



국내외 전주의 구조건전성 평가기술 개발 동향

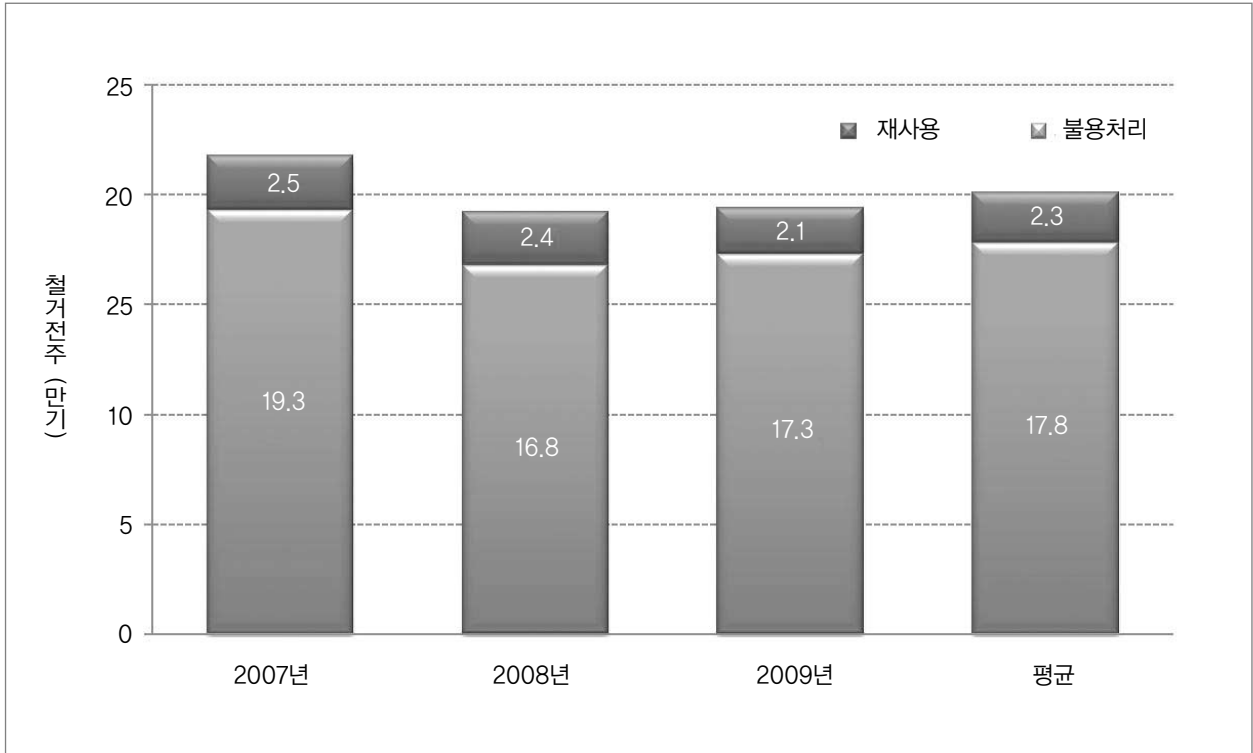


우 상 균
한전 전력연구원 책임연구원

1. 개요

지시물 중 배전용으로 사용되는 전주는 제작 재료에 따라 콘크리트주, 철주, 목주로 구분된다. 2005년 한국

전력공사 통계자료에 의하면 1961년에는 목주가 전체 전주의 99.7%를 점유하고 있었으나, 1987년부터 콘크리트 전주가 절대 다수를 차지하기 시작하여 현재는 전체 지시물의 99.9%를 점유하고 있다.



[그림 1] 철거 전주의 재사용 및 불용처리 현황

전국적으로 설치된 전주는 약 830만여 기에 이르며, 대부분 프리텐션방식 원심력 PC(Prestressed Concrete)의 구조 및 재료적 특성을 지니고 있다. 이러한 전주는 품질수준, 하중작용, 사용연수, 환경조건 등의 제반여건에 따라 건전성에 편차가 크게 발생하고 있으며, 그림 1에서와 같이 매년 약 20만여 기의 손상 전주가 철거되고 있다.

2007~2009년 기준, 철거 전주의 재사용률은 평균 약 11% 수준에 이르고 있다. 하지만 철거 전주에 대한 불용처리 및 보수·보강 후 재사용 판정 등에 대한 합리적인 관리체계가 미흡하고, 과도한 전주교체 남발에 따른 소요비용증가 등의 부작용으로 불필요한 예산낭비가 발생되고 있다.

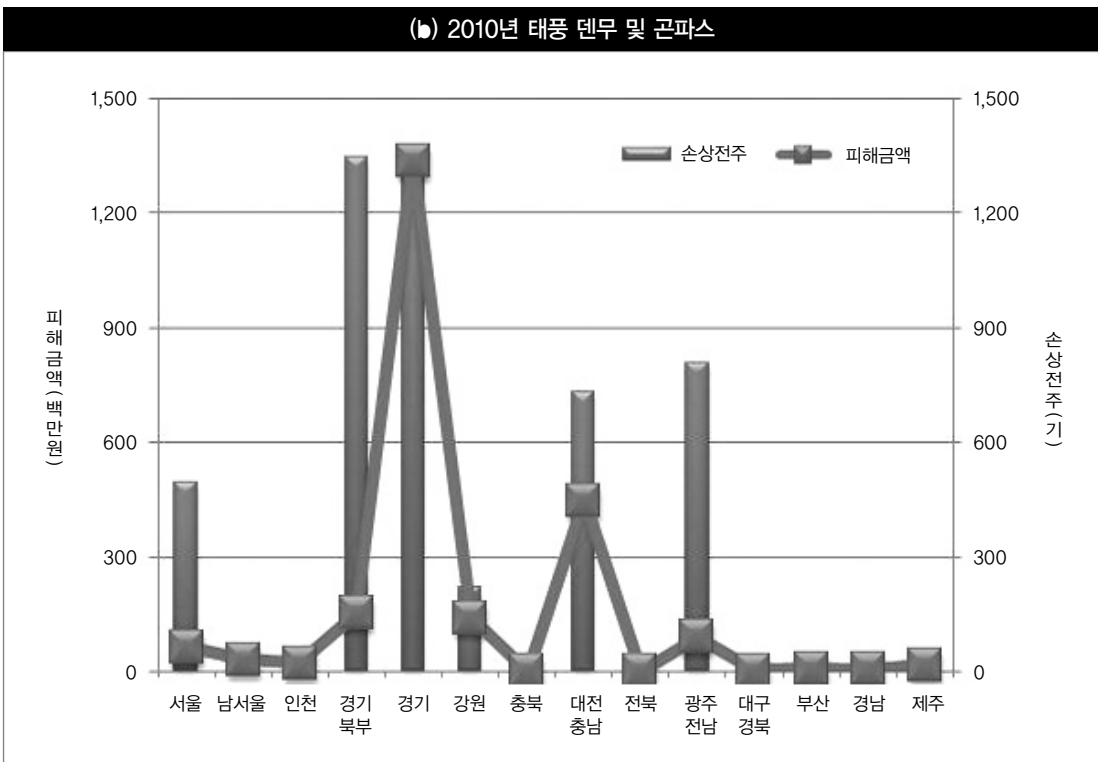
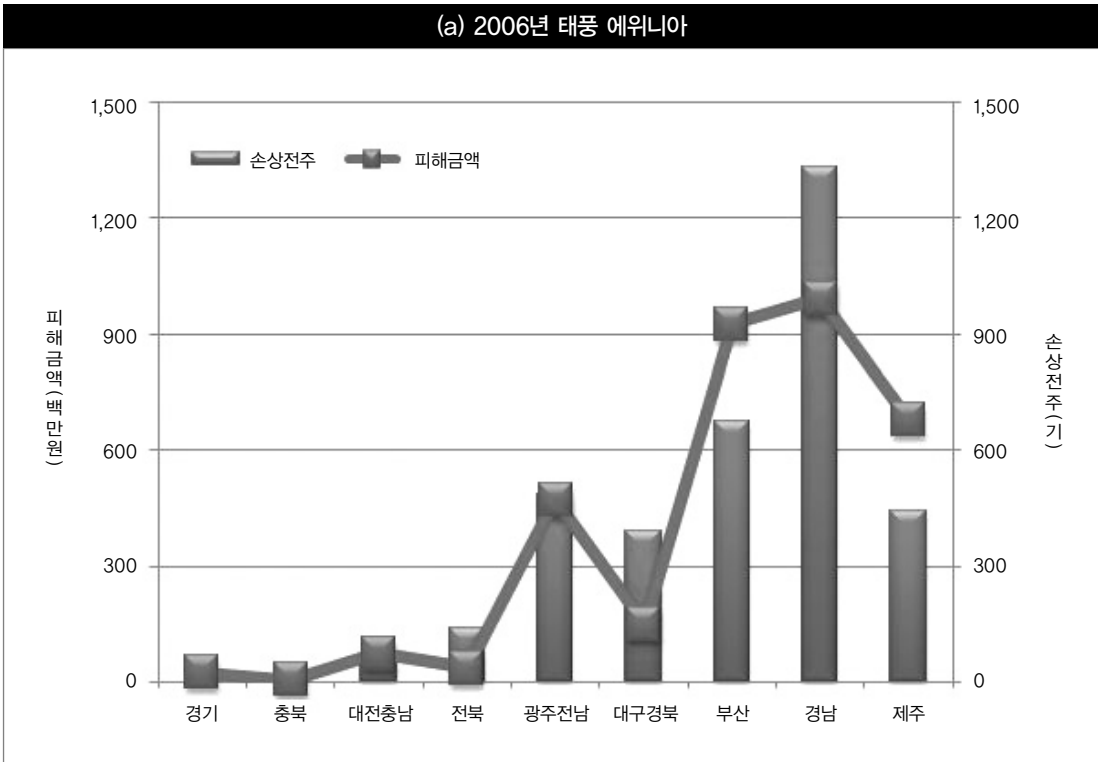
또한, 사용 중인 전주의 안전성, 내구성을 포함한 구조건전성에 대한 합리적인 검사 및 상태평가 기준이 미흡하여 유지관리의 비효율성이 초래되고 있다.

특히, 손상 및 열화가 발생된 전주의 건전성 평가기준이 모호하여 전주 절손사고 방지에 의한 사회적·경제적 손실이 증가하고 있는 추세이다.

2006년 경남지역에 상륙한 태풍 '에위니아'의 영향으로 전주 3,514개가 절손되었으며, 2010년 서울·경기



[그림 2] 태풍에 따른 절손 사고



[그림 3] 태풍에 따른 피해 현황

지역을 휩쓸고 지나간 태풍 ‘덴무’와 ‘곤파스’에 의해 넘어간 전주의 수는 총 5,089개로서, 이에 따른 전주, 전선 등의 직접 피해액만도 116억 원에 이르는 것으로 나타났다.

또한, 2010년 한전에서 집계한 ‘최근 5년간 전국 시·도별 태풍피해 발생 현황’을 분석한 결과, 손상 및 열화가 발생된 전주에 대한 철거, 재사용, 불용처리 등의 비과학적인 건전성 관리체계에서 태풍으로 연평균 2,100여기의 전주가 절손된 것으로 나타났다. 이에 따른 전주, 전선 등의 직접적인 피해액이 166억 원에 달하고, 단전 등에 따른 2차적인 피해 또한 막대하여 전주의 구조건전성 평가 및 관리체계의 수립이 시급한 실정이다.

본 고에서는 현재 전주에 대한 국내외의 구조건전성 평가기술 개발 동향에 관하여 서술함과 동시에 전주의 구조건전성 확보를 위해 나아갈 방향을 제시하였다.

2. 전주의 구조건전성 평가 기술

가. 국내 현황

현재 우리나라에서 사용 중인 전주에 대한 구조건전성 평가기준은 별도로 제정되어 있지 않은 상황이다. 철거 전주의 철거 노출, 발판 볼트불량, 직경 60mm 이상의 구멍, 균열 발생 등의 여부를 육안으로 점검하고, 이를 지수화하여 재사용 및 불용처리의 판정기준으로 활용하고 있다.

이와 같이 사용 중이거나 철거된 전주에 대하여 개략적인 육안점검 위주의 구조건전성 판정기준은 점검자의 주관적인 판단이 개입되어, 그 결과에 대한 신뢰성 저하의 우려가 있다.

또한, 전주의 외관상태 결과에 근거한 건전성 추정기법 이므로 콘크리트 전주의 실제 보유 내하력 및 구조안전성 파악이 어렵다.

다만, 전주 생산과 관련해서 원심력을 응용하여 만든 프리텐션 방식에 의한 프리스트레스트 콘크리트 전주(이하 전주라 한다.)에 대한 각종 규격지침은 ‘KS F 4304’로 제정되어 있다. 그 주요 내용으로서 전주 휩강도 시험의 경우, 그림 4와 같이 전주를 시험대에 설치하고 하중점에서 전주의 중심축과 가능한 한 직각이 되는 방향에 느린 속도로 수평인 하중을 설계하중까지 가하여 이때의 균열을 측정하는 것으로 되어 있다. 전주에 설계하중을 가했을 때 폭 0.25mm를 초과하는 균열이 발생해서는 안되며, 또한 설계하중을 제거했을 때 폭 0.05mm를 초과하는 균열이 남아서도 안 되는 것으로 규정하고 있다.



[그림 4] 휩강도 시험

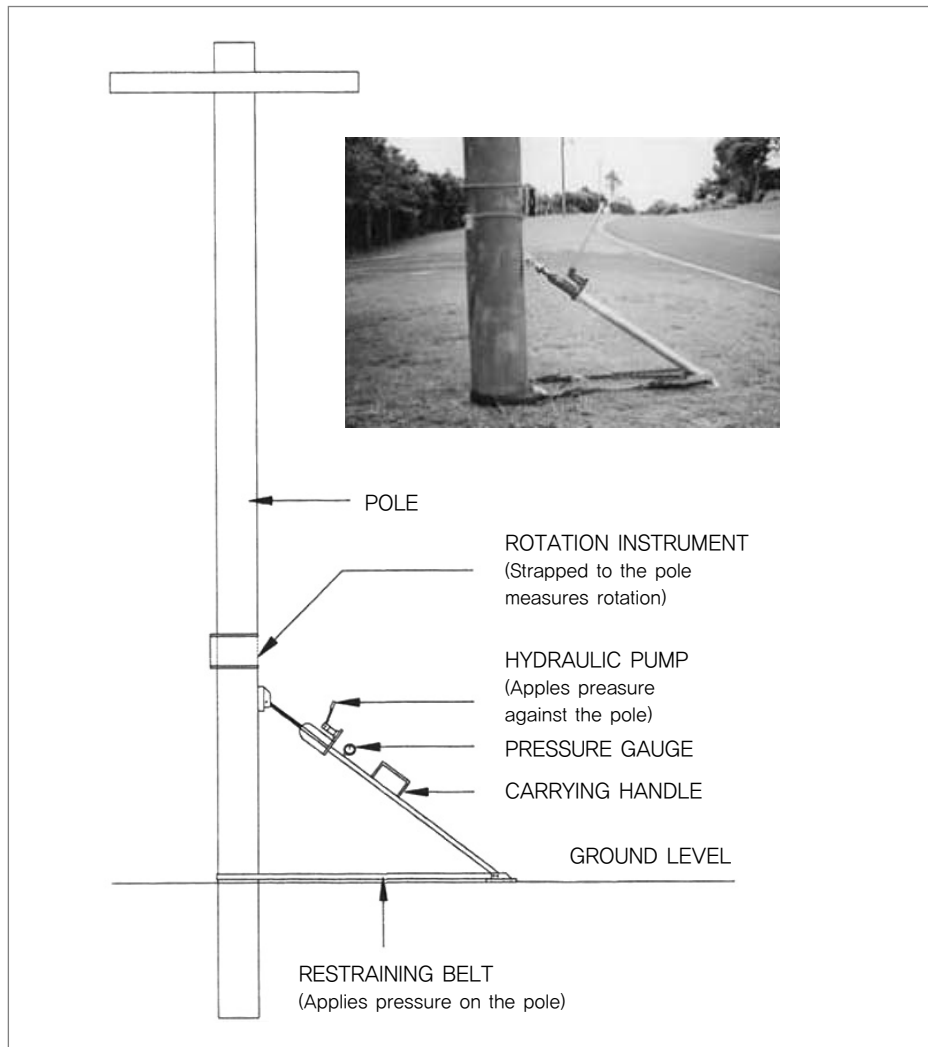
나. 국외 현황

사용 중인 전주의 구조건전성에 대한 국외의 평가방법 역시 개략적이고 주관적이다. 국내와 마찬가지로 기술적으로 큰 진전이 없는 상황이다. 'Wood Pole Maintenance Manual(J.J. Morrell)', 'Inspection, Maintenance and Procurement Procedures for Wood Poles(NAVFAC MO-312.3)' 등과 같이 주로 미국 등지에서 목재 전주에 대한 유지관리 지침서가 제정된 수준이다.

사용 중인 전주에 대한 국외의 평가기술 가운데 주목할 만한 기술로는 폴란드의 Kris J Deuar 박사가 개발한

MPT(Mechanical Pole Testing)가 있다. 이 기술은 사용 중인 전주의 구조건전성을 평가하기 위하여 그림 5에서와 같이 경사계, 압력계, 유압잭 등으로 구성된 MPT40 시험기를 활용하여 전주의 강도와 수명을 측정하는 방법으로 일명 'New Deuar System' 이라고 한다.

시험 과정은 그림 5와 같이 유압잭을 활용하여 프로그램으로 설정된 외력을 가해 전주에 힘 변형을 유발시키고, 이 때 발생된 변형의 크기를 전주에 부착된 경사계로 검측 하는 단순한 방법이다. 그리고 도출된



[그림 5] MPT40을 활용한 건전성 시험

각종 자료들을 사전에 개발된 계산프로그램에 매개변수로 입력함으로써 전주에 대한 구조건전성 평가를 수행하게 된다. 이러한 전체 과정들은 점검기술자 단독으로 수행이 가능하며, 전주 1기의 평가에 소요되는 시간은 약 15분 정도인 것으로 보고되고 있다.

특기할 사항으로는 Sonic, Ultra-Sonic, Section-Modulus, Cat-Scan 등의 다른 검사기술들이 전주의 재료특성에 따른 각종 물리화학적 원칙을 활용하여 간접적으로 구조건전성을 평가하는 것에 반하여, MPT는 가력에 의한 전주의 보유 강도를 직접적으로 확인하는 특징을 지니고 있어 구조건전성 평가의 신뢰성을 향상시키고 있다.

3. 전 망

사용 중이거나 손상 및 열화가 심화되어 철거된 전주에 대하여 재래식으로 점검자의 주관적 판단에 의존하는 현행의 개략적인 육안점검 위주의 상태판정 체계로써는 전주의 구조건전성, 불용 및 재사용 등의 판단에 대한 객관성을 확보하기 어렵다. 단순한 외관평가가 아닌 전주의 구조 역학적 측면이 고려된 각종 검사 및 시험(외관검사, 재하시험, 비파괴검사, 선별적 파괴검사 등)을 수행하여 획득된 정량적인 시험결과로 철거 전주의 상태 판정을 시행함과 동시에, 사용 중인 전주에 대한 합리적인 구조건전성 평가체계를 수립해야만 철거 전주뿐만 아니라

사용 중인 전주에 대해서도 정확한 상태평가의 객관성을 확보할 수 있을 것이다.

이와 함께 철거 전주를 대상으로 재사용 판정된 손상 전주에 대해서는 사용수명 연장을 위한 효과적인 보수·보강공법의 개발이 요구된다. 균열 및 변형으로 대표되는 전주 손상유형을 고려, 상태(전선, 장주, 공가선 등) 및 환경(도심, 야외, 염해 등) 특성을 감안한 표준화된 보수·보강공법을 개발하여 유지보수에 따른 품질관리의 용이성 및 경제성 확보와 재사용 전주의 보수·보강 효과를 극대화 시킬 필요가 있다.

또한, 과학적이고 체계적인 관리를 위하여 전주의 각종 시설제원 및 유지관리 이력정보를 데이터베이스로 전산화함과 동시에 구조건전성 평가기술을 바탕으로 철거 전주의 열화상태 및 보수·보강 효과 등을 고려한 생애주기비용(LCC ; Life Cycle Cost) 분석 기반의 전주 수명 예측 관리기법을 개발하여 전주의 사용성능과 경제수명을 최적화시켜 철거 전주의 재사용률 향상에 따른 시설 관리의 효율성과 경제성을 증진시킬 수 있을 것이다.

무한경쟁 시대인 21세기에 안정적인 전력공급이 곧 국가의 경쟁력임을 감안한다면 전력공급 네트워크의 근간인 배전 전주의 건전성 확보를 위한 적극적인 투자 및 기술개발이 더 이상 선택이 아닌 필수라는 것은 자명한 사실이다. KEA