

공동주택에서의 전기자동차 충전기 수용률 설정과 그 제어방법

(Set up a Demand Factor of EV Chargers and Its Control Method in Apartments)

김명수* · 홍순찬**

(Myeong-Soo Kim · Soon-Chan Hong)

Abstract

In this paper, we have analyzed the power consumption property of EVs(Electric Vehicles) chargers established in a public place, proposed reasonable demand factors by the number of established EV chargers and its control method in apartments. The optimization of power system and the suppression of the peak load can be controlled through the proposed demand factors and charging scheduling control algorithm. In this paper, electrical design and an case analysis were carried out on a sample apartment complex to prove the effectiveness of the power system. As a result, emergency power transformer capacity has been reduced by approximately 25%, and we have confirmed that the electric rates saving and the control of peak load value is possible.

Key Words : EVs(Electric Vehicles), Charger, Demand Factor, Transformer, Charging Scheduling Control

1. 서 론

교토의정서에 의해 국가별 이산화탄소 감산이 의무화되고 최근 전기자동차에 대한 소비자의 요구가 증대되고 있어, 향후에는 기존의 가솔린 엔진 차량이 친

환경 교통수단인 전기자동차(EVs : Electric Vehicles)로의 교체가 예상된다.

서울특별시 건축물 및 정비사업의 환경영향평가 조례 제29조 제2항 규정에 의한 “건축물 및 정비사업의 환경영향평가 항목 및 심의기준”에서 전기자동차 도입 계획 수립 및 총 주차구획의 5% 이상 주차구획별 전력인입(충전시설, 15A 이상) 계획을 수립하는 것을 규정하고 있다[1]. 이에 따라 건설사에서는 일부 사업 지구에 대하여 충전기를 설치하고 있다.

그림 1과 같이 충전기의 전력공급계통은 회사마다 회로 구성에서 약간의 차이점이 있으나, 일반적으로 전기자동차 충전전력 요금제를 적용받기 위한 별도의 계량기를 통해 정상시에는 비상동력 변압기로 부터 전력을 공급받고 정전 시에는 비상발전기로부터 비상 전력을 공급받는다.

* 주저자 : 단국대학교 대학원 박사과정
** 교신저자 : 단국대학교 전자전기공학과 교수
* Main author : The Ph.D. degree course, Dept. of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University
** Corresponding author : Professor, Dept. of Electronics and Electrical Engineering, Dankook University
Tel : 031-8005-3609, Fax : 031-897-3610
E-mail : schong@dku.edu
접수일자 : 2014년 5월 26일
1차심사 : 2014년 5월 28일
심사완료 : 2014년 7월 6일

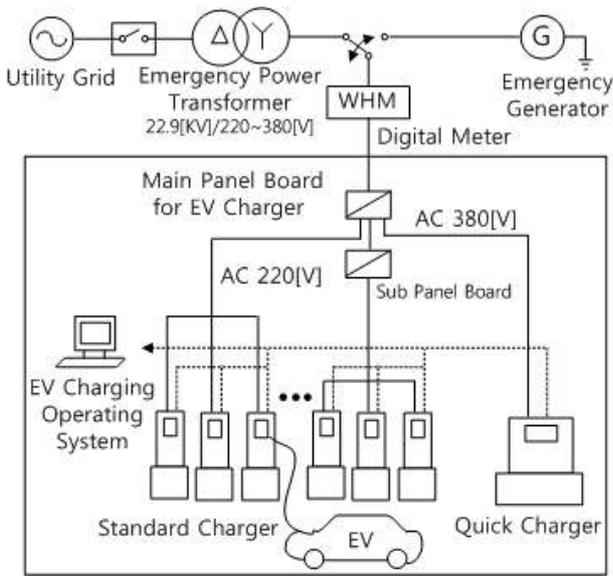


그림 1. 전기자동차 충전시스템 개요도
Fig. 1. Diagram of EV charging system

충전기 수용률은 충전기 정격용량의 총 합계 용량에 대하여 동시에 사용하는 충전기 최대수요전력의 비율로서 식 (1)과 같이 정의한다.

$$\text{충전기 수용률} = \frac{\text{최대수요전력}}{\text{정격용량의 합계}} \times 100[\%] \quad (1)$$

충전기 부하에 대한 변압기 용량을 산출하려면 충전기의 종류, 전압, 정격용량 및 설치대수 등 부하일람표를 작성하고 이를 토대로 최대수요전력을 산출한다. 그리고 여기에 수용률을 적용하여 변압기 용량을 산정한다. 하지만 국내에서는 공동주택에서의 전기자동차 충전기 수용률에 관한 연구가 미진한 실정이다.

이에 따라 건설회사마다 약간의 차이는 존재하나 일반적으로 신규로 건설되는 아파트의 경우에는 충전기 최대수요전력의 합계에 비상동력 부하에 적용하는 종합 수용률 50%을 일률적으로 적용하고 있다[2].

이렇게 변압기 용량이 한번 결정되어 설치가 완료되면 그 변경이 용이하지 않을 뿐만 아니라 수용률을 과대하게 설정할 경우 전원설비 용량이 증가하여 기본 전기요금과 유지비용이 증가한다. 이와 반대로 낮게 설정할 경우 아파트 전력소비가 큰 피크부하 시간대에 충전부하가 집중되면 변압기에 과부하가 걸려 정

전 등 심각한 문제가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 전기자동차 충전기의 전력소비특성을 분석하여 공동주택에서의 전기자동차 완속충전기에 대한 설치 대수별 수용률과 피크부하 값 조절이 가능한 충전스케줄링 제어알고리즘을 제안한다.

2. 전기자동차 충전시스템

2.1 충전시스템 구성

전기자동차 충전시스템은 충전기, 충전기 운영정보 시스템, 인터페이스, 충전기용 분전반으로 구성된다. 충전기는 사용자 인식 및 충전요금 결제를 위한 디지털 계량기, 충전기와 통신을 통해 충전기 운영정보 및 충전 전력량을 사용자에게 전달, 고지하는 충전기 운영정보시스템과 연결된다. 충전기는 사용목적에 따라 홈, 완속 및 급속으로 구분하고 충전기의 유형 및 특징은 표 1과 같다[3].

표 1. 전기자동차 충전기의 유형 및 특징
Table 1. Types and features of EV chargers

구분	홈충전기	완속충전기	급속충전기
정격용량	3kW 이하	7.7kW	50kW 이상
충전시간	6~8시간	4~6시간	10~30분
사용목적	일반 충전	소모량 충전	최소량 보충
사용시간대	귀가 후	주차시 및 심야	긴급시
요금수준	저렴	보통	높음
설치위치	단독주택	아파트 및 공용주차장	충전소, 휴게소(도로)
점유율	38% 이상	60% 이상	1~2%

그림 2와 같이 완속충전기는 단상 AC 220V 전력을 전원계통으로부터 공급받아 마그네틱 스위치와 케이블을 통해 전기자동차에 탑재된 온보드충전기(On-Board Charger)에 전력을 공급하는 AC 충전 방식으로서 주로 아파트나 및 공공주차장에 설치한다. 반면에 급속은 단상의 전원을 사용하는 완속과 달리 AC 380V인 삼상 전력을 공급받아 AC/DC 컨버터를 통해 DC 50~500V로 공급하는 DC 충전방

식으로서 고속도로 휴게소나 충전소 등에 설치한다. 이에 따라 전기자동차는 완속 및 급속 충전이 모두 가능하도록 일반적으로 두개의 충전 소켓을 가지고 있다.

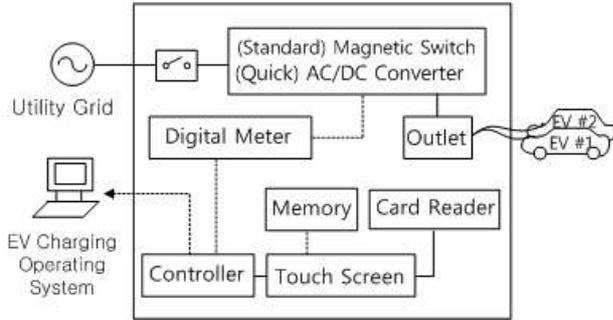


그림 2. 전기자동차 충전시스템 블록 다이어그램
Fig. 2. Block diagram of EV charging system

인터페이스(Interface)에는 충전기에서 전기자동차에 전력을 공급하기 위해 연결되는 커플러, 케이블 등이 포함된다. 커플러는 충전케이블에 부착되어 있으며, 전기자동차 인렛(Inlet)에 접속하기 위한 장치이다.

충전기용 분전반은 전압강하를 고려하여 충전기 인근에 설치하고 그림 3과 같이 배선용차단기(MCCB : Molded Case Circuit Breaker)와 누전차단기(ELB : Earth Leakage Breaker)가 내장되어 있다. 이를 통해 완속충전기에 전력을 공급한다[4].

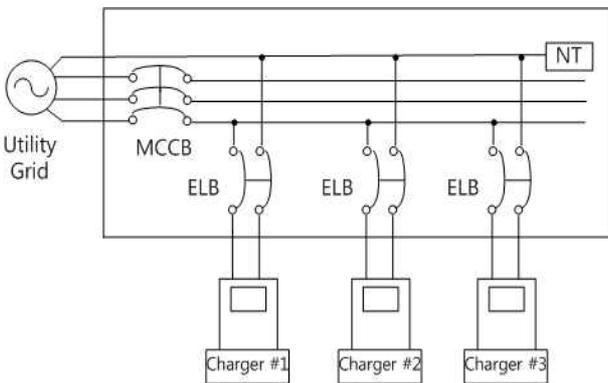


그림 3. 전기자동차 충전기용 분전반 결선도
Fig. 3. Schematic of panel board for EV slow chargers

2.2 충전기의 전력소비특성

최근 아파트 단지에 충전기가 일부 설치되기 시작하여 충전기 운영정보가 부족한 실정이다. 따라서 데이터의 신뢰성을 확보하는 차원에서 기존에 설치된 충전기의 운영 상태를 관리하는 전기자동차 충전인프라 정보시스템(<https://evcis.or.kr>)의 운영정보(2013년 4월~12월)를 바탕으로 충전기의 전력소비특성을 분석한다. 전기자동차 충전인프라 정보시스템은 충전기의 설치위치 정보 및 이용 상태를 모뎀을 통하여 실시간 수집하여 전기자동차 이용자에게 정보를 제공하는 시스템이다. 분석 대상은 정보시스템에 등록된 H사 등 8개 업체의 전기자동차 1,755대, L사 등 9개 업체의 완속충전기 409대와 급속충전기 73대로 한다. 전기자동차와 충전기의 유형 및 현황은 표 2 및 표 3과 같다.

표 2. 전기자동차의 유형 및 현황
Table 2. Types and status of EVs

제작사 (차량대수)	구분	승용차	버스
H사 등 8개 업체 (1,755대)	승차인원	2~5	48~49
	최고속도(km/h)	130~150	80~100
	1회 충전 주행거리(km)	91~135	69.8~75
	배터리 종류 및 용량(kWh)	리튬이온 폴리머 16.4~27 / 85.8~102	

표 3. 전기자동차 충전기의 유형 및 현황
Table 3. Types and status of EV chargers

제작사 (대수)	종류	주요 제원		
		입력	출력	용량(kW)
L사 등 9개 업체 (409대)	완속	AC 220V	AC 220V 32~35A	7~7.7
	급속 (73대)	AC 380V	DC 50~500V 110~125A	

시간대별 1회당 평균 충전 전력량은 분석대상 기간 동안 누적된 충전 전력량의 합계를 누적 충전회수의 합계로 나눈 값으로 정의한다.

표 3에서와 같이 완속의 경우 충전전력 요금이 저렴하고 차량을 운행하지 않는 심야시간 또는 퇴근시간 이후에 장시간 동안 충전하는 특성이 있으며, 시간대별 1회당 평균 충전 전력량이 8.11~12.72kWh 범위에 있고, 충전 전력량의 변동률(%)이 최저값 대비 56.8(%)로 매우 크다. 이때 시간대별 1회당 평균 충전 전력량의 변동률은 충전 전력량의 최대와 최소와의 차이값을 최저값으로 나눈 값의 백분율이다. 이에 비해 급속의 경우 시간대별 1회당 평균 충전 전력량이 7.21~9.08kWh 범위 내에 있으며 충전 전력량의 변동률이 25.9%로 완속에 비해 낮고 균등하다. 이것은 급속충전기가 부족한 전력을 보충하는 용도로 사용되며 고속도로 휴게소나 충전소 등에서 짧은 시간동안 충전하는 데에 그 차이가 있다.

1회당 평균 충전시간은 1회 평균 충전 전력량을 완속 충전기의 정격용량이 7~7.7kW임을 고려하여 7kW로 나눈 값으로 약 70분 정도 소요된다. 이와 마찬가지로 급속의 경우에는 정격용량 50kW로 나눈 값으로 약 10분 정도 소요된다. 이러한 결과로부터 전기자동차 연비가 6.5km/kWh임을 감안하면 하루 평균 약 50~56km를 주행하며, 완전 방전 후 일시에 완전충전을 하기 보다는 매일 재충전하는 충전패턴임을 알 수 있다. 퇴근시간 이후 시간대별 1회당 평균 충전 전력량 및 1회당 평균 충전시간은 표 4 및 표 5와 같다.

표 4. 시간대별 1회당 평균 충전 전력량
Table 4. Hourly average charging power per charge

충전시간대	1회당 평균 충전 전력량	
	완속(kWh)	급속(kWh)
19:00~20:00	8.11	9.08
20:00~21:00	9.40	9.42
21:00~22:00	10.88	8.31
22:00~23:00	10.39	7.85
23:00~24:00	9.48	7.64
00:00~01:00	9.84	8.68
01:00~02:00	10.75	9.61
02:00~03:00	12.23	8.85
03:00~04:00	12.08	8.9
04:00~05:00	12.72	7.21

표 5. 1회당 평균 충전 전력량 및 충전시간
Table 5. Average charging power and charging time per charge

구분	충전 전력량	충전시간
완속충전기	7.80kWh	약 70분
급속충전기	8.68kWh	약 10분

3. 수용률 설정 및 제어 방법

3.1 공동주택에서의 충전기 동시충전율

충전기의 동시충전율(%)은 하루 중 어느 시점에서 충전기가 동시에 충전동작을 하고 있을 확률을 백분율로 정의할 수 있다. 공동주택에 주로 설치하는 완속 충전기의 동시충전율이 높을수록 최대수요전력이 증가하여 전원설비 용량에 상당한 영향을 미친다.

본 논문에서는 충전기의 동시충전율에 대한 사례분석을 위해 샘플아파트 단지를 선정하였으며 선정된 아파트 단지의 현황은 표 6과 같다.

표 6. 아파트 단지 현황
Table 6. The status of apartment complex

대상단지	공급유형	세대수	주차면수
하남미사 A11 블록	분양	763호	920면

2020년 공동주택에서의 전기자동차 보유대수를 예측한 결과, 1000세대를 기준으로 분양아파트는 경우 최저 가구당 0.21이다[5-6]. 이 값을 대상단지의 세대수로 환산하여 전기자동차 보유대수를 구하면 122대이다. 완속충전기는 일반적으로 하나의 커넥터로 한대의 전기자동차를 충전하지만 최근에는 하나의 충전기로 여러 대의 충전기를 충전할 수 있는 다채널 완속 충전기가 보급되고 있다. 이에 따라 삼상 전원선의 어느 한 상에 전기자동차 충전부하가 편중되어 불평형 접속이 많아지면 삼상전원을 사용하는 급속과 달리 완속은 단상 AC 220V의 전원을 사용하므로 전압강하와 상간 불평형이 발생한다. 따라서 전체 주차면수 920대의 5% 이상을 충족하고 상간 불평형을 고려하여 8대의 충전기용 분전반에 2채널용 완속충전기 3대

씩 총 24대를 설치하는 것으로 한다.

또한 공동주택 주거생활의 특성상 퇴근 이후에 모든 전기자동차가 귀가 즉시 아파트 단지 내 완속충전기를 통해 채널당 7kWh을 70분에 걸쳐 충전하는 조건으로 가정한다. 전기자동차가 퇴근 시간 이후에 아파트에 입고되는 차량의 시간대별 분포는 기존의 가솔린 차량과 같은 패턴을 가질 것으로 판단된다[6]. 이러한 결과로부터 공동주택에서의 시간대별 충전개시 가능한 차량분포 및 차량대수는 표 7과 같다.

표 7. 시간대별 충전개시 차량분포 및 차량대수
Table 7. Hourly charging start EVs distribution and the number of EVs

충전개시 시간	차량분포(%)	차량대수
19:00~20:00	13.33	16
20:00~21:00	14.07	17
21:00~22:00	22.59	28
22:00~23:00	11.85	14
23:00~24:00	8.89	11
24:00~01:00	12.22	15
01:00~02:00	6.30	8
02:00~03:00	4.07	5
03:00~04:00	4.07	5
04:00~05:00	2.59	3

표 8에서와 같이 퇴근 이후에 19시부터 충전을 시작해서 20시 10분에 충전을 종료하는 차량은 16대이다. 이때 20시부터 충전 개시하는 차량 17대가 일시적으로 충전기 부하가 중첩되어 동시에 충전하는 누적 차량대수가 최대 33대가 된다. 특히, 21:00~22:00 시간대에 충전개시 하는 차량이 최대 45대와 42대로 가장 높다가 24시 부터 점차 감소한다. 이와 같이 완속 충전기의 동시충전율은 16.7~93.8% 범위 내에 있고 평균값은 50.4%이다.

3.2 충전 스케줄링에 의한 전력 제어방법

전기자동차 충전전력 요금은 2014년 기준으로 수전 전압, 계절별 또는 시간대별로 2~4배의 요금차이가

있다[7]. 공동주택에서 사용자의 요구에 의해 충전부하가 특정 시간대에 집중되면 비상동력 변압기에 과부하가 걸릴 수 있다. 이럴 경우 충전 스케줄링에 의한 피크부하 값 제어가 필요하다.

표 8. 공동주택에서의 완속충전기 동시충전율(%)
Table 8. Simultaneous charging rate(%) of slow EV chargers in apartments

충전종료 충전개시	20시	21시	22시	23시	24시	1시	2시	3시	4시	5시
19시	16									
20시		17								
21시			28							
22시				14						
23시					11					
24시						15				
1시							8			
2시								5		
3시									5	
4시										3
최대 누적 차량대수	16	33	45	42	25	26	23	13	10	8
2채널 충전기 동작대수	8	16.5	22.5	21	12.5	13	11.5	6.5	5	4
충전 전력량 (kWh)	112	231	315	294	175	182	161	91	70	56
충전기 동시 충전율(%)	33.3	68.8	93.8	87.5	52.1	54.2	47.9	27.1	20.8	16.7

본 논문에서 제안한 충전 스케줄링 제어알고리즘은 정해진 변압기 용량 범위 내에서 가급적이면 전력수요가 가장 높은 피크부하 시간대를 회피하여 최소한의 충전기와 충전요금으로 사용자의 요구를 최적화하여 실시간 충전 전력량을 제어하는 것이다. 충전 스케줄링 제어알고리즘은 그림 4와 같다. 즉 사용자가 충전정보를 입력하면 충전스케줄링 제어 알고리즘에서 변압기의 공급 가능한 전력량과 충전요구 전력량을 비교하여 피크부하 여부를 판단하고 변압기의 공급 가능한 전력량을 초과할 경우 충전 요구 전력량과 충전시간을 우선순위에 따라 재설정 및 제어하여 비상동력 변압기에 과부하가 걸리지 않도록 한다.

충전 스케줄링에 의해 충전 전력량을 제어할 경우 표 9과 같이 퇴근 이후인 19시 부터 충전개시 하는 차

량을 표 8에서의 16대에서 10대로 분산 이동한다. 마찬가지로 20시부터 충전개시 하는 차량은 당초 17대에서 8대로 조정된다. 20시부터 21시 10분에 걸쳐 일시적으로 중첩되어 충전하는 최대 누적 차량대수가 33대에서 14대로 저감되어 동시충전율이 68.8%에서 29.2%로 낮아진다. 또한 피크부하 시간인 22시에 최대 충전 전력량이 315kWh에서 77kWh로 낮아지고 충전시간이 중간부하 시간대(20:00~22:00)에서 심야 또는 경부하 시간대(22:00~09:00)로 분산 이동된다. 이에 따라 중간부하시간대 요금(101원/kWh)에서 경부하시간대 요금(69.9원/kWh)이 적용되어 추가적으로 충전요금이 절감된다.

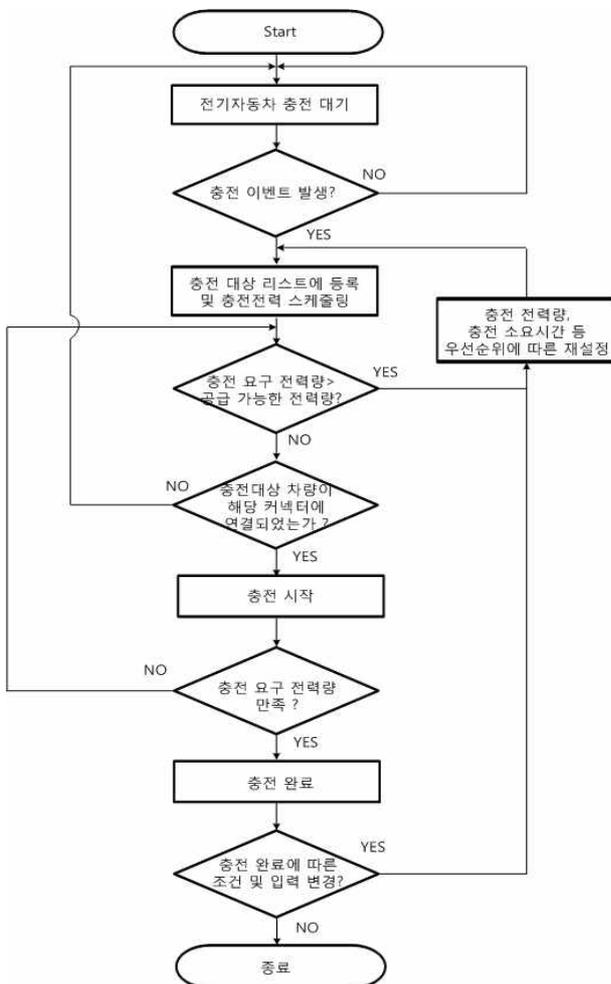


그림 4. 충전 스케줄링 제어 알고리즘
Fig. 4. Charging scheduling control algorithm

표 8에서 구한 완속충전기의 동시충전율이 표 9에서 구한 값보다 높은 것은 전기자동차가 퇴근시간 이후에 아파트 단지 내에서만 충전하고 충전스케줄링 제어를 하지 않는데 그 이유가 있다. 하지만 실제로는 아파트 단지뿐만 아니라 직장 및 충전소에서의 충전으로 인하여 퇴근시간 이후 또는 심야의 충전기 부하가 주간으로 분산 또는 이동될 수 있다.

표 9. 충전 스케줄링 제어에 의한 동시충전율(완속)
Table 9. Simultaneous charging rate by charging scheduling control(Slow charger)

충전종료 충전개시	20시	21시	22시	23시	24시	1시	2시	3시	4시	5시
19시	10	6								
20시		8	3	3	3					
21시			8	7	6	7				
22시				3	4	3	4			
23시					3	2	3	4		
24시						3	4	4	4	
1시							2	2	2	2
2시								1	2	2
3시									2	3
4시										3
누적차량 대수	10	14	11	13	16	15	13	11	10	10
2채널 충전기 동작대수	5	7	5.5	6.5	8	7.5	6.5	5.5	5	5
충전 전력량 (kWh)	70	98	77	91	112	105	91	77	70	70
충전기 동시 충전율(%)	20.8	29.2	22.9	27.1	33.3	31.3	27.1	22.9	20.8	20.8

따라서 아직까지 전기자동차가 원활하게 보급되지 않은 상황과 전원설비의 최적화 측면에서 완속의 경우 표 8에서 구한 동시충전율의 최소값 20.8%를 적용하여 충전기 설치 대수별 수용률을 설정한다.

3.3 충전기 설치 대수별 수용률 설정

공동주택에서 n대의 충전기 중 충전동작을 하고 있

는 충전기의 최대 대수를 x 라 하자, 각 충전기가 독립적으로 동작하므로 충전기의 동시충전율은 x 대 이하의 충전기가 동시에 동작되고 있을 확률의 누적함수이므로 누적이항확률 P 로 다음과 같이 나타낼 수 있다[8].

$$P(X \leq x) = \sum_{k=0}^x p^k (1-p)^{n-k} \quad (2)$$

단 X : 확률변수, x : 동시 충전하는 대수,
 n : 충전기 대수, p : 충전기가 동작할 확률

식 (2)에서 확률 P 값이 95%가 되는 x 를 동시에 동작하는 최대 충전기 대수로 결정한다. 충전기 설치 대수가 적을수록 무부하 상태에 있을 확률이 상대적으로 적으므로 완속의 경우 최대 동시 충전대수가 1대인 경우 1.0, 2~15대 이하인 경우 1.2, 15대 초과인 경우 1.1의 여유계수를 적용한다. 이렇게 각각의 동시충전율에 여유계수를 적용하여 충전기 설치 대수별 수용률을 구하면 충전기 설치 대수가 15대 이하까지는 54~100%로 기존의 종합수용률 50%보다 높다. 하지만 20대 및 30대 이하인 경우 38%로 기존의 종합수용률보다 12% 낮다. 본 논문에서 설정한 충전기 설치 대수별 수용률은 표 10과 같다.

표 10. 제안한 전기자동차 충전기 설치 대수별 수용률
 Table 10. The proposed demand factors by the number established EV chargers

충전기대수(n)	1	3	5	7	9	11	15	20	30이하
최대 동시 충전대수(x)	1	2	3	3	4	5	6	7	10
동시충전율(%)	100	67	60	43	44	45	40	35	33
여유계수	1.0	1.2	1.2			1.1			
수용률(%)	100	80	54			38			

표 10에서 제안한 충전기 설치 대수별 수용률을 샘플 아파트 단지(하남미사, 분양 763호)에 적용하여 비상동력 변압기 용량에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 식 (3)은 충전기 설치대수의 정격용량의 합에 입력

환산(C_{wva}) 계수를 곱하여 최대수요전력($P_{charger}$)을 구하고 여기에 수용률(D_{factor})을 적용하여 충전기에 대한 변압기 용량을 산출하는 식이다.

$$C_{Trans} [kVA] = \sum P_{charger} \times C_{wva} \times D_{factor} \quad (3)$$

단 C_{Trans} : 충전기부하에 의한 변압기 용량(kVA)
 $P_{charger}$: 충전기 정격용량(kW)
 C_{wva} : 입력환산 계수(1.1)
 D_{factor} : 수용률(%)
 고조파의 영향을 고려하지 않고, 부동률은 1, 역률은 0.9로 가정한다.

기존의 방식대로 식 (3)의 D_{factor} 에 비상동력부하에 일률적으로 적용하는 종합수용률 50%를 적용하여 변압기 용량을 산출하면 203kVA가 된다. 이때 변압기 용량을 5% 범위 내에서 50kVA 단위로 표준용량을 기준으로 선정하면 200kVA의 비상동력 변압기 용량이 추가로 필요하다.

하지만 제안한 충전기 설치 대수별 수용률(38%)을 적용하면 154kVA가 된다. 이 값을 5% 범위 내에서 50kVA 단위로 표준용량을 기준으로 선정하면 150kVA가 된다. 그 결과 표 11과 같이 기존의 방식보다 비상동력 변압기 용량이 50kVA가 감소되어 유지관리비가 절감되고 변압기의 이용률이 개선되는 이점이 있다.

표 11. 변압기 용량 비교
 Table 11. Comparison of transformer capacity

구분	기존	제안 후
충전기 설치대수	24대	24대
정격용량(kW)	15.4	15.4
입력환산 계수	1.1	1.1
최대수요전력(kVA)	406	406
수용률(%)	종합수용률 50%	충전기 수용률 38%
변압기 용량(kVA)	203	154
선정 변압기 용량(kVA)	200	150

4. 결 론

본 논문에서는 충전기에 대한 전력소비특성을 분석하여 1회당 평균 충전 전력량 및 충전시간을 구하였다. 또한 공동주택에서의 충전기의 동시충전율을 구하고 그 결과를 비교 분석하였다. 이렇게 구한 동시충전율에 확률이론을 적용하여 충전기 설치 대수별 동시충전율을 구하였다. 여기에 여유계수(1.0~1.2)를 적용하여 충전기 설치 대수별 수용률을 설정하였다.

그리고 공동주택 비상동력 변압기 용량에 미치는 영향을 정량적으로 비교 분석하기 위해 아파트 단지(하남미사, 분양 763호)를 대상으로 설계와 사례 분석을 수행하였다. 그 결과 피크부하 시간대인 22:00~23:00에 충전 전력량이 315kWh에서 77kWh로 감소되고 비상동력 변압기 용량이 25%가 축소되었다.

본 논문에서 제안한 충전기 설치 대수별 수용률과 충전 스케줄링 제어 방법을 통해 변압기 설치용량을 줄일 수 있고 변압기 이용률을 개선하여 유지관리비의 절감이 가능하다.

References

- [1] Seoul Metropolitan Government, "Item and Review Criteria of the Environmental Impact Assessment on Building and Maintenance Business (Redevelopment · Reconstruction)", The Environmental Impact Assessment Bylaw 29rd clause, Article 2, 2011.
- [2] Electric and Information Communication in Apartments -Design Guidelines, Korea Land & Housing Corporation, 2010.
- [3] Korea Smart Grid Agency, Construction of Electric Vehicle Charging Infrastructure Policy Research Report, Sep. 2010.
- [4] Electric Vehicle Charging Infrastructure Installation and Operation Instructions, Ministry of Environment, 2012.
- [5] Kihong Lee, Wanhee Byun, Hoyoung Kee, and Myeongsoo Kim, "Development of Power Supply Installation Systems for Smart Grid in Apartments", Land & Housing Institute, 2011.
- [6] "Demand Forecasts Analysis of Electric Vehicles for Apartment in 2020", Journal of KITS, Vol.11, No.3, pp. 81~91, Jun. 2012.
- [7] Electricity Supply Agreement, Korea Electric Power Corporation, 2014.
- [8] Kihong Lee and Sejin Seong, "A Study on the Diversity Factor of Elevators in Apartment Housing", Journal of KIIEE, Vol.14, No.6, pp. 93~97, Nov. 2000.

◇ 저자소개 ◇



김명수(金明秀)

1968년 10월 23일생. 1997년 단국대 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2012년 동 대학원 전자전기공학과 박사과정 수료. 1997년~현재 한국토지주택공사.



홍순찬(洪淳瓚)

1950년 2월 24일생. 1973년 서울대 전기공학과 졸업. 1975년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1985년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1975~1978년 해군사관학교 교수부 전기공학실 전임강사. 1978년~현재 단국대 전자전기공학부 교수. 1986~1987년 미국 텍사스 A&M 대학교 방문교수. 1997~2000년 대한전기학회 이사. 2002년 전력전자학회 회장. 2002~2005년 단국대 공과대학 학장.