

전기분전반용 블록형 부스 바의 구조 설계 연구

권영민^{1*}, 황찬규¹, 김근호², 한 희³

¹서울벤처대학원 융합산업학과,

²사우스웨스트 미국대학 심리경영학과,

³서울미디어대학원 뉴미디어과

The Structural Design of the Bus-bar block type of electrical switch boards

Young-min Kwon^{1*}, Chang-yu Hwang¹, Kyun-ho Kim², Hee Han³

¹Division of Fusion industrial Department, Seoul Venture University

²Division of Psychology of Business Administration, Southwest America University

³Division of Media-technology, Seoul Media University

요 약 전기 분·배전반의 내부 회로 인 부스 바는 충전부의 노출로 인해 전기 사고의 원인이 되며 이로 인한 감전 사고와 단락 사고가 발생된다. 또한 동물 및 이물질 침투로 인한 전기 화재 사고가 발생하는 원인이 되기도 한다. 또한 확장이 불가능한 구조로 무리하게 연결하여 사용하므로 접촉 저항 증가 발생으로 과열 사고를 유발시키기도 하며, 절단과 절곡 등의 제조 공정상의 어려움을 가지고 있기 때문에 주문생산방식을 택할 수밖에 없는 현실이며, 긴급전기 사고 발생시 복구하는데 지연되는 원인이 되기도 한다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 개선하기 위해서 분·배전반의 모선을 절단하여 개별 블록으로 절연 단연 케이스와 격벽 구조화로 안전성을 높여 모듈 블록화 하였으며, 확장성과 유연성을 구현하였으며, 쉽게 확장이 가능한 구조이며, 또한 쉽게 분·배전반을 조립할 수 있다는 것이며, 이와 같이 전기적 위험 요소를 제거한 전기 분·배전반의 내부 구조는 블록형 부스 바 구조를 가지고 메인차단기와 분기차단기간의 회로 형성 구현 방식의 분·배전반을 제안하고 공인 시험기관의 시험을 통해 그 유용성을 입증 하였다.

Abstract The internal circuit of the bus-bar for an electrical switch board is a prime cause of electric shock and short circuit accidents due to the exposure of live parts. Electrical fires can also be caused by animals and foreign substances in the switchboard that connect the components with a difficult structure resulting in overheating due to an increase in contact resistance. Preventing these types of accidents is a prime concern in the manufacturing process, such as cutting and bending. In this study, the cutting bus bar of a switch board contained improved modules as a flame retardant that isolates a separate blocks to prevent such problems. This was implemented as a scalable and flexible means of reducing electrical switchboard hazards to offer a safe switch board bus-bar structure of a new connector type

Keywords : Bus-bar, block bus bar, Distributor, Switch Board. Modules type,

1. 서론

한전의 전기를 수전한 뒤 분·배전반을 통하여 구내의 부하 설비로 전원을 공급해주는 분·배전반의 내부는 메인차단기, 분기차단기, 전자개폐기 등 부스바 및 기타 부

속설비로 되어 있다. 이 중 핵심 부분인 동 부스바(Bus bar)는 지금껏 노출된 상태로 위험요소를 가지고 분·배전반에서 메인 차단기와 분기차단기간의 전원을 공급하도록 설계되어 분배하는 기능을 가지고 있다. 분·배전반은 건물에서 전기를 공급하는 가장 중요한 기능을 수행

*Corresponding Author : Youn-min Kwon (Seoul Venture University)

Tel: +82-10-8739-2802 email: dyeco@hanmail.net

Received August 28, 2015

Accepted February 4, 2016

Revised (1st January 12, 2016, 2nd February 3, 2016)

Published February 29, 2016

하고 있음에도 내부 벽면에 매입되어진 상태로 사용하므로 이에 대한 연구는 많이 진행되지 않고 있는 실정이다. 노출된 동 부스바(Bus bar)의 작업 공정을 보면 주문자에 의해 절단, 절곡, 밴딩, 코팅 등으로 제작하여 설치 사용해 오고 있다. 특히 분·배전반에서 전원회로인 부스바(Bus bar)는 절연커버 없이 충전부의 노출로 인해 전기 감전 및 단락사고, 동물 및 이물질 침투에 의한 누전 등으로 인한 전기화재의 원인이 되기도 한다. 본 연구에서는 분·배전반에 사용하는 부스바(Bus bar)의 구조를 전기적 안전성을 높이고 규격화로 표준화 모듈화 하였다. 주문방식의 제조공정을 실시간 대량생산체제를 바탕으로 생산성을 높였으며, 규격을 표준화하여 제품의 품질을 높인, 새로운 구조의 모선절단 개별블록 방식의 설계를 제안하고 분·배전반의 블록형 부스바의 유연성과 안전성, 경제성을 확보한 구조를 국가공인기관 시험과정을 통해서 품질의 성능을 검증하였다.

2. 기존 제품의 문제점

2.1 제작 공정의 문제점

현재 사용되고 있는 분·배전반의 구조는 동 부스바(Bus bar) 구조로 절단 절곡 코팅 등 복잡한 과정의 작업 공정을 수작업을 거쳐 제작되며 특수 장비인 부스바공기를 가지고 전문가만이 제작이 가능한 구조로 되어있으며, 충전부 노출로 위험성이 항상 내포된 구조이다. 이러한 제작 공정상, 어려움이 많은 분·배전반은 건물 시공시 진행되는 과정에서 설계변경이나 설치 완료 후 발생하는 회로 변경이나 확장할 때는 새롭게 제작하여 불필요한 공정과 비용이 추가로 발생하는 불편한 점이 많다. 기존 분·배전반의 제작할 때에는 주문자의 요구에 따라 제작 소요기간도 2~3일 이상이 소요되고 제작도 전문적인 숙련자의 기술이 요구된다. 또한 설치가 완료된 후에는 구조 변경이나 확장이 불가능하여 확장이 필요할 경우에는 새로운 분·배전반을 제작하여야 하는 문제점을 가지고 있다.[2]

2.2 접촉저항에 의한 열의 발생

일반 부스바(Bus bar)를 이용한 전원회로는 차단기를 추가 확장이 불가능하므로 하나의 분기 차단기에 다수 전선사용으로 인한 접촉 저항의 증가로 부스바(Bus bar)의 과열이 발생하여 화재사고를 유발하기도 한다. 전기

배·분전반에서 발생하는 대부분의 전기사고나 전기화재의 원인들은 메인 부스바(Bus bar) 모선과 분기 부스바(Bus bar) 자선의 볼트 조임 구조에서 그 원인을 찾을 수 있다.(14) 분·배전반 내의 모선 부스바(Bus bar)와 자선 부스바(Bus bar)의 접속면이나 전선과 기기단자의 접속 점은 장시간 사용시 산화 또는 볼트 풀림현상으로 접속 불량과 과열사고가 발생되고 있다. 고정시킬 단자 나사의 조임 불량이나 차단기와 부스바 간의 연결 상태 불완전, 전원을 분배 하고자 연결되는 부스바와 부스바간의 볼트는 오랜 시간 부스바의 온도가 상하강의 반복으로 볼트 풀림현상 발생으로 접속저항증가 발생으로 접속 불완전은 물론, 한정된 부하단자에서 무리한 확장으로 인한 단자 과다 접속으로 과열 또는 접속기기류와 부스바 간의 노출된 접점에 먼지, 습기, 이물질(동물)등에 의한 열화, 그리고 스프링 이완 및 접점불량 등이 지적되어 왔으며 이러한 위험을 오직 사용자의 안전교육으로 대응하고 있는 실정이다.(13)

따라서 이러한 문제점 극복을 위한 제작공정의 표준화와 설치 및 관리가 용이한 새로운 구조에 대한 연구가 시급하게 요청되고 있고 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방법의 발견은 전기공사 시장의 획기적인 성장과 발전을 가져 올 수 있다고 기대 된다.

3. 분전반 구조의 제안

3.1 블록형 부스바의 외형 구조

본 논문에서 제안하는 새로운 분·배전반은 제작 및 설치가 편리하도록 그림[Fig 1]과 같은 개별블록형의 모듈구조를 가지고 있다(9). 그림[Fig 1]에서 보는 바와 같이 제안 된 모듈은 서로 연결이 가능하여 필요에 따라 확장이 손쉬울 뿐 아니라 모듈별로 표준화가 가능하고 규격화와 대량 생산이 가능한 장점을 가지고 있다.(6)

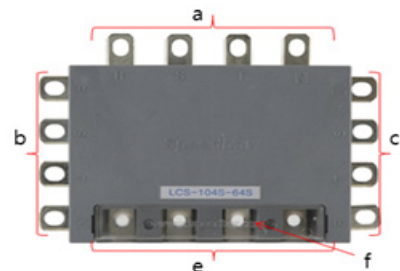


Fig. 1. Block type bus-bar

제안하는 블록형 부스바의 외부 구조는 그림[Fig 1]과 같이 상부(a)에 메인 차단기를 장착하기 위한 연결 부스바(Bus bar)를 체결하고 좌(b), 우(c)측에 분기 차단기를 체결하여 전기적으로 접속되어 전원을 공급하여 주는 연결 부스바(Bus bar)(b,c)를 설치하고, 하단(e)에는 추가 차단기 확장이 필요시 추가 블록형 부스바 그림[Fig 1]을 하단(e)에 필요한 블록형 부스바에 장착하여 사용할 수 있는 구조의 확장단자(e)를 배열한 것이다. 외부는 절연난연 커버로 전기누설을 방지하도록 하였다. 추가 블록형 부스바와 접속되는 볼트 체결부분을 안전한 난연 절연 투명커버로 이루어진 케이스에 삽입하는 구조이며, 상하부에 통풍구를 형성함으로써 밀폐로 인해 발생할 수 있는 방열량을 방출하는 구조로 과열을 방지하도록 고려하여 설계하였다.

따라서 본 논문에서 제안한 블록형 부스바는 그림[Fig 2]와 같이 차단기 증설이 가능하도록 블록형 부스바를 확장이 가능한 구조이다.

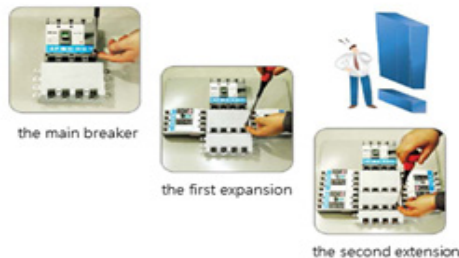


Fig. 2. Expansion of bus-bar system

3.2 분·배전반의 모선과 모선의 연결 구조

안전성과 유연성, 확장성 등을 구현하기 위한 구조를 실행하기 위해선 분·배전반의 주 회로인 모선의 부스바를 절단하여 유연성을 강조한 제품으로 절단된 부스바(Bus bar)의 연결부위의 접촉저항 증가의 문제점은 개선의 필요성이 있어 이 연구를 거듭하게 되는 요인이며, 본 논문에서는 이를 위하여 전기 분·배전반의 구성요소인 주회로 모선(동 부스바)을 절단하여 기존모선과 추가 확장모선 부스바(Bus bar)가 맞닿는 접촉 면적을 증가시키는 방법에 초점을 두어 접촉저항의 감소를 실현 하도록 설계 하였다.(7)

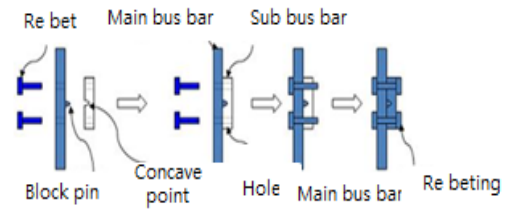


Fig. 3. Rebet connection between main and sub bus-bars

그림[Fig 3]과 같이 오목점과 블록점을 이용한 동 부스바(Bus bar)의 접속부 접속성을 극대화 하였으며, 모선과 자선간의 체결 후 발생하는 각도변형으로 인한 불안정한 연결을 구조적으로 개선하여 기존제품은 1개의 볼트를 사용하던 것을 그림[Fig 3]과 같이 안전하게 2개의 리벳방식의 구조로 개선하여 기계적 안정성도 매우 높다. 블록형 부스바의 외관은 절연난연 사출 커버를 사용하여 전기 누전이나 이물질로 인한 전기적 사고를 근본적으로 개선하였으며, 유지 보수가 발생할 수 있는 감전사고로 인한 인명 피해도 최소화해서 전기 위험성을 감소시켰다(9).

3.3 분·배전반의 모선과 자선의 접촉저항

모선인 부스바(Bus bar)와 분기 자선 부스바(Bus bar)의 접촉을 강화하기 위한 볼트에 사용한 재료인 철(Fe)대신 전기 전도성이 부스바(Bus bar)와 동일한 성질의 동(구리Cu)리벳을 적용하여 접촉저항의 증가를 감소시켰으며, 표[Table 1]과 같이 볼트 소재인 철(Fe)의 전기 전도성을 보면 동부스바(Bus bar)에 적용한 구리의 전기 전도율 보다 매우 낮으므로 동(구리Cu)를 사용하여 볼트 사용때보다 전기 전도율을 좋아지므로 접촉저항에 의한 열발생은 더욱 감소한다.(1)

Table 1. Electric conductivities for different materials.

표시	종류	전기전도율 0℃, Ag=100
	은(Ag)	100
◆	구리(Cu)	94
	금(Au)	67
	알루미늄(Al)	57
◆	철(Fe)	17

볼트방식의 체결로 된 모선과 자선의 연결부위는 표[Table 1]에서 보는바와 같이 전기도전율이 매우 낮아

열이 발생할 우려가 있다. 이로 인해 발생하는 사고를 미연에 방지하기 위하여 볼트(철Fe)로 사용하던 것을 전기도전율이 높은 동(구리Cu)로 만들어진 리벳을 사용하였다. 체결볼트의 풀림현상도 방지하는 효과를 가지고 있으며, 부스바(Bus bar)의 좌우 회전을 방지하도록 다수의 리벳 사용으로 접촉 불량 문제를 해결을 할 수 있다. 그림[Fig 6]은 완전히 체결된 사진이다.

3.4 분배전반의 모선 확장 구조

본 논문에서 제안 된 블록형 부스바의 구조는 메인 차단기 체결단자, 분기차단기 체결단자, 그리고 확장단자 스프레드 나사 체결부위는 버링 방식을 적용한 모선의 구조를 가지고 있다.(8)

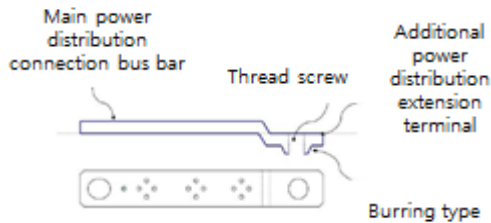


Fig. 4. Model of Main bus-bar

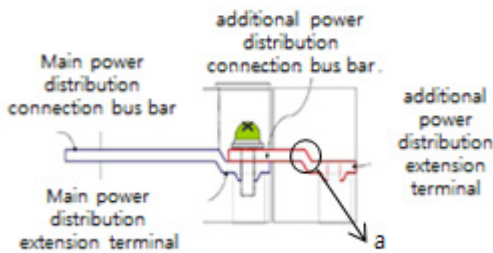


Fig. 5. A diagram of main bus-bar expansion connection

블록형 부스바는 그림[Fig 4]처럼 추가 부스바와 부스바간 연결이 가능한 구조로 확장단자에 탭을 가공하였고 추가 블록형 부스바(Bus bar)에는 타원형의 타공으로 체결이 쉽도록 구현하였으며, 모든 하단의 추가 확장 단자는 추가로 블록형 부스바를 연결할 때 일정한 높이를 유지토록 그림[Fig 5]과 같이 부스바의 두께만큼 낮게 설계하여 추가 부스바의 확장 체결 시 동일한 높이가 유지 되도록 하였으며, 블록형 부스바는 확장이 가능한 구조로 안정적으로 체결이 가능하도록 부스바(Bus bar)의 몸체 하단에 버링을 주어 볼트 체결 시 나사산의 결속이 많아 볼트와 부스바 간의 결속력을 높여 주었다.

3.5 분배전반의 구조의 견고성 설계

모선의 구조로는 앞쪽은 메인 차단기 출력부에 타원형의 타공으로 볼트 체결이 용이하도록 하였으며, 하단에는 모선 두께 만큼 내려가도록 그림[Fig 5]의 a와 같이 Z 밴딩을 하여 확장 시 높이의 차별이 없는 구조로 설계하였다. 끝단에는 TAP을 가공하여 단자대 역할을 하였으며, TAP 가공부는 버링을 주어 나사산이 두껍게 돌출되어 단단히 체결될 수 있도록 설계 하였다. 또한 자신과 모선 부스바(Bus bar)의 결합 부에 다수의 타공을 하여 리벳은 그림[Fig 6]과 같이 다수의 리벳을 체결하도록 한 구조로 하였다.(7) 또한 양쪽 차단기에 부착되는 부스바(Bus bar)의 끝부분은 분기 차단기 연결은 표 [Table 2]와 같은 구조로 차단기 볼트에 체결이 쉽도록 한 타원형 타공에 약간의 유격을 확보하여 차단기 사이의 체결을 부드럽게 하는 구조로 설계 되었다. 케이스 상부와 하부는 내부에서 열 발생 시 공기가 순환되는 구조가 되도록 하여 공기가 아래에서 위로 순환이 가능토록 한 구조를 가지고 있으며 여러 개의 차단기를 부착할 있는 블록형 부스바에는 차단기와 차단기 사이에 안전 바를 돌출하게 만들어 전기적 안전을 고려하여 상간 절연체로 차단하는 역할의 구조로 설계 되었다.

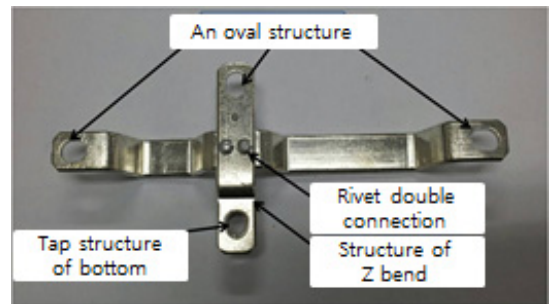


Fig. 6. Structure and connection inside bus-bar

3.6 발열 최소화를 위한 설계

IEC 60943에 의하면 전력기기의 도체 접속/접촉부에서 접속/접촉부 온도와 주위온도와의 차이(온도상승 ΔK)나 주위온도 상승(ΔT)이 기준 값을 넘을 때에는 열화가 가속된다고 알려져 있다.(15) 본 연구에서는 블록형 부스바(Bus bar) 조임을 볼트 조임 방식이 아닌 리벳을 여러개를 동시에 접촉토록 설계하여 접촉 부위면적을 확대시켜 체결하는 방식으로 설계하여 접촉저항을 감소시켰다.

Table 2. Comparison chart of technical Discrimination

Status	improvement plan	traditional clip type (K)	integral type (B)
Extension structure	Burring screw bolt	clip connection	No (OEM spec)
Flexibility &Expandability	Block type - possibility	restrictive use	Non -integral type
Technology of slim	100%	about +15~20%	about +15~20%
Working property	poor	poor	fair

또한, KS C 8326 주택용 분전반 표준 7.4항 표[Table 3]은 모선의 굵기는 최소 100A/35mm(60A/16mm)로 규정하고 있다. 본 논문에서 제안한 설계제품은 표[Table 3]의 안전도를 확보하기 위해 100A 모선 굵기를 45 mm로 22% 증가 설계됨. 또한 부스바의 단면적: $3 \times 15 = (45 \text{ mm})$ 이나 확장시 체결되는 모선과 확장 모선간의 접속 단면적은 (가로)17mm×(세로)15mm= 총단면적255sq 중에서 볼트 8mm 단면적(50sq)를 뺀 나머지 접속단면적은(205 mm)로 컷팅 단면적의 4배 이상 접속면적이 확보되어 안전성을 보장하도록 설계하였다.(12)

Table 3. Main bus-bar thickness KS rule of Residential

$$[식 S = \Pi \times d^2]$$

Switch Board rated current for household	thickness of insulation wire
30 A	10 mm ²
60 A	16 mm ²
100 A	35 mm ²

부스바(Bus bar)로 구리를 표면처리 하지 않은 상태로 사용할 경우 표면의 산화로 인해 접촉저항의 증가가 발생하며 이로 인한 비 접촉으로 인한 열 발생과 주변의 산화가 확대 되어 추가적 부식이 이루어지며, 또 다른 전기적 문제점을 발생시킬 우려가 매우 높으므로 구리 사용에 있어서는 은, 또는 주석을 표면에 피막 처리하여 산화를 방지하여 사용하는 것을 권장과 의무시 되어야 할 것이다.

본 논문에서는 은도금 또는 주석도금을 구리에 사용하여 산화 방지를 통한 경제저항을 줄임으로서 안전성을 증대시켰다.

4. 블록형 부스바(Bus bar)의 실험

본 논문에서는 제안한 블록형 부스바(Bus bar)의 접촉저항 감소특성을 확인하기 위하여 아래와 같은 실험 측정을 수행 하였다.

실험측정은 한국전기연구원(KERI)에서 부스바(Bus bar)에 부하를 걸은 상태에서 부스바 온도 상승 시험 그림[Fig 7] 과 내전압시험 내 전류 시험중 온도상승시험의 그래프를 삽입을 하였다.

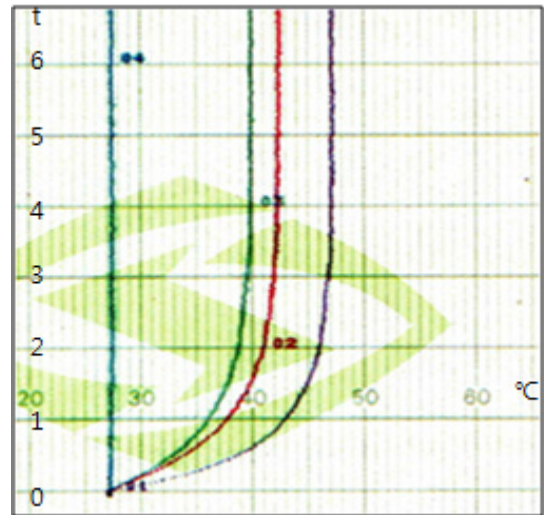


Fig. 7. Results of temperature rise tests

4.1 블록형 부스바의 온도상승 시험

부스바 단자에 전원을 인가하여 부하를 측정하는 방식으로 R상 S상 T상에 각각 전류를 인가하여 온도 상승 시험의 데이터 값을 측정하였다. 측정센서 검출 위치는 부스바의 연결된 접속면적 위치는 그림[Fig 11-a]에서 R1, S1, T1 단자에 확장 부스바 연결하여 볼트 체결된 곳에 센서를 부착하여 시험을 실시하였다. 부스바(Bus bar)에 정격 최대 전류를 인가한 후 온도의 변화를 기록하여 온도 상승 과정을 통하여 온도상승의 한계점을 확인하는 실험을 실시하였고 그 결과 값은 그림[Fig 7]과 같다.

4.2 블록형 부스바 단시간 전류시험

모듈방식의 블록형 부스바를 그림[Fig-8]과 같이 5개 확장연결 후 상부의 메인 단자 R. S. T. N 상에 380V 7.5kA 1sec 단락시험을 실시하였다.

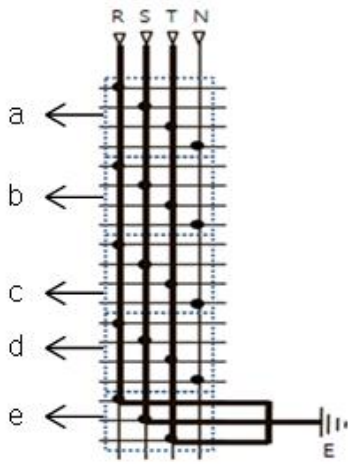


Fig. 8. Circuit diagram of bus-bar

확장된 연결단자 회로구성에 대해서는 단시간 전류 시험을 통해서 안정성을 테스트 하여 본 결과 7.5ka 까지 견디는 것으로 판단되었다. 그림[Fig 8] 과 같이 그림은 메인 동 부스바(Bus bar)인 모선과 분기 동 부스바(Bus bar)인 자선 연결부위의 접촉부를 개선하여 개선된 쪽 지점에 온도 상승 센서를 부착하여 온도 상승의 흐름을 분석한 데이터 값은 그림[Fig 7]과 같다. 추가 한계점에서 발생하는 온도 변화를 면밀히 분석 파악을 하여 또 다른 변화를 분석하는 것을 기본적으로 적용하였으며, 그 접촉점의 저항을 최소화 한 후 단시간 전류 실험을 하기 위한 부스바의 연결단자 체결한 회로 구성도는 그림[Fig 8]이다.

4.3 재해극복을 위한 설계 구조 시험방안

본 논문에서는 분·배전반에서의 위험 요인에 따라 재해발생 메커니즘을 구분하여 시험 설계에 반영하고 그에 따른 국가시험기관을 통하여 개선된 결과물의 검증을 하였으며, 시험데이터를 통해 유용성을 확인하였다. [Table 4]는 본 논문의 실험에 사용 된 재해원인 별 재해발생 메커니즘과 분석한 내용이다.

4.4 블록형 부스바의 확장성

일반적 분·배전반은 주문형으로 추가 확장이 곤란하여 분·배전반 전체별도 제작, 설치하여야 하나, 블록형 부스바는 그림[Fig 9]과 같이 부스바와 추가 부스바 간의 확장 단자에 연결 볼트 체결로 완성 된다. 누구나 쉽게 확장하여 차단기 설치 후 부하는 추가할 수 있는 구

조이다.

분·배전반내의 블록형 부스바는 개별블록타입으로 필요한 수만큼 차단기 증설이 가능하며 분·배전반의 공간만큼의 확장이 가능하다.

Table 4. Mechanism of accident sequence for different accident factors

Accident factor	Accident cause	Mechanism of accident sequence
electrical & physical factor	Bad connection	Mechanical vibration- Terminal relaxation- Abnormal generated heat of resistance increase Arc-outbreak of fire
	short	sheath damage -Exposure of live part - connection (incompatible hazard)-Spark , outbreak of fire
	half disconnection	Burn-out cutting-resistance increase-Arc Abnormal generated heat- inter polar discharge -catch fire
Electrical, environmental & physical factor	Earth leakage	adherence of corpus alienum- sheath damage - Except the metal , perform the channel (route) of wire thru the fixed bolt -Earth leakage - outbreak of fire
Electrical factor	Over current (over load)	over load - Abnormal generated heat of wire - sheath melting -sinter -core connection - outbreak of fire -arc-sheath catch fire - combustibles catch fire outbreak of fire
Environmental factor	insulation breakdown	insulating material surface fouling (dust, moisture etc) adherence - micropyrometer discharge - statics deterioration - inter polar discharge

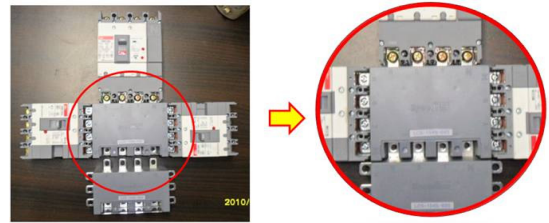


Fig. 9. Extension structure

4.5 미려하고 슬림화된 분·배전반

블록형 부스바를 난연성 절연 커버로 되어 분·배전반 내부는 안전하고 깔끔하며, 분·배전반 규격이 축소되어 타 기술의 분·배전반의 대비 축소 공간이 용량에 따라 그림[Fig 10]와 같이 설치 공간이 약20~30% 축소가 되어 슬림화를 구현하였다. 타 기술 대비제품과 제안하는 제품 간의 상세 비교표[Table 5]를 보면 전체적인 비용 절감 효과와 원재료인 동(구리Cu) 절감과 인건비, BOX 치수를 비롯하여 작업시간 일일 생산량 생산 공정 까지 분석된 것을 알 수 있다.

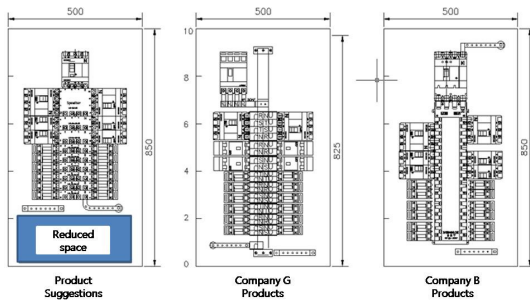


Fig. 10. Proposed products and traditional products

4.6 분·배전반의 같은 용량 및 회로 비교

차단기와 부스바는 그림[Fig 12a]와 같이 일대일 대칭이며 표[Table 5]와 같이 오결선 방지와 오결선 사고를 미연에 방지하도록 하였으며, 또한 외관 사이즈도 동일한 회로에서 타 기술의 그림 [Fig11-b] 보다 제안 기술 [Fig11-a]가 확연히 축소된 구조로 되어 있음을 확인할 수 있다.

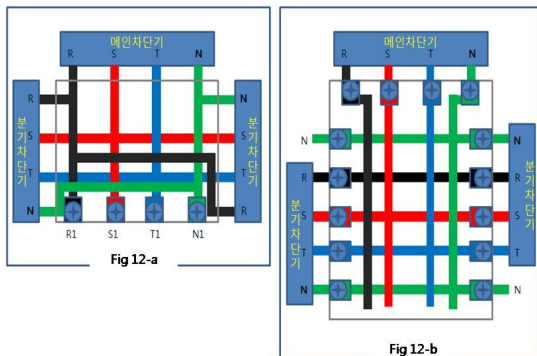


Fig. 11. Circuit design enhancement

Table 5. Cost comparison with competitors

Division	Product	G Co.	B Co.
En Size	100%	120%	120%
Cu increase	100%	155%	123%
Labor costs	10us	33 us	20us
Cu Cost	2.7kg	4.3kg	3.4kg
bus bar Size	15*3T	40*3T	15*4T
10000 Total	32ton	51ton	41ton
Cost mony	256,000US	427,000US	342,000US
workload	Bolts 44	tap and bus work	bolts 82 tap work 4
worktime	25mine	80mins	50mins
1 days work	Quantity 20	Quantity6	Quantity10

4.7 블록형 부스바의 생산성과 경제성

모듈화, 규격화로 범용 장비로 대량 생산가능하며 현장에서 조건에 맞게 즉시 분·배전반의 제작 및 변경이 가능하고 [Table 5]와 같이 전체 원자재 약23% 인건비 30% 전체원가에서 절감을 약 20% 효과가 있으며, 제품 슬림화 규격화 실현 되었다.

5. 결론

본 연구에서 제안한 블록형 부스바는 분·배전반에서 사용하는 부스바 설계에 관한 것으로 분전반 기술의 진일보 할 수 있는 부분으로 충전부 노출로 인한 전기 사고를 예방하면서 분·배전반의 유지보수나 차단기 확장 또는 감속시 전기적 안전성과 유연성을 확보하는 구조로서 비용절감효과와 제품의 슬림화로 원가절감효과 다양한 기능적 성과이며, 분·배전반의 표준을 만들어 갈수 있을 것이라 판단되며, 분전반의 기능에서 더욱 발전해 나가려면 전기적 특성을 검출할 수 있는 기술적 접근을 통해 센서와 기타 전력 제어기능에 추가적으로 개발이 진행되어야 할 것이다.

References

- [1] Korea Electric Association, www.electricity.or.kr
- [2] Korea Electric Association, Electrical installation technical standard 2011.1
- [3] Korea standard information network, <http://www.standard.ksa.kr>
- [4] The ministry of knowledge and standard KSC8326(Residential panel boards)2007.6 Notification No.2007-0334
- [5] The electricity enterprises 2010. 4. 12 Revision
- [6] [Patent]Multi block type Distribution apparatus Kwon youngmin (100998721)
- [7] [Patent]Assembly Distribution apparatus Kwo young min (100998721)
- [8] [Patent]Multi block type Distribution apparatu Kwon younmin (100885985)
- [9] [Patent] Module type Distribution apparatus Kwon youngmin (200427176)
- [10] Patent]Connection structure of multi block type Distribution apparatus. Kwon youngmin (100874388)
- [11] Effect of Connection Design on the Contact Resistance of High Power Overlapping Bolted Joints (Milenko Braunovic, Senior Member, IEEE) IEEE

TRANSACTION ON COMPONENTS AND
PACKAGING AND PACKAGING TECHNOLOGIES,
VOL.25, NO.4, DECEMBER 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TCAPT.2003.809108>

- [12] Bolted Busbar high power Connections, Contact pressure, Contact penetration, Longitudinal Slots (Department of Electrical Apparatuses, Faculty of Electrical Engineering, Technical University of Sofia 8, Kliment Ohridski St, Sofia-1000, BULGARIA)
- [13] Insulation transfer distance of main bus-bar of in side the closed distribution boards (1996)
- [14] Analysis method development for short (Energized) performance on bus-bar Type
- [15] Development of the coupling devices for welding cables considering electrical contact resistance and temperature increase characteristic in arc welding (Jng-Hyun Lee, Jae-cheol Kwon, Sang-myeong Jo, Geong-guk Lee)

김 근 호(Kyun-ho Kim)

[정회원]



- 2008년 2월 : 국제신대 음악과 졸업
- 2011년 2월 : 서울미디어대학원 미디어학부 졸업(석사)
- 2015년 8월 : 서울벤처대학원 융합 산업경영학과 박사
- 2015년 9월 ~ 현재 : University of Southwest America 심리경영학과 교수

<관심분야>

비즈니스모델, 혁신방법론, 비즈니스디자인

권 영 민(Young-min Kwon)

[정회원]



- 2007년 2월 : 한국산업기술대학교 졸업(학사)
- 2013년 2월 : 서울미디어대학원대학교 미디어공학과(석사)
- 2014년 3월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 (U-City 융합기술경영 전공 박사과정)
- 2015년 8월 : 엘씨파워코리아(주) U-Green 연구소 연구소장

- 2007년 2월 ~ 현재 : 엘씨파워코리아(주) 대표이사

<관심분야>

융합기술경영, 비즈니스모델, 혁신방법론, 벤처기업경영

한 희(Hee Han)

[정회원]



- 1977년 2월 : 육군사관학교 졸업
- 1982년 2월 : 연세대학원 전자과 졸업(석사)
- 1985년 6월 : Cal-Tech 전기과 졸업(석사)
- 1989년 8월 : 연세대학교 전기과 졸업(박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 서울미디어대학원대학교 교수

<관심분야>

비즈니스모델, 혁신방법론, 비즈니스디자인

황 찬 규(Chang-yu Hwang)

[정회원]



- 1988년 2월 : 서울대학교 토목공학과 졸업(학사)
- 1990년 2월 : 서울대학교 토목공학과 졸업(석사)
- 1999년 5월 : 미 Cornell University 토목환경공학과 졸업(박사)
- 1999년 5월 ~ 2002년 9월 : 미 일리노이대 박사 후 과정

- 2002년 9월 ~ 2004년 6월 : 미 선급협회 근무(연구원)

- 2004년 6월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 교수

<관심분야>

융합기술경영, 비즈니스모델