

## TOC의 TP를 활용한 자동차부품제조업체의 산업안전활동에 관한 사례 연구

- A Case Study on Activity of Industrial safety  
Work Environments for Auto-part Company  
using Thinking Process of TOC -

김 태 철 \*

Kim Tai Chul

이 준 수 \*\*

Lee Jun Soo

정 병 호 \*\*

Jeong Byung Ho

### Abstract

This paper was concerned about case study for preventing WMDSs(Work-related Musculoskeletal Disorders) by using Thinking Process of TOC(Theory Of Constraints). Unfortunately, the number of WMDSs are rising steadily in auto-part manufacturer. These WMDSs have on worse and worse influence not only on the competition of enterprise but on the life quality of a worker. The research results are helpful to establish the preventing WMDSs and improvement of workplace environments for small-medium sized auto-part company.

**Keywords** : WMDSs, Thinking Process(TP), Theory Of Constraints(TOC), Auto-Part Company.

---

\* 전북기계 산업리서치센터

\*\* 전북대학교 산업정보시스템공학과

2006년 3월접수; 2006년 6월 수정본 접수; 2006년 6월 게재확정

## 1. 서론

산업안전은 제품을 생산하는 제조업체에서 작업자 개인은 물론 기업에 있어 매우 중요한 요소로 간주된다. 이를 해결하기 위한 방편으로 소위 위험하고 어려운 3D 직종에 기계화, 자동화 등을 노동력 대체수단으로 활용하여왔다. 그런데 생산공정의 특성상 반복적이고 기계화되었으나 정형화할 수 없어 순수하게 노동력에 의존하는 산업형태가 공존하는 상황에서 노동환경의 변화에 능동적으로 대처할 필요성이 대두되었다. 이러한 상황에서 기업이 산업안전 재해를 적극적으로 대처하지 못할 경우 노사갈등의 핵심사안으로 부각 되는 등 사회·경제적인 문제로 발전할 수 있는 소지가 많은 것이 사실이다[11]. 산업재해 중 대부분의 산업체에서 가장 많은 관심을 가지는 것 중 하나가 바로 근골격계 질환이다. 직업성 근골격계 질환(WMDSs, Work-related Musculoskeletal Disorders)은 직업과 관련된 작업으로 인한 신체부위의 반복 작업과 불편하고 부자연스러운 작업 자세, 강한 노동강도, 과도한 힘, 불충분한 휴식, 추운 작업 환경, 진동 등이 원인이 되어 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락, 허리, 다리 등 주로 관절 부위를 중심으로 근육과 혈관, 신경 등에 미세한 손상이 생겨 결국 통증과 감각 이상을 호소하는 근육골격계질환의 만성적인 건강 장애를 말한다(산업안전보건법, 2002.12개정). 지난 2004년 경영자총협의회에서 전국 1천2백45개 기업의 산업안전보건 담당자를 대상으로 근골격계질환을 조사한 결과 산업안전을 위협하는 가장 큰 요인이 근골격계질환인 것으로 나타났다(시민의 신문, 2005). 또한 작업관련성 근골격계 환자의 수는 1998년 124명이었던 것이 2002년도에는 1,827명, 2003년에는 4,532명으로 증가하고 있는 추세임에도 불구하고 특별하게 관리되지 않고 있는 실태이다. 더욱이 대기업에 비하여 상대적으로 열악한 인력, 기술, 자본 구조와 장, 단기적으로 기업의 생존을 위협받고 있는 상황의 중소기업은 생산, 정보, 종업원의 후생복지에 관한 종합적인 연구 및 관리가 요원(遼遠)한 현실이다.

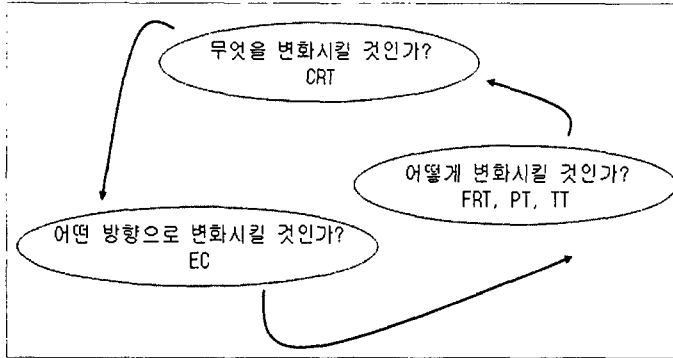
<표 1> 자동차조립 작업자 대상 근골격계질환 관련 연구

연구자	연구대상	연구내용	연구결과(증상호소율, 유병율)
이윤근 등 (1998)	자동차조립작업자 517명(남)	자각증상 조사 작업분석	증상호소율 : 어깨(36.5%), 허리(36.5%), 다리(35.6%), 손/손목(34.8%), 목(28.3%), 팔/팔꿈치(13.5%)
윤철수 등 (1999)	자동차조립작업자 221명(남)	자각증상 조사	증상호소율 : 어깨(52%), 목(47.1%), 손/손목(39.4%), 팔꿈치(26.2%), 팔(24.4%)
김재영 등 (1999)	자동차 조립 작업자 365명(남)	자각증상 조사 작업분석	증상호소율 : 어깨(33.2%), 손(37.7%), 허리(49.2%), 팔(15.1%), 목(34.2%)
임상혁 등 (2000)	자동차 조립 작업자 865명(남)	자각증상 조사 작업분석 이학적 검진	증상호소율 : 어깨(46.9%), 손/손목(39.4%), 무릎(35.2%), 허리(34.1%), 팔꿈치/전완(31.2%), 목(24.0%) ※질환의심자 중 148명을 검진하여 근골격계질환자 107명 확인 됨.
이윤근 등 (2001)	자동차 조립 작업자 465명(남)	자각증상 조사 작업분석	증상호소율 : 어깨(48.8%), 손/손목(44.3%), 허리(42.2%), 무릎(35.7%), 팔꿈치/전완(31.8%), 목(31.4%)

Vern Putz- Anderson, 1988)는 직업성 근골격계질환이 발생하는 작업 및 원인을 연구하여 발표하였다. 제조업체를 대상으로 한 근골격계 질환에 관한 연구를 살펴보면, 최재욱 등(1996)은 자동차부품회사를 대상으로 작업분석과 설문조사 및 근골격계 질환에 대한 건강진단을 실시한 결과 신체부위별 자각 증상에 대하여 경부, 견관절, 주관절, 완관절로 나타났다. 손미아(1996)의 연구에서는 자동차 공장 완성차의 조립라인의 프레스, 도장, 조립, 차체, 엔진, 제조지원 등의 부서에서 근무하는 672명을 대상으로 실시한 근골격계 질환 설문조사에 의하면 증상 호소율이 목, 어깨, 팔꿈치, 손목, 손가락 등으로 보고되었다. 자동차조립작업과 관련된 근골격계질환의 연구는 <표 1>과 같다. 본 연구는 중소자동차부품업체의 근골격계질환을 예방하기 위해 TOC의 사고프로세스(TP, Thinking Process)를 활용한 작업환경을 개선한 사례이다. 자동차부품을 생산하는 A사의 생산계약 조건 중 하나인 근골격계질환을 미연에 방지함으로써 작업자의 근로의욕에 대한 동기부여와 노·사갈등 문제를 해결하고자 한다. 이러한 직업성 근골격계질환은 근본적인 발생 원인을 제거하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에 초기에 치료하지 않으면 영구적 장애로 발전할 가능성이 매우 높은 질병이며, 선진국에서는 이미 직업병의 상위를 차지하고 있으며 이로 인한 작업 손실 및 보상비용이 막대하다. 본 연구의 구성의 2장에서 TOC의 TP의 구성요소를 설명하고 3장에서는 자동차부품현장의 적용사례 및 응용에 관하여 논하고 결론에 대하여 기술하였다.

## 2. TOC의 TP

TOC의 기본명제가 기업의 목적은 현재에도 미래에도 지속적으로 돈을 버는 것이다. TOC는 골드렛(Goldrett)박사가 1970년대부터 스케줄링을 중심으로 개발한 제약중심의 경영이론으로 정책결정, 성과측정, 생산 및 물류시스템에서 탁월한 성과를 거두고 있다. 또한 조직에서 TOC는 조직의 성과를 제한하는 요인을 찾아 집중적으로 개선하여 조직의 성능을 향상시키고 개선하는 과정을 반복함으로써 지속적인 개선(CI, Continuous Improvement)을 추구한다. 생산현장의 물리적인 제약을 TOC-DBR(Drum-Buffer-Rope)로 해결한다 하더라도 조직 내부와 외부에 기타 여러 문제는 상존하기 마련이다. 따라서 고객만족(CS, Customer Satisfaction), 종업원만족(employee satisfaction), 이윤추구(make money)로 발전시키기 위한 현상을 타개하기 위한 방안을 모색하는 것이 TP(Thinking Process)이다. 따라서 TP란 '변화를 일으켜 행동으로 이행하는 체계적인 기법'으로 정의할 수 있다. TP의 3가지 과정을 살펴보면, 첫째는 '무엇을 변화시킬 것인가?(What to change?)'-현재의 바람직하지 못한 우디(UDE, Un-Desirable Effects)라는 바람직하지 못한 현 상황을 발생시킨 핵심문제를 찾아내기 위한 것이다. 둘째는 '어떤 방향으로 변화시킬 것인가?(What to change to?)'-핵심문제를 해결하기 위한 방법을 찾아내는 단계이다. 즉 우디를 바람직한 미래상황(DE, Desirable Effects)으로 변환시켜 나가는 과정인 것이다. 우디를 해결하기 위한 해결방법이 EC(Evaporating Cloud, 증발구름)이다. 마지막으로 '어떻게 변화시킬 것인가?(How to cause the change)' - 핵심문제를 실행할 구체적인 방법을 개발한다.



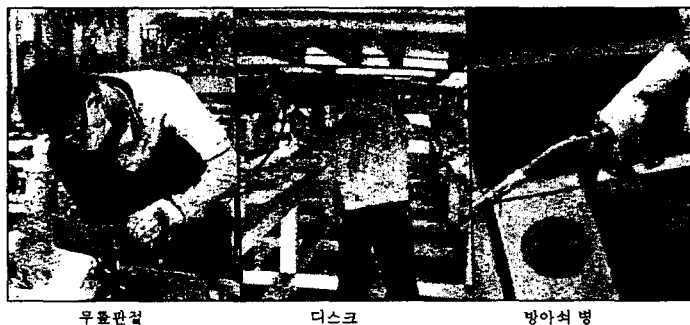
<그림 1> TP의 연속적인 세 가지 과정

따라서 본 연구에서는 상술한 TOC의 TP의 3가지과정을 중소자동차부품업체의 근골격계질환을 정확히 진단하고 이를 감소시키기 위한 방법을 강구함으로써 인력구조가 열악한 자동차 부품제조업체의 작업손실과 작업자들의 만성적인 건강장애를 최소화하기 위한 회사차원의 실천방안 등에 관하여 기술하고자 한다.

### 3. 적 용 사 례

#### 3.1 연구대상 회사 설명

연구 대상이 된 A사는 모기업인 상용차업체의 주문지시에 의해 제품을 생산한다. 이러한 제조환경에서 생산인력의 수급문제는 생산주문량에 의하여 유동적으로 변화되는 특징이 있다. 현 A사의 종업원 수는 40여명이고 년 매출액은 57억원정도의 중소규모의 자동차 부품제조업체이다. 주요생산품으로는 버스의 지붕(roof)을 만드는 공정으로 크게 4종류(C, A, Y, M-type)의 차종으로 나누어볼 수 있으며 각 사양에 따라 작업방법이 달라진다.



<그림 2> A사의 주요 근골격계 유형별 발생원인 작업현장의 모습

A사의 생산량은 모기업의 주문량에 따라 달라지므로 안정적 최소정규인력과 업무량에 따라 유동적인 비정규인력의 운영이 필요하다. 현재 A사의 생산직의 경우 3년 미만의 근로자비율이 47%를 차지할 정도로 근속연수가 낮은 편으로 조사되는데 이는 생산직의 이직율이 높다는 것을 보여주는 것으로 생산현장의 안정적인 작업조건이 가능하도록 집중관리할 필요성을 느낀다. 또한 연령별로 분포를 살펴보면 20, 30대가 전체구성원의 77%를 차지하고 있다. 뿐만 아니라 현재 A사의 주요 근골격계질환의 유형별 발생원인이 되는 작업 모습은 <그림 2>에서 보는바와 같다. 주로 상용차의 루프(roof)를 제작하는 공정이므로 앉아서 작업하는 경우의 무릎관절, 좁은 공간에서 허리를 완전히 펴지 못한 상태의 구부정한 작업자세로 인한 허리디스크, 마지막으로 용접시 작업하중이 팔목과 손가락에 많이 집중됨으로 인한 방아쇠 병 등이다. 그 외에도 A사와 같은 일반적인 자동차제조 생산현장에서 자주 나타나는 근골격계질환은 주로 허리(35%), 어깨(21%), 손목(11%), 목(7%) 등 전신에 전체적으로 다양하게 나타났다(양성환·박범, 2002).

## 3.2 A사의 작업환경과 TP의 5가지 나무

작업환경의 개선은 대체 노동력 확보와 생산성증대 측면에서도 중요하지만 무엇보다도 작업자들의 안전 확보 측면과 산업재해로 인한 불필요한 인적, 물적 비용지출 측면을 감안하더라도 중요한 사안이다.

### 3.2.1 현재 상황나무(CRT, Current Reality Tree)

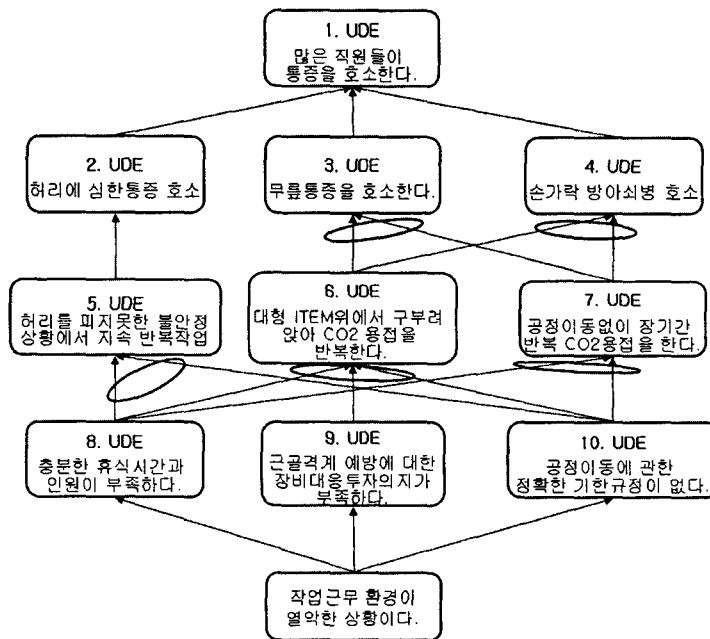
CRT의 작성은 여러 가지 '바람직하지 않은 결과(우디-UDE, Un-Desirable Effect)'를 나열하면서 시작된다. 증상이 나타나면 원인과 주위환경과의 인과관계를 고려하여 현재 상황을 파악하는데 주력한다. 연구대상의 A사에 대한 현 안전보건에 대한 UDE를 살펴보면

- 과거의 습관에 따른 업무수행,
- 허리를 펴지 못한 상태에서 지속 반복 작업 실시,
- 근골격계질환 예방을 위한 장래대응 투자에 대한 의지 부족,
- 충분한 휴식과 작업자들의 작업 전 후 스트레칭 부족,
- 노·사 모두 근골격계 환자치료에 대한 의지 부족,
- 몸(허리, 무릎관절, 손가락 방아쇠병 등)의 통증 호소 등으로 요약된다.

생산현장에 근무하는 근로자에 대한 근골격계질환의 무관심은 불안정한 반복작업과 열악한 작업환경에서 시작하여 근골격계질환을 고려하지 않은 회사관리 규정 및 예방활동계획의 미비로 인해 더욱 악화된다. 따라서 본 연구팀에서 근무환경이 열악한 상황임을 발견하여 공통원인을 <그림 3>과 같이 규명하였기에 추후단계로는 개선목표를 설정하는 것이다.

### 3.2.2 증발구름(EC, Evaporating Clouds)

TP에서 갈등이 존재하는 상황을 묘사하는 것이 갈등해소도(CRD, Conflict Resolution Diagram)이다. 이런 CRD를 EC라고도 하는데 이는 증발구름처럼 갈등을 구름으로 설명하고 갈등해소라는 것이 증발구름을 의미하기 때문이다. 여기서 가장 좋은 해를 찾는다는 것은 방법 중에서 가장 쉽고 비용이 적게 드는 안(案)을 찾는 것이다. 이를 해결하기 위한 대안 중 하나가 회사에서 정책적으로 안전보건시스템을 운영하는 것이고, 안전보건교육을 통하여 스트레칭을 지속적으로 실시하는 것이다. EC에서 공동의 목표는 작업자가 안전하게 작업할 수 있는 공장라인을 만드는 것, 즉 이를 주입(injection)으로 설정하였다.



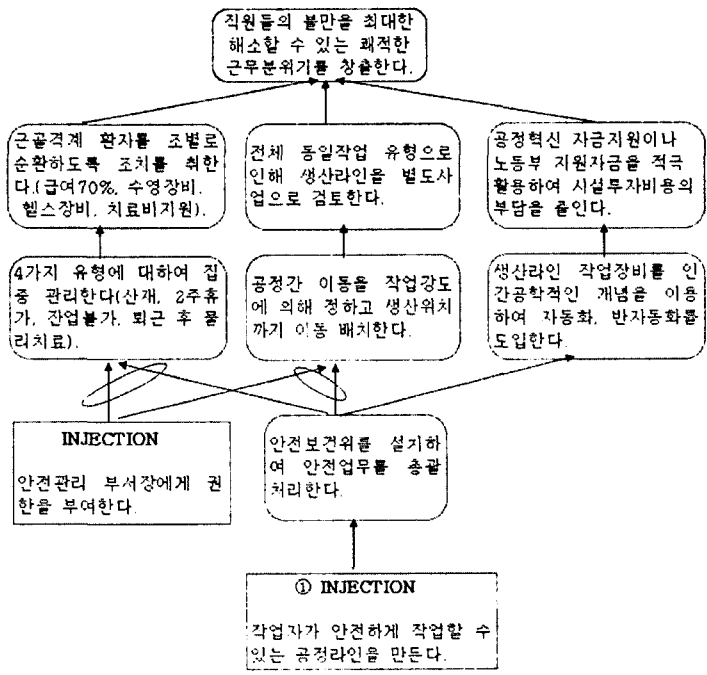
<그림 3> A사의 CRT 작성

### 3.2.3 미래상황 나무(FRT, Future Reality Tree)

미래상황 나무(FRT)는 CRT와 비슷하나 사각형의 주입(injection)이 추가된다. FRT의 작성과정에서 해결책에 도움이 되거나 UDE를 방지할 수 있다면 새 injection을 만들어 사용한다. 따라서 A사의 FRT의 구성은 직장 내 안전보건위원회를 구성하여 공정간 순환보직제를 활용하는 것이다. 또한 생산장비 도입시 인간공학적 개념으로 설계한 장비를 도입하고 네 가지 유형 즉 산재, 2주휴가, 잔업불가, 퇴근 후 물리치료 등으로 집중 관리하는 삼중 엔터티로 직원들의 불만을 없애고 쾌적한 분위기의 회사로 만드는 것을 <그림 4>에서 보여주고 있다.

### 3.2.4 선행조건나무(PT, Prerequisite Tree)

선행조건 나무(PT)는 실행에 방해되는 요인을 찾는 도구로 injection하나를 맨 위에 위치시키고 '회사상황에 적합한 시스템의 적용'이라는 출발점으로 시작된다. 첫째 방해되는 요인으로는 생산성향상 위주의 작업으로 안전관리가 상대적으로 소홀하다는 것이다. 둘째요인은 작업자들이 노동부의 안전보건 정책에 무관심할 뿐만 아니라 필요성 자체를 모르는 실정이다. 또한 작업시간에 안전교육을 실시함에 따라 하루 생산량에 차질을 가져오며 넷째로는 회사에서 예방보전에 대한 시설투자를 꺼리고 있다. 마지막으로 연구대상의 A사는 모든 공정이 비슷하여 설령 작업장을 옮긴다 해도 근본적인 문제해결에 별반 도움이 되지 않는다. 따라서 이러한 해결방법의 중간목표로 작업장별 최장근무기한을 정하고 순환보직을 정확하게 시행하는 것이다. 또한 부수적인 사항으로는 작업 표준서를 정확하게 기록, 작업현장에 비치하는 것이 전제되어야 한다. 그리하여 중간목표가 달성되면 방해요소는 제거되며 다음단계의 injection이 실행된다. 이렇듯 PT의 중간목표의 순서가 중요하기 때문에 이들 간의 선후관계를 잘 고려해야 한다. 이에 관한 절차는 <그림 5>와 같다.

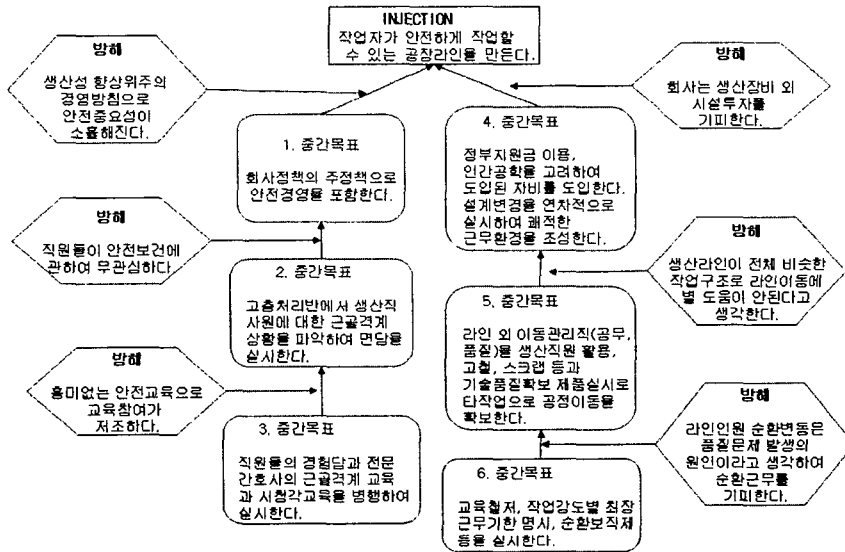


<그림 4> A사의 미래 상황나무, FRT

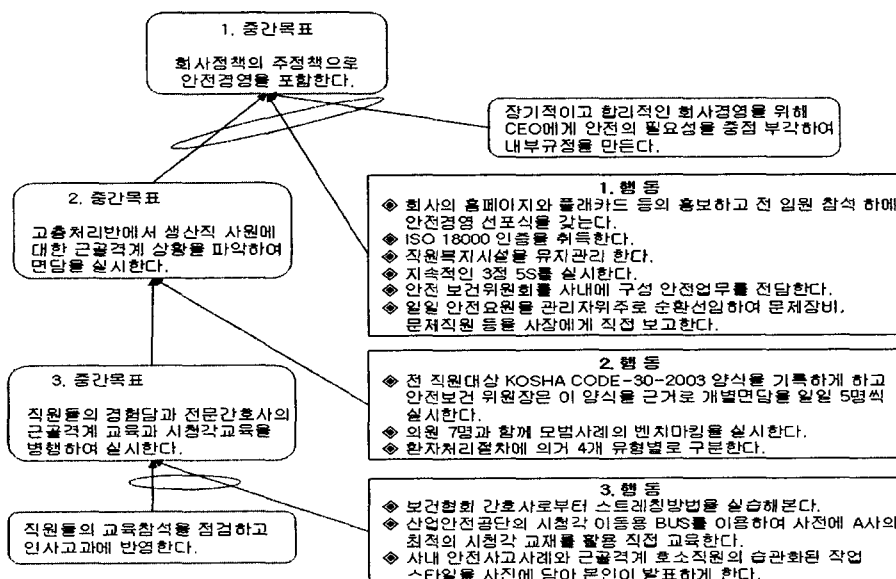
### 3.2.5 실행계획나무(TT, Transition Tree)

실행계획 나무(TT)는 중간목표를 달성하는 방법을 잘 설명하고 있으며 실행계획에 해당하는 부분과 관련이 있다. PT와 TT가 효과적인 것은 발생할 수 있는 사실을 실

제적이고 체계적으로 기술할 수 있기 때문이다. PT는 가능한 모든 방해요소를 나열하는 반면 TT는 이러한 요소들을 극복하는 현실적인 회사의 안전관리 정책을 만드는 것이다. 이에 관한 자세한 내용은 3.3절 이하에서 자세하게 설명한다.



<그림 5> A사의 선행조건나무, PT



<그림 6> A사의 실행나무, TT

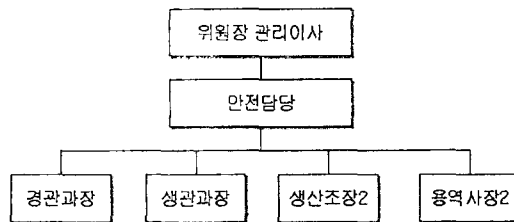


### 3.3 TP를 이용한 작업환경개선

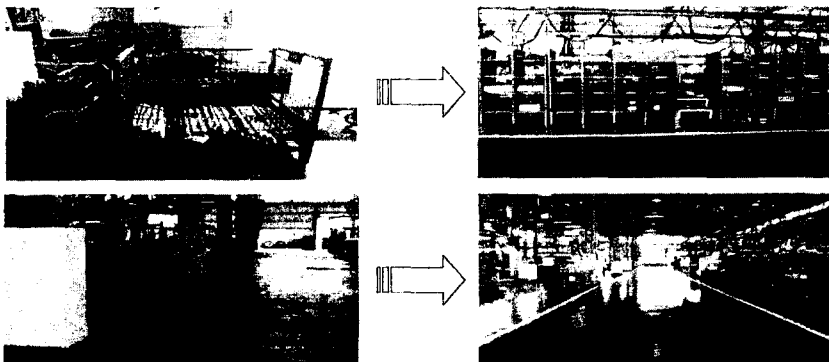
본 절은 앞 절에서는 언급한 TP의 사고프로세스를 중심으로 A사에 실행가능 한 것 들을 중심으로 작업환경개선에 대하여 정리하였다. 그러므로 TP의 5가지 나무 중 마 지막 부분에 해당하는 실행나무를 중심으로 정리하여 설명하였다. A사의 TT에 관한 설명은<그림 6>과 같다.

#### 3.3.1 조직개선과 근무환경 조성

A사에서 안전보건위원회를 TFT(Task Force Team)를 <그림 7>과 같이 구성하여 일일 안전요원을 당직과 겸하여 오전, 오후 각 1회 전 생산라인을 순찰하고 그 결과를 직접 CEO에게 보고한다. 또한 ISO 18000인증 제도를 즉각 시행한다. A사에서 최적 근무환경 조성에 우선 최선을 다하고 근로의욕을 높여 직원들에게 안전을 먼저 배려 함으로써 상생(win-win)하는 시작점으로 삼는다.



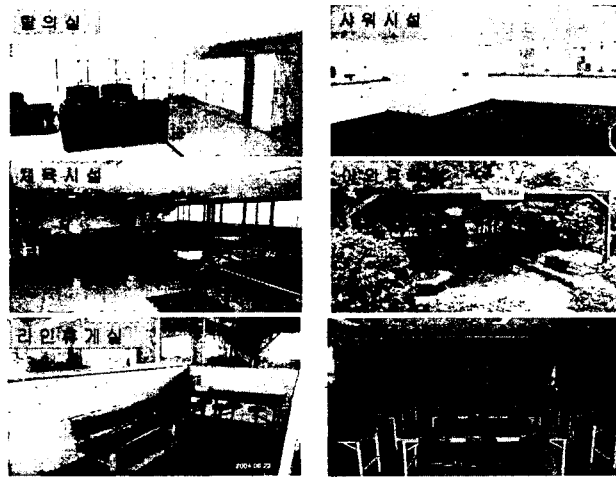
<그림 7> 안전보건위원회 조직



<그림 8> 생산현장 내 개선 모습

<그림 8>은 생산현장 내 개선의 전, 후 모습을 보여주고 있다. 개선 전에는 부품 등 자재가 종류별로 구분되어있기는 하였으나 작업진행시 곧바로 식별하는데 어려움이 존재하였다. 또한, 작업공간과 지게차의 이동이나 작업물의 이동시 구역의 구분이 명

확하지 않아 작업자의 위험의 인식정도가 미미하였다. 본 연구진행 과정 후 오른쪽의 그림에서 보듯이 부품보관 랙과 작업장, 지게차의 이동경로 등을 명확하게 구분함으로써 작업물의 이동 중 발생할 수 있는 안전사고 등을 방지할 수 있도록 개선하였다. 또한 공장 내의 작업현장의 개선과 더불어 체육시설 등의 복리후생 시설공간을 확보함으로써 작업 후 또는 휴식시간을 이용하여 간단하게 즐길 수 있는 시설들을 보장설치하였다(<그림 9>). 이 뿐만 아니라 모기업에서 요구하는 수준이상의 적극적인 3정5S도 최선을 다하여 실행하였다.



<그림 9> 생산현장 외 복리후생 시설

### 3.3.2 근골격계 질환의 예방활동

연구대상인 A회사는 전 사원을 대상으로 근골격계질환의 현상과악에 주력하기 위해 KOSHA CODE H-30-2003 양식을 기록하게 하였다(<표 2>참조). 안전보건 위원장은 작성된 양식에 의하여 양식점검은 물론 개별면담을 실시하고 이 결과를 CEO에게 보고하여 예방활동과 근골격계 질환발생 가능성을 방지하기 위한 활동을 계속 진행 중이다. 또한 근골격계 환자로 의심되는 사원의 경우 4가지 유형(산재, 2주휴가, 잔업불가, 퇴근 후 물리치료)별 분류하고 주 1회 집중면담을 실시하고 그 추이를 관찰 보고한다. 또한 의심환자가 발생했을 경우 <그림 10>과 같은 의심환자처리프로세스를 시행한다. 또한 위원 7명과 함께 근골격계 관련 모범사업장을 월 1회 벤치마킹을 실시함으로써 근골격계질환 예방활동에 만전을 기한다. 이는 산업안전공단의 근골격계질환 예방관리 프로그램추진사례에서도 알 수 있듯이 질환의 특성상 작업에 의한 누적성이 강하며, 현대 산업사회가 안고 있는 분업화와 세분화에 따라 근골격계질환을 일으키는 유해요인이 근본적일 뿐만 아니라 이를 완전히 제거하는데 한계가 있기 때문이다(산업안전관리공단, 2004).

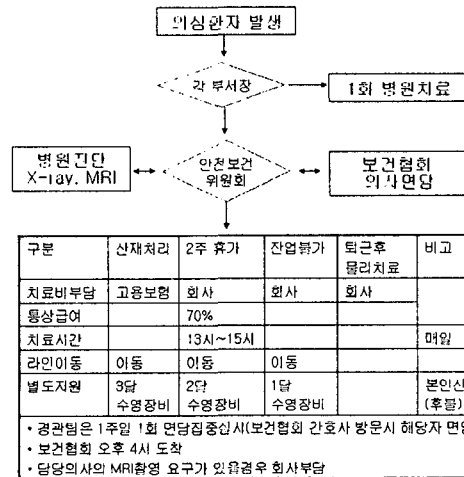
작업자의 스트레칭은 근골격계질환 예방에 가장 효과적인 보건협회의 협조로 안전대행 간호사로부터 안전교육시간을 통해 교육받고 생산직원들의 작업 전 후 시행여부를

관찰하여 스트레칭을 습관화 하는데 최선을 다한다. 그러므로 일일조회시 전 직원을 대상으로 스트레칭시간을 할당하여 실시하도록 하며 안전담당은 이를 매일 점검하고 CEO에게 매일 종합보고 하도록 하였다.

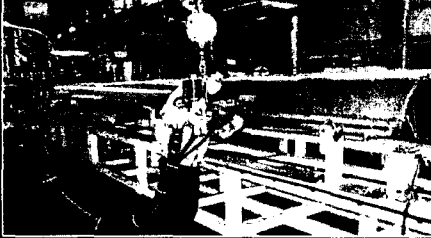
<표 2 >KOSHA의 근골격계 증상조사표


KOSHA CODE H-30-2003

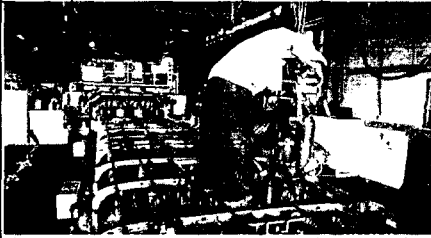
종류 범위	목( )	어깨( )	허리/팔꿈치( )	손목/손가락( )	허리( )	다리/발( )
1 통증의 구학적 부위는?	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두	<input type="checkbox"/> 오른쪽 <input type="checkbox"/> 왼쪽 <input type="checkbox"/> 양쪽 모두
2 한번 아프기 시작한 통증 기간은 얼마 동안 지속됩니까?	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상	<input type="checkbox"/> 1일 미만 <input type="checkbox"/> 1일 - 1주일 미만 <input type="checkbox"/> 1주일 - 1달 미만 <input type="checkbox"/> 1달 - 6개월 미만 <input type="checkbox"/> 6개월 이상
3 그때의 이끈 정도는 어느 정도입니까? (보기 참조)	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증	<input type="checkbox"/> 약간 통증 <input type="checkbox"/> 중간 통증 <input type="checkbox"/> 심한 통증 <input type="checkbox"/> 매우 심한 통증
	<보기> 약간 통증 : 약간 불편한 정도이나 작업에 열중할 때는 못 느낀다 중간 통증 : 작업 중 통증이 있으나 귀가 후 휴식을 하면 2시간 이내 사라진다 심한 통증 : 작업 중 통증이 비교적 심하고 귀가 후에도 통증이 계속된다 매우 심한 통증 : 통증 때문에 작업은 물론 일상생활도 하기 어렵다					
4 지난 1년 동안 이러한 증상을 얼마나 자주 경험하십니까?	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일	<input type="checkbox"/> 6개월에 1번 <input type="checkbox"/> 2-3달에 1번 <input type="checkbox"/> 1달에 1번 <input type="checkbox"/> 1주일에 1번 <input type="checkbox"/> 매일
5 지난 1주일 동안 얼마나 이러한 증상이 있었습니까?	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예	<input type="checkbox"/> 양념 <input type="checkbox"/> 예
6 지난 1년 동안 이러한 증상으로 인해 어떤 일이 있었습니까?	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )	<input type="checkbox"/> 병원·한의원 치료 <input type="checkbox"/> 약국치료 <input type="checkbox"/> 병기, 선제 <input type="checkbox"/> 작업 전환 <input type="checkbox"/> 해당사항 없음 기타 ( )



<그림 10> 의심환자 처리 프로세스

공정명	CY 5#	평가대상	SPOT 용접작업									
												
분석자료 Grand Score: 5												
용접목	다리	상원	전원	손목	손목 비틀림	하중 /원	근육 사용	A	B	C	D	
2	2	1	3	3	4	1	0	1	5	2	6	3
분석결과												
S/W(손목부하) 방향조정 -> 뒤돌림 GUN(하부) 브리켓 설치												

공정명	CY 5#	평가대상	ROOF 검사									
												
분석자료 Grand Score: 5												
용접목	다리	상원	전원	손목	손목 비틀림	하중 /원	근육 사용	A	B	C	D	
3	3	1	2	2	2	1	0	1	3	4	4	5
분석결과												
1) ROOF상승용 실린더 개선(50x150L -> 50x450L) 2) 실린더 추가(4EA -> 6EA) 3) 보행 지장부분 제거												

공정명	A/T 1#	평가대상	SPOT 용접작업									
												
분석자료 Grand Score: 6												
용접목	다리	상원	전원	손목	손목 비틀림	하중 /원	근육 사용	A	B	C	D	
3	3	1	4	2	2	1	0	1	4	4	5	5
분석결과												
2008년 STAND작업방식 설계변경(검토)												

공정명	CS 2#	평가대상	SPOT 용접작업									
												
분석자료 Grand Score: 7												
용접목	다리	상원	전원	손목	손목 비틀림	하중 /원	근육 사용	A	B	C	D	
4	2	1	3	2	2	1	0	1	4	5	5	6
분석결과												
1) 절망 사용된 발판 신설(중앙) 2) S/W부 고정부분 상향조정(추가)												

<그림 11> 생산현장의 근골격계질환 관련 작업분석과 대처법

<그림 11>에서는 연구자와 작업자가 공동으로 근골격계질환이 발생할 수 있는 작업들에 대하여 사진자료를 첨부하여 분석하였으며 이를 해결하기 위한 방법 등을 제시하였다. 이러한 작업분석의 결과로 나타나는 근골격계질환의 해결방법은 해당부서장과 CEO에게 보고하여 순환근무제, 작업 전·후의 스트레칭 등의 예방활동의 조처에 들어간다. 또한 이러한 작업들은 주 관심대상 작업으로 분류하여 관리함으로써 질환이 나타나기 전 주의를 요한다.

〈표 4〉 생산라인 최장근무 기한설정

no.	구 분	기간	해당공정	비고
1	작업강도가 가장 높은 라인	4개월	Y1, M1, A1	
2	작업강도가 높은 라인	8개월	Y2, Y4, M3, A3	
3	일반라인	1년	전라인	

또한 <표 3>과 같이 작업자들의 작업강도를 3가지로 나누었다. 즉, 가장 높은, 일반적으로 높은, 평범한 일반공정으로 분류하여 각각 4개월, 8개월, 12개월을 기한으로 정하고 순환보직이동을 안전 관리자가 철저히 감독한다면 근골격계 예방에 많은 도움이 될 것이다. 공장 내의 순환보직 뿐만 아니라 생산라인 외 공정이동 부분도 전사(全社)적인 차원에서 고려함으로써 작업자의 산업안전을 고려하였다(<표 4>).

〈표 5〉 생산라인의 공정이동

no	구 분	단기 (명)	장기 (명)	비 고
1	관리직(공무)	1	2	결원시 생산직에서 투입
2	관리직(품질)	1	2	결원시 생산직에서 투입
3	C차종 BOW		1	직영처리
4	SUB작업직명		6	M차종 FMC
5	별도사업시설		6	scarp이용 수출품생산
계		2	17	

#### 4. 결 론

본 연구에서는 자동차 부품을 생산하는 중소제조업을 대상으로 생산성저하와 근무환경을 악화시키는 근골격계질환에 대한 예방적 차원에서 TOC의 TP(Thinking Process) 기법을 적용하여 문제해결을 시도하였다. TP의 5가지 논리나무를 적용하여 바람직하지 않은 결과들을 분석하여 이에 대한 인과관계를 분류하여 공통원인을 규명함으로써 안전하고 일하고 싶은 직장을 만드는 것을 구체화하고 이를 안전보건관련 시스템으로 발전시켰다. 따라서 작업장에서 현재 실행되는 작업들에 대하여 근골격계 질환의 측면

에서 분석하고 그 해결방법 등을 제시하였다. 그러나 대부분의 작업자들은 근골격계 질환에 대한 심각한 인식이 없을 뿐만 아니라 대수롭지 않게 생각하는 안이한 자세가 더욱 문제가 되었다. 따라서 본 연구를 통하여 근골격계 질환의 상황인식을 가능하도록 비디오교육과 더불어 생산현장에 적합한 스트레칭을 실시하도록 함으로써 예방효과의 중요성을 인식시켰을 뿐만 아니라 일일 안전요원과 당직을 겹치게 함으로써 자신들이 직접 참여할 수 있는 길을 제시하였다. 또한 본 연구를 통하여 생산현장의 구조적인 문제나 작업의 형태에 따른 불가피한 상황에서의 작업들은 교대근무나 순환근무를 방법으로 해소하였고 근본적으로는 장기의 프로젝트를 계획하면서 공정개선에 대한 청사진을 제시할 수 있었다.

추후연구과제로는 작업자의 직무분석과 효율적인 작업 동작연구 등을 통하여 근골격계 질환의 원인이 되는 요인들에 대한 보다 과학적이고 체계적인 연구가 필요하다. 본 연구의 결과로 근골격계 질환을 유발하는 공정개선을 위한 사용 장비, 지그 등을 자동 또는 반자동 스탠드작업대(stand workstation)로의 개조 설계변경을 실제적으로 실행할 수 있도록 적극적인 관심이 필요할 것이다. 또한, 근골격계 질환 예방과 생산성과의 관련성을 연구함으로써 실질적인 효과 등을 파악할 수 있을 것이다.

## 5. 참 고 문 헌

- [1] 금속연맹 · 원진노동환경건강연구소, “근골격계질환실태 발표 및 사업장 대책마련을 위한 토론회”, 서울대 보건대학원 (2002)
- [2] 산업안전보건법 제 142조 2호
- [3] 손미아, “신경영 전락이 노동자의 건강에 미치는 영향” (1996)
- [4] 시민의 신문, “산업안전 위협 1위 ‘근골격계 질환’” (2005)
- [5] 양성환, 박범, “근골격계질환의 실태조사 및 분석연구”, 대한설비관리학회, Vol.7, No.2, (2002) : 41-52
- [6] 윤철수, 이세훈, “자동차관련 직종 근로자에서의 상지 근골격계 증상호소율과 관련 요인, 대한산업의학회지, Vol. 11 No.4(1999) : 439-448
- [7] 이윤근, 곽현석, 김현욱, 윤명환, 이인석, “자동차조립작업에서의 누적외성질환에 대한 인간공학적 평가”, 한국산업위생학회 추계학술대회 초록집(1998)
- [8] 이윤근, 김현욱, 임상혁, 박희석, “누적 외상성 질환 위험요인의 정량적 평가 및 관리를 위한 점검표 개발 : 자동차 조립작업을 중심으로”, 한국산업위생학회지, Vol.11 No.1(2001) : 56-69
- [9] 이윤근, 박희석, “심리사회적 요인과 근골격계 질환 증상과의 관계에 대한 연구”, 대한인간공학회지, Vol. 22 No.4(2003) : 15-26
- [10] 최재욱, 염용태, 송동빈, 박종태, 장성훈, 최정애, “반복작업 근로자들에게서의 경견완장애에 관한 연구”, 대한산업의학회지, Vol.8, No.2(1996) : 301-319

- [11] 한국산업안전공단, “근골격계질환 예방관리 프로그램 추진사례”,(2004)
- [12] Vern Putz-Anderson, V.“Cumulative traum disorders : A manual for musculoskeletal diseases of the upper limbs, NIOSH(Taylor & Francis) (1988)

## 저 자 소 개

**김 태 철** : 충남대학교 지질학과 학사, 전북대학교 공학석사를 취득하였고 현재 전주대학교 테크노경영공학과 박사과정 재학 중이며 전주 기계산업 리서치센터 선임연구원으로 재직 중이다. 주요관심분야로는 공정개선, 기업평가 의사결정, TOC 등이다.

**이 준 수** : 전주대학교 산업공학과 공학사 및 공학석사, 전북대학교 산업 정보시스템 공학과에서 박사학위를 취득하였다. 현대 전주대학교 생산디자인공학 객원교수로 재직 중이다. 관심분야로는 기업의 정보시스템 개발 및 도입, shop floor control & management, 공장자동화, TOC 등이다.

**정 병 호** : 한양대학교 산업공학과 공학사, KAIST 산업공학과에서 공학석사 및 공학박사를 취득하였다. 현재 전북대학교 산업정보시스템공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야 로는 공급 망 관리, TOC, 다 요소 의사결정 등이다.

## 저 자 주 소

**김 태 철** : 전북 전주시 덕진구 팔복동 2가 750-1 (561-844)

**이 준 수** : 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 공과대학 산업정보시스템공학과 6호관 514호실(561-756)

**정 병 호** : 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14 공과대학 산업정보시스템공학과(561-756)