

전기공사업 활선작업의 위험성평가 필요성에
관한 고찰
Study on the Necessity of Risk Assessment
for The Live-Line working of Electrical
Construction

최 승 동* · 현 소 영* · 한 형 주* · 홍 용 수**
Seung-Dong Choi* · So-Young Hyun*
Hyeong-Ju Han* · Yong-Soo Hong**

Abstract

The live-line works are very dangerous works on direct contacts or neighboring contacts with the distribution line. But most of domestic electrical construction companies that have performed live-line works are small-scale companies. Accordingly, safety management system and manuals to insure worker's safety haven't sufficiently had.

In this paper, risk and status of accidents for the live-line works were analyzed and the necessity of introducing risk assessment for live-line works was identified by a questionnaire survey of electrical construction companies and education institutions.

Keywords : Risk Cause, Risk Assessment, Live-Line Works

1. 서 론

전기공사업의 분야 중 배전선로의 활선작업, 활선근접작업은 일반건설업과 달리 이미 설치되어 있는 전기시설에 대한 유지관리 및 개선공사를 하는 작업이며, 이는 전압이 인가되어 있는 상태에서 작업자가 직접 또는 근접 작업을 하기 때문에 감전재해·추락 등의 위험에 직접적으로 노출되어 있어 그 위험성이 매우 높다. 그러나 활선작업을 시행하는 전기공사업체는 영세한 업체가 대부분을 차지하여 업체 자체적인 안전관리

* 한국전기산업연구원

** 한국산업안전보건공단

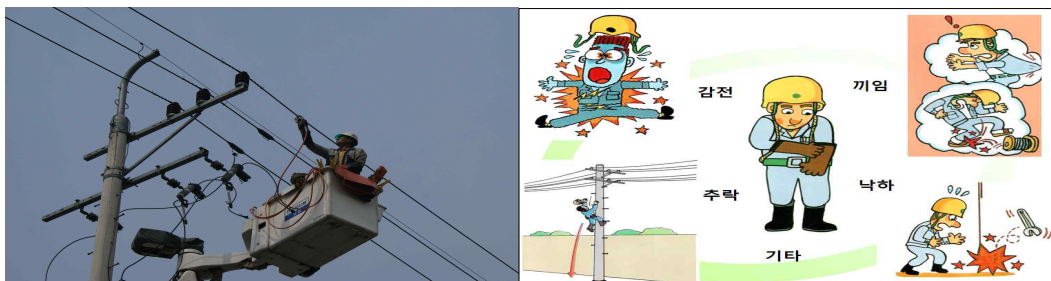
체계 구축에 어려움이 있고, 이로 인해 작업 현장의 효율적인 안전관리 및 사고발생의 사전방지 기능이 미흡한 실정이다. 국내의 경우 산업계 재해를 예방하기 위하여 안전보건경영시스템 인증제도인 『KOSHA 18001』과 『산업안전보건법 제48조의 유해위험방지계획서』에서 제시한 위험성평가를 도입하여 안전활동을 수행하고 있지만, 이는 건설업 분야에서 활발하게 적용 중에 있다. 전기공사업은 한국표준산업분류에 따라 건설업으로 분류되어 있지만, 현재 위험성평가가 도입되어 있지는 않다. 그렇기 때문에 전기공사업의 활선작업 및 활선근접작업별 위험성평가 도입이 필요하고 연구가 필요하다.

본 논문에서는 전기공사업 활선작업의 위험성을 확인하고, 활선 작업현장 및 교육기관에서는 이러한 위험성과 그에 따른 재해발생 가능성에 대해 인지하고 있는지에 대한 설문조사를 실시하여 전기공사업 활선작업의 위험성평가 도입의 필요성을 얘기하고자 한다.

2. 전기공사업 활선작업 재해현황

2.1. 전기공사업 활선작업

국내에서는 1962년 미국 EBASCO사의 용역자문으로 배전선로에서의 활선작업이 시작되었다. 당시에는 6.6kV 배전선로가 주종을 이루었기 때문에 고무장구를 착용한 상태에서 활선작업을 주로 수행하였다. 이 후 배전용량의 증대로 인해 배전선로의 전압이 22.9kV로 승압되었고, 고전압에 대한 위험성이 커짐에 따라 근접활선작업 즉, 작업자가 직접 활선(전기가 통하는 선로)을 다루지 않고 절연체로 제작된 핫스틱(Hot-stick)을 이용하여 활선으로부터 일정한 거리에서 작업을 하는 방법으로 변경되었다. 그러나 1990년도 초반부터 국내에서도 활선작업차가 개발되어 보급됨에 따라 다시 직접 작업자가 보호장구를 착용하고 활선작업에 투입되고 있다. 이렇게 배전선로상에서 근접활선작업보다 위험한 직접활선작업이 국내에서 이루어지고 있는 제일 큰 이유는 도로사정으로 인한 활선작업차의 접근이 어려운 경우와 작업시간을 현격히 줄일 수 있는 점을 꼽을 수 있다. 다음은 활선작업 모습과 활선작업에 따른 대표적인 재해 유형을 보여주고 있다[그림 1].



[그림 1] 활선작업과 재해유형

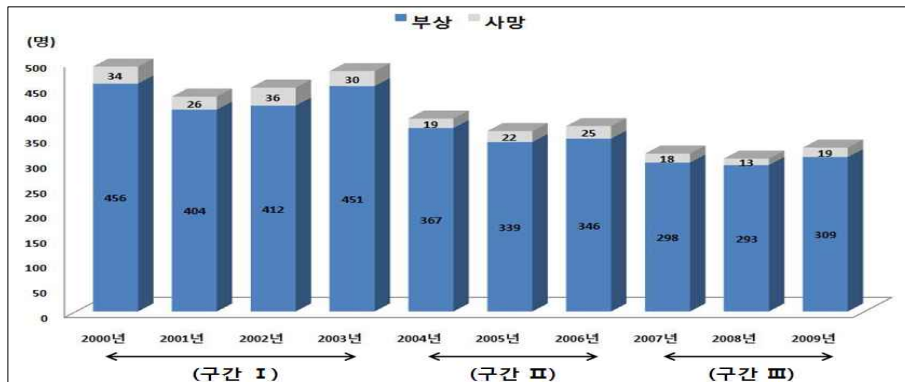
국내 전기공사업 배전선로 활선작업의 재해가 얼마만큼 빈번하게 발생하고, 발생형태는 어떠한지에 대해 알아보기 위하여 연도별 재해자 수와 발생형태별 재해자 수를 알아보았다.

2.2. 전기공사업 활선작업 재해현황

전기공사업은 한국표준산업분류에 따라 건설업으로 분류되어 있고, 고용노동부의 산재현황통계에서도 전기공사업의 재해를 별도의 분류 없이 건설업으로 관리되고 있다. 따라서 지난 10년간(2000~2009년) 건설업의 재해사례 중 전기공사업 송·배전 활선작업과 관련된 재해사례 3,917건(부상 3,675명, 사망 242명)에 대하여 전기공사업 재해발생현황을 분석하였다. 여기서 배전선로 및 활선작업의 재해 건을 따로 분류하여 분석하지 않은 이유는 전기공사업에서 송전선로 공사건수보다 배전선로 건수가 상대적으로 많고, 배전선로 시공 및 유지보수는 거의 대부분이 활선작업으로 이루어지고 있기 때문에 결과적으로 큰 차이가 없을 것으로 판단하였기 때문이다.

[그림 2]는 지난 10년간 재해사례 3,917건을 연도별로 분석한 결과로 (구간 I)의 2003년도까지 평균 재해자 수는 약 462명이고, 사망자수는 약 32명으로 나타났으며, (구간 II)에서는 2004년도부터 점차적으로 감소하여 2007년도에는 재해자 수 298명, 사망자수 18명 이하로 큰 감소를 보였다. 특히 2004년에는 2003년보다 재해자수가 95명이 줄어 03년 대비 19.75%의 높은 감소율을 보였고, 이러한 감소 추세를 보이는 이유로 2003년도 8월에 개정된 안전규칙과 그에 따른 전기재해예방사업의 효과로 짐작되어진다. 그리고 2007년에 재해자수가 감소한 이유로는 2006년도에 시행된 한국전력공사의 안전관리(SSM)의 전면개정과 적극적인 안전활동의 결과로 보인다. 그러나 (구간 III)의 2007년도부터는 또다시 재해 감소율이 둔화세를 보이고, 2009년도에는 부상 309명, 사망 19명의 재해자가 발생하여 전년 대비 높게 나타났다.

근원적인 재해예방을 위해서는 전기공사업 활선작업현장에서 근본적인 위험요인을 제거할 수 있는 위험성평가가 도입되어야 산업재해를 감소할 수 있는 전환점이 될 것으로 생각한다. 그래서 각 전기공사의 작업별 또는 작업공종별 위험요인을 파악하고 그에 따른 위험성평가 모델을 현장에 도입하여, 과학적이고 체계적인 안전관리를 추진한다면 그 효과는 클 것이라 생각한다.



[그림 2] 연도별 재해자 수

그리고 발생형태별로 분류하면 <표 1>과 같이 나타났다. 추락재해가 1,117명으로 전체의 28.5%로 가장 높은 점유율을 나타내고 있으며, 다음으로 감전재해가 764명으로 19.5%, 감김·끼임 13.6%, 충돌 11.5%, 전도 10.7%등의 순으로 나타났다. 이렇게 감전보다 추락재해에 대한 점유율이 높은 이유는 전기공사업의 작업특성상 고소작업이 많은데서 찾을 수 있으며, 무엇보다도 본작업(전봇대에 올라가 있는 상태에서 하는 작업)이 아닌 작업의 준비나 정리과정에서 작업자의 집중도가 떨어져 생긴 이유로 판단되어진다. 그러나 추락과 감전을 사망률로 비교했을 경우, 추락재해 사망률이 6.9%인데 반해 감전재해 사망률은 15.3%로 나타나, 감전이 추락보다 사망으로 연결된 비율이 8.4%가 높았다. 결과적으로 전기공사업 재해에 있어서는 감전에 의한 위험성이 재해강도면에서는 크다는 것을 알 수 있었다. 이는 일반사람들이 전기작업이라 하면 감전의 위험을 제일 먼저 생각하는 것과 같은 맥락인 것으로 사료된다.

<표 1> 발생형태별 재해자 수

발생 형태별	계	추락	감전	감김·끼임	낙하·비래	붕괴·도괴	이상온도	전도	절단·베임·찢림	충돌	과열	폭발	화재	분류불능
계 (명)	3,917	1,117	764	534	341	86	59	419	61	449	16	18	40	13
사망률 (%)	6.2	6.9	15.3	0.4	3.8	14.0	-	1.9	-	2.0	-	-	2.5	23.0

또한 감김·끼임과 충돌, 낙하·비래 등의 의한 재해자도 적지 않게 발생되고 있어, 전기공사 현장에서는 재료, 작업공구(무정전 차량 포함)의 크기나 종류, 기기조작 및 취급방법 등 여러 곳에 위험요인들이 잠재해 있는 것으로 나타났다.

3. 연구내용 및 방법

3.1. 연구내용

활선작업을 할 때 사전에 위험성 평가를 실시하고 그 결과에 따라 방호조치를 함으로서 활선작업에서 발생할 수 있는 다양한 사고를 미연에 방지할 수 있음은 주지의 사실이다. 그러나 과연 현장 또는 교육기관에서는 이러한 위험성 평가에 대해서 어떻게 생각하고 있고, 어떻게 실시하고 있는지를 설문조사를 통하여 확인해 보았다. 이러한 설문조사를 통해 교육기관에서 받은 교육이 현장에서는 어떻게 적용되고 있으며, 현장과 교육간의 괴리가 발생하는지에 대한 여부도 확인해 볼 것이다. 이러한 사실을 알아보기 위해서 기업체에 종사하고 있는 사람들과 이들을 교육시키는 교육기관의 교·강사들을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

3.2. 연구방법

2009년도 한국전력공사에 등록된 전국의 전체 전기공사업 배전활선공사 기업체수 584개 업체를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 이 중 112개 업체에서 설문지가 회수되어 19.2%의 회수율을 나타냈다. 활선분야 교육기관은 총 9개 기관에 대해 교·강사를 중심으로 실시하였으며, 총 22명이 작성한 설문지가 회수되었다. 설문조사 기간은 2010년 5월 1일~7월 31일까지 총 3개월간 교육기관과 기업체 현장을 방문하여 조사를 실시하였고 기업체의 경우에는 보다 면밀한 분석을 위해 우편조사 및 전화조사를 병행하여 실시하였다.

설문지는 기업체용과 교육기관용으로 나누어 <표 2>의 내용으로 작성하였고, 다음의 내용을 도출하도록 내용을 구성하였다.

<표 2> 설문지 구성항목

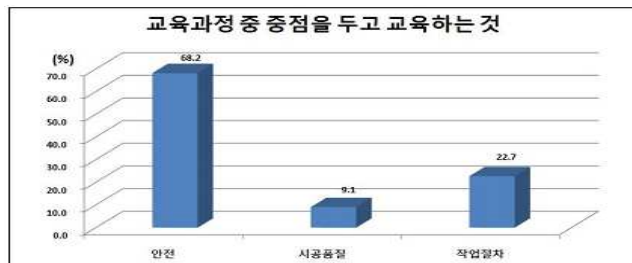
설문지 구성	교육 기관	일반사항 (5개 문항)	소재지, 교육담당, 교육기관 및 활선분야 근무경력, 강사인원수 등에 관한 설문
		교육과정 (8개 문항)	교육분야, 과정별 일정, 중점사항, 안전교육과목 등에 관한 설문
		안전관리 (6개 문항)	안전사고책임, 사고원인, 위험작업등에 관한 설문
		위험요인 및 평가 (3개 문항)	위험성평가 제도 도입과 실시의 필요성에 관한 설문
	활선 시공 업체	일반사항 (6개 문항)	사업장소재지, 회사규모, 산재발생여부, 설문작성자, 활선전공인원, 활선작업경력 등에 관한 설문
		작업분야 (9개 문항)	배전활선작업분야, 작업시간, 위험작업 등에 관한 설문
		안전교육 (4개 문항)	법정교육시간 준수여부, 교육시간, 교육내용 등에 관한 설문
		사고원인과 책임 (2개 문항)	사고책임, 안전사고의 원인등에 관한 설문
		위험성평가 (4개 문항)	위험성평가 의미와 도입시 활용기여도, 위험성평가실시 및 교육등에 관한 설문
		안전관리 (11개 문항)	작업시 위험요인, 작업안전절차 숙지여부, 안전관련규정 미흡, 사고형태와 경험여부, 보호구 등에 관한 설문

4. 연구결과 및 분석

4.1. 활선작업 교육기관

4.1.1 교육분야

활선작업 교육기관에서 교육과정을 운영할 때 가장 중점을 두고 가르치는 분야로는 안전분야가 68.2%, 작업절차가 22.7%, 시공품질이 9.1%의 순으로 나타났다. 이는 활선작업을 수행시 사고위험이 높음을 인지시키고, 이에 대한 내용을 교육생들에게 강조하기 때문인 것으로 판단된다[그림 3].



[그림 3] 중점 교육분야

4.1.2 안전과목 교육시간

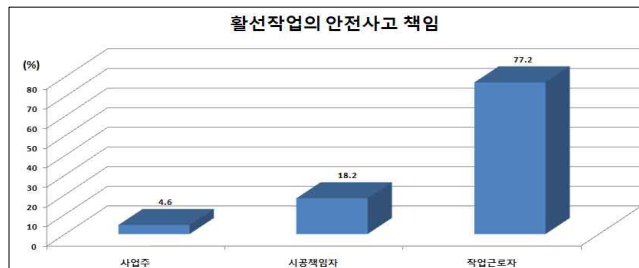
2시간 이상을 교육하고 있는 교육기관이 73.7%에 달하는 것으로 나타났다. 그러나 26.3%에 달하는 활선작업 교육기관에서는 법정 교육시간(2시간) 이하로 교육을 시행하고 있어 이를 시정할 수 있는 조치가 필요한 것으로 보인다[그림 4].



[그림 4] 안전과목 교육시간

4.1.3 안전사고 책임

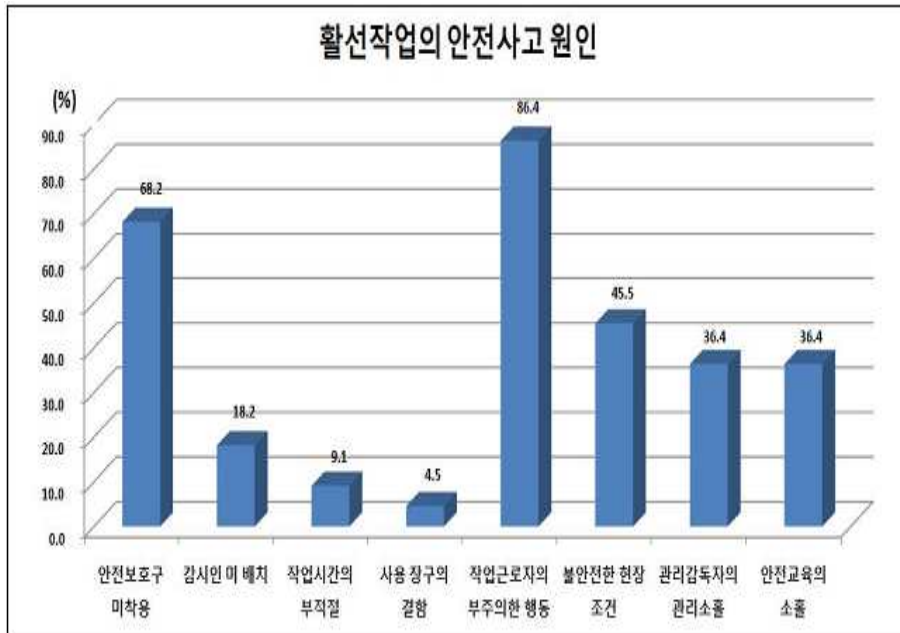
활선작업을 교육하고 있는 강사들은 활선작업을 할 때 발생하는 안전사고의 책임이 작업근로자(77.3%)에게 있는 것으로 보고 있다. 그 다음으로는 시공책임자가 18.2%, 사업주 4.5%의 순으로 나타났다. 이는 활선작업을 교육하는 강사들의 입장에서 볼 때 이수받은 안전교육을 제대로 이행해야 하는 사람이 작업근로자임을 강조한 것으로 보인다[그림 5].



[그림 5] 안전사고 책임

4.1.4 안전사고 원인

활선 작업중 안전사고의 가장 중요한 원인은 작업근로자의 부주의 및 불안정한 행동이 86.4%로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 그 다음으로는 안전보호구의 미착용이 68.2%, 불안정한 안전교육의 소홀이 36.4%의 순으로 나타났다. 이러한 원인을 분석해 볼 때 안전사고의 1차적 책임은 작업근로자의 부주의, 안전구 미착용 등 현장작업 근로자에 있는 것으로 나타나 안전사고의 책임의 설문결과와 일치한다. 그러나 현장작업 조건의 불안정성, 관리감독자의 관리소홀, 안전교육소홀 등도 무시 할 수 없는 비중을 나타내고 있어 사업주 혹은 시공책임자의 역할이 안전사고를 예방하는데 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다[그림 6].



[그림 6] 안전사고 원인

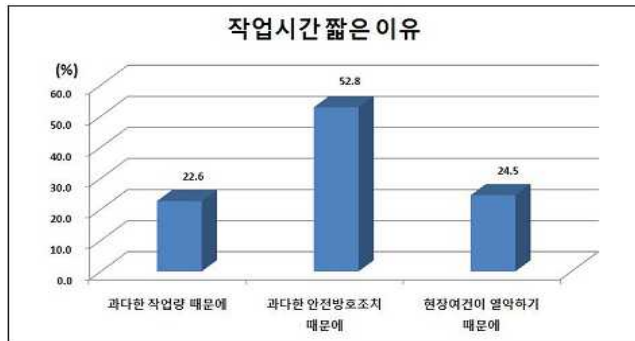
4.1.5 위험성평가 필요성 인지 여부

전기공사업 활선작업의 위험성평가 필요성에 대해 안전을 위하여 아주 필요하다 54.5%, 안전을 위하여 필요하다 45.5%의 순으로 나타났다. 교육기관(교·강사)은 정도의 차이가 있을 뿐 활선작업의 위험성평가가 필요하다고 인식하고 있었다. 또한 활선작업에 대한 교육을 실시할 때 위험성평가에 대한 교육이 필요한가에 대해서는 응답자의 95.5%가 필요하다고 인식하고 있어 위험성 평가에 대한 교육 프로그램의 개발이 필요하고 이를 운영할 수 있는 제도적 장치의 마련도 필요할 것으로 보인다.

4.2. 활선시공업체

4.2.1 작업소요시간

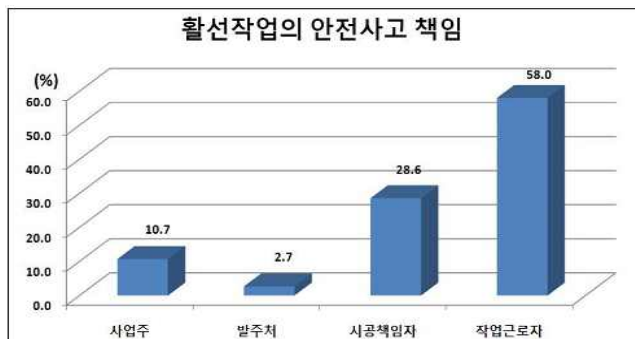
표준작업기준에 따라 작업을 실시한다면 활선작업을 수행하는데 소요되는 시간은 응답업체 47.4%가 작업시간이 짧다는 응답을 하였고, 37.5%는 작업시간이 길다고 응답하였으며, 15.1%의 응답업체만이 적당하다고 응답하였다. 작업시간이 짧다고 응답한 업체의 52.8%가 과도한 안전방호조치 때문인 것으로 응답하였다. 그 다음으로 현장에서 작업여건이 열악하기 때문이라고 응답한 업체가 24.5%, 과도한 작업량 때문이라고 응답한 업체가 22.6%를 차지하고 있는 것으로 나타났다[그림 7].



[그림 7] 작업소요시간

4.2.2 안전사고 책임

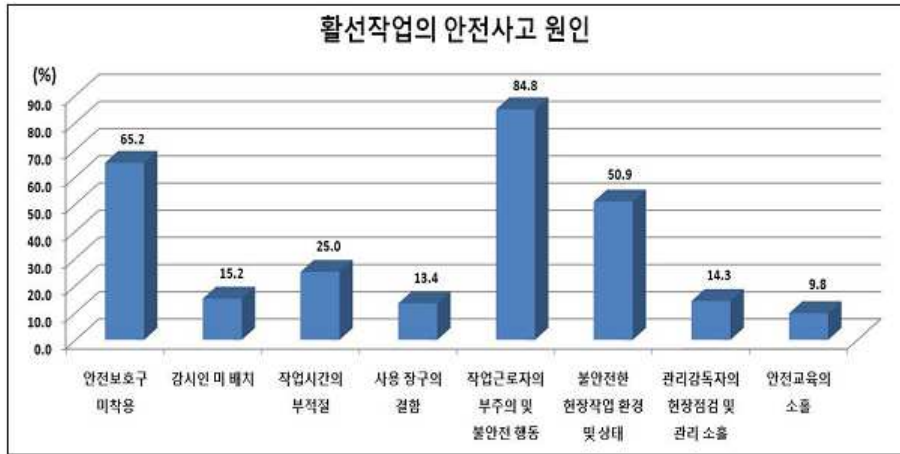
활선작업 안전사고 책임에 대한 질문에서 응답업체의 58.0%가 작업근로자에 있다고 인식하고 있는 것으로 나타났으며, 시공책임자가 28.6%, 사업주 10.7%, 발주처 2.7%의 순으로 나타났다. 이러한 결과로 볼때 안전사고를 방지하기 위한 안전교육은 작업근로자를 중심으로 이루어져야 할 것으로 판단된다[그림 8].



[그림 8] 안전사고 책임

4.2.3 안전사고 원인

활선작업을 수행하는 중에 발생할 수 있는 안전사고의 원인으로는 응답업체 84.8%가 작업근로자의 부주의 및 불안정한 행동이라고 지적하였다. 그 다음으로 안전보호구 미착용이 65.2%, 불안정한 현장작업 환경 및 상태 50.9%, 작업시간의 부적절 25.0%의 순으로 나타났으며, 안전교육의 소홀은 9.8%로 최하위를 나타냈다[그림 9].



[그림 9] 안전사고 원인

4.2.4 사고 유형

활선작업을 수행하면서 가장 빈번하게 발생하는 사고형태로는 감전이 82.1%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나 감전을 방지할 수 있는 보호장구의 설치 및 안전보호구를 착용하는 것이 활선작업의 안전한 수행을 위해 매우 중요함을 알 수 있었다.

4.2.5 위험성평가 필요성 인지 여부

활선시공업체는 현장에서 활선작업을 시작하기 전에 위험성 평가를 실시하는 것에 대해서 응답업체의 50.9%는 안전을 위하여 아주 필요하다고 응답하였고, 31.3%는 안전의 위해 필요하다고 인식하고 있어, 결과적으로 82.2%의 응답업체들이 위험성 평가의 실시에 대해 매우 긍정적인 태도를 보이고 있는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 논문에서는 전문공사업의 일종인 전기공사업의 배전선로 활선작업에 대한 위험성평가 필요성 고찰을 위해 고용노동부 산재현황 통계 중 임의 추출된 전기공사업 송배전공사 재해사례 3,917건(과거 10년간)을 대상으로 재해발생 현황 및 사례등을 분석하였다. 이와 더불어 배전선로 활선작업 현장실태조사와 활선시공업체 및 활선교육기관의 설문조사를 실시하여 관리자, 현장근로자, 활선교육자가 생각하는 활선작업의 위험성과 위험성평가 필요성 유무등을 조사·분석하였다. 그 결과 <표 3>과 같이 활선작업을 교육하는 교육기관과 현장에서 시공하는 업체 모두 위험성평가의 도입이 필요하다고 생각하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3> 기관별 위험성평가 도입 필요성 여부

분 류	필요하다	필요없다
활선교육기관	100%	0%
활선시공업체	82.2%	17.8%

따라서 전기공사업 활선작업에서의 위험성평가 도입은 영세한 전기공사업체 사업주의 재해예방 의무를 확보함과 동시에 작업현장 중심의 안전관리시스템을 구축할 수 있는 계기가 될 것이라 생각된다. 또한 효율적인 안전관리 및 사고발생의 사전방지, 안전교육방법의 개선, 보호장구 및 활선장비의 적절한 사용을 통해 재해예방에 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것으로 본다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 고용노동부, “산재현황통계” (2000~2009)
- [2] 최승동 “전기공사업 활선작업의 위험성평가 모델 개발에 관한 연구”, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 2010. 10
- [3] 최승동, “765kV 송전선로 직접활선공법의 위험성평가 적용에 관한 연구”, 명지대학교 대학원 산업공학과 공학박사학위논문, 2005
- [4] 정세균, 김형석, 최승주(2009), “건설업 전문공사별 위험성평가 및 안전모델 연구”, 한국산업안전보건공단, 산업안전연구원
- [5] 김효진 외(2003), “배전선로 감전사고 방지용 활선작업암 및 신공법 기술개발”, 한국전기공사협회

저 자 소 개

최 승 동



명지대학교 대학원 산업공학 박사
서울과학기술대학교 안전공학사, 공학석사
현재 한국전기산업연구원 전기COST센터 센터장/선임연구위원으로 재직 중

한 형 주



동아대학교 전기공학사, 전기공학석사
현재 한국전기산업연구원 연구위원으로 재직 중

현 소 영



경남대학교 전기공학사
현재 한국전기산업연구원 연구위원으로 재직 중

홍 용 수



서울대학교 전기공학사, 미국 머레이주립대학교 안전보건학(석사)
현재 한국산업안전보건공단 기술이사로 재직 중