

## 유원시설 내 유희용전차의 설치규정 및 국내 적용실태 분석

(The Analysis of Actual Condition and Technical Standards for Electrical Facilities in Amusement Electric Trains in Amusement Parks)

김한상\* · 배석명 · 방선배 · 이건호 · 김기현 · 김종민

(Han-Sang Kim · Suk-Myong Bae · Sun-Bae Bang · Gyun-Ho Lee · Gi-Hyun Kim · Chong-Min Kim)

### 요 약

유희용전차는 유원시설 내에 설치된 놀이기구의 일종으로 산자부고시인 전기설비기술기준 제252조에서 별도로 규정하고 있다. 전기설비기술기준은 법적 최소요건으로 일본의 전기설비기술기준령을 토대로 제정된 이후 기술적 환경의 변화에 신속하게 대응하지 못함에 따라 유희용전차의 시설에 관한 규정에 있어서도 현실적인 문제점이 많이 내포되어 있다. 따라서, 본 논문에서는 이와 같은 현장 적용상의 기술적 문제점을 해결하기 위하여 전국에 있는 28개의 유희용전차를 대상으로 현장 적용실태 분석 및 실측을 통하여 현행 전기설비기술기준의 개선방안을 제시하였다.

### Abstract

Amusement electric train which is a kind of fun rides in amusement parks is prescribed by the provision of article 252 of the technical standards of the MOCIE(Ministry of Commerce, Industry and Energy) notification. The technical standards which is prescribed on the basis of Japanese technical standards is minimum compulsory standards in Korea. But, these early standards can not be correctly applied for current condition of well-developed technical environment. In order to improve the early standards, this paper will suggest a reform plan of the current technical standards by means of analyzing actual applied conditions and examining 28 amusement electric trains in Korea

Key Words : amusement electric train, technical standards, actual condition

### 1. 서 론

유희용전차는 서울랜드나 롯데월드와 같은 유원

시설이나 유원지 내에 시설된 놀이기구의 일종으로 설치나 허가에 관해서는 관광진흥법의 안전성검사 기준고시가 있으며 전기설비의 시설에 관해서는 산자부고시인 전기설비기술기준이 있다. 특히 전기설비기술기준은 제252조에서 유희용전차의 시설을 별도로 규정하고 있다[1].

현재 국내에 시설된 유희용전차는 전기시설방식 중 일부가 전기설비기술기준에서 정하고 있는 시설

\* 주저자 : 전기안전연구원 선임연구원  
Tel : 031-580-3075, Fax : 031-580-3111  
E-mail : onephase@dreamwiz.com  
접수일자 : 2004년 6월 28일  
1차심사 : 2004년 6월 30일  
심사완료 : 2004년 7월 16일

조건과 비교하였을 때 현격한 차이가 있다. 또한 일부의 규정내용은 비과학적인 표현으로 인해 이를 현장에 명확히 적용하는데 곤란한 점이 있다[2].

본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 전국에 설치된 28개의 유희용전차를 대상으로 전기설비기술기준의 규정내용과 현장에 적용된 시설실태를 비교·분석하여 현행 기술기준의 개선방안을 제시하였다.

또한 현행 기술기준이 갖는 애매모호한 규정내용을 보다 객관적으로 분석하기 위하여 국제규격을 근거로 감전위험성을 평가하였으며 전기공급방식별로 사용전압, 감전위험성과 이에 대한 보호방법의 적용실태를 분석하여 적용방식의 장단점을 비교하였다.

## 2. 유희용전차의 적용범위

유희용전차는 주행형의 유기기구중 궤도주행형에 해당하지만 궤도주행형이라 하더라도 여러 종류가 있으며[3] 관계법규에서도 명확히 구분되어 있지 않다. 여기서는 관련법규에 의한 구분과 유희용전차의 적용범위를 정한다.

### 2.1 관련법규에 의한 구분

표 1에서처럼 유희용 전차라는 용어는 전기관계법규에서만 언급하고 있으며 유원시설의 인허가 관련법규에서는 궤도주행형의 유기기구까지만 규정하여 이를 정의하였다.

표 1. 관련법규의 정의  
Table 1. Definition of Related Law

관련법규 구분	전기설비기술기준	관광진흥법 시행규칙
해당조항	제252조(유희용 전차의 시설)	제38조1항 별표9 유기기구의 안전성검사
정의	유원지·유희장 등의 구내에서 유희용으로 시설하는 것	“일정한 궤도(레일, 로프 등)를 가지고 있으며 궤도를 이용하여 승용물이 운행되는 유기기구”
예시	해당 없음	꼬마기차, 미니코스터, 모노레일 등


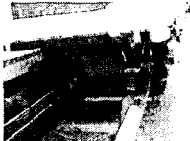
### 2.2 유희용전차의 적용범위

유원시설에 근무하는 종사자를 대상으로 설문조사를 한 결과 유희용전차라는 용어는 실제로는 거의 통용되지 않고 있으며 또한 궤도주행형의 유기기구 가운데 어떤 기종이 현행의 전기설비기술기준에서 정의하고 있는 것과 일치하는지를 명확히 제시하는 경우도 드물었다. 따라서 현재 유원시설에 설치된 궤도주행형의 유기기구 중에 다음 조건을 만족하는 경우에 한하여 유희용전차의 적용범위에 해당하는 것으로 규정하였다.

- 1) 차량 내에 전동기가 설치된 것일 것
- 2) 차량의 전기공급은 레일 또는 별도의 집전자에 의한 것일 것
- 3) 차량은 2궤조로 된 레일 또는 궤도를 따라 주행하는 것일 것

상기조건에 의해 국내에 설치된 유희용전차는 표 2와 같이 분류가 된다.

표 2. 유희용전차의 적용방식  
Table 2. Application Method of Electric Train for Amusement

구분	참 고 도	특 징
궤도중전방식		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량 내에 전동기 설치</li> <li>· 레일은 주행로인 동시에 전기의 공급선 역할</li> <li>· 차량이 운행시 레일은 완전히 노출된 충전부</li> </ul>
차륜절연방식		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량 내에 전동기 설치</li> <li>· 레일은 차량의 주행로로만 사용되며 절연상태</li> <li>· 전동기의 전기공급은 별도의 집전자에 의함</li> </ul>

## 3. 국내 적용실태 분석

### 3.1 조사방법 및 범위

국내에 시설된 유기기구는 1,050개가 있으며 그중 궤도주행형에 해당하는 유기기구는 316개인 30[%]이며, 궤도주행형에 포함되는 유희용전차는 전국에 걸쳐 80여개가 있다. 본 논문에서는 그중 28개인 35[%]의 유희용전차를 대상으로 실태조사를 실시하였으며 조사대상의 지역별 분포현황은 그림 1과 같다.

유원시설 내 유희용전차의 설치규정 및 국내 적용실태 분석

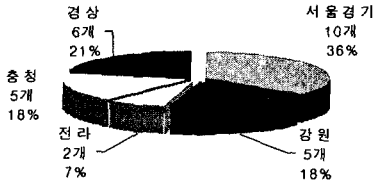


그림 1. 유희용전차의 지역별 분포  
Fig. 1. The Regional spread of Electric train for amusement

유희용전차 전로의 사용전압, 접촉전선의 국내적용 실태 및 시설방식별 위험성 평가, 궤조 및 접촉전선에 대한 감전보호수단의 유효성, 유희용전차전로의 지락 보호의 적용을 중심으로 실태조사를 실시하였으며 이를 위하여 유원시설을 직접 방문하여 적용실태를 확인하고 관련 종사자 및 기술자의 의견을 수렴하였으며 법적 적용절차를 파악하기 위하여 국내는 물론 일본의 관련협회 및 제작업체로부터 자료를 수집하였다.

3.2 유희용 전차의 전로의 사용전압

전기설비기술기준 제252조1항에서는 유희용 전차에 전기를 공급하는 전로의 사용전압은 직류는 60[V] 이하, 교류는 40[V] 이하로 할 것을 규정하고 있다. 실태조사결과 전기방식별 사용전압의 분포는 그림 2와 같이 대다수가 직류전압방식을 채용하고 있는 것으로 나타났다.

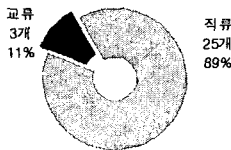


그림 2. 전기방식별 분포  
Fig. 2. Range of that Electrical system

전기방식별로 전압을 측정된 결과 교류사용전압에 의한 3개의 유희용전차는 모두 380[V]이었다. 직류사용전압의 경우는 그림3과 같이 25개중 21개가 60[V] 이하이었으나 4개인 16%는 전압 제한치를 초과하는 것으로 나타났다.

따라서 유희용 전차에 전기를 공급하는 전로의 사용전압에 대한 국내 적용실태조사 결과 교류방식은 100%, 직류방식은 25개중 4개인 16%가 허용전

압을 초과하는 것으로 나타나 결과적으로 조사대상인 28개중 7개인 25%의 유희용 전차는 현행의 전기관계법규에서 규정하고 있는 사용전압의 제한조건에 부합되지 않는 것을 알 수 있었다.

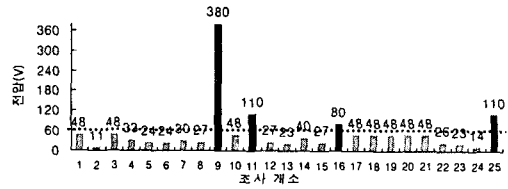
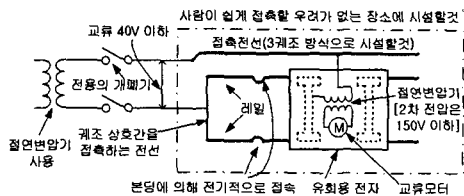


그림 3. 직류사용전압의 측정결과  
Fig. 3. Measurement results of DC voltage used

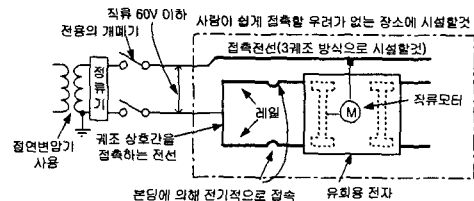
3.3 유희용 전차의 접촉전선의 시설방식

1) 제3궤조방식의 구성

전기설비기술기준에서는 유희용 전차에 전기를 공급하기 위하여 사용하는 접촉전선은 제3궤조방식(第3軌條方式)에 의하여 시설할 것을 규정하고 있다[4]. 제3궤조방식은 주행용레일 외에 궤도 측면에 급전용 레일(제3레일)로부터 전기차량에 전기를 공급하여 귀선으로 주행레일을 사용하는 방식으로 그림 4와 같다[5].



(a) 교류방식의 구성도  
(a) Schematic of the AC voltage system



(b) 직류방식의 구성도  
(b) Schematic of the DC voltage system

그림 4. 제3궤조방식의 구성도  
Fig. 4. Schematic of the third-rail system

2) 적용실태 분석결과

실태조사결과 그림 5와 같이 국내는 제3제조방식을 적용한 유희용전차는 없었으며 궤조충전방식과 차륜절연방식을 채용하고 있었다.

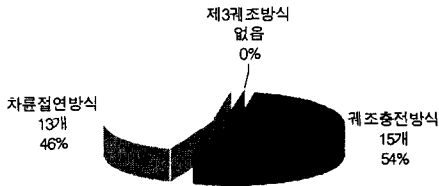
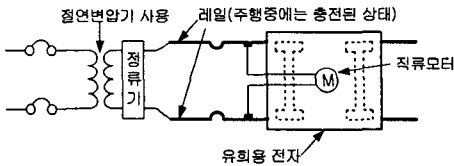
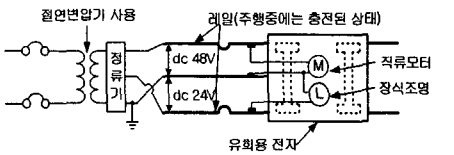


그림 5. 전기공급방식의 분포  
Fig. 5. Power supply system distribution

다음 그림 6, 7은 국내에 설치되어 있는 유희용전차의 전기방식별 실제 적용 예이다.



(a) 전동기만 설치된 경우  
(a) The case of installation only motor

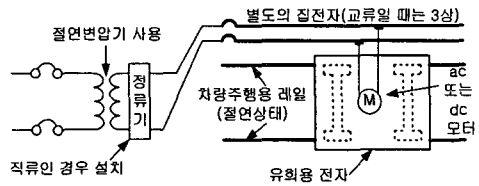


(b) 전동기와 조명이 설치된 경우  
(b) The case of installation on motor and lighting

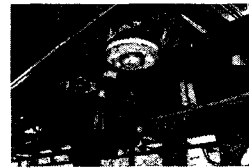


(c) (a)와 (b)가 적용된 실제 사진  
(c) Practical picture of (a) and (b)

그림 6. 궤조충전방식에 의한 유희용전차  
Fig. 6. Electric train for amusement by rail charging method



(a) 차륜절연방식의 구성도  
(a) Schematic of wheel insulating method



(b) 실제 적용 예  
(b) Practical Example

그림 7. 차륜절연방식에 의한 유희용전차  
Fig. 7. Electric train for amusement by wheel insulating method

3) 전기공급방식별 위험성 평가 및 장단점  
전기공급방식별로 사용전압과 시설방식에 따른 위험성을 평가한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 전기공급방식별 위험성 평가  
Table 3. Assessment of riskiness in each power supply system

평가 항목 전기공급 방식	사용전압의 위험	직접접촉의 위험		직접접촉에 대한 보호의 적용		
		단락	전격	보호 울타리	IP등급 적용	지면에 서 이격
제3제조 방식 (dc 60[V] 이하 ac 40[V] 이하)	낮음	없음	없음	○	△	지면에 설치
궤조충전 방식 (dc 60[V] 이하)	낮음	높음	높음	○	×	지면에 설치
차륜절연 방식 (dc 380[V] 이하 ac 380[V] 이하)	높음	적용	적용	○	○	△

주 1. ○: 적용, △: 일부 적용, ×: 적용되지 않음

1) 사용전압의 위험성

사용전압에 의한 위험도는 제3제조방식과 궤조충전방식이 차륜절연방식에 비해 적다.

2) 직접접촉의 위험

제3궤조방식은 접지축전로인 궤조의 양단은 동일한 전원에 의한 등전위상태이므로 단락의 위험이 없으며 또한 대지와와의 전위차가 존재하지 않으므로 전격에 의한 감전의 위험이 없다. 전압축전선인 제3궤조는 충전부가 은폐된 장소에 시설됨에 따라 직접접촉의 가능성이 가장 적은 방식이다. 반면에 궤조충전방식은 충전부가 완전히 노출된 상태이므로 단락과 전격의 위험도가 다른 방식에 비해 높다.

3) 직접접촉에 대한 보호

보호울타리는 모든 방식에 적용되어 있다. 충전부에 대한 접촉을 막기 위한 IP등급의 경우 제3궤조방식 및 차륜절연방식은 적용이 된 반면에 궤조충전방식은 충전부가 완전히 노출되는 구조이므로 IP등급의 적용이 불가능하였다. 지상에서 이격에 의한 보호는 충전부에 사람의 손이 닿지 않도록 높은 장소에 설치하는 것으로 제3궤조방식과 궤조충전방식은 구조상 지면에 설치되었으며 차륜절연방식은 일부 적용되었다.

3.4 궤조 및 접촉전선에 대한 보호

전기설비기술기준 제252조1항3호에서는 궤조 및 접촉전선은 사람이 쉽게 출입할 수 없도록 설비한 곳에 시설할 것을 규정하였다. 그림 8은 전기공급방식별 궤조 및 접촉전선의 예이다.



(a) 차륜절연방식 (a) Wheel insulating system (b) 궤조충전방식 (b) Rail charging system

그림 8. 전기공급방식별 궤조 및 접촉전선  
Fig. 8. Rail and contact conductor in each power supply system

“사람이 쉽게 출입할 수 없도록 설비한 곳”이라는 애매모호하고 비과학적인 표현으로 구체적으로 어떻게 시설하라는 것인지 명확하지 않기 때문에 자의적인 해석으로 인한 논란의 여지가 발생할 수

있다.

따라서 본 논문에서는 궤조 및 접촉전선에 사람이 쉽게 출입할 수 없도록 설비하기 위한 방법에 대하여 과학적이고 객관적으로 현장의 시설실태를 파악하기 위하여 국제규격인 IEC 60364-4-41(전격에 대한 보호)에서 규정하고 있는 직접접촉에 대한 보호수단의 적용기준에 근거하여 국내의 적용실태를 알아보았다.

표 4는 IEC에서 규정한 직접접촉에 대한 보호방법으로 한가지 보호만으로도 적용이 가능하다[6][7].

표 4. 직접접촉에 대한 보호방법  
Table 4. Protection against direct contact

보호방법	특 징	비 고
충전부의 절연	충전부는 절연물로 완전히 보호. 충전부에 대한 모든 접촉을 예방	전선의 피복
외함 또는 격벽	충전부가 노출되는 개구부를 제외하고는 절연물로 에워싸여짐. 충전부에 대한 모든 접촉을 예방	변압기의 외함, 단자대 IP2X(12[mm] 이내)
장애물	충전부에 대한 우발적인 접촉을 예방. 고의적인 접촉은 보호 불가	보호울타리
충전부를 이격	충전부에 대한 우발적인 접촉만을 예방할 수 있음	지상에서 2.5[m] 이상의 높이에 설치
누전 차단기	직접접촉에 대한 보호방법이 고장났을 때 적용하는 부가적인 보호수단	인체감전 보호용 누전차단기

직접접촉에 대한 보호방법은 표 4와 같이 5가지가 있으나 여기서는 충전부의 전체 또는 일부가 노출되는 “궤조 및 접촉전선”이 대상이므로 충전부의 절연에 의한 보호수단, 직접접촉에 대한 부가적 보호수단인 누전차단기는 제외가 된다. 따라서 전기공급방식별 적용은 표 5와 같다.

표 5. 전기공급방식별 적용  
Table 5. Application in each power supply system

보호방법	궤조충전방식	차륜절연방식	실제 적용 예
외함 또는 격벽	x	o	개구부의 간극을 최소화
장애물	o	o	외곽에 설치된 보호울타리
충전부를 이격	x	o	지면에서 높은 장소에 설치

주) x : 적용 불가, o : 적용 가능

1) 궤조충전방식

궤조충전방식에 의한 유회용전차는 궤조가 수평면인 노면전차의 형태이므로 표 4와 같이 충전부의 이격에 의한 보호수단은 적용할 수 없으며 또한, 궤조와 차량의 바퀴가 직접 접촉하여 급전(給電)하므로 충전부는 완전히 노출된 형태가 되기 때문에 외함이나 격벽에 의한 보호방법도 적용이 불가능하다.

따라서 장애물에 의한 보호만 적용이 가능하며 실제로는 유회용전차의 외곽에 설치된 보호울타리에 의해 사람의 출입을 제한하고 있다. 보호울타리의 높이에 대한 실태조사결과 모든 유기기구에는 보호울타리가 설치되어 있었으며 설치높이는 그림 9와 같다.

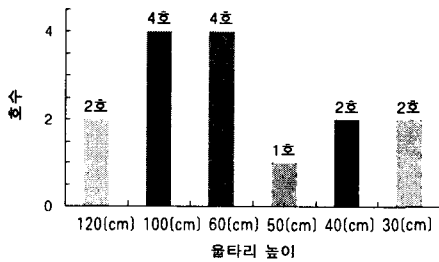


그림 9. 유회용전차 외곽에 설치된 보호울타리 높이  
Fig. 9. Height of fence around the electric train

특히 울타리 높이가 40[cm] 이하인 경우도 15개중 4개인 26.6[%]로 나타났는데 이 정도의 울타리 높이는 자기방어에 취약한 어린이도 쉽게 출입이 가능한 정도이므로 궤조충전방식에서 궤조는 완전히 노출된 형태임을 고려하면 울타리 높이를 보장할 필요가 있다.

2) 차륜절연방식

차륜절연방식의 유회용전차는 표 4와 같이 3가지의 보호수단의 적용이 가능하다. 즉 도전체인 집전차는 일부 개구부를 제외하고는 절연물에 의해 에워싸여 있으므로 외함(또는 격벽)에 의한 보호가 가능하며 장애물에 의한 보호수단도 적용할 수 있다. 또한, 궤도는 승강 및 하강을 위한 경사부분이 있으므로 지상에서 이격에 의한 보호방법도 적용할 수 있다. 실태조사결과는 다음과 같다.

(1) 외함에 의한 보호

그림 10은 차륜보호방식의 접촉전선인 집전차의 예이며 실태조사결과 개구부의 폭은 6.5~7.5[mm]로서 IP2X에서 정하는 12[mm]의 범위 이내로 설치되어 있는 것을 알 수 있다.

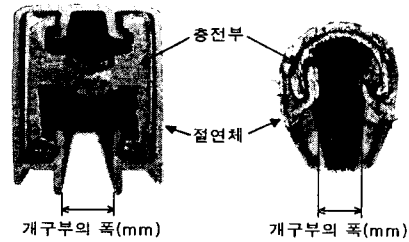


그림 10. 접촉전선의 단면도  
Fig. 10. Diagram of collecting conductor

(2) 장애물에 의한 보호

장애물에 의한 보호는 울타리가 적용되며 실태조사결과 그림 11과 같이 13개중 10개인 76.9[%]가 울타리를 설치하였으며 설치 높이는 최소 80[cm] 이상이었다. 울타리가 없는 3개의 유회용전차라 하더라도 구내에 위치하여 사람의 출입을 제한한 것이 1개, 지상에서 높은 곳에 설치한 것이 2개로 결과적으로 다른 보호방법에 의하여 직접접촉으로부터 보호되었음을 알 수 있었다.

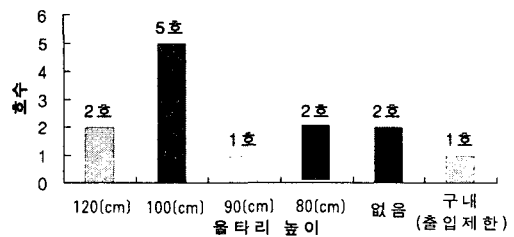


그림 11. 유회용전차 외곽에 설치된 보호울타리 높이  
Fig. 11. Height of fence around the electric train

(3) 지상에서 이격에 의한 보호

접촉전선의 높이에 대한 실태파악결과 그림 12와 같이 13개중 2개인 15.3[%]가 지상에서 2.5[m] 이상의 높이에 설치되었으며 또한 2.5[m] 이하인 경우에도 다른 보호수단(장애물에 의한 보호)이 적용되었기 때문에 결과적으로 접촉전선이 직접접촉으로부터 보호되었음을 알 수가 있었다.

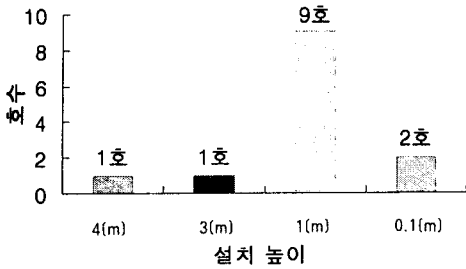


그림 12. 접촉전선의 설치높이  
Fig. 12. Height of contact contactor

### 3.5 유희용전차의 전로의 지락보호

전기설비기술기준 제45조에 의하면 사용전압이 60[V]를 넘고 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있는 곳에 시설하는 것에 전기를 공급하는 전로에는 전로에 지기가 생겼을 때에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설할 것을 규정하였다.

또한 상기의 제45조에서는 지락차단장치의 생략을 인정하는 예외사항을 두고 있는데 다음은 예외조건 중 유희용전차의 전로에 관련된 것만을 언급하였다.

- 1) 대지전압이 150[V] 이하인 기계기구를 물기가 있는 곳 이외의 곳에 시설하는 경우
- 2) 그 전로의 전원측에 절연변압기(2차전압이 300[V] 이하인 경우에 한한다)를 시설하고 또한 그 절연변압기의 부하측의 전로에 접지하지 아니하는 경우

예외조건인 “1)”의 물기가 있는 곳 이외의 곳 즉, 건조장소에서 대지전압이 낮은 경우에는 인체에 대한 위험이 적기 때문에 지락차단장치의 설치의무를 제외하고 있다. 또한, “2)”와 같이 전로의 2차측이 전압이 낮은 비접지식인 경우에는 비교적 감전방지에 유효하기 때문에 생략을 인정하고 있다.

그림 13은 실태조사 대상인 28개의 유희용전차에 대하여 지락차단장치의 시설조건을 검토하기 위한 플로차트이다. 검토결과에 의하면 28개중 4개의 유희용전차의 전로는 사용전압이 60[V]를 넘고 사람이 쉽게 접촉할 우려가 있으며 예외조항에 해당되지 않아 결과적으로 지락차단장치를 설치해야 하는 것으로 나타났다. 실태조사결과 4개의 유희용전차중 3개는 지락차단장치가 설치되지 않았음을 알 수 있었다.

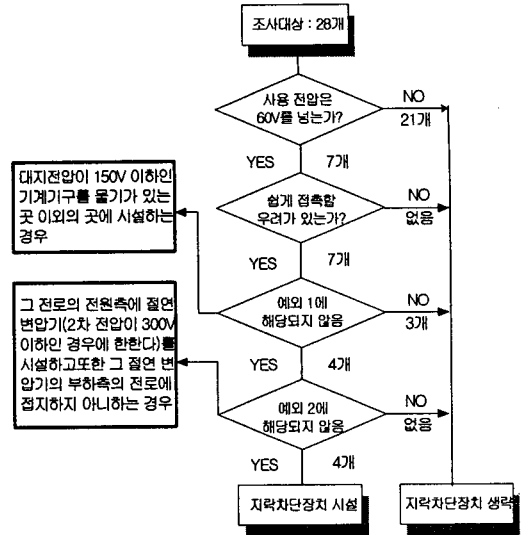


그림 13. 지락차단장치 적용검토 플로차트  
Fig. 13. Review flow chart of applying ground fault circuit interrupter

## 4. 결 론

본 논문은 유원시설 내에 설치된 놀이기구의 일종인 유희용전차에 관하여 국내 전기관계법규에서 규정하고 있는 시설조건과 현장의 시설실태를 비교 및 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 현재의 전기설비기술기준은 유희용전차의 적용범위가 애매모호하여 기술기준의 정확한 적용이 곤란하다. 따라서, 현행 기술기준의 유희용전차는 “케조충전방식 또는 차륜절연방식에 의한 유희용전차”로 표기하여 구체적이고 명확하게 기술기준을 적용할 수 있도록 할 필요가 있다.
- 2) 접촉전선의 시설에 관하여 현재 기술기준에서 규정하고 있는 제3케조방식에 의한 시설조건은 국내에 적용된 사례가 없으며 케조의 양단을 통하여 전기를 공급하는 케조충전방식과 별도의 집전자에 의한 차륜절연방식으로 시설되었다. 따라서, 제3케조방식에 의한 시설조건은 “케조충전방식 또는 차륜절연방식에 의한 시설”로 표기하여 국내의 적용실태에 부합할 수 있도록 기술기준을 개정할 필요가 있다.
- 3) 국내에 적용된 케조충전방식과 차륜절연방식 그리고 적용사례가 없는 제3케조방식에 대하여 사용전압과 직접접촉의 가능성을 검토하여 위험성을 평

가한 결과 제3제조방식은 동일한 전압등급인 제조충전방식에 비교할 때 설비의 안전성 측면에서 권장되어야 할 시설방식인 것을 알 수 있다.

4) 제조 및 접촉전선에 대한 감전보호를 규정하고 있는 현행 기술기준의 애매모호한 적용조건에 대하여 국제규격인 IEC에서 정한 직접접촉에 대한 보호수단에 의해 객관적으로 감전보호의 실효성을 검토하였다.

5) 유희용전차의 전로에 대한 지락차단방식의 적용조건을 검토한 결과 설치대상인 4개중 3개의 시설장소는 감전보호에 필요한 지락차단장치가 설치되지 않아 전기설비의 보완이 필요한 것으로 나타났다.

본 논문에서 제안한 유희용전차의 시설에 관한 전기관계법규의 개선방안은 전기설비기술기준의 개정시 객관적인 근거자료로 활용될 수 있다.

놀이기구는 산업용 기계설비에 비교하여 특별한 것은 아니나 사람이 탑승하는 점에서 안전이 중요시되는 전기사용기계구이다. 근래에는 외국에서 도입되는 놀이기구가 급증하는 추세이므로 국내기준만으로는 그 적용에 한계가 있기 때문에 유기기구의 전반에 대한 체계적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

이 논문은 2004년도 전력산업연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## References

- (1) 산업자원부 고시 제2003-24호, "전기설비기술기준", 2003. 2.
- (2) 한국전기안전공사, "전기설비기술기준과 외국기준 비교 조사 연구", pp.15-18. 1997. 7.
- (3) (사)한국종합유원시설협회, "전국유원시설편람", 2003. 6.
- (4) 김양수, 유해출, "전기철도공학", 동일출판사, 1999.
- (5) 電気設備技術基準研究會, "電気設備技術基準・解析早わかり", オーム社, 2003. 3.
- (6) IEC60364-4-41, Part 4-41, Protection for safety-Protection against electric shock, 2001. 8.
- (7) IEC60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code), 2001. 2.

## ◇ 저자소개 ◇

### 김한상 (金翰相)

1966년 2월 14일생. 1994년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 2004년 강원대학교 산업대학원 전기공학과(석사). 1989~1996년 한국전기안전공사. 1996년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.

### 배석명 (裵錫銘)

1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학 전기기공과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사. 1997년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.

### 방선배 (方善培)

1968년 5월 18일생. 1994년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2002년 강원대학교 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997~2003년 한국전기안전공사. 2003년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.

### 이건호 (金翰相)

1971년 3월 1일생. 1999년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 2001년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.

### 김기현 (金基鉉)

1971년 5월 1일생. 1997년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 2000년 숭실대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000~2003년 한국전기연구원 개발시험부. 2003년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.

### 김종민 (金鍾旻)

1972년 7월 18일생. 1998년 전북대학교 전기공학과 졸업. 2001년 전북대학교 대학원 전기공학과(석사). 2001년~현재 한국전기안전공사 부설 전기안전연구원.