

배선회로 일체형 형광등기구 결합덕트의 시공기술에 관한 연구(일명:라이트 웨이(LITE-WAY))

(주) 진우씨스템 · 진우기술 연구소

A study to assess and show applications of the easy lighting constructions of the new technics has presented in this paper. we have taken the present men-power to determine the optimum levels of the selected labour cost and analysis of the unit prices on the new developed lighting device for modularized to unit length, named Lite-way.

1. 서 론

1.1. 현재실태 (기존 RACE WAY 공사방법)에 대한 고찰

가) (다단계 자재별 승인과정) 기존의 RACE WAY를 이용한 형광등기구 설치공사를 수행하기 위해서는 RACE-WAY, 형광등기구, 전선 그리고 기타 필요 잡 자재 등을 각각 자재별로 따로 발주를 하여야 하며 또한 자재에 대한 사용허가 승인요청 서류작업도 각각 자재별로 승인을 득 하여야 하는 과정이 필요하므로 그에 따른 관리자의 인력손실 및 시간적 낭비요소가 많이 발생 한다.

나) (다단계 공정관리) SHOP-DWG 작성 및 승인절차, RACE-WAY 가공 및 조립, 입선, 형광등기구 설치, 결선 및 시험점검 등 여러 단계의 많은 세부 공정작업이 모두 현장에서 이루어지고 이에 따라 수반되어지는 준비작업도 많아지므로 이를 관리할 관리인력(FIELD-ENGINEER 및 SHOP-DWG 인력)과 설치할 숙련된 작업자의 MAN-POWER가 많이 소요된다.

다) (공정 손실) 전체적인 공정 일정상 관리 인력, 자재 그리고 작업이 특정 공기 내에 집중 투입 및 관리 되어야 하므로 MAN-POWER 수급 조절 측면의 전기공사 공정의 공기는 물론 건축이나 설비 공사 등 타 공정의 공기에 직접적인 영향을 미친다.

라) (현장재해율 증가) RACE-WAY는 철재금속 재질인 관계로 무거우므로 고소작업 현장에서 설치하는데 있어서 작업시간도 많이 소요 되고 취급도 용이하지 않아 이로 인하여 현

장 작업체류시간이 길어지므로 그만큼 산업 안전재해 발생에 많이 노출 될 수밖에 없다.

마) (전선접속의 불안전성) 전기 금속덕트의 일종인 RACE-WAY 내부에서는 배선의 접속점이 없이 결선을 하여야 하는데 관리를 소홀히 하는 많은 현장에서 WIRE CONNECTOR로 탭(TAB)을 내어 연결하거나 직접 전선끼리 결선 후 전기 테이프로 테이핑 처리하며, 또한 형광등기구와 RACE-WAY의 전선인출입구 부위에서 (KNOCK-OUT HOLE) 피복 손상에 대한 적절한 전선보호 대책 없이 배선하므로 일정하고 연속성 있는 수준의 고품질의 시공확보가 곤란하며 회로점검, 누전, 단선, 단락 및 절연점검 등을 수행하여야 하는 사후관리의 전기 안전성 측면에 있어서 모두 문제점을 내포하고 있는 공법의 제품이며 이는 또한 작업자에 따라 품질의 수준이 달라질 수 있는 제품이다.

바) (사용장소의 제한) 기본적으로 전기아연도금 마감 색상 자체가 건축물의 주위환경마감과 잘 어울리지 않아 전기실, 기계실, 주차장 및 공장의 생산라인 등 극히 제한된 장소에서만 의 적용이 가능하다.

사) (취약한 내구성) 아연도금의 특성상, 내구성 및 내 부식성이 요구되는 장소의 설계적용 및 시공에는 부적합하며 특히 아연도금에서 백화현상으로 발생하는 분진(백색의 분말가루)등은 GMP 의약공장, 반도체 공장을 비롯한 각종공장의 클린룸이나 기타 청정도를 요구하는 청정지역의 설치적용에는 불가하다.

아) (사후관리의 난이성) 향후 기존 조명설비의

개선작업이 필요한 경우 회로번호 변경 또는 분리 시에는 반드시 형광등기구 반사갓 및 형광 LAMP를 철거 후 회로번호 변경이나 분리작업을 할 수 있으며, 다시 반사갓과 형광 LAMP를 재설치하여야 하므로 번거롭고 많은 작업시간이 소요된다.

자) (행거방식의 불합리성) HANGER방식의 불합리성 때문에 조도개선차원에서 형광등기구 증설이나 이에 따른 형광등기구 이설 시에는 기존의 행거로드 위치와 형광등기구 LAMP 위치와 서로 중첩되는 경우가 많으며, 기존의 행거로드 위치를 재배치하여야 할 때에 결선된 배선도 절단하여야 하며 형광등기구 위치 변경에 따라 전선 인출입 구멍도 새로 작업하여야 하므로 번거롭고 많은 작업량이 소요되는 등 인건비와 자재비 등 사후관리비가 과다하게 발생된다.

차) (약전설비용 회로신설 제한성) 추후 약전/통신설비 신설로 배선을 할 경우 RACE-WAY 제품 자체에는 구조적으로 격벽⁽⁵⁾형성이나 덮개 장착 등에 의한 배선 공간 확보가 원칙적으로 불가능하기 때문에, 별도의 배관 신설이 필요하여 기존의 건축물 마감에 노출로 공사를 하여야 하므로 미관상으로도 좋지 않으며 배관작업 시 건축물의 기존 설치물들에 대한 제약성 때문에 공사비도 많이 발생된다.

카) (낮은 열전도성) 형광등기구 내부의 발열원(Heat-Source)은 대부분 안정기에서 나오는 열로서 근래에는 자기식보다 발열량이 적은 전자식안정기가 주로 사용되어 상당부분 개선되었지만 여전히 형광등기구내의 발열은 전기제품의 안정성 확보차원에서 절대 간과할 수 없다.

그런데 일반 형광등기구의 본체는 철 재질의 제품으로 열전도성이 낮아서 열 방출시간이 늦어 형광등기구 본체내부에 열 체류시간이 길어지므로 안정기, 배선 그리고 단자대등의 부속품 등이 고온에서 정상 작동하는데 있어서 성능을 저해 할 수도 있으며, 특히 형광등기구의 부속품이 저급이거나 불량품인 경우에는 절연파괴에 의한 소손 또는 화재등을 더욱 촉진시키는 등 치명적인 결과를 초래 할 수 있다.

타) (절연 불안전성) 기존의 RACE-WAY는 시공 중이나 시공 후 사후관리 시 회로 점검이 필요한 경우에는 등기구와 접속된 배선부분의 접속을 해체하고 점검을 한 다음 다시 접속하고 절연 테이프 등으로 최종 마감을 하여야 하기 때문에, 회로 분리에 따른 충전부가 노출되어 안전사고를 대비하여 전원 측 개폐 여부 확인 등의 주의가 필요하고 또한 재결선에 따른 부수적인 작업이 수반되므로 부자재와 인력이 많이 소요된다.

1.2 추진방법에 대한 고찰

가) (모듈화) 현장 설치도면 작성, 가공, 조립, 형광등기구 부착, 배선, 결선 및 시험 등을 공장에서 일괄 제작 모듈화.

나) (일체화) 형광등기구의 배선, 단자대와 분기접속기, 단위 모듈간 CONNECTOR, 안정기 및 LAMP 등을 공통 배선수납 공간인 알루미늄 금속덕트 내에 장착하여 일체화.

다) (접속성) 등기구 회로용 전기적 연결 CONNECTOR 및 기계적 결합용 COUPLING 을 채용하여 단위 모듈간 접속성 향상.

라) (전자파 차폐성) 알루미늄 금속덕트 본체상부를 전자파 차폐 공간으로 형성하여 안전한 통신배선용 공간 확보.

마) (작업성) 알루미늄 금속덕트 측면의 홈을 이용한 걸림식 HANGER구조를 채택하여 설치 작업성 향상.

바) (현장적용성) 설치현장에서의 무가공 작업으로 산업폐기물 미 발생(환경성), 시공 안전성 향상, 인건비(관리직+현장작업자) 절감 및 공기단축 등 종합적인 현장적용성이 증대됨.

2. 본 론

본 기술은 형광등기구 상하부 면이 분리구조를 이루고 있으며, 상부에는 전원선 배선과 배선을 분기하기 위한 단자대, 분기접속기 및 형광램프의 안정기가 장착될 수 있는 공간인 AL 재질의 금속덕트가 위치하며 하부 면에는 형광 램프용 반사갓, 형광램프 및 LAMP-HOLDER로 구성되어 있으며, 형광등기구의 시설을 필요로 하는 설치 공간에 등기구 간격이 균등 배열될 수 있는 단위 길이로 상하부의 구성요소 부품을 모두 공장에서 미리 설계, 제작, 조립(PRE-FAB)하여 설치 현장에서는 단지 천정에 설치된 행거에 바로 고정만 할 수 있도록 하는 단위 길이로 모듈화된 국내 최초의

배선회로 일체형 형광등기구 기술로서 다음과 같이 요약될 수 있다.

2.1 단위 길이로 모듈화된 형광등기구용 AL 금속덕트

- 현장에서 수행하여야 할 SHOP-DWG 작성, 가공 및 조립작업, 형광등기구의 부착, 배선, 결선 및 시험작업 등의 전체공정을 공장에서 일괄적으로 단위 길이 당 모듈화하여 제작 (PRE-FAB) 한다.

2.2 배선회로를 일체화한 형광등기구

- 형광등기구의 배선, 단자대와 분기 접속기, 단위 모듈간 CONNECTOR, 안정기 및 LAMP 등을 공통 배선 수납공간인 AL 금속덕트 내에 장착시킨 국내 최초의 배선회로가 일체화된 형광등기구이다. 현장인력의 수급의 어려움과 공사 예산의 절감, 공기단축을 위한 방안을 제공한다.

2.3 단위 모듈간 연결 및 분리작업이 빠르고 용이한 체결방식 제공

- 공장에서 제공받은 단위 길이로 일체화된 형광등기구를 현장에서는 단지 기계적인 연결은 COUPLING으로, 전기적인 연결은 압수 CONNECTOR로 손쉽게 체결만 하여주면 모든 작업이 완료되는 결합구조 방식임. 전선 코넥터를 사용하여 접속한다.

2.4 전자파장애 없는 약전/통신설비용 배선수납 공간 제공

- AL 금속덕트 상부는 기능상으로 하부와 분리격벽의 구조를 가지고 있어 아래 도면과 같이 통신배선용 COVER만 장착하면 통신배선을 수납할 수 있는 공간 확보가 가능하므로 별도의 배관 신설 없이도 전자파장애 없는 약전/통신설비용 배선의 신설이 가능하다.

2.5 친환경적인 재질적용과 건축물 마감과 잘 어울리는 마감재료의 선택

- 본체가 가볍고, 가공이 용이하며, 설치 후 주위환경에 무해한 AL을 소재로 한 금속 덕트로서
- 기본마감 색상이 건축물 마감과 잘 어울리는 백색계통이며 또한 설계과정에서부터 발주자가 원하는 분체도료를 사용하면 동일한 제조

경비로 다양한 색상의 적용이 가능하다.

2.6 개선된 AL 금속덕트내 배선수납 공간의 발열

- 일반적으로 알루미늄의 열전도성은 철의 약 4~5 배로서 열 방출이 우수하여 산업전반에 걸쳐 발열원의 방열장치(HEAT-SINK)로 널리 활용되고 있는 것은 다 알고 있는 상식으로 LITE-WAY 제품은 본체 전체가 AL 재질의 구조이어서 원천적으로 우수한 방열구조를 가지고 있으므로 본체 내부의 고온으로 인한 화재발생 등의 안전사고 위험을 사전에 예방 및 경감시킬 수 있다.

2.7 LITE-WAY 제품의 배광시험

- 배광시험은 32W/2 등용(노출반사갓형)과 32W/1 등용(매입형)에 대하여 한국 조명 기술 연구소에 시험 의뢰하여 실시하였으며,
- 고효율의 절곡 구조를 갖는 알루미늄 판의 반사 갓을 사용하였으며 LAMP는 KSC 7601에서 요구하는 전광속 2,680 lm의 광속을 갖는 주광색 LAMP를 장착하여 등기구효율 86.9% (32W/2 등용) 및 76.3% (32W/1 등용)를 특성을 나타낸다.

2.8 LITE-WAY 제품의 배광분포 데이터 (IES FILE)에 의한 조도측정 SIMULATION

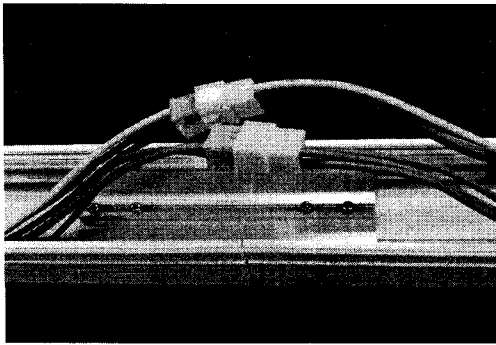
- 조도측정은 상기 제품의 배광분포 DATA (IES FILE)에 대하여 한국조명기술연구소에 시험 의뢰하여 실시하였으며,
- 분석은 표준 교실((9.0M L x 7.5M W x 3.3M H)을 기준한 시뮬레이션으로서 각각 511 lx (32W/2 등용 x 8 SET) 및 383 lx (32W/1 등용 x 14 SET) 조도특성을 나타내고 있다.
- 이는 현재 표준교실의 일반형광등(32W/2 등용 x 8 SET) 설치시 조도가 평균 300 lx 정도인 것과 비교하면 LITE-WAY 제품 (32W/2 등용 x 8 SET)의 설치시 조도가 유리하다는 결론을 얻을 수 있다.

2.9 AL 금속덕트의 격벽에 의한 전자파 차폐 (EMC SCREENING) 특성시험

- 최근 급격한 통신의 발달로 전원선에 통신선의 병행설치가 불가피한데 이 경우 통신선에 전원선이나 주위환경에 의하여 전자파 장애(EMI)에 의한 통신장애를 일으키므로 이를 방지하기 위한 여러 수단 중 하나인 차폐 (EMC

SCREENING)에 의한 통신선의 유도노이즈 차폐효과에 대한 연구를 명지대학교 대학원(홍석묵) 박사학위논문에서 연구토록 의뢰하여 실시하였으며

- 본 연구에 사용된 당사의 AL 금속덕트에 전원선은 전원수납공간에 통신선은 차폐된 통신수납공간에 배치하여 인위적인 방법에 의거 잡음인자를 인가시킨 후 통신선에 미치는 유도노이즈를 측정된 결과 안정적인 결과를 보였으며 전자파의 반사, 흡수 성질을 가지고 있는 AL 금속덕트는 특히 도장을 하고, 접지를 하고 격벽이 (EMC SCREENING) 있는 상태가 그렇지 않은 경우에 비하여 더욱 양호한 유도차폐 결과를 얻을 수 있었으며 LITE-WAY의 실제 제작방법도 논문의 시험결과에 따른 방법, 즉 유도 노이즈 자체를 통제하거나 제거하는 방법보다 제품의 품질특성이 잡음에 둔감한 강건설계 (ROBUST DESIGN) 방법을 선택한 제품이므로 전자파차폐에 관한 신뢰할 만한 수준의 제품임을 알 수 있다.



전기적 결합방식

QUICK AND EASY CONNECTOR 방식

2.10 시설조건

- ① 조명(라이트웨이)설비기구의 점멸회선의 분리
 - (1) 공장, 사무실, 학교, 병원, 상점, 기타 많은 램이 함께 사용하는 장소(극장의 관객석, 역사의 대합실, 주차장, 강당, 기타 이와 유사한 장소 및 자동조명제어장치가 설치된 장소를 제외한다)에 시설하는 전체 조명(라이트웨이) 설비 전등은 부분조명이 가능하도록 조명(라이트웨이) 설비 등기구수 6개 이내의 조명(라이트웨이) 설비 군으로 구분하여 전등 군

2.11 LITE-WAY를 활용한 전로의 절연저항 측정값

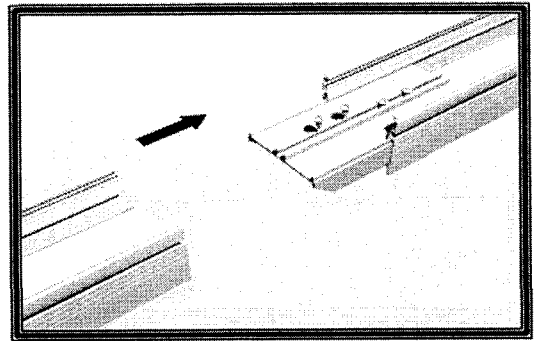
- AL 금속덕트는 분체도장 전에 산화피막이라는 전처리 과정을 거치면서 우수한 절연내력 기능을 갖게 되는데 도장후의 시험결과는 절연체에 가까운 무한대의 우수한 절연내력을 보여주고 있음을 알 수 있다.

2.12 AL 금속덕트의 성분분석 및 기계적강도 시험결과

- AL 금속덕트에 사용된 재질은 KS D 6759 (알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재) 중 AL 6063S-T5 (KS 인증번호 : 제8490호) 계열로서
- AL 합금의 화학성분은 다음과 같이 기준치 (KSD 6759)에 모두 적합한 양질의 재질을 사용하였음을 알 수 있다.

2.13 LITE-WAY (신기술)의 특징 비교

- 아래의 사진과 같이 배선회로를 일체화 하는 방법에 있어서, 전기적으로는 QUICK AND EASY CONNECTOR 방식을 적용하고 본체는 기계적인 접속을 COUPLING에 볼트고정 방식을 채택하여 견고하게 고정하는 방법이다.



기계적 결합방식

COUPLING에 볼트고정 방식

마다 점멸이 가능하도록 하되, 창(태양광선이 들어오는 창에 한한다)과 가장 가까운 조명(라이트웨이) 설비는 따로 점멸이 가능하도록 한다. 단, 조명(라이트웨이) 설비 등기구수 6개 이내로 구분한 조명(라이트웨이) 설비군의 전등배열이 일렬로 되어 있고, 그 열이 창의 면과 평행이 되는 경우에 창과 가까운 조명(라이트웨이) 설비는 예외로 할 수 있다.

- (2) 광천정 조명 또는 간접조명을 위하여 조명(라이트웨이) 설비는 격등 회로로 시설하는

경우에 상기 (1) 항의 규정을 예외로 적용할 수 있다.

- (3) 그 밖의 사항은 전기설비기술기준에서 규정한 점멸장치와 타임스위치등의 시설의 규정에 따른다.

② 조명(라이트웨이)설비기구의 배치

- (1) 시공자는 조명(라이트웨이) 설비기구를 배치하기 전에 천정의 마감방법과 마감재료, 천정의 구조, 조명(라이트웨이) 설비기구의 설치방법, 조명(라이트웨이) 설비기구 설치로 인한 천정의 보강방법과 마감방법, 매입조명(라이트웨이) 설비기구의 매입위치 조건, 조명(라이트웨이) 설비기구 매입위치에 기계설비등의 기타 설비 설치여부, 조명(라이트웨이) 설비기구 설치후의 전구 교체 조명(라이트웨이) 설비의 유지관리방법, 조명(라이트웨이) 설비기구 설치위치 주위의 발열체 유무와 감지기등 기타 기구의 배치방법과 이들과의 연관성 등을 충분히 검토하여 적절히 배치한다.
- (2) 모든 조명(라이트웨이) 설비기구는 원칙적으로 건축 실내마감과 조화를 이루어지도록 한다.
- (3) 시공자는 조명(라이트웨이) 설비기구 배치도와 시공 상세도 등을 작성하여 감리원의 승인을 받은 후 등기구를 배치한다.

③ 조명(라이트웨이) 설비기구의 설치

- (1) 모든 조명(라이트웨이) 설비기구는 전구의 교체등 유지관리가 쉽고, 조명(라이트웨이) 설비기구 몸체의 교체 및 철거가 용이하도록 설치한다.
- (2) 모든 조명(라이트웨이) 설비기구는 조명(라이트웨이) 설비기구 자중의 3배 이상의 하중에 견딜 수 있고, 조명(라이트웨이) 설비기구 부착면의 진동 또는 충격에도 추락할 염려가 없도록 완전하게 설치한다.
- (3) 모든 조명(라이트웨이) 설비기구는 천정마감재인 석고보드, 짐섬보드 또는 12mm 미만의 합판등 소정의 부착강도를 보장할 수 없는 장소에 설치하여서는 안되며, 반드시 천장구조재 등에 견고히 시설한다.
- (4) 모든 조명(라이트웨이) 설비기구는 이중천정 마감재가 사용되지 않는 장소에 설치하고, 행거로드를 사용하여 메다는 경우에는 행거 크래프를 사용한다.
- (5) 행거 크래프는 하단부의 절곡부가 조명(라이트웨이)설비 기구의 외측부 양면에 구성된 복수개의 슬라이딩 홈과 대응하여 걸리게 되어 조명용 등기구 장치(라이트웨이)를 매달게 된다.
- (6) 행거 크래프의 하단부 절곡부가 조명용 등기구 장치(라이트웨이) 슬라이딩 홈으로부터 이탈되는 것을 방지하기 위하여, 행거크래프 고정판으로 열림과 이탈을 방지한다.

④ 배선

- (1) 배선은 제3장(옥내배선공사)의 규정에 따르되, 시설장소에 적합한 방법으로 시설한다.
- (2) 조명(라이트웨이) 설비기구와 옥내배선설비를 연결할 경우 옥내배선설비의 박스등의 등기구에 직접 밀착하여 설치되는 경우에는 직접 옥내배선의 연장선을 조명(라이트웨이) 설비기구 내부로 끌어들여 연결하고, 이중천정이나 조명(라이트웨이) 설비기구와 옥내배선의 박스가 떨어져 있는 경우에는 이들 박스로부터 조명(라이트웨이) 설비기구까지 주요전선관 배선공사에 의하여 시설한 후 전원선과 조명(라이트웨이) 설비기구 인출선을 조명(라이트웨이) 설비기구 내부에 설치된 단자에서 연결한다.
- (3) 전선이 개폐기, 과전류보호기, 점멸기, 콘센트, 조명기구 등의 조명설비 절연물을 관통하는 경우 심선만으로 관통해서는 안된다.
- (4) 전선이 금속부분을 관통하는 경우 전선의 피복이 손상되지 않도록 유의하며, 보호 부싱 기타 적당한 보호장치를 한다.

3. 결 론

본 공법의 기술은 종래의 RACE-WAY 작업현장에서는 볼 수 없었던 획기적인 저 인력구조이며, 필요한 최소한의 단기 숙련 전공자나 비전공 작업자도 작업이 가능하며, 작업의 신속성, 용이한 현장 대응력, 단순기능직 재취업자 교육사업에도 기여할 것이다.

단위 모듈의 LITE -WAY를 행거로드에 부착하고, 상호 모듈간 체결은 기계적인 접속으로는 이미 공장에서 AL 금속덕트에 장착되어진 내부형 COUPLING 을 나사 2개로 고정하여 접속 작업만 하면 충분하고 전기적인 접속 역시 공장에서 AL 금속덕트 내부에 장착되어진 압수 CONNECTOR 만 연결시켜주면 되므로 극히 빠른 시공성과 간편한 편리성을 제공 한다.

알루미늄 재질 임에도 불구하고 현장에서는 설치 과정에서 철재금속 덕트와 같이 취급을 하여도 AL 배선덕트의 인장력 시험결과와 같이 우수한 기계적 물성특성을 가지고 있으므로 LITE-WAY 제품의 안전한 설비를 위한 LITE-WAY 제품의 구성품에 대한 보호기능을 부여하게 된다.

(주) 진우씨스템 · 진우기술 연구소