

이동통신 기지국 공사의 위험요인 분석에 관한 연구

이상욱 · 권순준* · 이영섭†

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 · *삼성 SDI
(2015. 8. 17. 접수 / 2015. 9. 17. 수정 / 2015. 9. 22. 채택)

A Study on the Hazard Analyses of Construction for Base Station of Mobile Communication

Sang-wook Lee · Soon-joon Kwon* · Young-seop Yi†

Department of Energy Safety Engineering, Graduate School of Energy and Environment,
Seoul National University of Science & Technology
*Samsung SDI

(Received August 17, 2015 / Revised September 17, 2015 / Accepted September 22, 2015)

Abstract : As the domestic communication industry has been made rapid progresses, the construction of base stations are also expanded yearly from more than 86,000 ones in the year 2005 to over 300,000 ones in 2013. While the new construction and rebuilt works have been rapidly increased, there has been not tried about the analysis as well as the control of hazards for the construction works. This study is conducted to do not only the focus interview for 27 expert groups who are engaged in the construction works and safety, but also the questionnaires for AHP analysis which is suggested by the Korea Occupational Safety and Health Agency for 92 persons who are engaged in the construction works in order to analyze the hazards of construction works for base stations. The high ranked risk works which are acquired from the two methods are fall under installation of antennae, struck by the hand tools and construction materials under installation of antennae, fall during going up and down the steel tower and telegraph poles and the fall by electric shock during the underground cable works. The control for the above hazards are the installation of fall protection equipments, the installation of safety nets for falling objects and the installation of protection equipment of electric shock.

Key Words : hazard analysis of construction for base station of mobile communication, base station of mobile communication, hazard analysis, focus interview, AHP

1. 서론

최근 이동통신 규격과 기술이 1G에서 4G까지 비약적인 발전으로 가입자 수도 급증하여 통화의 품질을 향상시키기 위한 무선 통신 기지국이 2005년에 86,000여 국에서 2013년에는 3G 이하의 이동통신을 제외한 LTE기지국만 300,000여 국으로 증가하였다¹⁾.

‘이동통신 기지국’이란 우리나라의 전파법에 의하면 “육상이동국과의 통신 또는 이동중계국의 중계에 의한 통신을 하기 위하여 육상에 개설하고 이동하지 아니하는 무선국”으로 정의하였다²⁾. ‘이동통신 설비공사’는 이러한 기지국을 설치하는 공사로 실제로 공사 시는 주위의 지형지물의 영향을 많이 받는 특성이 있어서

대부분의 기지국 안테나는 높은 곳에 설치해야 한다. 동 설비 공사는 고소작업이 수반되며 설치장소에 따라 실내형, 옥상형, 옥탑형, 전주형 및 철탑형 공사로 구분할 수 있다. 특히 도심 기지국의 경우 대부분 5층 이상의 건축물 옥상 철탑부분을 임차하여 운용하고 있기 때문에 사전 안전관리 계획 수립이 매우 어려운 실정이다³⁾.

기지국 장비는 전주형과 옥상형의 경우 지면 또는 계단이 설치된 기존 건물에 설치함으로써 작업자가 장비 등을 인력운반이 가능하며 설치공간도 넓은 편이다. 그러나 옥탑형의 경우 작업자는 고정형 또는 이동식 사다리를 이용하여 작업장을 오르내려야 하고 장비는 직접 운반이 불가능하여 달줄로 옥상에 운반하고 운반

† Corresponding Author : Young-seop Yi, Tel : +82-2-970-6387, E-mail: ysyi@seoultech.ac.kr

Department of Energy Safety Engineering, Graduate School of Energy and Environment, Seoul National University of Science & Technology, 232, Gongleung-dong, Nowon-gu, Seoul 01811, Korea

후에는 철가류라고 불리는 장비가대에 거치하여 본 공사를 진행한다. 또한 기존 설치 기지국의 장비를 교체하는 경우에는 전원을 먼저 차단하고 장비를 임시로 거치한 후에 수축관을 이용하여 급전선을 장비와 연결하고 기존 분전함의 전원을 연결해야 한다.

안테나는 이동통신 단말기의 신호를 수신하여 장비로 보내거나 반대로 전파를 공간에 방사하는 최말단 설비이다. 기지국 안테나의 설치 방식은 하나의 지지대에 여러 개의 안테나를 설치하는 통합형과 하나의 지지대에 한 개의 안테나만 설치하는 분리형이 있다. 일반적으로 통합형은 보통 전주 및 옥탑과 같은 협소한 공간에 설치할 경우, 분리형은 보통 옥상과 같은 넓은 공간에 설치할 경우에 주로 사용한다.

이러한 기지국의 건설은 공사 종류의 분류에 있어서 건축공사나 토목공사로 분류하고 각 공사별 또는 공정별로 각종 위험요인을 분석하고 여기에 따른 대략적인 대책이 절실히 필요하지만 이러한 시도는 지금까지 전혀 없었다. 건설업의 위험성평가 기법인 ‘건설업 공종별 위험성 평가모델’⁴⁾에는 여러 종류의 공사와 관련하여 일반적인 모델만 제시하고 있어서 본 논문에 적용할 수 있는 모델은 ‘전기공사 위험성 평가모델’⁵⁾이 유일하다. 본 논문의 연구범위는 철탑과 전주 등 설치와 건축공사를 제외하고 기지국 장비 및 안테나의 설치에 한정하고 공종별 위험 요인의 분석 및 우선순위화로 제한하였다. 이를 위하여 공사 담당자를 대상으로 회의를 통하여 공종을 분류하고 위험요인을 분석하였다.

위험성 평가를 위하여 포커스 그룹 인터뷰와 연구의 신뢰도를 높이기 위하여 설문조사를 통한 계층별 분석법(AHP : Analytic Hierarchical Process)을 실시했는데 대상은 각각 현장소장 등 27명과 106명으로 했으며 이들을 대상으로 위험성을 분석하였다.

2. 기지국 공사의 위험요인 분석

이동통신 기지국 공사의 공종과 위험요인을 분류하기 위하여 2015년 4. 1일부터 4. 30일까지 시공사 9개 업체를 3개 권역(수도권, 중부권, 남부권)으로 나누어 각 권역별로 현장 점검, 협의체 회의 및 청취 조사 등 세 가지 방법을 사용하여 공종과 위험요인을 분류하였다. 현장점검에 의한 방법은 현장소장, 관리감독자, 안전관리자/안전담당자 및 근로자가 합동으로 현장을 점검한 결과를 활용하였다. 협의체 회의는 각 권역별로 안전관리자/안전담당자와 관리감독자가 모여 현장별 일일점검 기록, 월간 협의체회의 기록 및 각종 시공 관련 자료 등을 참조하였다. 청취 조사는 근로자의 의견

을 그대로 반영하기 위하여 각 권역별로 5개 현장을 선정하여 각 근로자 1명씩을 대상으로 어떠한 정보도 제공하지 않고 개인별로 심층 인터뷰를 실시하였다. 그 결과 공종은 장비 설치, 안테나 설치 및 케이블 포설 및 접속 등으로 분류하였다.

장비 설치에 따른 위험요인은 옥탑 고정사다리를 이용하여 승하강 시 추락, 이동식 사다리를 설치하여 옥탑 승하강 시 사다리 전도에 의한 추락, 달줄을 이용하여 옥탑으로 장비 인양 시 달줄 풀림에 의한 낙하, 옥탑 상부의 협소한 공간에서 이동 중 하부로 추락 그리고 장비의 전원 작업 시 감전 등이다.

안테나 설치에 따른 위험요인은 철탑/전주 승하강 시 추락, 안테나 고정 작업 시 추락, 안테나 인양 시 달줄 풀림에 의한 낙하, 안테나 고정 작업 시 작업공구 및 자재 낙하, 기존장비 위치 미확인에 의한 충돌 등이다.

케이블 포설 및 접속에 따른 위험요인은 전동공구 사용 시 끼임으로 인한 손 부상, 케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락, 열 수축 작업 시 화재 발생, 케이블 시험을 위해 A형 사다리 상부에서 시험 중 추락 등이다.

2.1 포커스그룹 인터뷰(Focus group interview)

포커스그룹 인터뷰는 특정 주제에 대한 토론방식으로 참가자들의 합의점을 도출하는 것이 아니라 선택된 주제에 대하여 심도 있는 의견 등을 이끌어 내는 기법이다⁶⁾. 또한 본 연구의 기법은 연구 목적을 분명히 하고 필요한 인원, 질문 및 얻어진 정보의 적합 여부를 판단 등을 명확히 할 필요가 있다⁷⁾.

포커스그룹 인터뷰는 대규모 설문조사를 하기 전에 미리 예측할 목적으로 또는 그룹의 동질성이 결여되고 주제를 잘 알지 못할 경우 얻어진 결과를 증명할 통계적 자료가 필요할 경우 적용한다⁸⁾.

인터뷰 대상은 현장소장 7인, 안전관리자/안전담당자 10인 및 관리감독자 10인 등 세 그룹 27인으로 나누어 진행시켰다. 인터뷰의 절차는 참여자를 선정하여 교육을 실시하고, 미리 도출한 각종 설비공사의 위험요인을 인터뷰 2일 전에 대상자에게 배포하는 등 사전에 준비하였다. 인터뷰를 실시할 경우에는 각 개인별로 위험요인을 작성토록 하고 그 후 각 직종별로 그룹 인터뷰를 실시하였다.

기지국의 설비공사에 있어서 위험요인에 의한 사고 가능성에 대한 추정은 다음 Table 1과 같이 5단계로 나누어 분류하였다.

사고의 가능성을 정량적으로 표현하기 위하여 위에

Table 1. Estimate of possibility

Possibility		Contents
Quantitative	Qualitative	
5	Very highly	No protection for safe works, no safety and health signals, no safety guidelines, no work standards
4	Highly	Not satisfied protection for safe works, difficulty to follow standards and guidelines though being standards
3	Normal	Not satisfied for standards even though being safety facilities, difficulty to follow standards and guidelines though being safety rules and work standards
2	Lowly	Protected by guards and covers, well designed and equipped safety facilities followed by standards, off limit for dangerous area. Well established and easy to follow but omitted for safety rules and work standards
1	Very low	All safety controls are equipped and no possibility of accidents

열거한 세 그룹으로 나누어 실시하고 그 결과는 Table 2와 같다. 여기에서 Average는 평균치로 위의 Table 1의 가능성에 답변자 수를 곱하여 참여인원수로 수식으로 표현하면 다음 식 1과 같다.

$$Aver = \frac{p_1n_1 \times p_2n_2 \times \dots \times p_5n_5}{n_1 + n_2 + \dots + n_5} = \frac{\sum p_n n_n}{\sum n_n} \dots\dots [1]$$

여기에서, Aver은 평균
 p는 표에서 possibility로 가능성(1~5)
 n은 답변자의 수임

Table 2. Accident frequency by the construction types

Work type	Hazardous factors	Possibility					
		1	2	3	4	5	Average
Installation of equipment	Fall during going up and down using fixed ladder in penthouse	18	7	2	-	-	1.4
	Fall by ladder during going up and down penthouse using mobile ladder	3	10	7	6	1	2.7
	Struck by falling equipment by fastening rope during lifting	19	5	2	1	-	1.4
	Fall during moving narrow space in penthouse	21	3	2	-	1	1.4
	Electric shock during electrical work for equipment	10	8	8	-	1	2.0
Installation of antennae	Fall during going up and down steel tower and telegraph pole	10	8	5	3	1	2.1
	Fall during fastening work for antennae	10	10	3	3	1	2.1
	Struck by falling antennae from fastening rope during lifting	17	8	2	-	-	1.4
	Struck by hand tool and materials under fastening antennae	1	4	10	8	4	3.4
	Struck against equipment by negligence of location	1	11	6	7	2	2.9
Underground cable work	Hand injuries by electrical hand tools	4	6	6	7	4	3.0
	Fall by electrical shock under cable work and connection	10	7	6	3	1	2.2
	Fire during heat shrimp works	11	13	3	-	-	1.7
	Fall during testing on mobile ladder for cable testing	4	6	14	3	-	2.6

사고의 가능성이 높은 위험요인은 ‘안테나 고정 작업 시 작업공구 및 자재 낙하,’ ‘기존 장비 미확인에 의한 충돌,’ ‘전동공구 사용 시 끼임에 의한 손의 부상,’ 및 ‘이동식 사다리의 옥탑 승하강시 전도에 의한 추락’으로 나타났다. 그룹별 위험요인에 대한 점수분포는 현장소장과 안전관리자는 높게, 관리감독자는 낮게 평가하였는데 이들은 공사현장의 직·조·반장으로 장기간 이동통신 기지국 건설공사에 종사함으로써 위험요인과 사고 가능성에 대하여 비교적 둔감하게 느끼는 결과라고 볼 수 있다.

기지국 설비 공사의 위험요인별 중대성은 가능성과 마찬가지로 현장소장 7인, 안전관리자/안전담당자 10인, 관리감독자 10인 등 세 그룹 27인으로 나누어 각 참여자들이 추정하였으며 사고 중대성은 Table 3과 같이 5단계로 나누어 분류하였다.

사고의 중대성을 정량적으로 표현하기 위하여 위에 열거한 세 그룹으로 나누어 실시한 결과는 Table 4와 같으며 중대성 점수를 모두 종합, 정리한 최종 추정표이다.

Table 3. Severity estimate

Severity		Contents
Quantitative	Qualitative	
5	Severe accident	Severe accident
4	High	Injury more than 1 month(disabled)
3	Normal	Injury less than 1 month(hospital)
2	Low	Injury less than 3 days(non-industrial accident)
1	No damage	Non-injury accident

Table 4. Accident severity by the construction types

Work type	Hazardous factors	Severity					Average
		1	2	3	4	5	
Installation of equipment	Fall during going up and down using fixed ladder in penthouse	1	6	9	7	4	3.3
	Fall by ladder during going up and down penthouse using mobile ladder	9	8	3	5	2	2.4
	Struck by falling equipment by fastening rope during lifting	3	3	6	8	7	3.5
	Fall during moving narrow space in penthouse	3	3	6	8	7	3.5
	Electric shock during electrical work for equipment	13	6	4	4	-	2.0
Installation of antennae	Fall during going up and down steel tower and telegraph pole	-	3	13	4	7	3.6
	Fall during fastening work for antennae	-	4	9	3	11	3.8
	Struck by falling antennae from fastening rope during lifting	10	5	9	3	-	2.2
	Struck by hand tool and materials under fastening antennae	7	9	7	2	2	2.2
	Struck against equipment by negligence of location	20	4	3	-	-	1.4
Underground cable work	Hand injuries by electrical hand tools	11	6	10	-	-	2.0
	Fall by electrical shock under cable work and connection	2	2	10	7	6	3.5
	Fire during heat shrimp works	5	7	10	5	-	2.6
	Fall during testing on mobile ladder for cable testing	8	10	3	3	3	2.4

사고의 중대성이 높은 위험요인은 ‘안테나 고정 작업 시 추락 위험(3.8),’ ‘철탑/전주 승하강 시 추락 위험(3.6),’ ‘옥탑 상부 협소공간 내에서 이동 중 하부로 추락 위험(3.5),’ ‘옥탑 상부 협소공간 내에서 이동 중 하부로 추락 위험(3.5),’ ‘케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락(3.5),’ ‘옥탑 고정사다리를 이용하여 승하강 시 추락 위험(3.3)’ 순으로 나타났다.

안전보건공단에서 제시한 건설업 공종별 위험성평가모델 계산식인 사고의 발생빈도 × 사고의 발생강도의 식으로 계산한 결과는 Table 5와 같다. 위험성 점수

Table 5. Risk estimate

Severity	Possibility	Severe accident	High	Normal	Low	No damage
		5	4	3	2	1
Very high	5	25	20	15	10	5
High	4	20	16	12	8	4
Normal	3	15	12	9	6	3
Low	2	10	8	6	4	2
Very low	1	5	4	3	2	1

Table 6. Risk estimate(frequency, severity) by construction types

Work type	Hazardous factors	Risk estimate			
		Possibility	Severity	Total	Ranking
Installation of equipment	Fall during going up and down using fixed ladder in penthouse	1.4	3.3	4.6	10
	Fall by ladder during going up and down penthouse using mobile ladder	2.7	2.4	6.5	4
	Struck by falling equipment by fastening rope during lifting	1.4	3.5	4.9	8
	Fall during moving narrow space in penthouse	1.4	3.5	4.9	8
	Electric shock during electrical work for equipment	2.0	2.0	4.0	12
Installation of antennae	Fall during going up and down steel tower and telegraph pole	2.1	3.6	6.3	5
	Fall during fastening work for antennae	2.1	3.8	8.0	1
	Struck by falling antennae from fastening rope during lifting	1.4	2.2	3.1	14
	Struck by hand tool and materials under fastening antennae	3.4	2.2	7.5	3
	Struck against equipment by negligence of location	2.9	1.4	4.1	11
Underground cable work	Hand injuries by electrical hand tools	3.0	2.0	6.0	6
	Fall by electrical shock under cable work and connection	2.2	3.5	7.7	2
	Fire during heat shrimp works	1.7	2.6	3.4	13
	Fall during testing on mobile ladder for cable testing	2.6	2.4	5.0	7

가 15~25는 위험성 등급 ‘상’, 8~15는 위험성 등급 ‘중’, 1~7은 위험성 등급 ‘하’로 분류하고 상과 중 등급은 중점관리 대상이다.

위의 Table 2와 4에 의하여 작업공종별 위험도 등급 순위는 다음 Table 6과 같이 중 1개와 나머지는 하로 분류된 것으로 나타났는데 현장소장과 안전관계자는 가능성과 중대성 모두 높은 점수로 평가했으나 관리감독자는 모든 점수를 2점 이하로 평가하여 전체적으로 낮은 점수의 분포를 보였다. 그래서 현실적인 사항을 고려하여 위험도 점수 6.5 이상을 중점관리 대상으로 선정하여 안전대책을 제시하고자 한다.

2.2 설문조사를 통한 AHP 위험지수 산정

AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층적 의사결정방법)는 Pennsylvania Wharton School의 Thomas L. Satty가 1971년 제안한 의사결정 기준 모형이다^{9,10,11}. 또한, AHP를 적용함에 있어서 역수성(reciprocal), 동질성(homogeneity), 종속성(dependency) 및 기대성(expectations) 등 4가지 공리(axioms)를 고려해야 한다¹². 위의 2.1에서 제시한 위험도에 대한 정당성을 확보하기 위하여 설문대상자는 공사현장의 시공전문가인 현장소장 10명, 안전관리자/안전담당자 11명, 관리감독자 23명, 근로자 62명 총 106명을 선정하였으며 최종 회수된 설문지는 현장소장 10명, 안전관리자/안전담당자 10명, 관리감독자 18명 및 근로자 54명 등 92건의 설문지를 회수하여 분석하였다. AHP분석에 활용한 공종은 위험성평가 절차에 의한 우선순위 분석에 사용한 공종과 동일하게 장비설치 5개, 안테나 설치 5개, 케이블 포설 및 접속이 4개 등 총 14개의 위험요인으로 분류하였다.

Table 7. Group weight of hazard rates by work types

Work type	Installation of equipment	Installation of antennae	Underground cable work
Group weight	0.15	0.65	0.20

일관성 분석을 위하여 92명이 설문 응답자들이 응답한 내용이 일관성비율(Consistency Ratio : CR)이 0.1이하인지 확인에 필요한 사용 프로그램은 Microsoft EXCEL 2010이었다. 일관성 비율이 0.1이하인 설문지는 50%도 되지 않아서 총 92부 중 39부이었다. 이들을 세 그룹에 대하여 AHP기법을 이용하여 각 Group별 쌍대비교(Cross-tabulation)에 의하여 가중치를 결정하게 되는데 평균 가중치는 Table 7과 같이 ‘장비설치 위험요인’, ‘안테나 설치 위험요인’ 및 ‘케이블 포설 및 접속 위험요인’은 각각 0.15, 0.65, 0.20이다.

AHP기법을 활용하여 도출한 Group별 가중치(A)와 Group내부에서의 공종별 가중치(B)를 각각 구하여 이를 곱한 값(A x B)에 의하여 위험 순위를 등급화한 결과치는 Table 8과 같이 나타났다.

2.3 위험지수 비교 분석

포커스그룹 인터뷰를 통하여 발생빈도와 발생강도를 곱하여 산정된 위험도와 AHP기법을 이용하여 산정된 위험지수를 비교 정리한 순위가 Table 9와 같다.

포커스그룹 인터뷰와 AHP분석 결과를 곱하여 구한 기지국 설비 공사 위험요인의 분석 결과 상위 4개의 위험요인 순위가 거의 일치하였다. 위험등급의 분류는 포커스그룹 인터뷰 시 사용했던 절대평가보다는 AHP

Table 8. The order of AHP hazard rates by work types

Work type	Hazardous factors	Group weight(A)	Work weight(B)	Risk index(AxB)	Risk ranking
Installation of equipment	Fall during going up and down using fixed ladder in penthouse	0.15	0.1894	0.028	9
	Fall by ladder during going up and down penthouse using mobile ladder	0.15	0.2350	0.028	9
	Struck by falling equipment by fastening rope during lifting	0.15	0.0444	0.007	14
	Fall during moving narrow space in penthouse	0.15	0.4056	0.061	5
	Electric shock during electrical work for equipment	0.15	0.1256	0.019	13
Installation of antennae	Fall during going up and down steel tower and telegraph pole	0.65	0.2095	0.136	3
	Fall during fastening work for antennae	0.65	0.4244	0.276	1
	Struck by falling antennae from fastening rope during lifting	0.65	0.0807	0.053	8
	Struck by hand tool and materials under fastening antennae	0.65	0.2337	0.152	2
	Struck against equipment by negligence of location	0.65	0.0517	0.034	7
Underground cable work	Hand injuries by electrical hand tools	0.2	0.1007	0.020	11
	Fall by electrical shock under cable work and connection	0.2	0.5951	0.119	4
	Fire during heat shrimp works	0.2	0.1210	0.024	12
	Fall during testing on mobile ladder for cable testing	0.2	0.2807	0.056	6

Table 9. Comparison of risk index ranking

Work type	Hazardous factors	Risk index number				
		Focus interview	Ranking	AHP index	Ranking	Risk ranking
Installation of equipment	Fall during going up and down using fixed ladder in penthouse	4.6	10	0.028	9	B
	Fall by ladder during going up and down penthouse using mobile ladder	6.5	4	0.028	9	B
	Struck by falling equipment by fastening rope during lifting	4.9	8	0.007	14	C
	Fall during moving narrow space in penthouse	4.9	8	0.061	5	B
	Electric shock during electrical work for equipment	4.0	12	0.019	13	C
Installation of antennae	Fall during going up and down steel tower and telegraph pole	6.3	5	6.130	3	A
	Fall during fastening work for antennae	8.0	1	0.276	1	A
	Struck by falling antennae from fastening rope during lifting	3.1	14	0.053	8	C
	Struck by hand tool and materials under fastening antennae	7.5	3	0.152	3	A
	Struck against equipment by negligence of location	4.2	11	0.034	7	B
Underground cable work	Hand injuries by electrical hand tools	6.0	8	0.020	11	B
	Fall by electrical shock under cable work and connection	7.7	2	0.119	4	A
	Fire during heat shrimp works	3.4	13	0.024	12	C
	Fall during testing on mobile ladder for cable testing	5.4	7	0.056	6	B

분석 시 사용했던 상대평가가 중점관리대상을 선정하는 목적에 부합한다는 판단하였다. 상위 4개의 위험요인은 ‘상’등급으로, 그 다음 6개의 위험요인은 ‘중’등급으로, 하위4개의 위험요인은 ‘하’등급으로 분류하였다.

작업공중에 대한 종합위험지수에서 ‘상’등급(A그룹)의 순위는 안테나 고정작업 시 추락, 안테나 고정작업 시 작업공구 및 자재 낙하 및 케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락 등의 순으로 나타났다.

‘중’등급(B그룹)은 이동식 사다리를 설치하여 옥탑 승하강 시 사다리 전도로 인한 추락, 옥탑 상부 협소공간에서 이동 중 하부로 추락 및 케이블 시험을 위해 A형 사다리 상부에서 시험 중 추락 등이다.

3. 상위그룹(A) 등급의 간략한 대책

포커스 인터뷰와 AHP기법을 활용하여 상(A)등급의 4개 공중은 근로자 보호구 미착용으로 인한 안테나 고정 작업 시 추락위험, 안테나 고정 작업 시 작업공구 및 자재 낙하위험, 케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락 위험 등의 순으로 나타났다.

가장 위험도가 높은 근로자 보호구 미착용으로 인한 안테나 고정 작업 시 추락위험에 대한 대책은 안전벨트 고리가 탈락되면서 추락을 예방하기 위하여 안전벨트 고리의 상태와 고리의 맞물림 상태를 확인한 후 작업하고 고리의 이중 체결을 확인해야 한다. 측면 이동을 위해 안전벨트 고리 체결 위치 변경 중 추락을 예방하기 위하여 추락방지대 체결상태를 확인하여 고리 체결

위치 변경은 기존 위치에서 50 cm 미만이 되도록 관리해야 한다. 안테나 자재를 받기 위해 상체 이동 중 추락을 예방하기 위하여 상체 이동을 최소화 할 수 있는 위치로 달줄을 이용하여 운반해야 한다.

안테나 고정 작업 시 작업공구 및 자재 낙하 위험에 대한 대책은 근로자가 안테나 및 작업공구를 운반 중 실수로 놓쳐 낙하를 예방하기 위하여 같은 장소에서 상·하 동시 작업 금지 조치, 작업구간의 하부에 통제자 배치 및 낙하물 방지망 등 시설물 설치 및 놓치기 쉬운 소형 작업공구는 사전에 안전벨트에 고정토록 한다. 안테나 가고정 상태로 방치 중 안테나 낙하를 예방하기 위하여 한번에 2개 이상의 안테나 설치 금지하고, 안전벨트에 착용한 공구대가 풀리면서 공구 낙하를 예방하기 위하여 공구대위에 중량을 초과하여 공구 보관을 금지하고 작업 전 안전벨트와 공구대의 연결상태를 확인한다. 기존 안테나 철거 후 내리던 중 안테나를 놓쳐 낙하하지 않도록 안테나 철거와 설치를 동시에 하지 않도록 작업순서를 조정하고 철거된 안테나는 2 m 이상일 경우 필히 달줄을 이용하고 달줄과 안테나 고정 작업 시 하부를 통제토록 한다.

철탑/전주 승하강 시 추락 위험에 대한 대책으로 추락방지대 미체결 상태로 승하강 중 추락을 예방하기 위하여 감시자를 배치하여 추락방지대의 체결 상태 확인 후 승하강하고, 수직생명줄 직경에 맞는 추락방지대 사용 및 놓치기 쉬운 소형 작업공구는 사전에 안전벨트에 고정 조치한다. 추락방지대 체결용 수직생명줄 설치를 위해 안전장비 없이 상부 이동 중 추락을 예방

하기 위하여 전주/철탑 설치 시 생명줄을 통신사와 사전 협의하여 사전에 설치한다. 전주 승하강시 이동식 사다리를 이용하여 이동 중 이동식사다리 전도로 인해 추락을 예방하기 위하여 이동식사다리 하부 미끄럼방지 조치 및 상부 고정 조치와 2인 1조로 이동식사다리 이용 및 목재사다리 사용 금지, 자재와 함께 승하강 중지지대를 놓치면서 추락을 예방하기 위하여 자재는 달줄과 같은 별도의 설비를 이용하여 인양하고 인력운반은 금지한다.

케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락 위험에 대한 대책으로 장비 전원 연결 시 분전반을 차단하지 않은 상태로 작업 중 감전 위험을 예방하기 위하여 분전반 차단 후 테스터기를 통해 전원 차단상태를 확인하고 근로자는 절연용 보호구를 착용토록 한다. 안테나 급전선 연결 작업 시 충전전로에 접촉하여 감전 위험을 예방하기 위하여 충전전로 근접 작업 시 절연용 방호구 설치 후 작업하고 근로자의 몸 또는 도전성 자재가 방호되지 않는 충전전로로부터 대지전압이 50 kV 이하인 경우에는 3 m, 50 kV를 초과하는 경우는 10 kV 당 10 cm씩 더한 거리 이내로 접근하지 못하도록 조치를 취한다. 옥탑 단부, 옥탑 안테나 지지대, 전주 상부에서 케이블 접속 작업 중 감전으로 인해 하부 추락 위험을 예방하기 위하여 옥탑 단부 작업 시는 단부에서 2 m 이상 떨어진 장소에서 작업하고, 옥탑 안테나 지지대 및 전주 상부에서 작업 시 주상안전대 외에 안전벨트 고리를 2중으로 체결토록 한다.

4. 결론

이동통신 산업은 비약적인 발전을 거듭하여 기지국 설비 공사도 증가 추세에 있으며 여기에 따른 위험성 또한 증대되고 있는 실정이다. 현장점검, 협의체회의 및 청취조사를 통하여 공중을 분류하고 위험요인을 14 개 항목으로 도출하였다. 이를 근거로 포커스 인터뷰를 실시하고 위험성평가 절차에 따라 각 위험요인에 대해 AHP분석을 실시하였다.

포커스그룹인터뷰에 의한 위험성평가는 현장소장 7명, 안전관리자 10명 및 관리감독자 10명 등 총 27명에 대하여 인터뷰를 실시하였다. 그 결과는 위험성이 높은 '상(A)'과 '중(B)'에 속하는 그룹은 없었으며 '하(C)'에 속하는 그룹이 많이 분석되었는데 위험성 평가가 절대평가이었고 관리감독자가 상대적으로 낮은 등급으로 평가한 결과로 판단된다.

AHP 분석기법은 설문지를 배포하는데 대상은 현장 소장 10명, 안전관리자 11명, 관리감독자 23명, 근로자

62명 등 총 106명에게 배포되었으며 이중 92건의 설문지가 회수되었다. 각 항목 별로 쌍대비교를 하여 상대평가를 함으로써 결과 분석의 신뢰도를 높이기 위해 일관성 비율이 0.1을 초과한 설문은 분석 대상에서 제외하고 0.1이하인 신뢰도가 높은 설문지 36~45%만 대상으로 분석함으로써 오차가 나타나지 않도록 하였다.

포커스그룹 인터뷰와 AHP분석을 이용하여 중점관리 대상인 '상(A)'에 속하는 항목은 “안테나 고정 작업 시 추락위험”, “안테나 고정 작업 시 작업공구 및 자재 낙하 위험”, “철탑/전주 승하강 시 추락 위험”, 및 “케이블 포설 및 접속 시 감전에 의한 추락 위험”으로 나타났다. 여기에 따른 대략적인 안전대책을 제시하였다.

감사의 글: 이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비(일부, 2015년) 지원으로 수행되었음.

References

- 1) Y. S. Chung, “A Study on the Wave Length of Interference and Protection for Control Microwave Mixing in the Common use Base Station of Mobile Communication”, Master’s Thesis, Yonsei University, pp.1, 2005.
- 2) Y. S. Oh, “Environment-friendly System of Base Station for Mobile Communication”, Master’s Thesis, Hongik University, pp. 4, 2008.
- 3) J. K. Park, “A Study on Problem Analysis and Control of Non-resident Building for Mobile Communication”, Master’s Thesis, Yonsei University, pp.11.
- 4) Korea Occupational Safety and Health Agency, “Risk Assessment Model in Construction by Type”, KOSHA, pp.12-19, 2007.
- 5) Korea Occupational Safety and Health Agency, “Hazard Evaluation Model of Electrical Works”, KOSHA, 2011.
- 6) S. K. Lee, “A Study on the Teacher’s Perception of Learning Difficulty through the Focus Group Interview”, Master’s Thesis, Dankuk University, pp.20, 2005.
- 7) S. P. Lee, “A Study on the Risk Assessment and Accident Prevention of Construction of Heat Recovery Steam Generator”, Master’s Thesis, Seoul National Univ. of Science and Technology, pp 25, 2014.
- 8) D. Y. Kim, “A Study on the Motivation of Oversea Experiencing Travelers and Travel Types by the Distance Perception”, Master’s Thesis, Kyunghee University, pp. 19-20, 2012.
- 9) Y. N. Song, “Establishment of Safety Management System

- for Health Care Organization through Delphi and AHP Methods”, Ph. Doctor Thesis, Yongin Univ., 2012.
- 10) M. S. Son, “A Study on Findings and Control of Risk for Hospital Remodeling Works”, Master’s Thesis, Hanyang University, pp. 27, 2010.
- 11) Y. S. Park, “Decision Making by AHP-Theories and Application” Kyowoo Publication Co., 2012.
- 12) G. T. Cho et al., “Hierarchical Decision-Making of Future-looking Leaders”, Donghyun Publishing Co., 2003.