

Pre-Fab형 옥내 배관배선시스템

김성찬<세웅산업(주) 대표이사>

김세동<두원공과대학 교수, 공박/기술사>

1 머리말

건축전기설비를 대상으로 하는 부하설비 중에는 조명용 부하설비, 각종 사무자동화기기용 전열설비, 각종 소형 전기기계기구, 공기 조화 설비 및 급배수 설비에 사용되는 펌프, 송풍기, 압축기 등의 동력 부하 설비, 주방용 전기 기기 및 엘리베이터, 에스컬레이터 등의 수송용 기기 또는 각종 약전 설비용 전기 설비에 이르기까지 수많은 종류의 것이 포함된다. 그러므로 전기설비 계획에 있어서는 모든 건축설비의 기능이 충분하게 발휘되도록 고려하여야 하며, 안전성을 최우선적으로 고려하고 가장 경제적인 배관배선이 되도록 전기방식 및 배선공법을 선택하여 결정하여야 한다.

조명설비와 콘센트에 접속되는 소형 전기기계기구, 각종 설비기계를 운전하는 전동기, 전열기 등을 안전하게 운전하기 위하여 적절한 배관배선 설비를 필요로 한다. 이들 제반 설비로서 구성되는 전기공급설비는 그 규모와 종류에 따라 배선 설비의 내용을 달리하고 있다.

옥내배관배선설비는 전기설비기술기준에 적합하게 시공되어야 하며, 안전을 확보하여야 한다. 그리고, 사용 전기 기기 및 재료는 전기용품안전관리법 규정에 인정된 것을 사용하여야 한다. 옥내배선은 위험을 수반하므로 적절한 기계적 강도는 시공 방법에 따라 유지되며, 전기적 강도는 배선의 허용 전류값에 따라 보증된다. 또한 배선의 전압 강하를 작게 할 필요가 있다.

일반적으로 전등, 콘센트의 분기 회로에서는 조명 기구의 배치 및 콘센트의 설치 장소가 결정되면 부하를 구분하여 접속시켜 분기 회로를 결정한다. 그리고 분기 회로, 간선을 시설하는 배관배선 방법은 건물의 구조, 규모 등에 따라 결정되지만, 배선 부설 방법에는 합성 수지관 공사, 금속관 공사, PF(plastic flexible) CD(combine duct : 합성수지제 가요전선관의 종류) 매입배관 공사 등의 방법이 적용되고 있다.

최근에는 옥내에 사용되는 배관배선 방법을 조립형으로 시공할 수 있는 Pre-Fab 형 배관 배선공사의 신공법이 개발 보급되고 있으며, 본고에서는 조명용 배관과 배선, 접속기구 등을 유니트화 한 『excelline』 및 바닥배선을 유니트화 한 『Built in Box System』이라는 시공이 간편하고 가변 능력이 우수한 새로운 개념의 노출형 Free Wiring System을 소개한다.

2 『excelline』의 개요와 구성 부품의 특성

2.1 개요

『excelline』이란 배관, 배선과 접속 기구가 일체형으로 시공되도록 미리 조립, 결선된 Assembly Type의 전선로용 배선기구로서 시공이 간편하고 가변 능력이 우수한 새로운 개념의 조립형 Free Wiring System이다. 이 제품은 산업 발전법 제26조 및 동법

시행령 제28조에 의거 우수한 품질의 제품(EM 인증)임을 인증 받았다(제품명 : 옥내용 전등 접속 유닛, 우수품질인증서 제 2001-034호).

그림 1은 『excelline』의 개념도를 나타낸 것이며, 본 시스템은 최대 6가닥의 전선을 한 개의 배관에 입선하여 스위치회로 4개 단위로 배선라인을 구성한다.

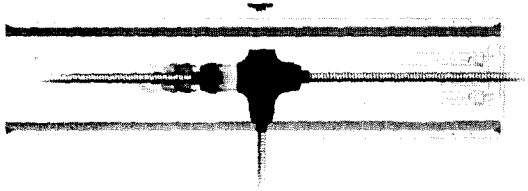


그림 1. 『excelline』의 개념도

가요 전선관과 외함의 접속은 3줄의 용착산이 전선관 끝에 삽입된 상태에서 초음파에 의해 용착되므로 흔들림없이 완벽하게 고정한다.

터미널 단자는 하우징 블록에 2단으로 삽입 고정되므로 삽입된 상태에서는 유동이나 이탈이 없다. 터미널 단자와 전선은 자동 압착기에 의해 엄격한 작업 표준 관리로 결선된다.

하우징 블록은 외함에 의해 기계적으로 완벽하게 조립 고정되고 외부의 충격에도 2중 잠김 구조에 의해 보호된다.

가요관의 전선 입선부에는 피복 보호를 위해 부싱이 설치된다. 등기구에 가공된 Hole(21mm)에 외함에 구성된 lock mount와 12,600 가우스의 자석에 의해 탈착식으로 고정된다.

외함과 하우징 블록에는 분리 접속이 용이하도록 잠김/풀림 장치가 설치되어 있다.

2.2 구성 부품

『excelline』의 구성 부품은 한국 산업 규격 및 전기설비 기술기준에서 규정하고 있는 내용에 적합하게

구성하여 제작되며, 구성 부품의 요소를 들면 다음과 같다.

- 1종 금속제 가요 전선관(16mm) - KS C 8422
- 2종 내열 비닐 절연 전선 :
간선 HIV 2.0mm² - KS C 3328
리드선 HIV 1.25mm² - KS C 3328
- Pin/Receptacle Terminal :
정격 전류 - AC/DC 20A
정격 전압 - AC/DC 300V
재질 - Pin : Brass(Pre-Tin)
Recep : Phos Bronze(Pre-Tin)
- Housing & 외함 : 절연 저항 - 최소 1,000MΩ
재질 - PBT/ABS
난연 특성 - UL 94V-0

2.3 제품별 용도

1) Pre-Fab형 Free Wiring System(옥내 배관/배선 공법)

배관/배선 공법에는 Steel Conduit 매입 배관(아연도 전선관을 콘크리트 타설 전에 슬라브에 매입하는 공법)이며, 천장 마감작업 전에 전선관에 전선을 입선한 후, 아우트렛 박스에서 금속제 가요전선관을 사용하여 기구에 전선을 접속함), Steel Conduit 천장은 폐배관(아연도 전선관을 Hanger Rod를 이용하여 천장 속에 배관을 매다는 공법)이며, 기구 부착 상부에 박스를 설치하고 이 박스에서 금속제 가요전선관을 사용하여 기구에 전선을 접속함), PF CD관 매입 배관(기존의 Hi-LEX CD 매입 배관과 같이 PF관을 활용하여 슬라브 내에 배관하는 방법)이며, 기구 부착 상부의 Deck 윗면에 박스를 설치하고 Deck를 열어 금속제 가요전선관을 사용하여 기구에 전선을 접속함) 등이 있으나, 이와같은 종래의 공법은 현장에서 조립과정이 복잡하고 작업공량이 많은 점, 타 공정(건축, 기계 등)과 협조가 잘 이루어져야 하는 점 등

이 지적된다.

반면에 Pre-Fab형 배관배선 공법인 『excelline』은 배관, 배선, 접속구가 일체형으로 시공되도록 미리 조립, 결선된 Assembly Type의 전선로용 배선기구로서 Free Wiring System으로 시공성, 작업성, 유연성, 공정관리의 편리성, 유지보수성, 안전성, 경제성 등의 면에서 우수한 것으로 평가된다.

그림 2는 설치 예를 나타낸 것이며, 『excelline』의 제품에는 용도에 따라 12가지의 제품이 생산되며, 초기 전원 인입용, 등기구간 연결용, 분기/찍임 회로용, 회로간 연결/연장용, 박스 직부 전원 분기용, 단말 회로 보호용 등이 있다. 따라서, Plug-in Type으로 4개의 분기 회로를 쉽게 조립형으로 공사할 수 있는 제품이다.

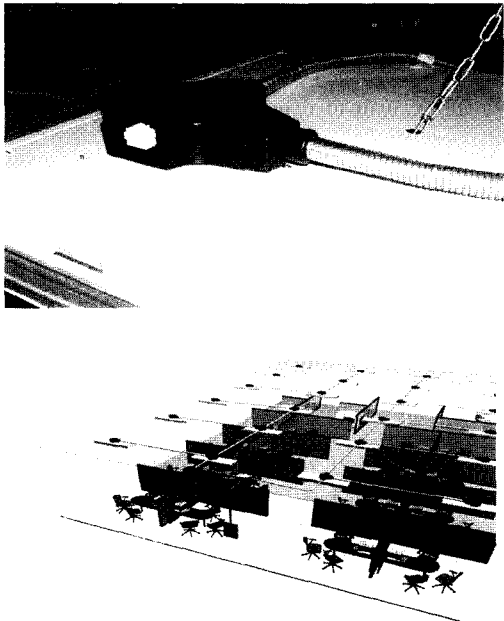


그림 2. Pre-Fab형 배관배선시스템의 설치 예

2) Pre-Fab형 Free Wiring Built in Box System(바닥배선시스템)

Hard Wire 공법의 Mount Box System은 Floor 하부에서 슬라브면 위에 케이블을 트레이에 정렬하거나 Guide Rack에 노출로 포설하고, 배선기구용 박스는 후로아 상부면에 거치시키고 케이블과는

가요전선관 배관으로 분기박스에서 결선하는 공법으로 현장에서 조립 과정이 복잡하고 작업 공량이 많고, 가변성이 적으며 작업 난이도가 높은 것이 불리한 점으로 지적된다.

반면에, 배관, 배선, 접속구가 일체형으로 시공되도록 제조 공장에서 미리 조립, 결선된 Assembly Type의 전선로용 배선기구를 사용하고, 배선기구가 미리 시설된 Built in Box를 조립형 금구를 사용하여 후로아 하부 공간에 간단히 고정시키는 배관, 배선, 기구함이 공장에서 조립되어 현장에서는 간단히 배치와 고정만으로 시설되는 Pre-Fabrication 공법의 Free Wiring Built in Box System은 시공성, 작업성, 유연성, 공정관리의 편리성, 유지보수성, 안전성, 경제성 등의 면에서 우수한 것으로 평가된다. 그림 3은 설치 사례를 나타낸 것이며, 이중 바닥내 노출, 가변 기능의 조립형 배관의 형태로 시공 설치가 가능하고, 사전에 규격화된 모듈로 설계되어 공장에서 제작하고, 현장에서 기구 설치시에 동시에 설치 가능한 점이 장점이다.

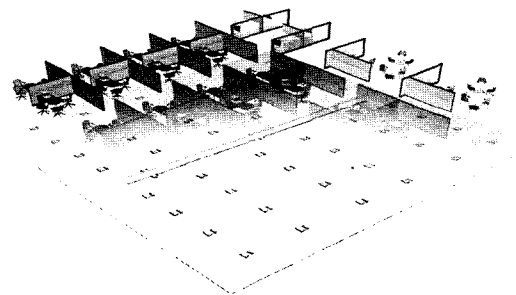
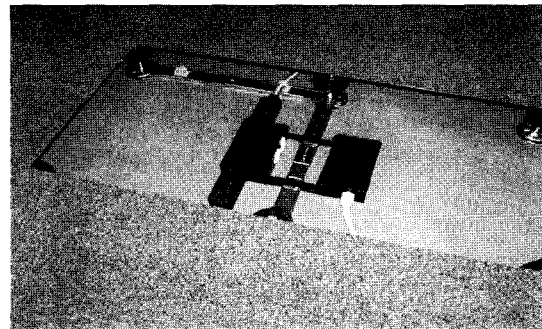


그림 3. Free Wiring Built in Box System의 설치 사례

3. Hard Wire System과 excelline의 작업 공정 및 경제성 비교

저압옥내배관배선 방법으로 사용되고 있는 금속관 공사(전선을 금속관 속에 넣고 시설하는 것), 애자 사용 공사(절연전선을 애자로 지지하여 천정 표면, 벽면, 천장이 없는 보 위 등 사람의 눈에 보이는 장소에 실시하는 노출공사와 절연전선을 놓애자 또는 애관을 써서 다락 속, 천장내부 등의 은폐된 곳에 실시하는 공사), 합성수지관 공사(무거운 압력이나 충격 등을 받을 우려가 없는 장소에 실시하는 공사) 및 플로어 덕트공사(콘크리트 바닥 속에 플로어 덕트를 설치하는 공사) 등이 있다. 이와 같은 Hard Wire 배선 공사 방법과 excelline의 작업 공정 및 경제성을 비교하여 설명하면 다음과 같은 특징이 있다.

3.1 작업 공정 비교

앞에서 설명한 바와 같이 excelline은 시공이 간편

표 1. 작업 공정 비교

적용구분	excelline	기존의 배관배선 방법	
신축건물, 증축건물, 리모델링	· 공장제작 및 검수	배관	· 배관재 가공 · 배관재 설치 · 배관 검사 · 시각박스 설치
		배선	· 입선 · 결선 · 가요전선관 설치 (설치 및 콘넥터, 카바조립) · 절연저항 시험
	· excelline 배치, 체결, 기구 동시 설치 · 전원시험	기구 결선	· 기구설치 및 결선 · 전원시험
유지보수	· 기존자재 활용 · 재배치	· 변경대상 배선, 배관 철거후 폐기 · 재시공	

하고 가변 능력이 우수한 새로운 개념의 노출형 Free Wiring System이며, 천장 내부의 전등과 소방 배선 및 Dry Wall 내부의 벽부 전열 배선, 이중 마루 바닥 하부의 전열과 소방 배선 공사 등에 적용된다.

표 1은 Hard Wire 배선공사 방법과 excelline의 작업 공정을 비교한 것이며, excelline 공사 방법은 타 공종(건축, 기계 등)과 관계없이 공사할 수 있으므로 여러 가지 면에서 공정이 간단하고 시공이 편리함을 알 수 있다. 그림 4는 excelline을 이용하여 형광 등기구의 배관배선공사 장면을 나타낸 것이며, Plug-in Type으로 등기구간에 접속하여 안착시키면 기구에 고정된다.

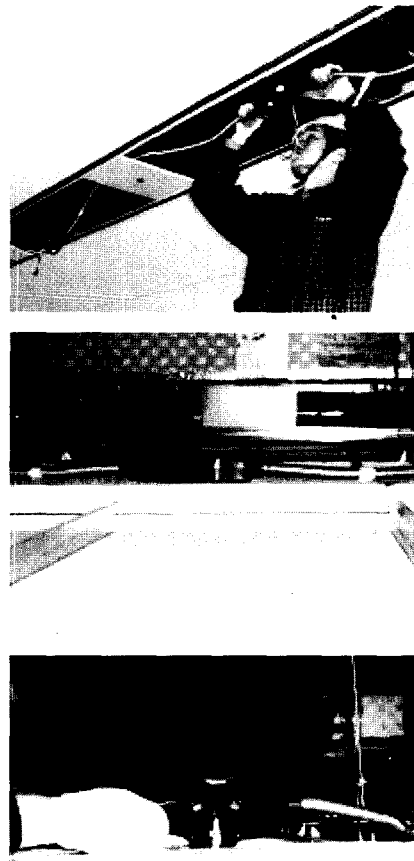


그림 4. excelline의 공사 장면

3.2 특징 비교

표 2는 Hard Wire 배선공사 방법과 excelline의 시공성 및 작업성, 시공품질, 유연성, 유지보수성 등에 대해 비교한 것이며, excelline 공사 방법은 타 공

종(건축, 기계 등)과 관계없이 공사할 수 있으므로 여러 가지 면에서 작업성이 용이하고, 시공상의 안전 확보가 가능하여 안전사고를 최소화할 수 있다.

표 2. Hard Wire 배선 공사 방법과 excelline의 특징 비교

항목	excelline	아연도강관 매입배관	아연도강관 천장은폐배관	PF·CD 매입배관
시공성	<ul style="list-style-type: none"> · 공장에서 배관의 가공, 입선, 콘넥터 처리 등의 작업이 이루어지므로 현장 작업이 간소화되고, 공사기간이 획기적으로 단축 가능 · 공장 제작과정에서 회로검사 및 절연저항 측정을 실시하므로 현장에서는 on/off 시험만 실시함. 	<ul style="list-style-type: none"> · 건축의 거푸집 및 철근 공정, 콘크리트 타설 공정을 고려하여 작업시간을 확보해야 하고, 배관의 절단 및 나사 내기 등 작업의 난이도가 높고, 입선 후 절연저항 시험도 필수이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 천장내 공조덕트, 소화배관, 방송설비 등의 작업을 고려해야 하고, 배관 절단 및 자재 가공에 시간이 소요되며, 입선후 절연저항 시험도 필수이다. 	<ul style="list-style-type: none"> · Deck Plate 설치후 배관 작업을 실시해야 하므로 작업시간 확보에 어려움이 있다. · 입선후 절연저항 측정 및 회로시험이 필수이다.
품질 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 숙련도에 관련없이 표준화된 시공품질 확보 · 하자 발생시 처리가 간단 · 결선부분의 접촉불량에 의한 문제점을 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업자의 숙련도에 따라 품질의 차이가 발생 · 슬라브 위에 배관이 교차되면서 슬라브 높이를 맞추기 위해 철근 변형이 초래, 건축 구조에 문제 발생 우려. 	<ul style="list-style-type: none"> · 작업자의 숙련도에 따라 품질의 차이가 발생 · 사전에 타공정과의 협의가 필요 	<ul style="list-style-type: none"> · 배관 작업이 해당 층 위층의 바닥에 이루어지므로 천장과의 기계설비 덕트, 배관 등과의 간섭을 고려한 협의가 필요
유연성	<ul style="list-style-type: none"> · 타공정의 설계변경으로인한 회로의 수정 및 변경이 분리, 체결만으로 간단하게 완료됨 · 철거 자재의 100% 재사용 	<ul style="list-style-type: none"> · 타공정의 설계 변경시 슬라브에 콘크리트 배관의 수정 및 변경은 불가능하며, 필요시는 노출 배관으로 재시공을 하여야 함. 	<ul style="list-style-type: none"> · 천장 마감 전 회로 수정시 배관을 철거후 재작업해야 하므로 작업 시간과 원가의 투입이 크다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트 슬라브 완료 후 배관의 변경은 원칙적으로 불가능하며, 이를 위해서는 추가로 노출 배관을 실시해야 함.
유지보수성	<ul style="list-style-type: none"> · 회로 구성에 소요되는 Type 별 자재 확보가 간소하고, 콘넥터의 해체 및 재결합을 통하여 간단하게 회로 변경이 용이 · 철거자재의 100% 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 유지보수상 회로 변경 작업이 곤란하며, 노출 배관을 실시하여야 함. 	<ul style="list-style-type: none"> · 회로 변경을 위해서는 천장재의 철거작업이 선행되어야 하고, 천장재의 파손 부분이 발생 우려 	<ul style="list-style-type: none"> · 박스가 천장에 위치하고 천장에서부터 Flexible Tube를 사용하므로 회로의 변경을 위해 배선을 변경하기 위해서는 천장까지 접근을 하여야 하므로 작업이 복잡함.

3.3 공사 원가 구성 비교

그림 5는 2003년도 물가자료를 토대로 단위면적(오피스 약270평)에 대하여 기존의 배관 배선 공사

방법과 excelline 의 공사 원가의 구성비를 나타낸 것이며, excelline의 경우 Pre-Fab형의 공법이므로

공장에 대부분의 조립 공정이 이루어지며, 기존 공사 방법에 비하여 자재비의 비율이 커지는 반면에 노무

비의 비율이 현저히 낮아짐으로 전체 공사원가를 비교할 경우 가장 저렴한 것으로 판단된다.

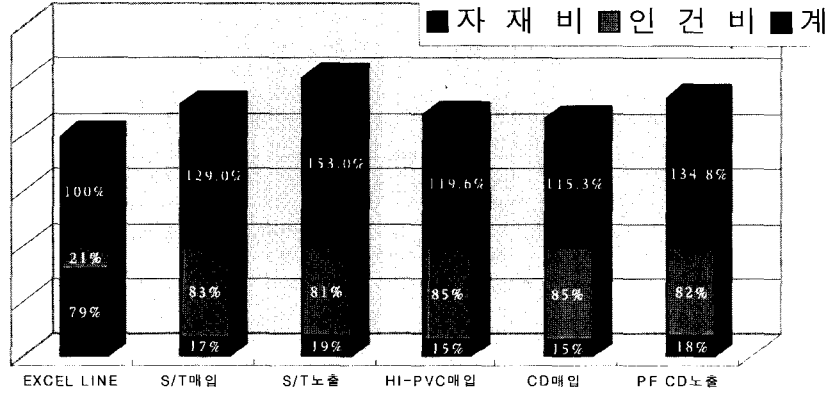


그림 5. 옥내 배관배선공법의 공사원가 구성

4. Mount Box System과 Built in Box System의 특징 비교

기존의 Hard Wire 공법인 Mount Box System은 OA/Access Floor(이하, 이중바닥재) 판넬을 일정 규격의 크기로 타공하고 전열과 OA Outlet Port가 내장된 박스를 거치하여 고정시키고, 박스와 박스 간선은 별도의 배관이나 배선으로 시설하는 노출 배선 공법이다. 반면에, Pre-Fabrication 공법인 Built in Box System은 OA/Access Floor 하부

공간에 전열과 OA Outlet Port가 내장된 박스를 이중 바닥재와 분리되게 설치하고, 박스와 박스 간선은 excelline으로 결선한 노출 가변 기능의 조립형 배선 공법이다(그림 3 참조). 표 3은 Mount Box System과 Built in Box System의 특징을 비교한 것이다.

표 3. Mount Box System과 Built in Box System의 특징 비교

항목	Built in Box System	Mount Box System
경제성	<ul style="list-style-type: none"> · 초기설치가 쉽고 간편하여 인건비의 절감으로 경제적임. · 설계변경에 따른 이설이 간편하고, 100% 재사용됨으로 사후관리가 매우 경제적임 · 현장 공정 감소로 공기, 작업인원 등의 최소화 가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 시공의 난이도가 높아 숙련도가 높은 작업 인력이 요구됨. · 변경이나 이설에 유연성이 낮고 자재의 재 사용률이 낮다.
품질 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 공장제작 비중이 크므로 작업자의 숙련도에 관계없이 표준화된 시공품질 확보가능 	<ul style="list-style-type: none"> · 현장에서 가공과 조립 및 설치의 작업량이 많아 작업자에 따라 품질의 차이가 심하고 일률적인 관리가 어렵다.
유연성	<ul style="list-style-type: none"> · 설계변경시 재작업을 위한 자재, 작업시간, 인력을 획기적으로 절감 	<ul style="list-style-type: none"> · 분기 박스로부터 분기된 지선의 길이 범위 내에서 이설이 가능함.

5. 맺음말

옥내배관배선은 안전하고 사용에 편리하여야 하며, 또한 비용이 적게 들어야 한다. 그리고, 공사 작업의 용이성, 작업의 안정성 확보, 시공성, 시공품질의 확보, 경제성, 설계변경의 용이성, 유지보수성 등을 만족하여야 한다. 이러한 요건을 충족시키기 위하여 전기 공사의 설계에 있어서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

- ① 전기설비기술기준에 저촉되는 점이 없어야 한다.
- ② 수용자가 어느 때나 전기를 편리하고 유효하게 사용할 수 있어야 한다.
- ③ 장래의 수용 증가에 대비하여 각 시설물에 여유가 있어야 한다.
- ④ 건물의 강도를 감소시키거나 미관을 손상시키면 안되고, 전기 공사로 인하여 건물이 더욱 아름다워야 한다.
- ⑤ 재료의 낭비가 없고 공사비가 적게 들어야 한다.
- ⑥ 설계와 시공이 단순화되고, 장래의 보수가 용이하여야 한다.

향후에는 고도의 정보화 사회의 진전으로 오피스 환경은 업무 추진 체계에 따른 레이아웃과 사무용가구 배치 계획의 유연성 확보, 24시간 근무 체제에 대응하기 위한 쾌적하고 안전한 생활 공간 계획, 자동화 설비에 대처하기 위한 환경 계획 등이 필요하다. 특히 인공공학 측면을 강조한 워크스테이션의 설계나 조명이나 색채 등에 대응하는 시환경, 실내 소음이나 장비음에 대한 음환경 대책 등이 필요하다. 인간 공학에 입각한 사무가구 및 정보 기기 배치 설치, 음환경, 시환경, 공기 환경에 대응하는 배선 및 환경계획이 요구되며, 정보 기기 사용자의 육체적 피로를 최소한으로 줄이기 위한 적절한 환경 기준을 확보하는 것이다. 따라서, OA화 사무실의 경우 방의 칸막이를 때때로 변경하고, 또 책상, 진열장 등의 위치가 바뀌어지는 것

이 상례이므로 이러한 변경에 대응한 전기공급 시설이 필요하며, 정보화 사회에서의 사무실 환경은 지적 생산성을 향상시키는 쾌적한 사무환경 제공이 매우 중요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김성찬, EXCEL LINE 우수 품질 인증 자료, 2001.
- [2] 김성찬, EXCEL LINE 및 Built in Box System 제안서, 2003.
- [3] 김세동, 자가용 전기설비설계, 동일출판사, 2003.
- [4] 小笠原良一 外, 電氣シャフトの省力化工法, 日本電氣設備學會誌, Vol. 12, No. 4, pp.25~37, 1992.
- [5] 高矯正一, ファブデッキ用フロアグットシステム, 日本電氣設備學會誌, Vol. 12, No. 4, pp.11~17, 1992.

◇ 저 자 소 개 ◇



김 성 찬(金聖燦)

1958. 11. 20일생. 1981년 2월 인하대학교 경영학과 졸업. 현재 세흥산업(주) 대표이사.



김 세 동(金世東)

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업(석사). 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 한국전력공사(1979~1984) 근무. 한국건설기술연구원(1984~1997.2) 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기과 교수. 전기설비기술사, 본 학회 학술이사 및 편수위원. 관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP, 전기설비 최적설계.