였다. 또한 tapped구간이 가장 긴 12P-1200 시험체에서는 117.72kN에서 인장균열이 발생하였고 215.82kN일때 약간의 압축파괴가 발생하였다. 즉 tapped구간이 길어질수록 작용모멘트가 작아지며 그로인해 수평변위도 작게 측정되는 것으로 판단된다.

따라서 각각의 시험체의 파괴형상으로 보아 보강장치의 강성이 콘크리트 전주보다 커서 보강장치 상부에서 파괴가 나타난 것으로 사료된다.

4.2 하중-변위곡선

휨 강도 실험을 통해 얻은 하중에 따른 변위 거동을 그림 7에 나타내고 비교하였다. 하중-변위 그래프를 비교한 결과 설계하중까지는 전주가 탄성거동을 보였으며 시험체 모두 파괴하중이상을 받는 것을 확인 할 수 있었다.

그림 7에서 용접부위를 보강한 12P-950W 시험체에서는 12P-950 시험체보다 보강장치의 강성이 크게 발휘되어 수평변위가 작게 측정 되었으며 tapped구간의 길이를 변화시켜 실험을 수행했던 시험체에서는 tapped구간이 가장 짧은 12P-600 시험체에서 가장 큰 수평변위가 측정되었으며 tapped구간이 가장 긴 12P-1200 시

험체에서 가장 작은 수평변위가 발생하였다. 따라서 보강장치의 tapped구간의 길이가 짧을수록 작용모멘트의 크기가 커지는 것을 확인할 수 있었으며 보강장치의 강성이 큰 것으로 판단된다. 또한 가장 큰 강성을 나타낸 12P-800 시험체는 전주가 강관과 함께 지지점 역할을 하여 전주와 강관이 함께 휨에 대하여 저항을 한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서 실시한 보강장치 휨강도 시험을 통해 보강장치가 설계하중과 파괴하중 이상의 하중을 받았으므로 보강장치의 성능이 검증되었다.

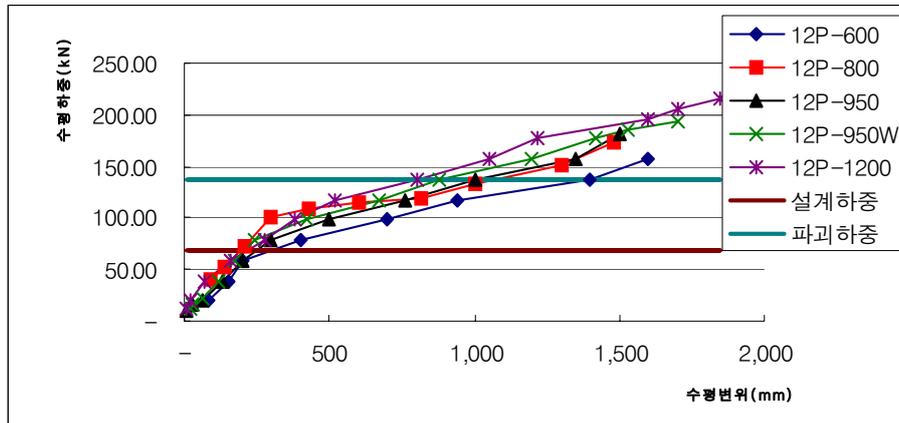


그림 7. 하중-변위 그래프 결과 비교

5. 결 론

본 연구에서는 연약지반과 같은 견고하지 못한 지반에 설치되는 전주의 전도 안정성 증대를 위해 근입깊이 증가용 보강장치를 개발하여 개발된 보강장치의 성능을 평가하였다.

휨 강도 시험 결과 각각의 시험체에 대하여 균열 및 파괴형상은 모두 보강장치 부분에서 인장 균열과 압축파괴가 발생하였다. tapped구간이 길어질수록 작용모멘트가 작아지며 그로인해 수평변위도 작게 측정되는 것으로 판단된다. 따라서 각각의 시험체의 파괴형상으로 보아 보강장치의 강성이 콘크리트 전주보다 커서 보강장치 상부에서 파괴가 나타난 것으로 사료된다. 또한 휨 강도 실험을 통해 얻은 하중에 따른 변위 거동을 비교한 결과 설계하중까지는 전주가 탄성거동을 보였으며 시험체 모두 파괴하중이상을 받아 보강장치의 휨 강도에 따른 성능을 검증하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(과제번호 : R-2005-7-151)주관으로 수행된 과제임.

참고문헌

1. 임종석, 한국전력공사(2004). “지반상태별 콘크리트 전주 기초의 안전성 확보방안”, 배전저
2. 손명윤, 임종석(2005). “연약점토지반에 설치된 콘크리트전주의 수평지지력”, 대한토목학회 대한토목학회논문집 제25권 제4C호 pp. 303~311
3. 신현목(2003). “프리스트레스트 콘크리트” 동명사
4. 김수만(2005). “철근콘크리트” 양서각
5. 산업표준심의회(2002). “KS D 3505. (PC강봉)”
6. 산업표준심의회(2002). “KS F 4304. (프리텐션 방식 원심력 PC 전주)”