

안전용어해설

朴 弼 洙

(사)한국건설안전기술협회 상임고문

Man-Machine system의 신뢰도

『Man-Machine system』이란 인간이 기계를 사용하여 일을 하고자 하여 그것을 하나의 시스템으로서 다룰 때에 그것을 Man-Machine system이라고 한다.

『인간의 신뢰도』란 『작업이나 업무가 시스템 운용에 대해 요구된 범위내에서 요구된 최소시간내에 요원에 의해서 성공리에 완성하는 확률』이다.

결국 인간의 신뢰도를 기기의 신뢰도와 같이 생각한 것이다.

여기에서 인간의 신뢰도를 R_H , 기계의 신뢰도를 R_M , 그것을 포함한 시스템의 신뢰도를 R_S 라고 하면 시스템의 신뢰도는 $R_S = R_M \times R_H$ 로 나타내며 인간과 기계의 신뢰도는 상승적이 된다.

기계의 신뢰성은 구조가 복잡해져도 설계 제작시에 그것에 상응하는 노력을 하면 높은 신뢰성을 얻을 수 있으나, 인간은 작업이 복잡해지고, 작업범위가 넓어질수록 오조작을 일으키기 쉬우며, 기계에 비교하면 일반적으로 인간의 신뢰도의 쪽이 훨씬 나쁘다.

따라서 인간의 신뢰성을 향상시키는 것이

중요하며, 다음과 같은 것이 인간공학에서 제안되고 있다.

- ① 인간에 대한 입력, 출력을 인간의 특성에 맞춘다.
- ② 적절한 Feed Back 기구로 한다.
- ③ 모니터 등을 사용하여 경보장치에 제휴시킨다.
- ④ 인간이 즐거나 하여 불안행동을 하였을 때는 기계는 안전쪽으로 정지시킨다.
- ⑤ 인간이 오조작을 하더라도 inter lock되어 기계가 따르지 않도록 한다.

『inter lock』란

운전원이 조작순서를 틀리거나 어떠한 상태의 확인을 태만히 하여 조작할 때에는 그 조작을 무효로 하는 회로 구성 등을 말한다.

- ⑥ 인간의 능력을 보충하는 장치, 또는 부담을 경감하는 장치를 설치한다.
- ⑦ 적절한 안전장치를 붙인다.
- ⑧ fool proof로 하여 되도록이면 장치 그 자체중 근원 안전으로 한다.
- ⑨ 오조작을 하지 않도록 하는 환경을 만든다.
- ⑩ 오판단을 하지 않도록 정리된 정보만을 인간에게 준다.

표시장치와 제어장치

기계를 조작하는 인간의 거동은 세가지의 매개 변수에 의해서 고찰한다.

S : 자극입력

O : 내부응답

R : 출력응답

자극입력 S는 조작자가 변화로서 받아들이는 것으로 환경내에서의 물리적, 화학적 변화이다.

내부응답 O는 조작자가 자극 S를 인식하고 판단하는 것이다. 이것은 조작자의 내적인 활동 결과이다.

출력응답은 R를 조작자가 O에 따라 실제로 행하는 행동 또는 반응이다.

인간의 거동은 이들 요소의 짜맞춤으로 S → O → R이다. 인간이 기계를 사용하여 작업을 하기 위해서는 양자가 유기적인 관계를 가지고 있지 않으면 안된다. 만약 표시기를 잘보지 못하거나 조작기를 잘못해서 단것과 바꾸었을 때에는 바로 이것이 사고발생의 원인이 된다.

여기에서

- ① 표시기는 인간이 장시간 보아도 피로하지 않고 잘못 읽지 않도록 형상, 크기 다이알, 바늘 등에 이르기까지 세심한 연구가 필요하다.
- ② 제어기는 잘못하여 다른 장치를 움직이지 않도록 표지나 잡는 것만으로도 식별될 수 있도록 잡는 부위의 형상까지도 생각한다.

인간공학

미국에서는 제2차 대전 중 군사 시스템이나 전투기 등의 설계에 인간 error의 방지라는 관점에서 공학심리학의 연구 결과가 채용되면서, 인간공학은 비약적으로 발전하여 현재

Human Factors Engineering 또는 Man-Machine system engineering이라는 호칭이 사용되고 있다.

또한 일본이나 구라파에서 관용되는 Ergonomics라는 말은 erg(힘 또는 작업)과 nomic(법칙)에서 성립된다. 따라서 이 말은 일하는 사람이 중심이 되는 인간공학이라고 할 수 있다.

아무리 과학기술이 발달하고 기계가 자동화되더라도 이것을 설계하고, 제작하고, 사용하는 것이 과실을 범하는 인간이기 때문에 트러블이 일어나지 않을 수도 없다. 이와 같이 인간에게 기인하는 트러블을 없애 가자고 하는 학문이 인간공학이다.

미국은 A.Chapanis 교수(인간공학회)는 “『인간공학』은 기계와 그 조작 및 환경조건을 인간의 특성·능력과 한계에 목적한 대로 조화가 되도록 설계하기 위해서 기법을 연구하는 학문으로 인간과 기계의 조화있는 일체관계(Man-Machine system)를 만드는 것이 목적이다”라고 하였다.

그 목표에 대해서는

첫째로 안전성의 향상과 사고방지

둘째로 기계조작의 능률성과 생산성의 향상

셋째로 쾌적성

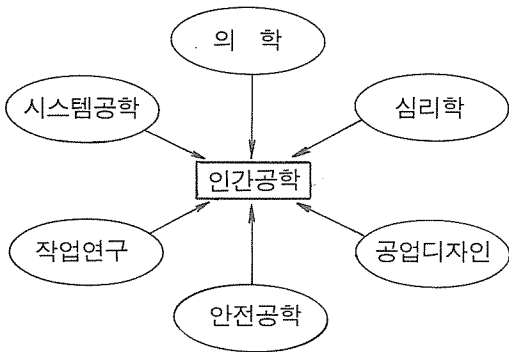
을 들고 있다.

인간과 기계를 조화있는 일체관계로 결합시키는 것이 인간공학의 최대의 목적이지만 그것이 왜 까다로운가 하면 기계와 인간의 특성이 전혀 다르기 때문이다.

- ① 인간이 외부로부터의 자극에 대해 어떻게 반응하는가 반응방법에 어떠한 원리가 법칙이 있는가의 연구
- ② 장신구에서 기계나 환경을 포함한 모든 균형물을 어떠한 방법으로 인간에게 적합시킬 것인가에 대한 연구

용어해설

③ 기계장치와 그것을 사용하는 인간과를 편성한 시스템의 기능에 대한 연구
따라서 인간공학에 직접 관련되는 학문은 대단히 많으며 그 관계를 나타내면 그림과 같다.



의학, 심리학, 시스템공학은 인간공학의 기초가 되며 작업연구, 공업디자인, 안전공학과 인간공학을 응용하는 공학과 같이 생각할 수 있다.

부주의 사고와 인간공학

산업재해의 통계에 의하면 부주의사고에 의한 원인이 많았으나, 최근 안전공학을 납득하고 있는 사람들로 부터는 부주의 사고라고 하는 말은 들리지 않게 되었다. 이것은 인간공학자에 의해서 부주의라고 칭하는 사상이 분석되면서 능력이나 행동을 나타내는 말이 아니라 인간이 주위에 어떻게 의향하고 있는가를 나타내는 상태라고 설명되고 있기 때문이다.

재해사고에서의 부주의라고 하는 것은 인간이 무엇인가 행동을 하고 있을때 환경의 조건 또는 조건변화를 깨닫지 못하였거나, 빠뜨렸거나, 예견하지 못하였거나, 예견하였어도 가볍게 생각한다 등 행동과 환경의 엇갈림을

나타내고 있으므로 다음과 같은 원인을 분석하고 있는 학자도 있다.

- ① 질병, 고민 등에 의한 의식이 중단, 우회, 저하
- ② 자신과잉 또는 과신, 감정, 지식부족 등에 의한 착각
- ③ 모험심, 반항 등에 의한 억측 판단
- ④ 지능, 성격, 체력등 적성의 비뚤어짐
- ⑤ 주위의 환경조건

즉, 인간공학이란 인간자신을 알고 기계를 인간에게 접합시키기 위해서는 어떠한 방법으로 설계할 것인가, 어떠한 형태로 인간과 편성시킬 것인가를 연구하는 학문이다.

안전공학

안전을 공학의 방면에 활용하면 안전공학이며, 실용면에 활용하는 기법이 안전기술이지만 안전활동을 할 때에는 이 말의 정의를 내리고 엄밀하게 사용할 필요는 없다.

안전공학이라는 말은 20년전에는 그다지 듣지 못하였으나, 현재는 일반기술자의 구석구석까지 침투되어 사용하고 있으므로 안전공학을 가지고 안전활동에 필요한 공학을 총칭하게 된다.

즉, 안전에 대한 과학적 접근이라는 것은 안전공학의 안전활동에의 활용이라고 할 수 있다.

『안전공학』이란 『주로 산업에 수반하여 발생하는 재해의 원인 및 경과의 규명과 그 방지에 필요한 과학 및 기술에 관한 계통적인 지식 체제를 말한다』라고 하고 있다.

말을 바꾸면 「안전공학」이란 재해사고의 원인을 분석하여 이것을 경험으로 두번 다시 같은 사고를 반복시키지 않도록 하는 방법을 강구함과 동시에 거기에서 보편 타당성 있는 이론을 찾아내어 유사사고를 일으키지 않도록

하기 위한 연구이다.

이와 같이 생각하면 안전공학이란 인간인자를 포함하여 종합적인 조사연구를 행하므로써 시스템 재해를 예방하는 데에는 어떻게 하면 좋은가를 과학적으로 탐구하여 가는 학문이다.

따라서 안전공학이란 모든 학문의 지식과 인간관계를 알아야 하며 인간공학, 신뢰성공학, 시스템공학, 관리공학과 같은 새로운 횡적 학문이기 때문에 사람과 물과의 양면에서 분석하여 가는 시스템공학으로서 interdisciplinary-approach(둘이상의 학문이 관여하는 접근)라고 할 수 있다.

시스템 안전

종래의 개개의 기계·설비와 작업 등의 각 요소에 대한 안전을 『요소안전』이라고 부른다면 시스템 전체에 대하여 종합적으로 균형이 잡힌 안전성을 확보하는 것이 시스템안전이다.

안전의 역사는 사고의 역사라고 말할 수 있으나, 시스템 안전도 미사일 개발에 수반된 사고에 그 발단을 두고 있다.

『시스템』이란 2개 이상의 다른 기능의 요인이 편성되어 하나의 목적 때문에 그 기능을 발휘하고 있는 경우이다.

시스템이라고 부른다면 요인은 하나이상 있어야 한다. 사람과 사람과의 편성 시스템 기계와 기계와의 편성시스템등 2개의 요인만의 시스템에서 몇만이라고 하는 많은 요인에서 편성되는 시스템이 있다.

『시스템공학』이란 각 요인을 어떠한 방법으로 활용하면 시스템 전체가 시간적으로나 경제적으로 유효하게 운영될 수 있는가를 생각하는 학문이다.

따라서 각 요인을 어떠한 방법으로 콘트롤 하면 시스템으로서의 재해를 예방할 수가 있

는가를 생각하는 것이 『시스템안전공학』이다.

말을 바꾸어 보면 사용 환경자 물과 사람의 균형이 나쁘기 때문에 일으키는 재해를 시스템 재해라고 한다.

시스템안전의 용어

시스템안전에는 특수용어가 적지 않다.

시스템안전에 대한 이해를 깊게하기 위해 MIL-S-882A 『시스템안전 프로그램의 필요사항』(system safety program requirements)에 정해져 있는 용어의 정의를 중심으로 해설한다.

안전 : 사람의 사망, 상해 또는 설비나 재산의 손해 또는 상실의 원인으로 될 수 있는 상태가 전혀 없는 것.

재난(Mishap) : 사람의 사망, 상해 또는 설비나 재산의 손실 또는 상실에 귀착하는 계획되지 않는 사상 또는 사상의 연결

시스템안전 : 기능·시간·코스트(cost) 등의 제약 조건하에서 달성되는 안전의 최적정도

시스템안전공학 : 시스템의 위험을 동일시(identification)하고, 제거하고 또는 제어하기 위해 특별한 전문적 지식이나 기능을 사용하여 과학적, 기술적 원리·기준 및 기법의 적용을 도모하는 시스템공학의 한 분야

시스템안전관리 : 시스템안전을 전체의 프로그램 모순없이 달성하기 위해 시스템 안전 프로그램 요건을 설정하고 업무 및 활동의 계획·실행 및 완성을 확보하는 관리업무의 하나의 요소

시스템안전프로그램 : 시스템의 전수명 단계를 통하여 적시적이고 코스트면에서 유효한 방법으로 시스템안전요건을 만족시킴으로써 운용 유효성을 높이는 시스템안전관리 및 시스템안전공학의 업무와 활동의 편성 (㉞)