

**핫셀내 제원측정장비의 업그레이드 및 핵연료봉
측정기술 개발**

**Technical Development of Dimensional Measurement for
Irradiated Fuel Rod after Upgrade of System in Hot-cell**

KAERI

제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

본 보고서를 2007년도 “조사재시험시설운영” 과제의 기술분석보고서로 제출합니다.



2007. 6.

주 저 자 : 김 희 문
공 저 자 : 백 승 제
 유 병 옥
 주 용 선
 류 우 석

요 약 문

본 조사재시험시설에서는 조사후시험업무를 수행하기 위해 직경측정 시험장비를 1992년도에 설치하였다. 15년이 지난 지금에서의 직경측정 시험장비는 현실적으로 업그레이드를 해야 할 필요성이 있어서 2006년도에 직경측정 및 감마스캐닝의 효율적인 운영을 위해 2개월의 기간을 통해 개조를 하였다. 벤치의 구동과 LVDT를 조정하는 기존의 PLC 패널과 조정판을 부분 개조하여 작동의 편의와 원격제어로 운용할 수 있도록 하였다.

컴퓨터를 통한 제어방식은 오래전 사용했던 DOS 운영체제를 Windows XP 운영체제로 바꾸어 운영자로 하여금 윈도우 환경에서 쉽게 벤치와 기기를 운영할 수 있게 하였다. 따라서 하드웨어적인 벤치 및 측정기기의 전기신호체제를 개선하였고 소프트웨어적으로는 Visual-C를 이용하여 보다 세련된 디자인을 적용하여 프로그램이 벤치와 기기가 연동되도록 하였다.

기존에 사용하던 DOS용 컴퓨터 프로그램은 제거하는 한편 LVDT와 전기신호의 보정 및 치수변환장치는 기존의 것으로 사용하였다. 업그레이드 후 지속적인 기기고작동 시험을 수행하여 지금은 조사후시험업무에 원활하게 수행할 수 있게 되었다.

향후 와전류 장치를 설치하려는 계획이 있어서 업그레이드시 와전류까지 측정할 수 있도록 업그레이드하였다. 그러나 현재까지 와전류 측정 장치를 설치하지 못해서 이에 대한 예비시험이 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 프로그램 및 기기에 대한 와전류 장치의 연동문제가 고려되어야 할 것이며 이에 대해서는 기술적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

SUMMARY

Non-destructive test system was installed at hot-cell(M1) in IMEF(Irradiated Materials Examination Facility) more than 14 years ago for the diametric measurement of fuel rod. But this system must be needed to be remodeled for the effective operations. In 2006, the system was upgraded for 2 months.

Some of electronic parts were added in PLC panel, and operating panel was re-designed for the remote control. To operate the fuel bench by computer, AD converter and some I/O cards were installed in computer. All of softwares were developed in Windows-XP system instead of DOS system. Control programs were made by visual-C language.

After upgrade of system, operator can control diametric measurement easily. Series of tests were carried out automatically and data of each test were saved continuously.

With consideration of ECT(Eddy Current Test) installation, the computer program and hardware were set up as well. But ECT is not installed yet, so we have to check abnormal situation of program and hardware system. It is planned to install ECT in 2007.

<제 목 차 례>

제 1 장 서 론	1
제 2 장 본 론	2
제 1 절 장 비 개 요	2
제 2 절 장 비 개 발	4
1. 하드웨어적 개발	4
2. 소프트웨어적 개발	12
3. 운전 방법	12
제 3 절 DUPIC 핵연료봉 제원측정	18
1. DUPIC 핵연료봉 시험절차	18
2. DUPIC 핵연료봉 직경측정	21
제 3 장 결 론	25
제 4 장 참고문헌	25
부 록	26

<표 차례>

표 1	조정판 각기기 설명	11
표 2	신호변환장치의 초기화 명령어	14
표 3	측정신호변환장치의 각 채널에 대한 설정값	15
표 4	DUPIC 6차 핵연료봉의 직경측정 Data	23
표 5	DUPIC 6차 핵연료봉의 직경측정 Data(계속)	24

<그림 차례>

그림 1	조사재시험시설(IMEF) 내부 배치도	2
그림 2	핵연료봉 고정용 벤치	5
그림 3	직경측정 장비	5
그림 4	비파괴 장비 조정판	6
그림 5	원격제어를 위한 PLC 제어판	6
그림 6	비파괴 장비 운영을 위한 컴퓨터 제어 테이블	7
그림 7	직경측정신호를 디지털 신호로 변경해주는 변환기	8
그림 8	감마 측정기의 측정신호에 대한 앰프 및 MCA	8
그림 9	PLC 패널내의 전원스위치	9
그림 10	조정판 개요	10
그림 11	컴퓨터에서의 조정화면	12
그림 12	M1 핫셀에 설치된 제원측정장비	13
그림 13	측정신호변환장치(앞면)	13
그림 14	측정신호변환장치(뒷면)	14
그림 15	측정변위 표시기	15
그림 16	KMTS에서 제작된 ADC 장치	16
그림 17	직경측정을 위한 그래프 프로그램 화면	17
그림 18	건식공정핵연료 6차 캡슐 반입(M1 Hot Cell)	19
그림 19	건식공정핵연료 6차 캡슐의 해체(M2 Hot Cell)	20
그림 20	DUPIC 6차 핵연료봉 A-6의 직경 측정	21
그림 21	DUPIC 6차 핵연료봉 B-6의 직경 측정	22
그림 22	DUPIC 6차 핵연료봉 C-6의 직경 측정	22

제 1 장 서 론

조사재시험시설(Irradiated Materials Examination Facility : IMEF)은 원자로 재료에 대한 연구지원 시설로서 조사후 재료에 대한 시험을 효과적으로 수행하는데 목적이 있다. 그래서 핫셀의 구조와 장비의 설치가 시험목적에 맞게 배치되었다.

이 시설은 1993년도에 건설되어 현재까지 가동 및 운전을 해오고 있다. 그러나 10년 이상된 시설이나 장비들이 있어 새롭게 업그레이드나 교체를 할 필요가 있다. 그중에서도 핵연료봉의 비파괴 시험장비는 가장 기본적인 업무수행을 하는 장비로서 업그레이드를 할 필요가 있었다. 초기 설치시에 사용해왔던 컴퓨터 운영체제는 현재의 시스템에 비해 매우 낙후된 것이며 DOS 운영체제에서 사용해왔던 것이다.

더욱이 직경측정장비는 컴퓨터의 프로그램이 현재의 컴퓨터 시스템과 호환이 되지 않아 윈도우체제에 맞게 새로 개발해야 했다.

2006년 10월부터 KMTS 업체에서 전담하여 업그레이드 작업이 수행되고 시험가동 및 실제 운영에 문제가 없이 정상운전이 될 때까지 2개월의 시간이 소요되었고 일부 조정판 및 컴퓨터 프로그램 개발로 인해 현재는 비파괴 시험이 정상적으로 잘 운영이 되고 있다.

Windows-XP 시스템으로 바꾸면서 새로운 AD 변환기를 추가로 설치하여 컴퓨터 그래픽에서 보다 자동적이고 효율적으로 시험을 할 수 있도록 설계하였다.

제 2 장 본 론

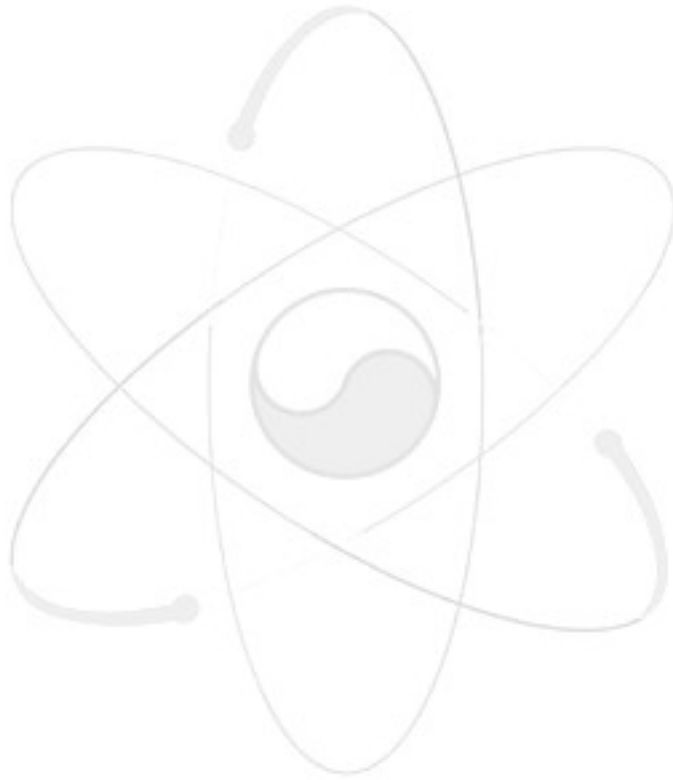
제 1 절 장 비 개 요

새로 개조된 비파괴시험장비(감마스캐닝장비와 제원측정장비)는 M1 핫셀에 설치되어 있으며 핵연료봉의 기본적인 비파괴 시험업무를 수행하는 장비이다. 그림-1과 같이 M1 핫셀은 시험을 수행할 시편이나 핵연료봉의 처음으로 핫셀에 입고가 되도록 수조와 연결이 되어 있으면 외부에서 들어오는 모든 시편은 바로 이 핫셀로 먼저 들어오게 된다. 그러나 일반적으로 감마스캐닝시험이나 직경측정시험은 주로 핵연료봉을 위주로 시험을 하며 특히 하나로 원자로에서 조사시킨 연구용 핵연료 캡슐에 장착되어 있는 연료봉을 시험하는데 적합하다. 일부 상업용 발전소에서 들어오는 이물질이나 감마선의 핵종분석이 필요할 때도 매우 유용하다.



그림 1 조사재시험시설(IMEF) 내부 배치도

제원측정장비는 핵연료봉의 직경측정과 휨측정을 할 수 있도록 설계되었다. 이 장비는 핵연료봉의 내압 또는 핵연료 소결체의 팽윤에 의한 부피팽창에 대한 직경을 측정하기 위한 장비로서 건설초기 1992년도에 설치되었으며 LVDT에 의해 신호를 받아 직경과 휨상태를 측정하였다. 또한 벤치의 회전을 통해 핵연료봉의 다양한 각도로 직경변화와 수직에 대한 굽힘 정도를 알아볼 수 있다.



제 2 절 장 비 개 발

M1 핫셀에 설치되어 있는 장비중 핵연료봉의 비파괴 시험을 위한 장비가 설치되어 있다. 이 장비는 핫셀이 건설된 시점에 설치되어 15년 동안 가동되어 왔다. 그러나 컴퓨터 소프트웨어의 발전 및 시험조건의 정밀성과 효과적인 운용차원을 고려하여 이번에 업그레이드를 하게 되었다.

현재 제원측정장비는 두가지 시험으로 구성되어 있는데 핵연료봉의 직경측정과 연료봉의 굽힘 정도를 측정하는 것이다. 제원 측정의 신호들은 컴퓨터를 통해 실시간 자료화가 되며 특히 감마선 측정기는 제조회사(KMTS)에서 제공하는 분석 프로그램이 연동되어 위치에 따른 일련의 프로그램구동이 자동적으로 이루어지게 하였다. 그러나 이러한 구동시스템은 지난 컴퓨터의 DOS 체제에서 이루어지도록 제작되었고 따라서 이번에 Windows XP에서 구동이 되도록 업그레이드를 하였다.

기존의 PLC 제어판을 모두 점검하여 새롭게 기기를 개조하였고 아울러 조정판도 기존의 있는 것을 개조하여 새로운 작동체제를 갖추었다. KMTS 회사(경남 창원 소재)에서 전담하여 하드웨어적인 개조와 조정 신호의 입출력 파악, 그리고 명령전달 및 기계작동 상태확인 일련의 점검과 반복시행을 통해 전반적인 시스템을 파악하고 또한 Windows XP 시스템으로의 소프트웨어 업그레이드를 해줄 것을 계약하여 약 2개월 정도의 개조 기간이 걸렸다.

1. 하드웨어적 개발

가. 장치설명 및 설치

그림-2는 M1 핫셀 내에 설치되어 있는 핵연료봉을 고정하는 벤치를 보여주는 그림이다. 핵연료봉의 비파괴 시험은 핵연료봉을 일단 벤치에 고정하는 것으로부터 시작한다. 벤치는 핵연료봉을 상하이동과 회전이동으로 조작성이 가능케 되어 있다.

그림-3은 핵연료봉의 직경을 측정하는 장비로서 시준기가 위치한 곳에서 바로 위에 설치되어 있어 벤치구동을 통해 종방향으로 핵연료봉의 직경을 측정할 수 있다. 측정 신호는 바로 컴퓨터에 전달되어 위치에 따른 직경측정 자료를 저장하게 된다.

그림-4는 벤치구동을 제어하는 조정판이다. 핵연료봉을 벤치에 고정시켜 상하로 이동 및 회전을 할 수 있으며 시준기의 테이블을 좌우로 이동제어를 하고 직경측정시 좌우 직경을 재기위한 접촉제어를 할 수 있다. 이러한 여러 가지 각각의 제어를 컴퓨터를 통해 일련의 순서로도 제어가 가능하며 여러 가지 모듈을 이용하여 그 순

서와 시간을 변경해가면서 제어할 수 있다.

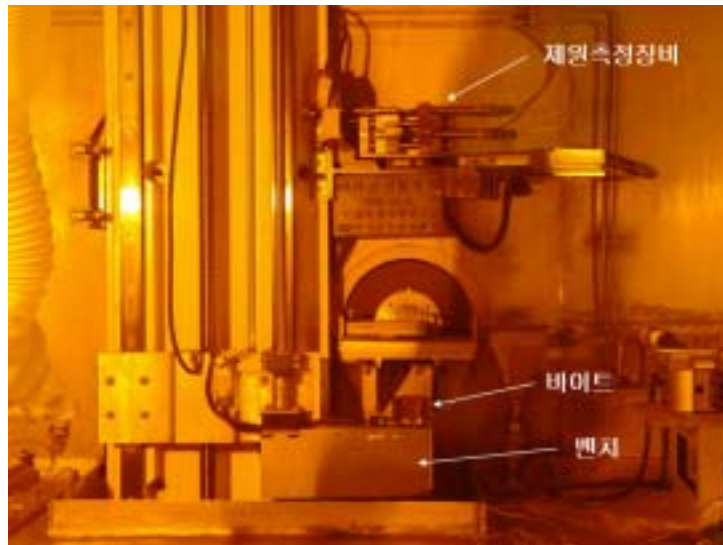


그림 2 핵연료봉 고정용 벤치

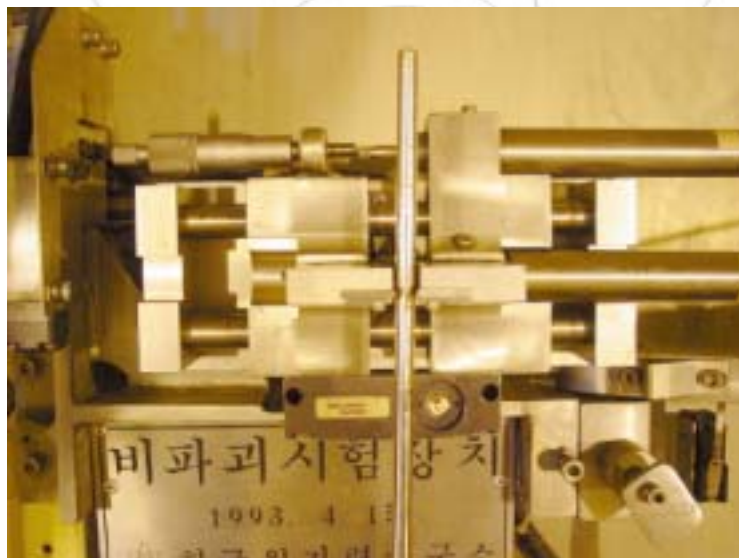


그림 3 직경측정 장비



그림 4 비파괴 장비 조정판

그림-5는 조정판과 핫셀내에 있는 장비를 서로 연결하는 제어판으로서 원격으로 조정이 가능하게 전기적인 신호의 입출력을 처리하는 PLC 판넬이다.

그림-6은 컴퓨터와 그 외 부수 장비를 책상에 설치 및 연결하여 운전자가 쉽게 앉아서 할 수 있도록 하였다.



그림 5 원격제어를 위한 PLC 제어판



그림 6 비파괴 장비 운영을 위한 컴퓨터 제어 테이블

그림-7은 책상 좌측 아래에 설치되어 있는 직경측정신호 변환기로서 측정된 신호를 직경 길이로 나타내 주고 디지털화하여 컴퓨터에 저장할 수 있는 자료로 변환해 준다.

그림-8은 책상 우측 아래에 설치되어 있는 감마측정 신호처리 장비로서 감마측정기로부터 들어오는 전기적 신호를 증강시키고 이것을 멀티채널(MCA)로 분류하여 감마선의 세기 및 에너지를 나타내주며 디지털 정보로 컴퓨터 프로그램에 의해 사용자가 알아볼 수 있도록 표시해주고 또한 감마측정을 제어하는 역할도 하고 있다.



그림 7 직경측정신호를 디지털 신호로 변경해주는 변환기



그림 8 감마 측정기의 측정신호에 대한 앰프 및 MCA

나. 핵연료봉 벤치 구동

그림-9에서 보듯이 PLC 패널을 열면 좌측상단에 7개의 전원 스위치가 있다. 1번은 메인스위치, 2번은 y축 벤치구동, 3번은 회전구동, 4번은 시준기 좌우이동, 5번은 직경측정을 위한 벤치구동, 6번은 직경측정의 jaw 구동이고 마지막 7번은 PLC판 하단부분의 각종 전기제어 스위치이다. 제원측정 또는 감마측정시에는 1번을 우선 먼저 on 한 다음 순차적으로 7번까지 스위치를 on 한다. 시험이 끝난 후에는 반대의 순서로 전원을 끄지만 수리이외에는 가급적 끄지 않고 유지하도록 한다.

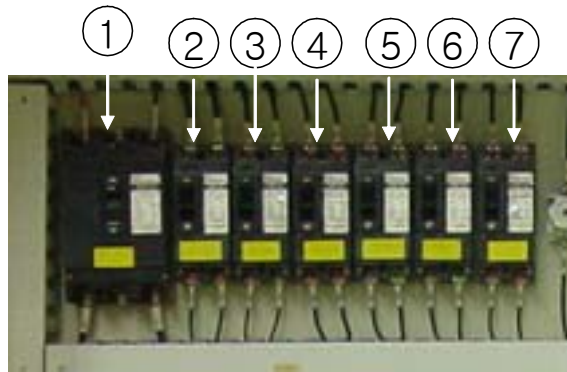


그림 9 PLC 패널내의 전원스위치

PLC 패널로부터 전원이 모두 켜진 상태에서 감마스캐닝 또는 직경측정을 위한 벤치 작동상태를 세팅하기 위해 조정판을 설정해야 한다. 그림-10과 같이 조정판은 전원 및 전체 조정(A), Y축벤치작동(B), 벤치회전작동(C), 감마슬릿작동(D) 그리고 Y축과 슬릿의 수동작동(E)로 나뉘며 각 LED 표시기(L)와 스위치(S), 버튼(B), 수치 표시기(I), 조정노브(N)로 구분을 하였다. 표-1은 각 기기의 작동설명을 나타내었다.

시험종류에 따라 측정하고자하는 부분에 위치를 초기화 세팅을 하고 이동거리와 이동속도를 설정한다. 1회성 시험 또는 단순측정시에는 조정판을 제어하여 시험을 하며 순차적 벤치이동과 아울러 여러번 반복적인 시험을 할 경우에는 컴퓨터를 통한 조정판의 제어를 할 수 있다. 이때에는 컴퓨터로 제어 하기전 미리 S-4 스위치를 Remote로 설정하여야 한다.

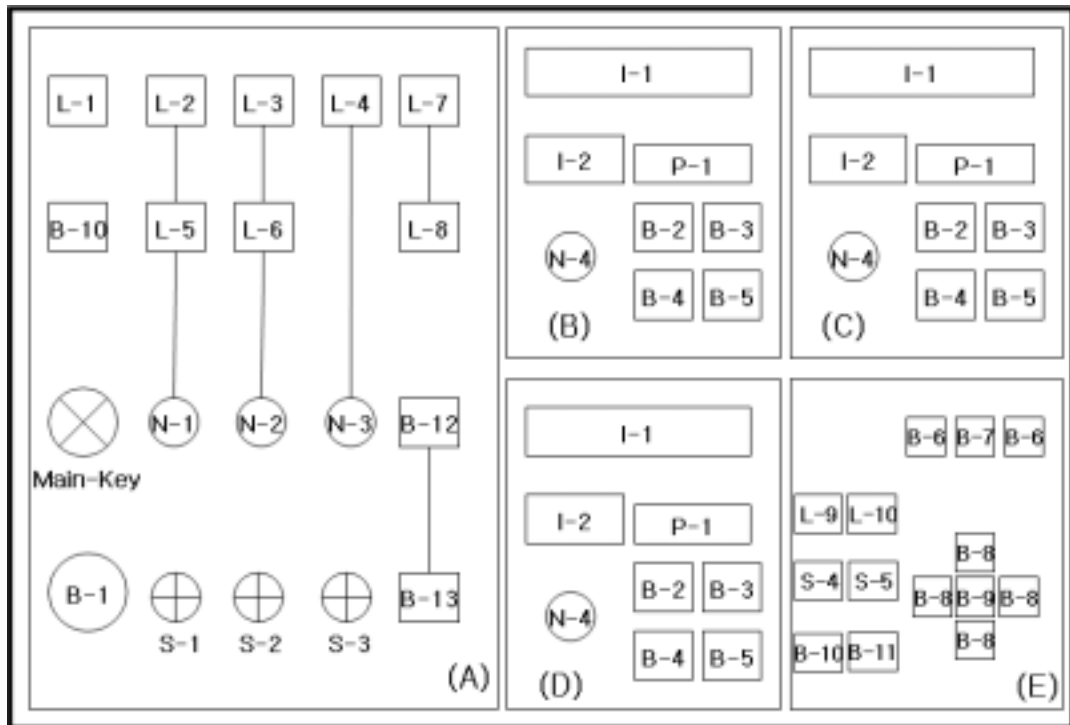


그림 10 조정판 개요

표 1 조정판 각기기 설명

표 시	설 명	비 고
L-1	전원 표시등	
L-2,L-3,L-4	S-1, S-2, S-3 작동 유무 표시	
L-5, L-6	S-1, S-2, S-3 작동시 limit에 닿으면 점등	
Main-key	조정판의 전원 스위치	
N-1,N-2,N-3	작동속도 조절 노브	
B-10	조정판의 모든 LED 및 수치표시기의 작동 확인	
B-1	비상 정지 버튼	
S-1, S-2, S-3	y축 벤치 이동, 직경측정벤치 이동, jaw 개폐	S-2 작동시 S-3의 jaw를 꼭 개방할 것
L-7, L-8, B-12, B-13	와전류 장치 관련	
I-1	현 위치 표시	B-3에 따라 상대적임
I-2	작동 속도 표시(mm/min.)	N-4에 의한 표시
P-1	이동거리 설정(mm)	소숫점 2자리까지 표시 (+) : 위,오른쪽 (-) : 아래,왼쪽
N-4	이동속도 조절노브	I-2에 표시
B-2	작동 버튼	
B-3	기준위치 초기화(0 세팅)	I-1에 0로 표시
B-4	수동으로 강제이동	P-1의 부호에 따라 방향 설정
B-5	작동정지	
B-6, B-8	수동 작동(D,B 패널해당)	
B-7, B-9	작동속도 가속	B-6,B-8 동시에 눌러야 함 속도는 N-4에 의해 조절
L-9, L-10	비상정지시 점등 및 알람	
S-4	컴퓨터/조정판 제어 스위치	Local : 조정판에서 제어 Remote : 컴퓨터로 제어
S-5	Limit 접촉시 알람소리 유무	
B-10, B-11	Gamma 측정 관련	

2. 소프트웨어적 개발

컴퓨터 화면에서 구동아이콘을 실행하면 그림-11과 같은 화면이 나타난다. “A” 구역은 제원시험을 선택하는 옵션이다. 측정하고자하는 시험을 선택하고 나서 “B”에서 setting 부분의 이동항목에 이동하고자하는 거리를 setting 항에 입력한다. position에 있는 이동항목의 수치는 단지 현재의 위치를 표시하기만 하고 입력은 할 수 없다. speed에는 이동속도를 입력한다. ACTION 에는 실행과 정지를 선택하고 실제적으로 실행을 한다고 해서 벤치가 작동되는 것은 아니다. 단지 실행준비의 의미를 두고 있다. ”C” 구역은 시험제목을 입력하여 데이터 저장시 구분을 하며 저장방식을 초당 또는 이동거리나 회전각도에 따라 저장할 수 있다. 맨 오른쪽에 START를 클릭하므로써 실제로 작동이 개시된다.

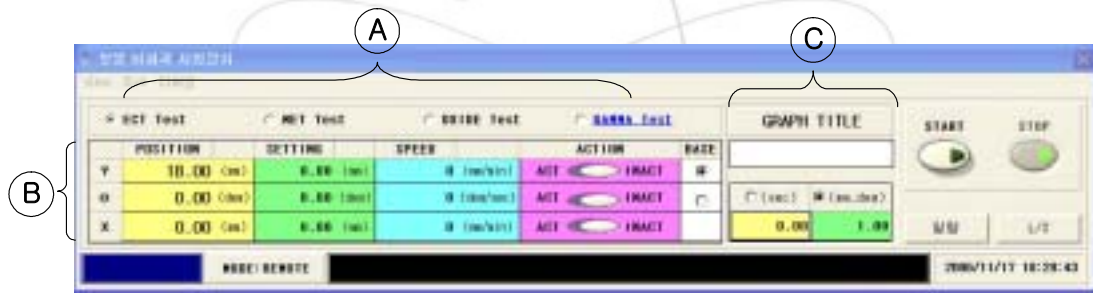


그림 11 컴퓨터에서의 조정화면

상기의 설명은 ECT, MET, OXIDE test시에 직접 입력하여 그 결과를 얻지만 GAMMA test는 직접입력방식이 아니고 별도의 프로그램을 구동시켜 시험을 수행한다. 제원측정은 그 결과값을 그래프와 txt 파일 그리고 엑셀파일(Excel)로 저장할 수 있다. 엑셀파일에서도 그래프 및 분석자료 형식을 자동으로 나타내도록 하여 유저의 편의를 도모하였다.

3. 운전 방법

상기 언급된 조정판 설명과 컴퓨터 제어를 통해 핵연료봉의 직경을 측정하는 방법을 기술하고자 한다. 먼저 제원측정 신호변환장치에 기본적인 설정과 표준시험봉을 이용한 보정이 이루어져야 한다.

- 표준 시험봉을 이용한 보정

M1 핫셀에 설치 되어 있는 제원측정장비는 LVDT를 이용하여 핵연료의 직경 및 휨정도를 측정한다. 그림-12에서 보듯이 표준 시험봉을 벤치의 척에 물린후 LVDT의 팁이 시험봉의 직경을 측정하여 신호를 보낸다. LVDT에서 보낸 신호는 그림-13과같이 변환장치로 전달되는데 장치를 통해 아날로그의 신호가 수치화되고 디지털화되어 표시된다.



그림 12 M1 핫셀에 설치된 제원측정장비



그림 13 측정신호변환장치(앞면)

표준시험봉으로 직경을 보정하기전 신호변환장치의 세팅을 우선해야 하는데 측정된 신호처리를 위해 그림-14와 같이 후면부에 기본적인 명령어 및 신호처리 설정을 해야 한다. 기본 신호처리는 표-2와 같이 이미 설정으로 되어 있어 시험때마다 다시 재설정할 필요는 없다. 시험전 표준시험봉으로 정확한 두개의 직경을 통해 보정

하는 Two-point calibration 방법을 일반적으로 이용한다.

보정을 위해 다음에 기술되는 명령어들만을 EEPROM에 다시 써주면 된다. 시험봉을 통한 표준 직경값을 보정하여 입력시킬 때 그림-18의 후면부의 EEPROM write protect 스위치를 항상 on 한 후에 장치와 연결된 키보드를 통해 입력을 한다.

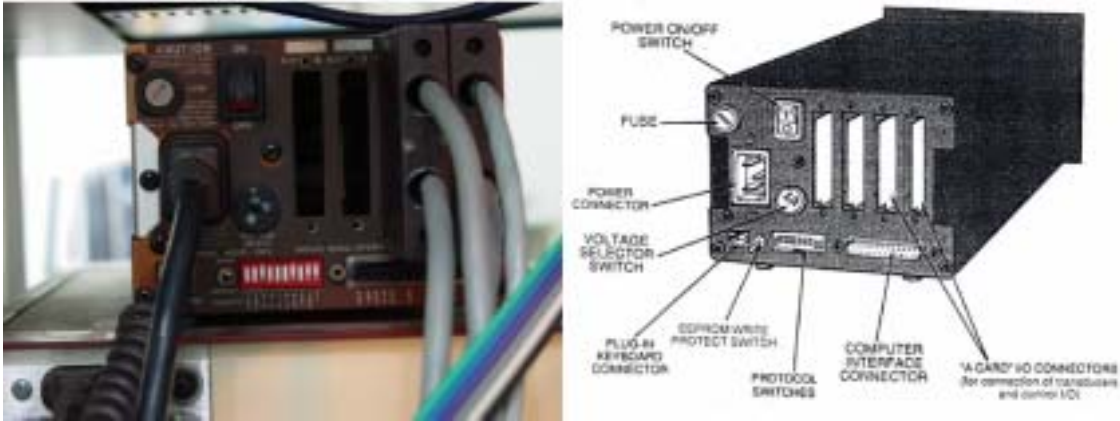


그림 14 측정신호변환장치(뒷면)

표 2 신호변환장치의 초기화 명령어

명령어	의 미
TYP1=30	1번 채널의 카드 타입은 LVDT용 10A30-2이다.
TYP2=30	2번 채널의 카드 타입은 LVDT용 10A30-2이다.
LCT1=1011	1번 채널의 카드 위치는 A 카드(1)의 1번 슬롯(01)의 1번(1)채널에 있다.
LCT2=1012	2번 채널의 카드 위치는 A 카드(1)의 1번 슬롯(01)의 2번(2)채널에 있다.
LCT3=23	3번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 3번 채널에 있다.
LCT4=24	4번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 4번 채널에 있다.
LCT4=25	5번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 5번 채널에 있다.
LCT4=26	6번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 6번 채널에 있다.
LCT4=27	7번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 7번 채널에 있다.
LCT4=28	8번 채널의 카드 위치는 2번 슬롯의 8번 채널에 있다.
TER=8	채널 8개를 사용한다.
LEG1=mm	채널 1의 단위를 mm로 한다.
LEG2=mm	채널 2의 단위를 mm로 한다.
CHAN 1	채널 1의 데이터를 CRT 화면에 보여준다.
CHAN 2	채널 2의 데이터를 CRT 화면에 보여준다.

측정시 수치값을 표시해주는 표시기가 있는데 그림-15와 같이 3개의 표시화면이 있다. 상단부분(모델 9515A)은 각각 직경과 휨정도를 절대치수로 보여주며 아래부

분(모델 9530A)는 직경의 변화량을 표시한다. 이들의 치수의 분해능은 보정과정의 정확도에 의해 결정된다. 치수표시기의 세팅 역시 측정신호변환장치에서 설정할 수 있다.(표-3 참조)



그림 15 측정변위 표시기

표 3 측정신호변환장치의 각 채널에 대한 설정값

명령어	의 미
ANO5=1.667(CHN1)	채널 1의 아날로그 전압 데이터를 보정후 공학단위(mm)에 맞추기 위해 1.667배하여 locate 5으로 보냄 9530A에 표시됨. 한편 이값은 현재 컴퓨터의 ADC 카드의 입력값으로 쓰이고 있음. 즉 9530A에 표시되는 값이 컴퓨터에 기록되는 값과 동일하다.
ANO3=10(CHN1)	채널 1의 아날로그 전압 데이터를 공학단위(mm) 0.1mm 변화에 1 volt 변화도록 하여 locate 3으로 보냄.
ANO7=0.1667(CHN2)	힘정도를 나타내는 절대적 수치로 표시기 9515A에 표시 됨.
ANO4=1(CHN2)	힘정도를 나타내는 상대적 수치로 recorder에 입력됨. 1mm 변화에 1 volt 변화게 설정된 것임

Two-point calibration 방법은 표준 시험봉에서 측정하고자 하는 하한선에 LVDT를 맞추고 측정신호변환장치 설정에 “ZRO1”을 입력한다. 그러면 이 지점이 영점으로 설정이 된다. 그 다음 표준 시험봉을 상한선으로 옮긴 다음 상한선과 하한선 사이의 길이를 원하는 분해능으로 설정하면 된다. 실제의 예를 들면, 표준시험봉의 7.40 mm에서의 하한선으로 정하고 이 위치를 ”ZRO1”을 입력한다. 그리고 10.60 mm를 상한선으로 정하고 이 위치에서 “FRC1=320”으로 설정한다. 그러면 10.60 mm와 7.40 mm가 320등분되어 0.01 mm의 분해능으로 치수가 측정이 된다.

표준봉을 통해 7.40 mm로 0점 보정하여 0.01mm 의 분해능으로 설정하였다면 임의 직경(X)을 측정했을 때 ANO5 값은 7.40mm를 기준으로 X값의 차이값을 9530A에 표시기에 나타낸다. 실제 절대치수는 다음과 같이 9515A에 표시된다.

$$X(\text{mm}) = \text{ANO5} + 9530\text{A에 표시된 차이값} \rightarrow 9515\text{A에 표시}$$

이렇게 해서 설정된 변환장치는 그림-16과 같이 ADC 장치에 연결이 되고 ADC 장치는 다시 컴퓨터와 연결이 되어 측정 자료를 저장 및 파일로 볼 수 있다.



그림 16 KMTS에서 제작된 ADC 장치

상기와 같이 보정이 완료되면 다음과 같이 순서에 따라 진행을 한다.

- 1) 측정하고자하는 핵연료봉을 벤치에 장착한다.
- 2) 조정판에서 측정을 시작하는 지점으로 벤치를 이동하고 초기위치를 설정한다.
- 3) 조정판에서의 컴퓨터 제어로 스위치 전환한다(S-4)
- 4) 그림-11과 같이 컴퓨터 제어프로그램을 구동한다.
- 5) MET Test 을 클릭을 한다.
- 6) setting과 speed 항목에 y, 회전, X 값을 넣는다. 수직방향(y)으로 측정시 x값은 넣지 않는다. y값에 양의 값을 넣으면 위로 이동하며 측정을 하고 음의 값을 입력하면 아래로 이동하며 측정을 한다. position의 값은 조정판에 설정된 값을 보여주는 것이다.
- 7) graph title 에 저장파일명을 입력하고 하단에 저장방식이 초단위 또는 이동거리마다 저장할 수 있는 옵션이 있다. mm.deg를 선택하고 1.00을 치면 1 mm 마다 이동시 측정값을 저장하며 sec를 선택하고 수치를 입력하면 그 시간마다 저장을 한다는 것이다.
- 8) View- 제원측정항목을 클릭하면 그림-17과 같이 그래프화면이 나타난다.
- 9) ACT-INACT에서 ACT로 설정하고 오른쪽에 START를 누르면 직경측정을 시작한다.
- 10) 측정이 끝나면 그래프화면에 측정값이 나타나고 아래메뉴에 저장방식에 따라

저장을 한다.

그래프화면에서 여러 측정자료를 불러와 한꺼번에 그래프로 볼 수도 있다.



그림 17 직경측정을 위한 그래프 프로그램 화면

제 3 절 DUPIC 핵연료봉 제원측정

1. DUPIC 핵연료봉 시험절차

DUPIC 6차 핵연료는 경수로 사용후핵연료를 건식공정으로 제조한 소결체를 하나로에서 약 3,831 MWd/t까지 조사되었다.

상단에 위치한 시험연료봉 집합체를 M2 및 M3 핫셀에서 해체한 후 각각의 연료봉에 고유번호 부여(A-6, B-6, C-6)하였다.

가. 핵연료 캡슐 반입

경수로에서 사용후핵연료를 건식공정으로 제조한 소결체를 하나로에서 약 3,831 MWd/tU까지 조사한 후, 2006년 8월 29일 조사후시험(리그 및 연료봉 외관검사, 광학현미경 조직관찰, SEM 조직 관찰시료 제작)을 위해 하나로에서 조사재시험시설로 이송되어졌으며, 조사재시험시설의 M2 핫셀에서 캡슐을 해체하여 M3 핫셀로 이동하여 연료봉의 식별을 페리스코프를 통하여 확인하여 각각의 연료봉에 대한 식별번호(A-6, B-6, C-6)를 정하였다. 캡슐의 M1 핫셀로의 반입 및 외관검사 사진들은 그림-18에 나타내었다.

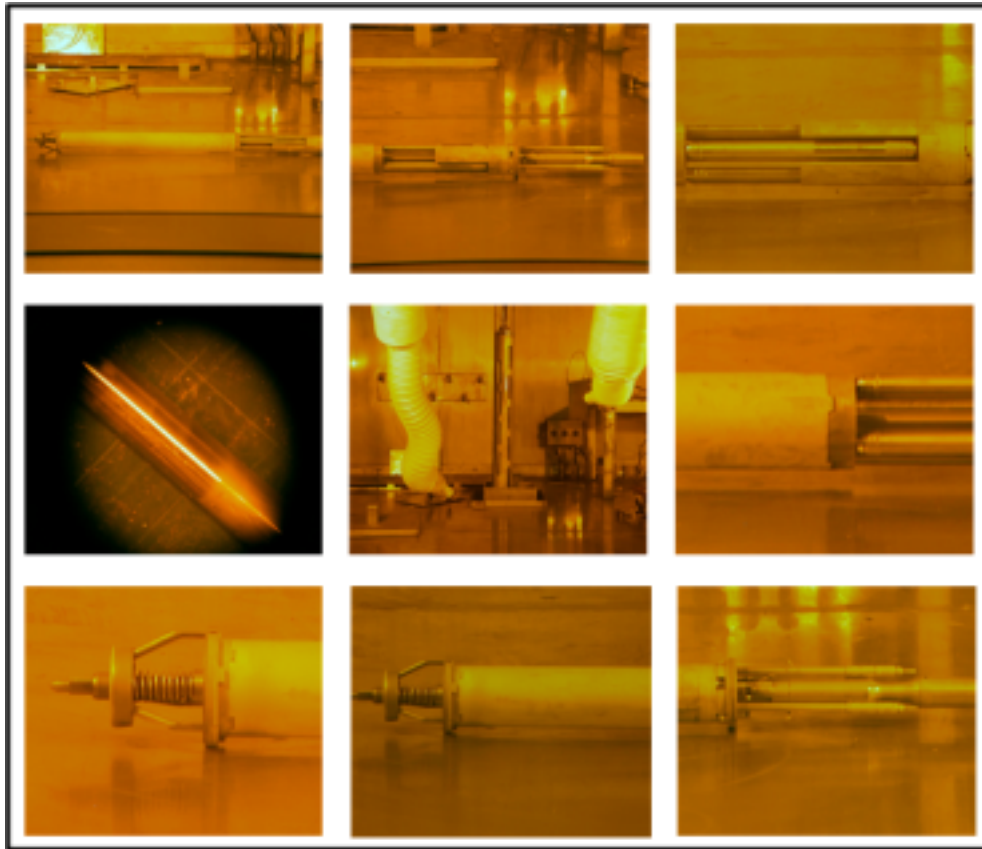


그림 18. 건식공정핵연료 6차 캡슐 반입(M1 Hot Cell).

나. 캡슐해체

M1 핫셀로 이동된 캡슐의 해체는 M2 핫셀로 이동하여 캡슐 절단기를 사용하여 해체하였다. 해체 사진은 그림-19에 나타내었다.

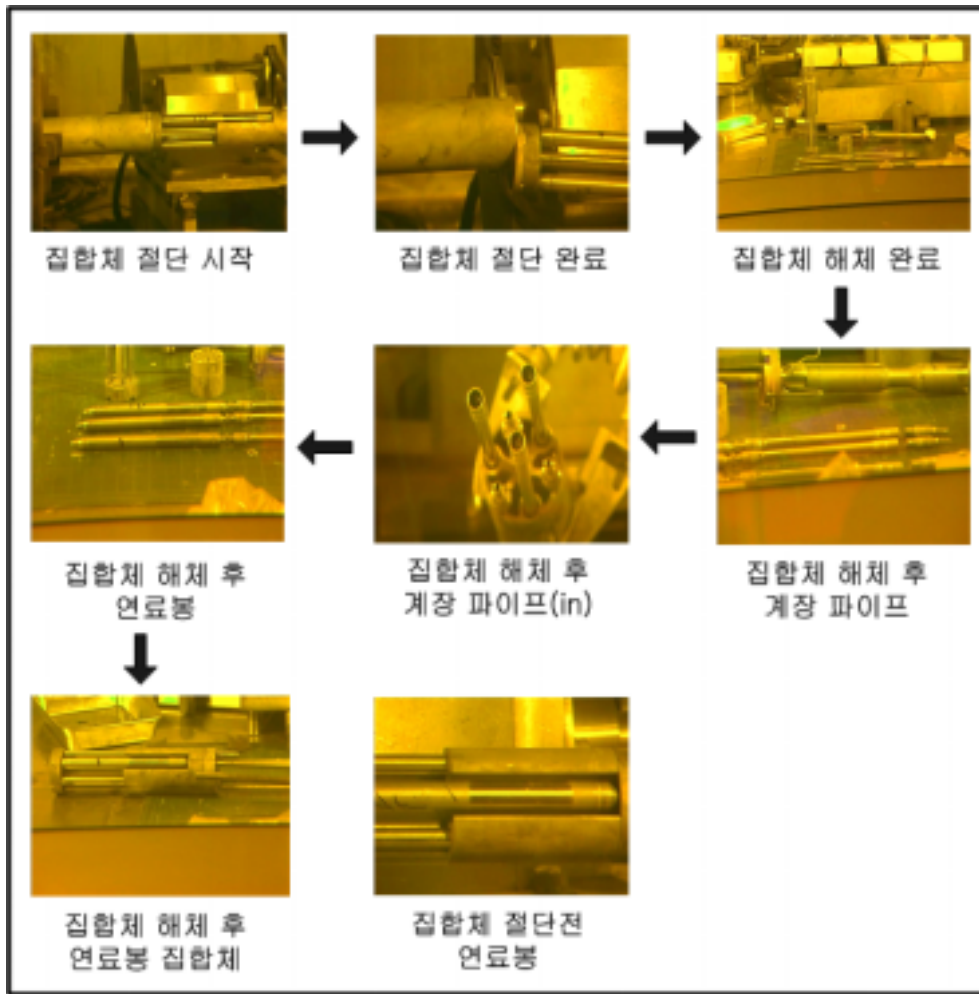


그림 19. 건식공정핵연료 6차 캡슐의 해체(M2 Hot Cell).

다. 시험일정 및 시험항목

- 전체 감마스캐닝과 직경측정은 약 1달에 걸쳐 다음과 같이 수행되었다.
- 2006년 9월 27일 ~ 10월 10일 : HPGe 검출기 시험작동 및 테스트
- 2006년 10월 10일 ~ 10월 11일 : 표준선원(Cs-137 & Co-60)을 이용한 에너지 교정
- 2006년 10월 20일 ~ 10월 26일 : A-6 핵연료봉의 직경측정 및 전계수감마스캐닝
- 2006년 10월 20일 ~ 10월 21일 : A-6 핵연료봉 핵종분석(3시간) - 세 지점 측정
- 2006년 10월 26일 ~ 10월 27일 : C-6 전계수감마스캐닝
- 2006년 11월 17일 ~ 11월 19일 : C-6 핵연료봉 핵종분석(3시간) - 세 지점 측정

- 2006년 11월 22일 ~ 11월 23일 : C-6 핵연료봉의 직경측정
- 2006년 11월 23일 ~ 11월 25일 : B-6 핵연료봉의 직경측정 및 전계수감마 스캐닝
- 2006년 11월 29일 ~ 12월 01일 : B-6 핵연료봉 핵종분석(3시간) - 세 지점 측정

한편 검출기 시험기간을 거친 후에 시험의뢰부서와의 사전협의에 의하여 연료봉에 대한 감마스캐닝의 위치 및 측정시간을 정하여 각각의 핵연료봉에 대한 시험을 수행하였다.

2. DUPIC 핵연료봉 직경측정

각 연료봉(A-6, B-6, C-6)에 대하여 Bottom end 방향의 용접부위를 기준으로 위방향으로 1 mm 씩 이동하면서 90회 측정하였으며, 설정된 처음 위치(용접부위)에서 0°, 90°, 180°, 270° 회전시켜 4회 시험하였다. 그 결과를 그림-20, 21, 22에 나타내었으며, 측정 데이터는 표-4, 5에 나타내었다.

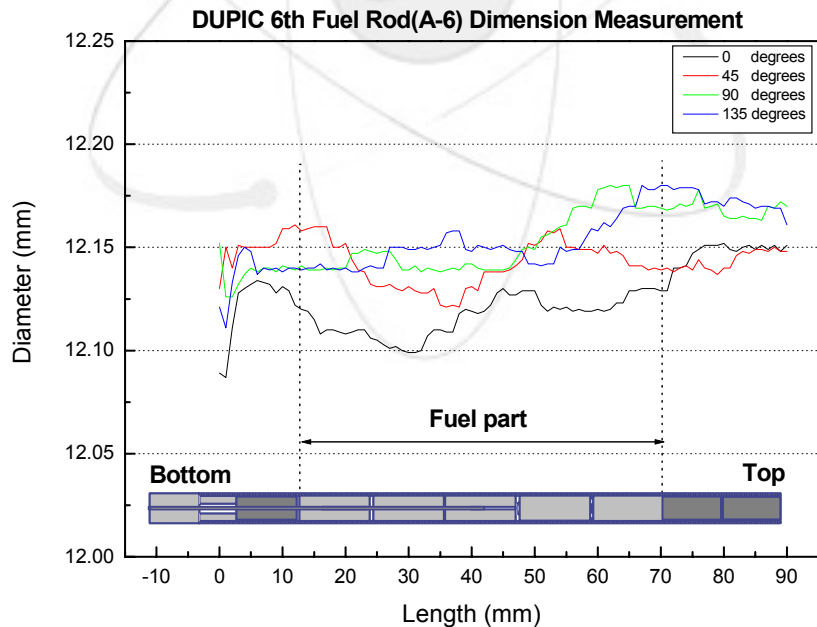


그림 20 DUPIC 6차 핵연료봉 A-6의 직경 측정.

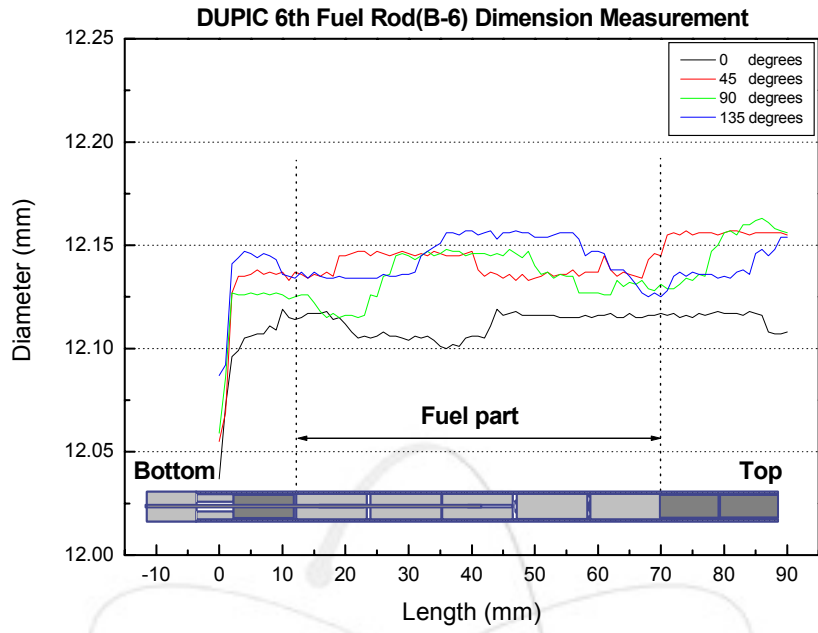


그림 21 DUPIC 6차 핵연료봉 B-6의 직경 측정.

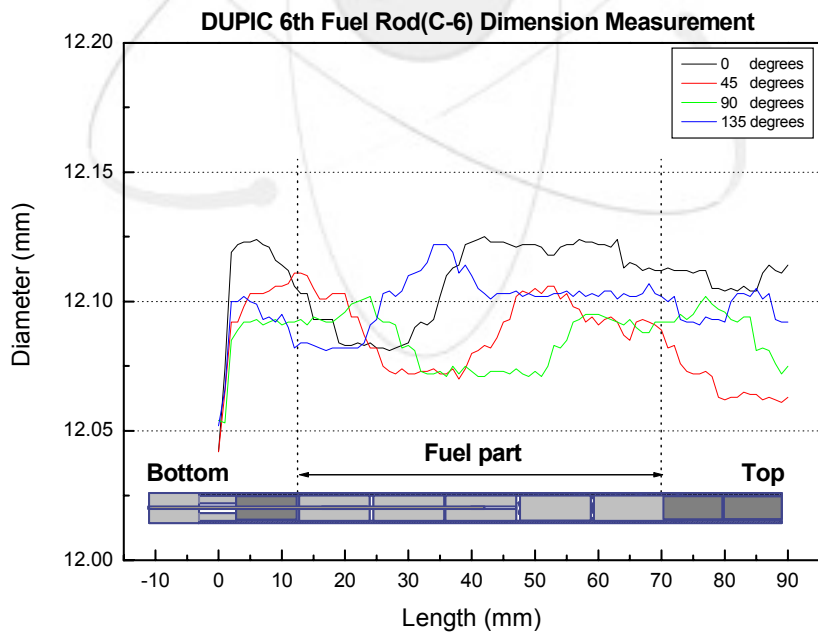


그림 22 DUPIC 6차 핵연료봉 C-6의 직경 측정.

표 4 DUPIC 6차 핵연료봉의 직경측정 Data

측정위치 (mm)	A-6				B-6				C-3			
	0°	45°	90°	135°	0°	45°	90°	135°	0°	45°	90°	135°
0	12.089	12.13	12.152	12.121	12.037	12.055	12.059	12.087	12.042	12.042	12.054	12.052
1	12.087	12.15	12.126	12.111	12.072	12.069	12.086	12.092	12.074	12.065	12.053	12.066
2	12.111	12.14	12.126	12.133	12.096	12.127	12.127	12.141	12.119	12.092	12.085	12.1
3	12.128	12.151	12.132	12.146	12.099	12.135	12.126	12.144	12.122	12.092	12.089	12.1
4	12.13	12.15	12.137	12.15	12.105	12.135	12.126	12.147	12.123	12.098	12.092	12.102
5	12.132	12.15	12.14	12.148	12.106	12.136	12.127	12.146	12.123	12.103	12.092	12.1
6	12.134	12.15	12.138	12.137	12.107	12.138	12.126	12.144	12.124	12.103	12.093	12.099
7	12.133	12.15	12.14	12.14	12.107	12.136	12.127	12.146	12.122	12.103	12.091	12.093
8	12.132	12.15	12.14	12.139	12.111	12.137	12.126	12.145	12.121	12.104	12.092	12.094
9	12.128	12.152	12.138	12.14	12.109	12.136	12.127	12.143	12.116	12.106	12.093	12.092
10	12.131	12.159	12.141	12.138	12.119	12.137	12.126	12.136	12.114	12.106	12.091	12.095
11	12.129	12.159	12.14	12.14	12.115	12.133	12.124	12.135	12.112	12.107	12.092	12.09
12	12.122	12.161	12.139	12.14	12.114	12.137	12.125	12.134	12.106	12.111	12.092	12.082
13	12.12	12.158	12.141	12.139	12.115	12.136	12.126	12.137	12.103	12.111	12.093	12.084
14	12.119	12.159	12.139	12.14	12.117	12.134	12.126	12.134	12.103	12.11	12.091	12.084
15	12.115	12.16	12.139	12.14	12.117	12.136	12.122	12.137	12.093	12.105	12.094	12.083
16	12.108	12.16	12.139	12.142	12.117	12.135	12.118	12.135	12.093	12.101	12.093	12.082
17	12.11	12.16	12.14	12.139	12.118	12.137	12.115	12.134	12.093	12.101	12.092	12.081
18	12.11	12.15	12.139	12.14	12.114	12.135	12.117	12.134	12.093	12.103	12.092	12.082
19	12.109	12.15	12.14	12.139	12.115	12.145	12.115	12.135	12.084	12.103	12.094	12.082
20	12.108	12.152	12.14	12.14	12.112	12.145	12.116	12.134	12.083	12.103	12.096	12.082
21	12.109	12.144	12.147	12.138	12.108	12.146	12.116	12.134	12.083	12.094	12.099	12.082
22	12.11	12.139	12.147	12.138	12.105	12.147	12.115	12.134	12.084	12.094	12.1	12.082
23	12.11	12.138	12.149	12.14	12.106	12.147	12.116	12.134	12.083	12.087	12.101	12.084
24	12.106	12.132	12.148	12.141	12.105	12.145	12.126	12.134	12.084	12.082	12.102	12.091
25	12.105	12.131	12.147	12.14	12.106	12.147	12.125	12.134	12.082	12.082	12.094	12.093
26	12.103	12.131	12.148	12.14	12.108	12.146	12.135	12.136	12.082	12.075	12.092	12.103
27	12.101	12.132	12.148	12.15	12.106	12.145	12.136	12.135	12.081	12.073	12.092	12.104
28	12.102	12.13	12.144	12.15	12.106	12.146	12.145	12.135	12.082	12.072	12.091	12.102
29	12.1	12.129	12.139	12.15	12.105	12.147	12.146	12.136	12.083	12.074	12.082	12.104
30	12.099	12.131	12.139	12.149	12.104	12.146	12.145	12.136	12.084	12.072	12.083	12.11
31	12.099	12.129	12.141	12.149	12.106	12.145	12.143	12.137	12.09	12.072	12.081	12.111
32	12.1	12.128	12.138	12.15	12.105	12.146	12.145	12.145	12.092	12.073	12.073	12.112
33	12.107	12.128	12.14	12.149	12.106	12.145	12.147	12.147	12.091	12.073	12.072	12.115
34	12.11	12.13	12.139	12.15	12.104	12.147	12.145	12.149	12.093	12.074	12.072	12.122
35	12.11	12.122	12.138	12.151	12.101	12.146	12.146	12.151	12.102	12.072	12.073	12.122
36	12.109	12.121	12.139	12.157	12.1	12.145	12.148	12.156	12.11	12.072	12.071	12.122
37	12.109	12.122	12.14	12.158	12.102	12.145	12.147	12.156	12.113	12.074	12.075	12.119
38	12.118	12.121	12.139	12.158	12.101	12.145	12.147	12.155	12.114	12.07	12.072	12.111
39	12.12	12.13	12.142	12.149	12.105	12.146	12.145	12.157	12.122	12.074	12.075	12.114
40	12.119	12.131	12.142	12.148	12.106	12.147	12.146	12.157	12.123	12.08	12.073	12.11
41	12.118	12.129	12.14	12.151	12.106	12.138	12.146	12.155	12.124	12.081	12.071	12.105
42	12.119	12.138	12.139	12.15	12.105	12.135	12.146	12.156	12.125	12.083	12.071	12.103
43	12.122	12.138	12.139	12.149	12.111	12.137	12.145	12.157	12.123	12.082	12.073	12.101
44	12.128	12.138	12.139	12.15	12.119	12.136	12.146	12.153	12.123	12.086	12.073	12.103
45	12.13	12.138	12.139	12.151	12.116	12.134	12.145	12.156	12.123	12.092	12.073	12.103
46	12.127	12.139	12.14	12.149	12.117	12.136	12.148	12.156	12.122	12.093	12.072	12.103
47	12.127	12.141	12.144	12.148	12.118	12.133	12.146	12.157	12.121	12.102	12.074	12.104
48	12.129	12.144	12.149	12.148	12.116	12.136	12.144	12.156	12.122	12.104	12.072	12.102
49	12.129	12.152	12.15	12.142	12.116	12.133	12.147	12.156	12.122	12.103	12.071	12.103
50	12.129	12.151	12.149	12.142	12.116	12.134	12.14	12.154	12.122	12.105	12.073	12.102
51	12.122	12.153	12.155	12.141	12.116	12.135	12.136	12.154	12.121	12.103	12.071	12.102
52	12.119	12.158	12.156	12.142	12.116	12.137	12.137	12.154	12.118	12.106	12.075	12.102
53	12.121	12.157	12.158	12.142	12.116	12.135	12.134	12.155	12.118	12.106	12.083	12.103
54	12.12	12.159	12.16	12.15	12.115	12.136	12.136	12.156	12.121	12.101	12.082	12.103
55	12.121	12.15	12.161	12.148	12.115	12.136	12.135	12.156	12.122	12.103	12.085	12.104

표 5 DUPIC 6차 핵연료봉의 직경측정 Data(계속)

56	12.119	12.15	12.169	12.149	12.115	12.138	12.135	12.156	12.122	12.098	12.092	12.102
57	12.12	12.149	12.17	12.149	12.115	12.135	12.127	12.153	12.124	12.097	12.093	12.104
58	12.119	12.149	12.17	12.154	12.116	12.137	12.127	12.145	12.123	12.092	12.095	12.102
59	12.119	12.149	12.169	12.159	12.115	12.137	12.127	12.147	12.123	12.094	12.095	12.103
60	12.12	12.147	12.178	12.158	12.116	12.137	12.127	12.147	12.122	12.091	12.095	12.102
61	12.119	12.151	12.179	12.162	12.116	12.145	12.126	12.146	12.122	12.093	12.094	12.104
62	12.12	12.147	12.18	12.16	12.117	12.138	12.126	12.138	12.121	12.094	12.093	12.104
63	12.123	12.148	12.179	12.164	12.115	12.135	12.133	12.138	12.124	12.092	12.092	12.101
64	12.123	12.146	12.18	12.169	12.115	12.137	12.13	12.138	12.113	12.087	12.091	12.103
65	12.129	12.141	12.18	12.17	12.117	12.136	12.132	12.135	12.115	12.085	12.093	12.102
66	12.129	12.141	12.169	12.17	12.115	12.135	12.131	12.131	12.114	12.092	12.09	12.102
67	12.13	12.141	12.169	12.18	12.115	12.134	12.133	12.127	12.112	12.093	12.088	12.103
68	12.13	12.139	12.17	12.178	12.116	12.143	12.129	12.125	12.113	12.092	12.088	12.107
69	12.13	12.14	12.17	12.178	12.116	12.146	12.128	12.127	12.112	12.091	12.092	12.103
70	12.129	12.139	12.169	12.18	12.117	12.145	12.131	12.125	12.112	12.089	12.092	12.102
71	12.129	12.14	12.168	12.18	12.116	12.155	12.129	12.128	12.113	12.082	12.092	12.1
72	12.14	12.138	12.169	12.178	12.117	12.156	12.129	12.135	12.112	12.083	12.092	12.102
73	12.14	12.14	12.171	12.179	12.115	12.155	12.131	12.137	12.112	12.076	12.095	12.093
74	12.141	12.141	12.17	12.179	12.116	12.157	12.134	12.135	12.112	12.073	12.093	12.092
75	12.147	12.139	12.171	12.179	12.115	12.155	12.133	12.137	12.111	12.072	12.095	12.092
76	12.149	12.144	12.178	12.178	12.117	12.156	12.136	12.136	12.112	12.072	12.099	12.091
77	12.151	12.14	12.169	12.171	12.116	12.156	12.135	12.136	12.112	12.073	12.102	12.094
78	12.151	12.139	12.17	12.172	12.117	12.156	12.147	12.136	12.105	12.071	12.099	12.093
79	12.151	12.137	12.171	12.172	12.118	12.155	12.15	12.134	12.105	12.063	12.097	12.093
80	12.152	12.14	12.165	12.17	12.117	12.156	12.156	12.135	12.104	12.062	12.096	12.092
81	12.149	12.14	12.164	12.174	12.117	12.157	12.157	12.134	12.105	12.063	12.093	12.1
82	12.148	12.146	12.164	12.174	12.117	12.157	12.155	12.137	12.104	12.063	12.092	12.103
83	12.15	12.148	12.165	12.172	12.116	12.156	12.16	12.138	12.106	12.065	12.094	12.103
84	12.151	12.147	12.164	12.171	12.118	12.155	12.16	12.136	12.104	12.064	12.094	12.102
85	12.149	12.149	12.164	12.169	12.117	12.156	12.162	12.146	12.104	12.064	12.081	12.105
86	12.151	12.149	12.163	12.17	12.116	12.156	12.163	12.148	12.111	12.062	12.082	12.101
87	12.149	12.148	12.17	12.17	12.108	12.156	12.161	12.145	12.114	12.063	12.081	12.103
88	12.151	12.15	12.169	12.169	12.107	12.156	12.158	12.148	12.112	12.062	12.076	12.093
89	12.148	12.148	12.172	12.169	12.107	12.156	12.157	12.154	12.111	12.061	12.072	12.092
90	12.151	12.148	12.17	12.161	12.108	12.155	12.156	12.154	12.114	12.063	12.075	12.092

제 3 장 결 론

조사재시험시설 M1 핫셀에 설치되어 있는 비파괴 시험장비를 다시 업그레이드하였다. 기존에 사용되던 DOS 체제의 운전방식을 Windows-XP 운영체제로 다시 바꾸었으며 모든 프로그램을 자동화할 수 있도록 설계하였다.

측정자료는 자동으로 그래프가 그려지는 실시간 저장방식 및 출력형식을 다양하게 설계하였다. 2006년 10월부터 업그레이드 작업이 수행되어 시험가동 및 실제 운영에 문제가 없이 정상운전이 될 때까지 2개월의 시간이 소요되었고 일부 조정판 및 컴퓨터 프로그램 개발로 인해 현재는 제원측정시험이 정상적으로 잘 운영이 되고 있다. DUPIC 핵연료봉의 측정시험 결과, 1/100 mm까지 측정할 수 있음을 확인하였다.

앞으로 와전류 측정장비가 설치될 예정으로 장비 업그레이드시 와전류 측정까지 가능하도록 하드웨어와 소프트웨어를 설계하였다. 아직까지 와전류 측정장비에 대한 예비시험은 이루어지지 않았지만 2007년경에 와전류 장비를 설치하여 시험할 계획이다.

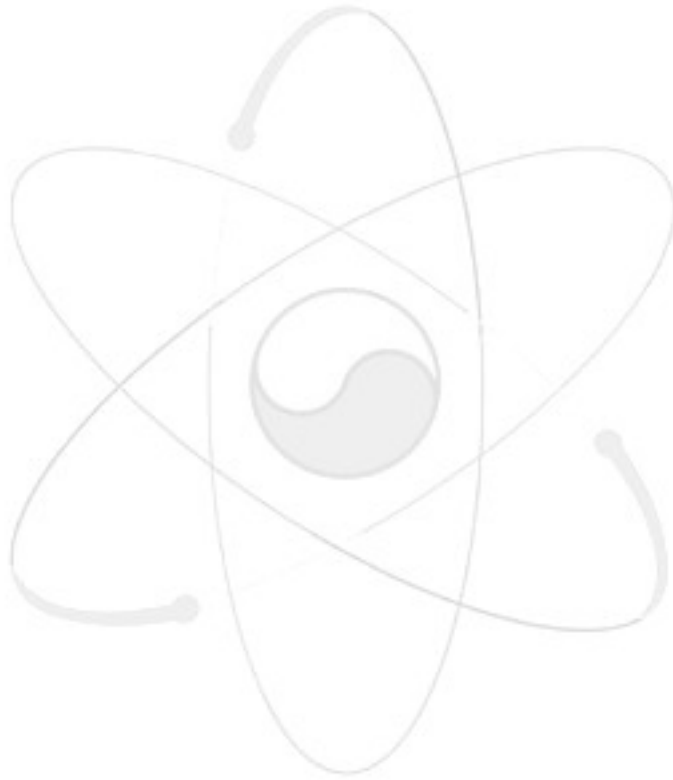
제 4 장 참고문헌

- [1] 김태연 외 4명, "하나로 핵연료에 대한 찻수측정 기술개발", KAERI/TR-1098/98, 한국원자력연구소(1998)
- [2] KMTS 업그레이드 매뉴얼
- [4] "SYSTEM 10 Guidebook", Daytronic Co. Part No. 92000(1986)

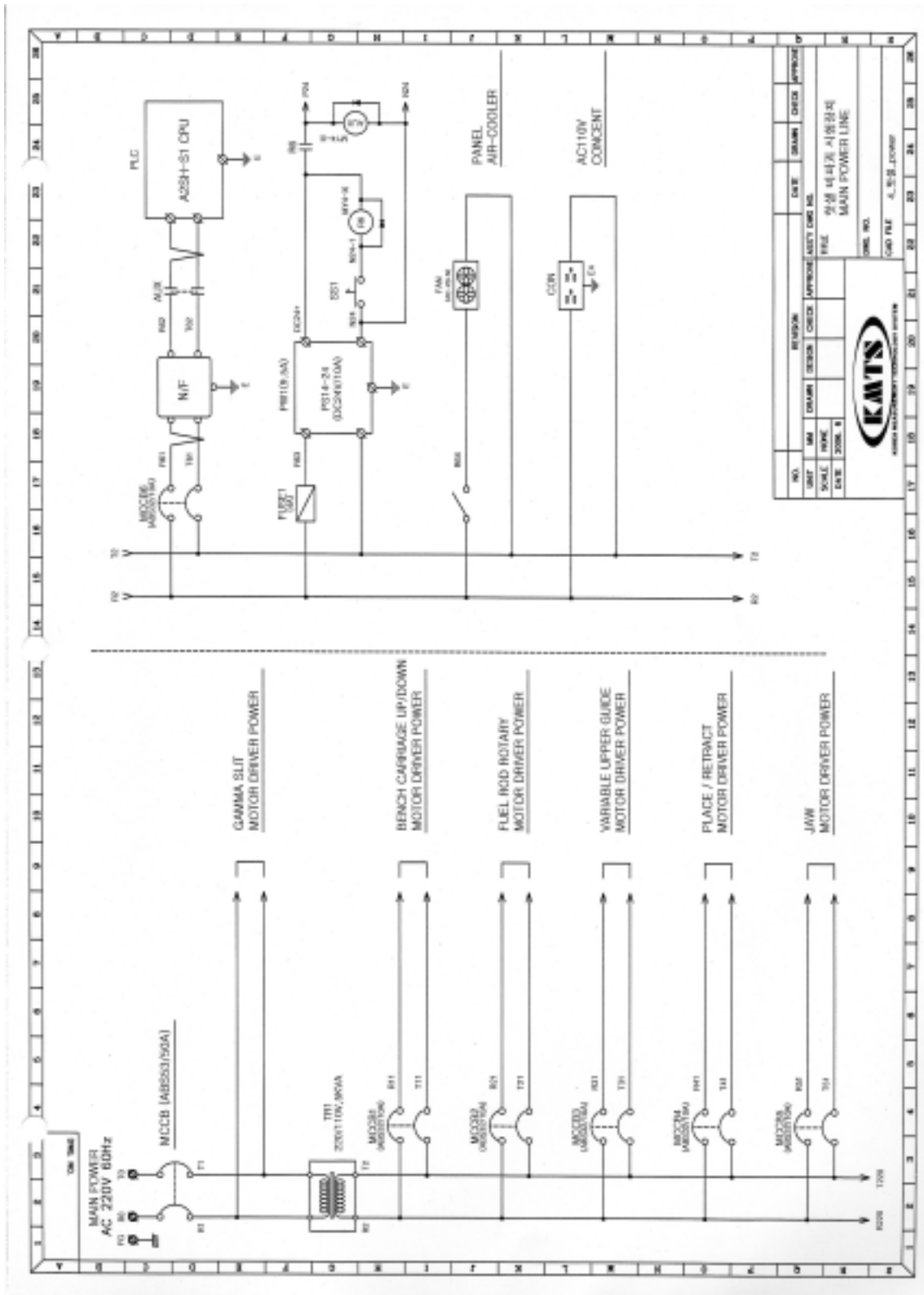
부 록

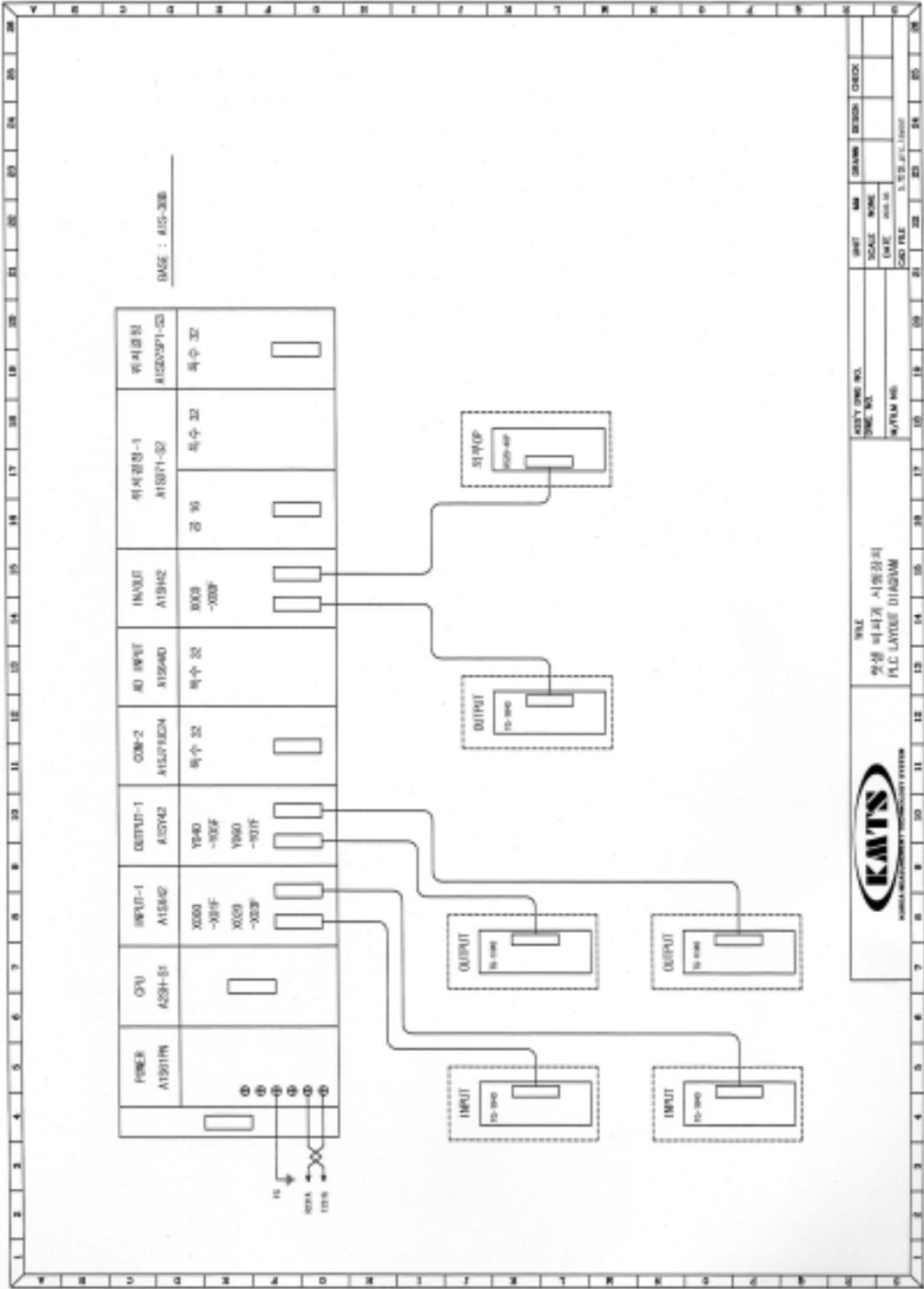
■ PLC 판넬 전기 계통도

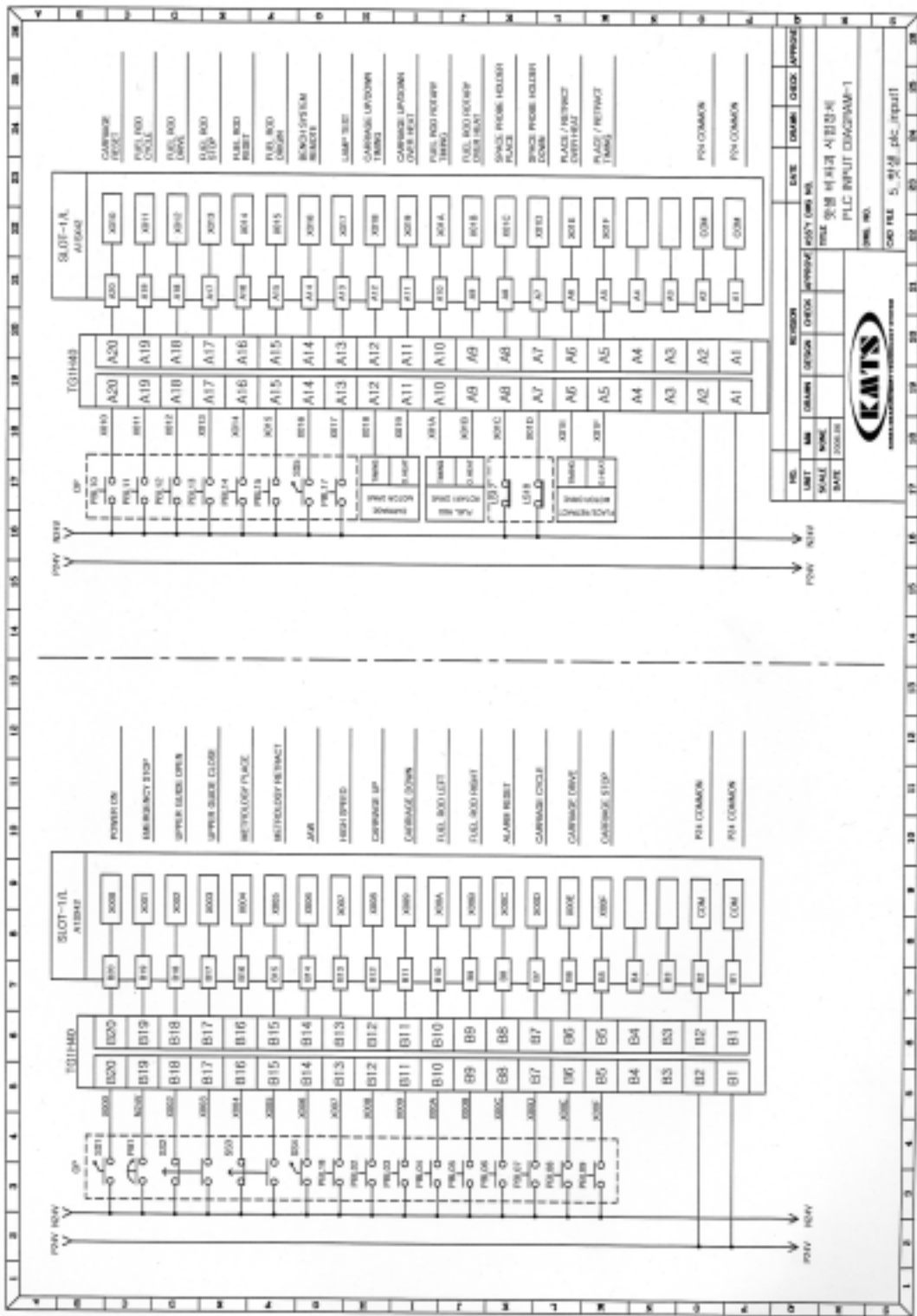
■ 벤치구동 리미트 설치 및 작동관련 내용

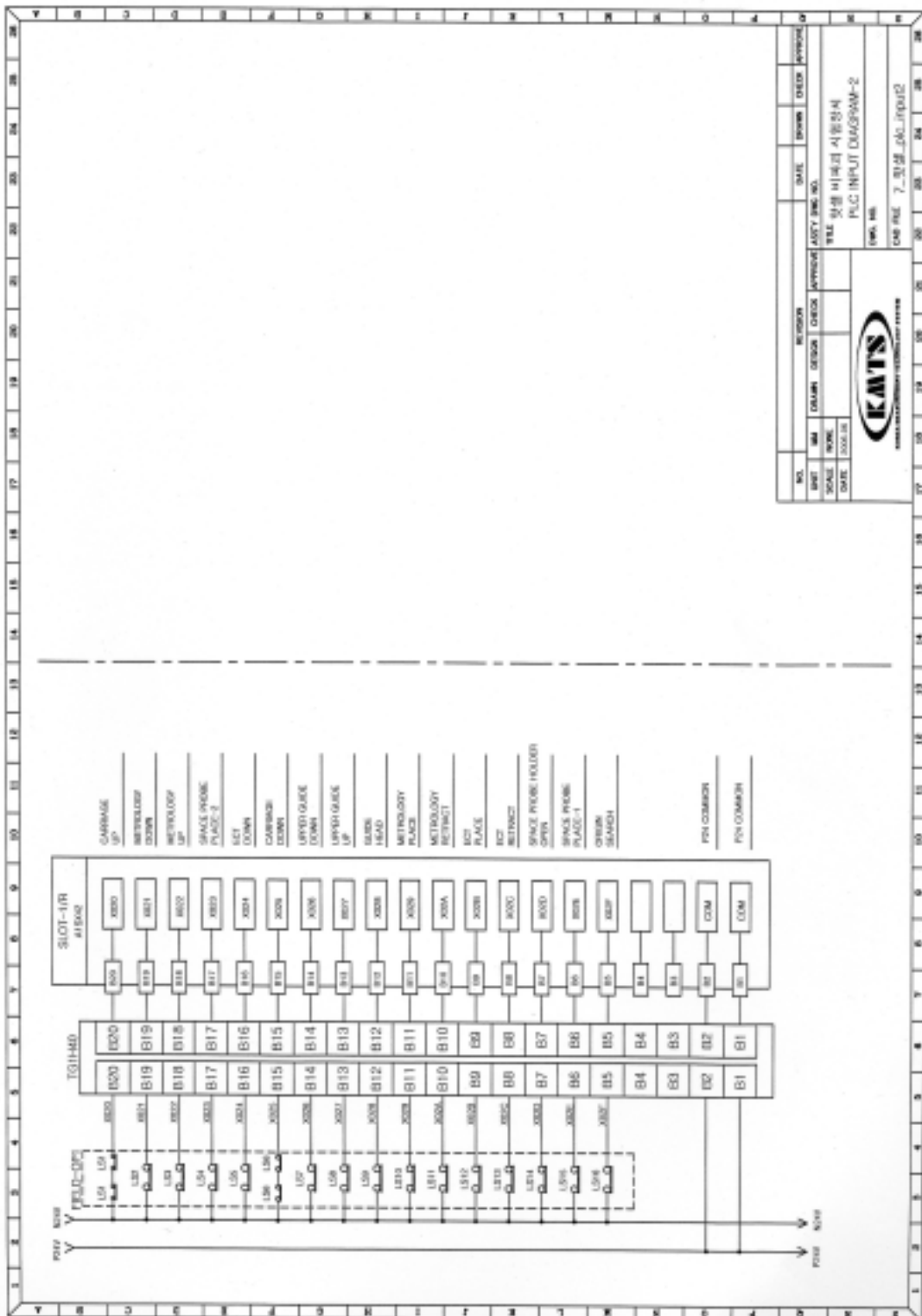


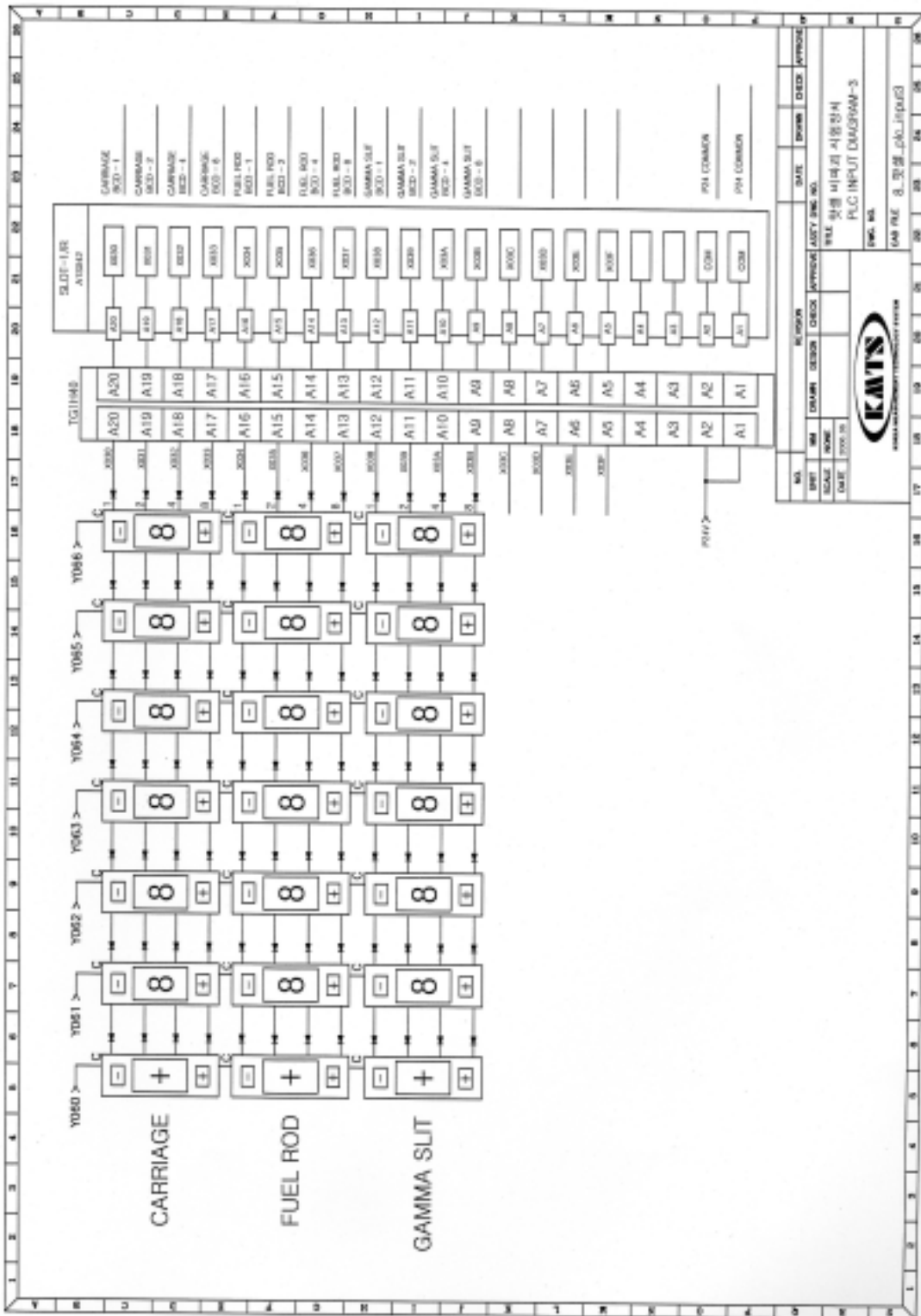
■ PLC 판넬 전기 계통도

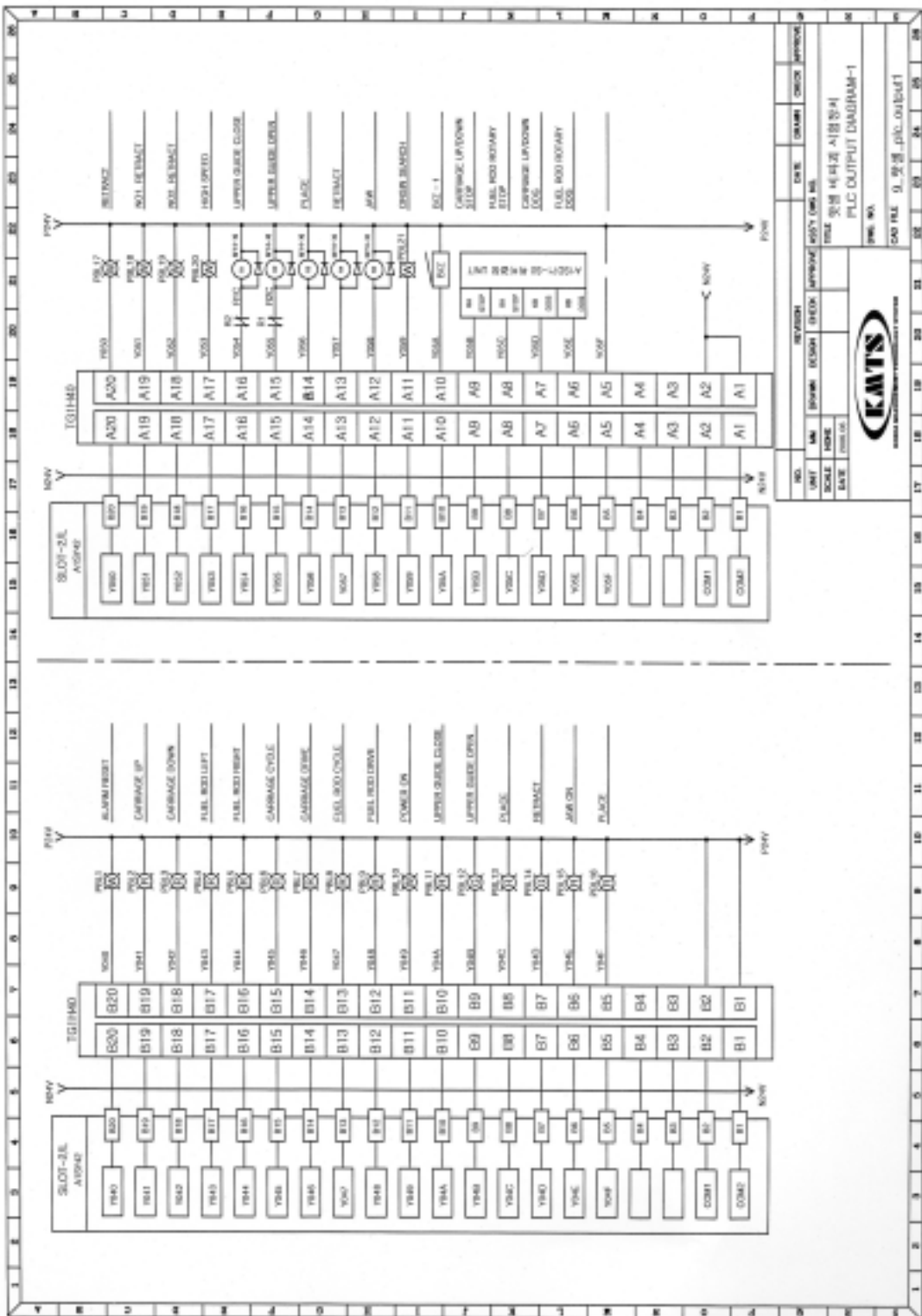


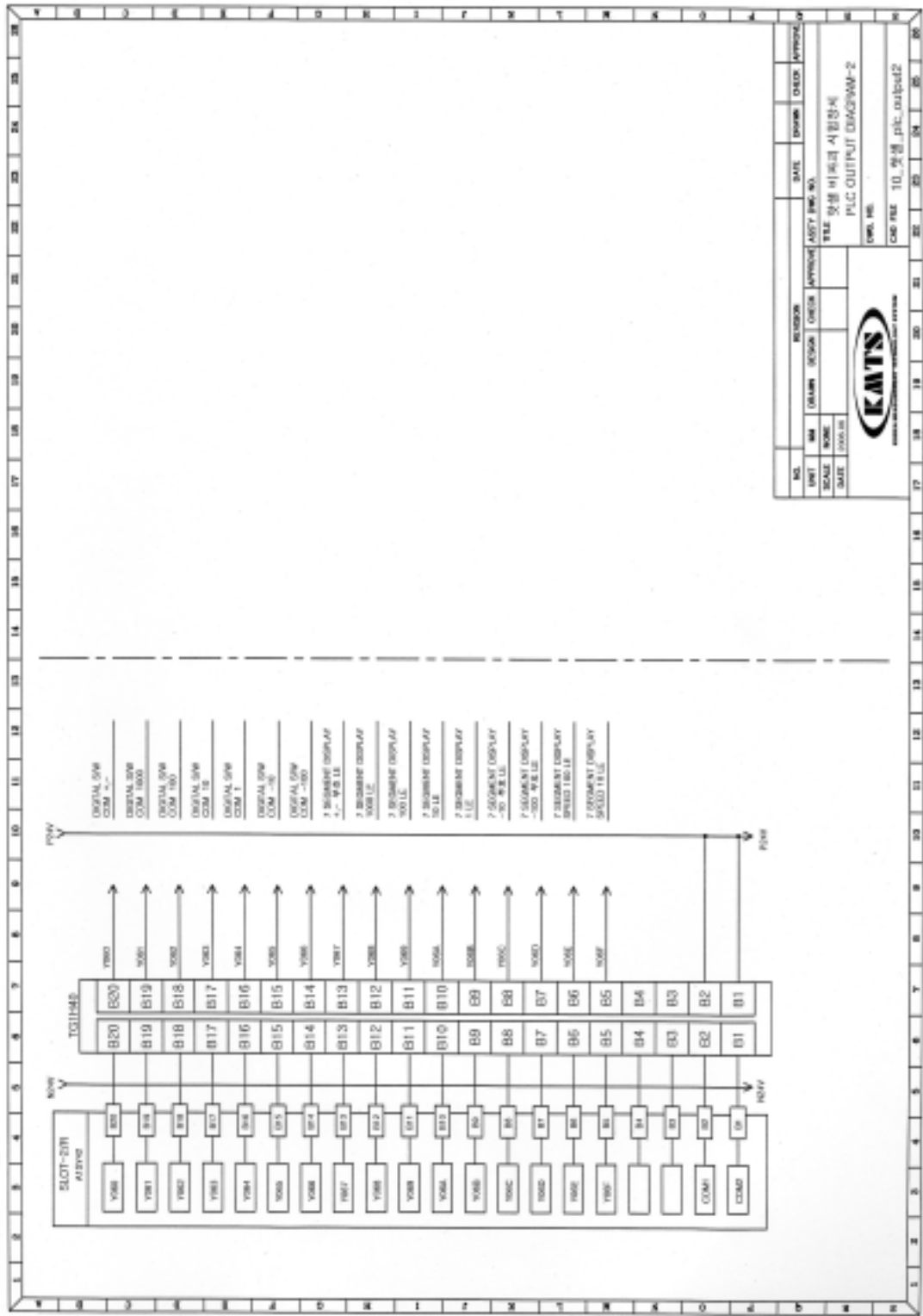




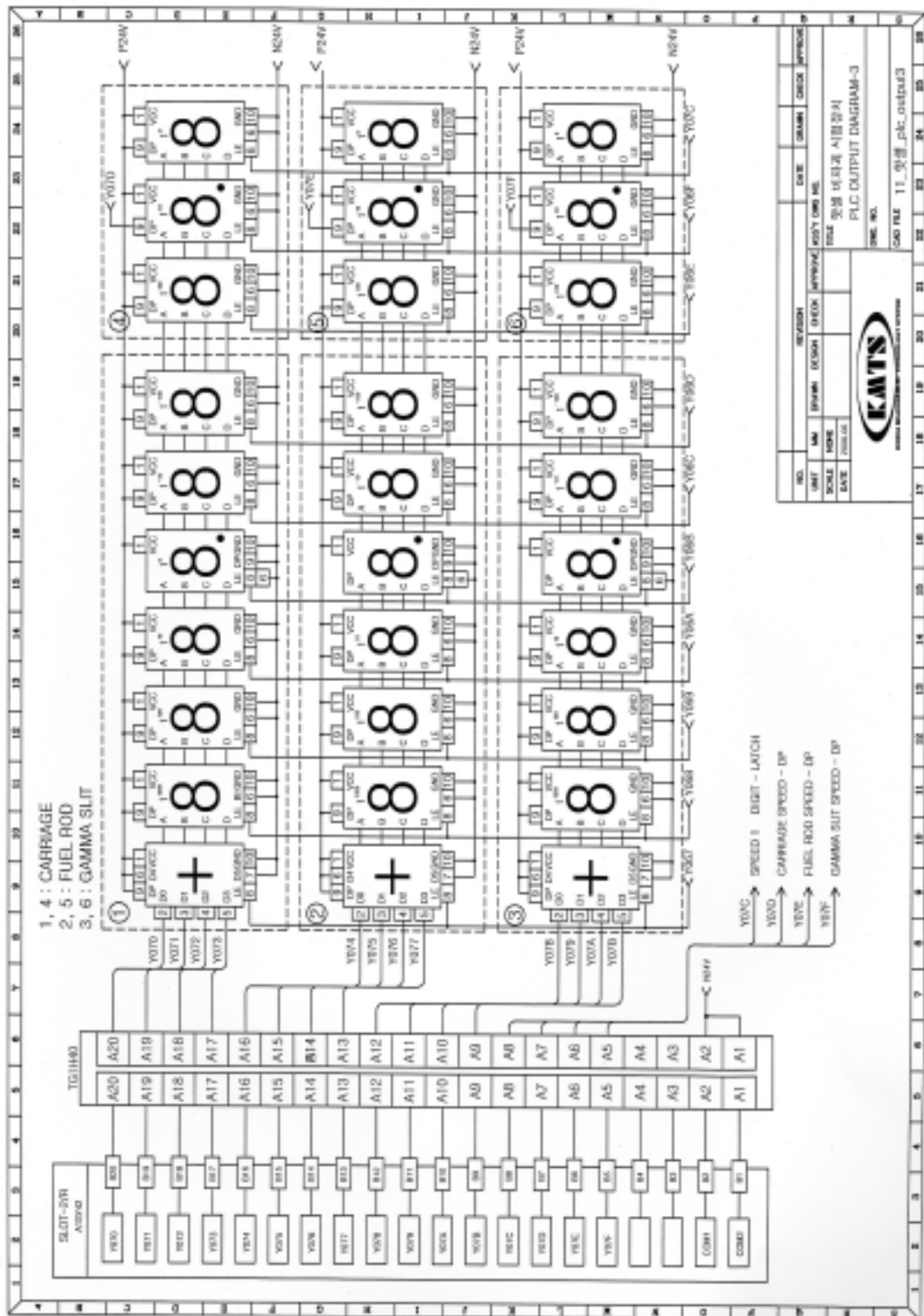


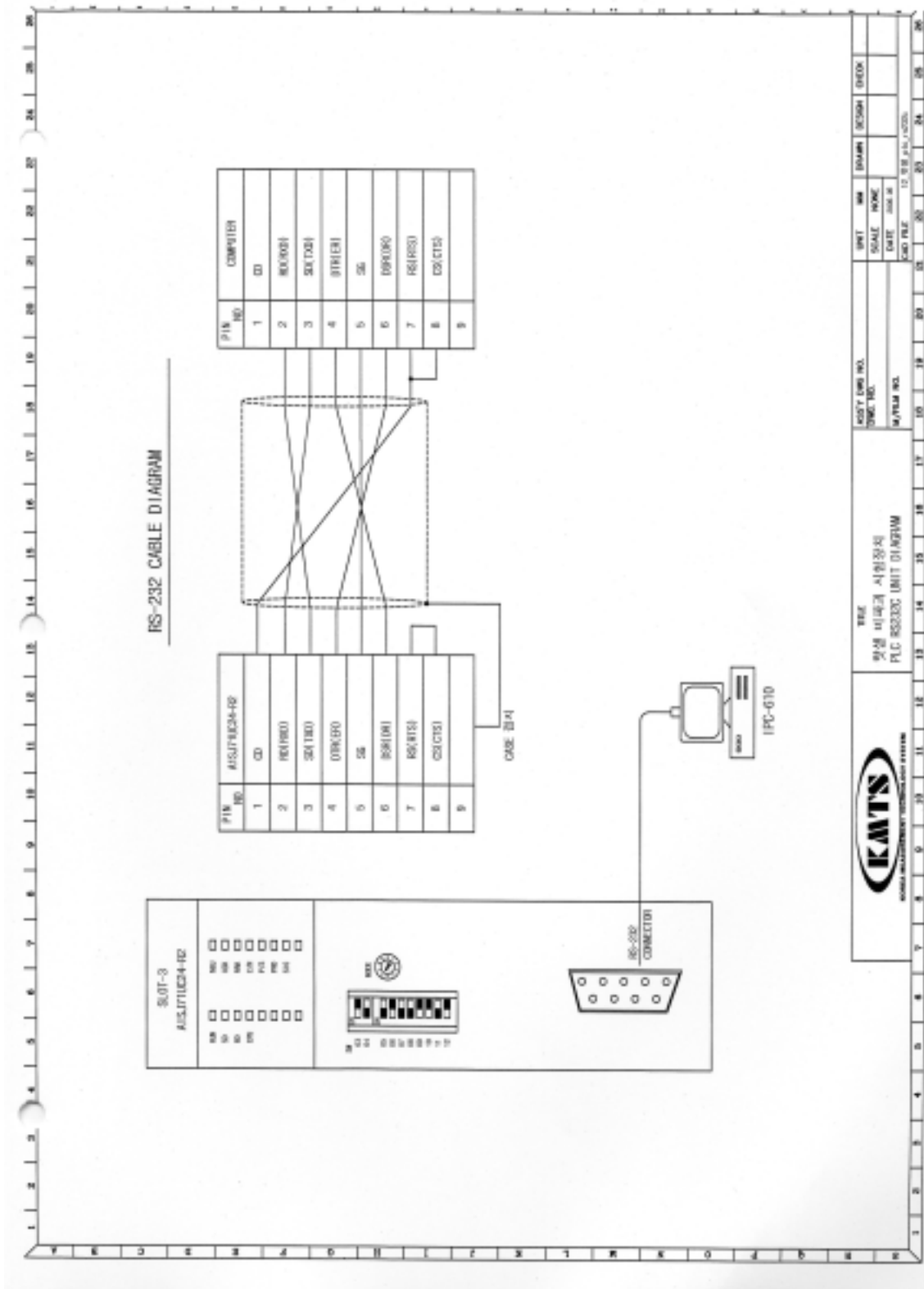


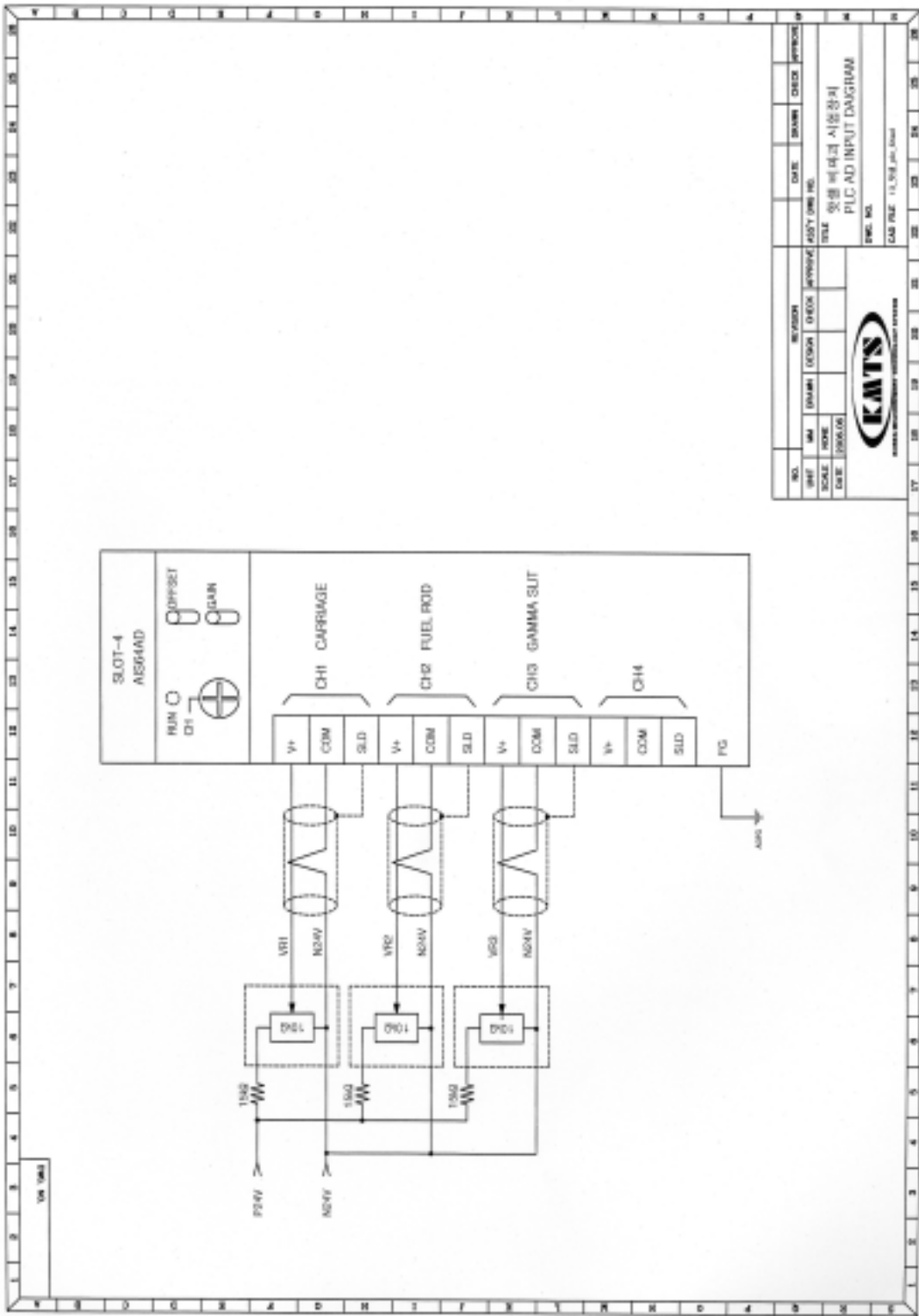




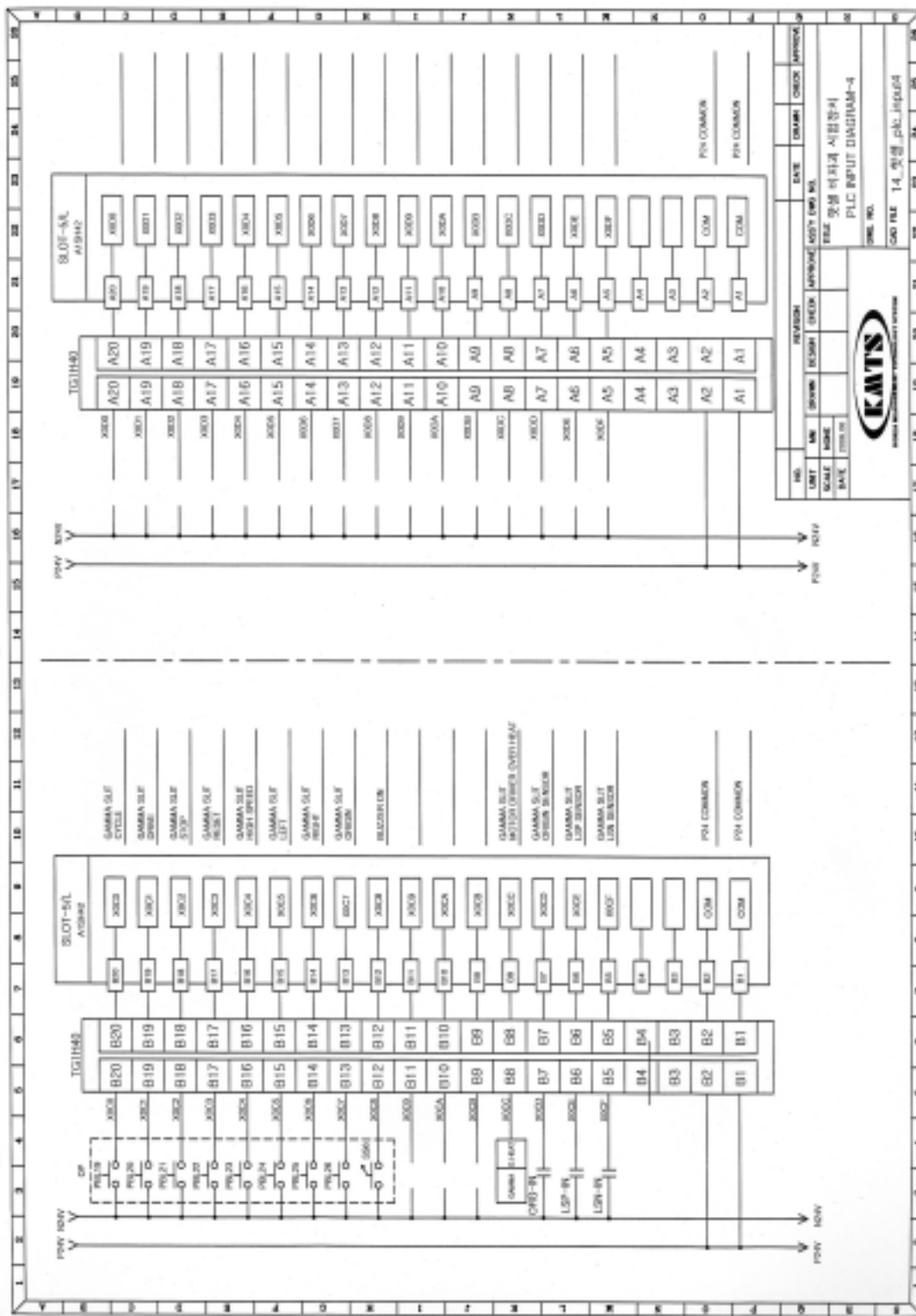
NO.	REV.	REVISION	DATE	DRWN	DESD	APPROV.
UNIT	MM	CALLNO	REVNO	CHGR	APPROVAL	ASSTY INC. NO.
SCALE	SIZE	DATE	1/20/08			
						TEL 02-816-4183-4 PLC OUTPUT DIAGRAM-2 DWG. NO.
						CAD FILE 10_04출력_plc_output2

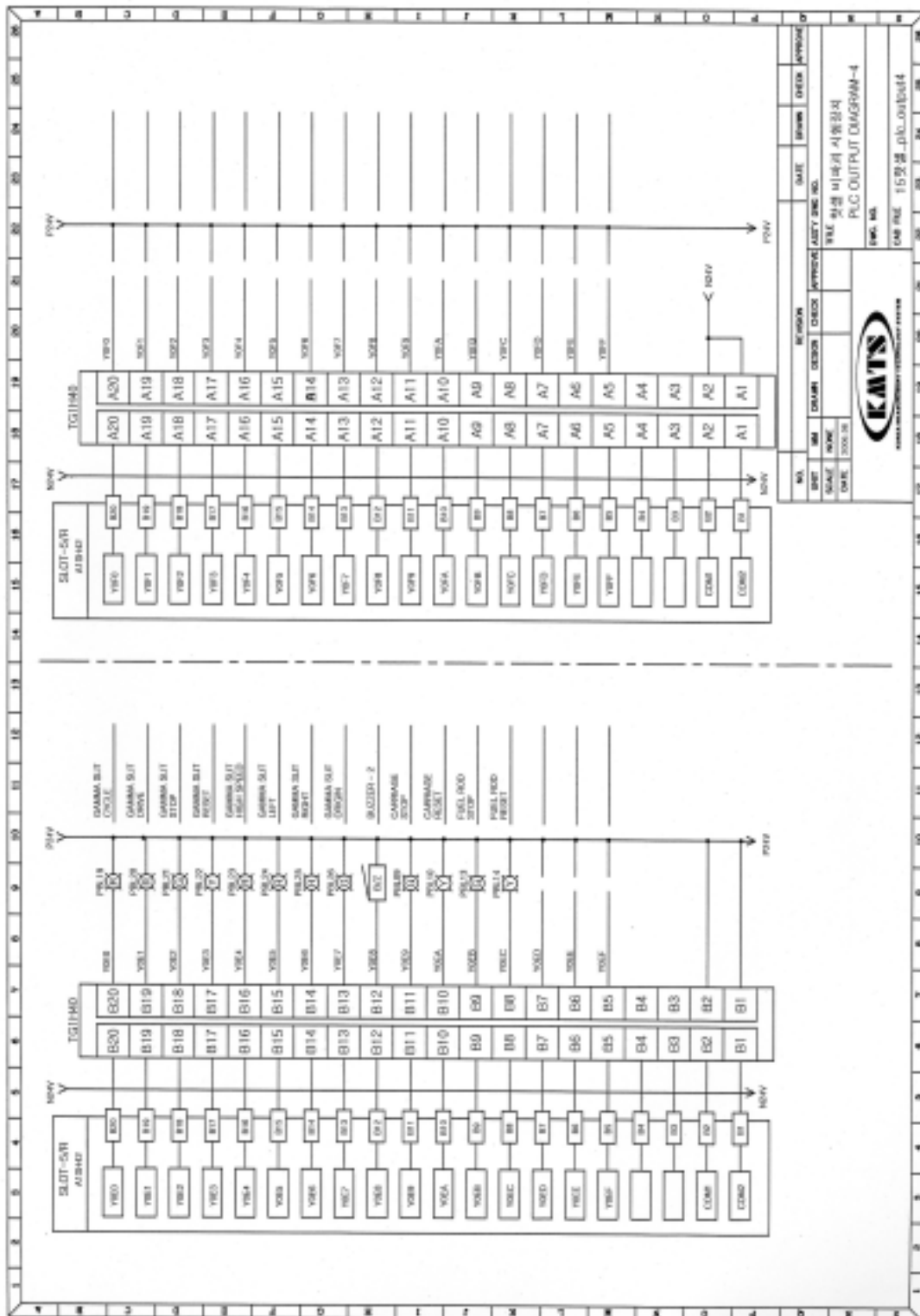


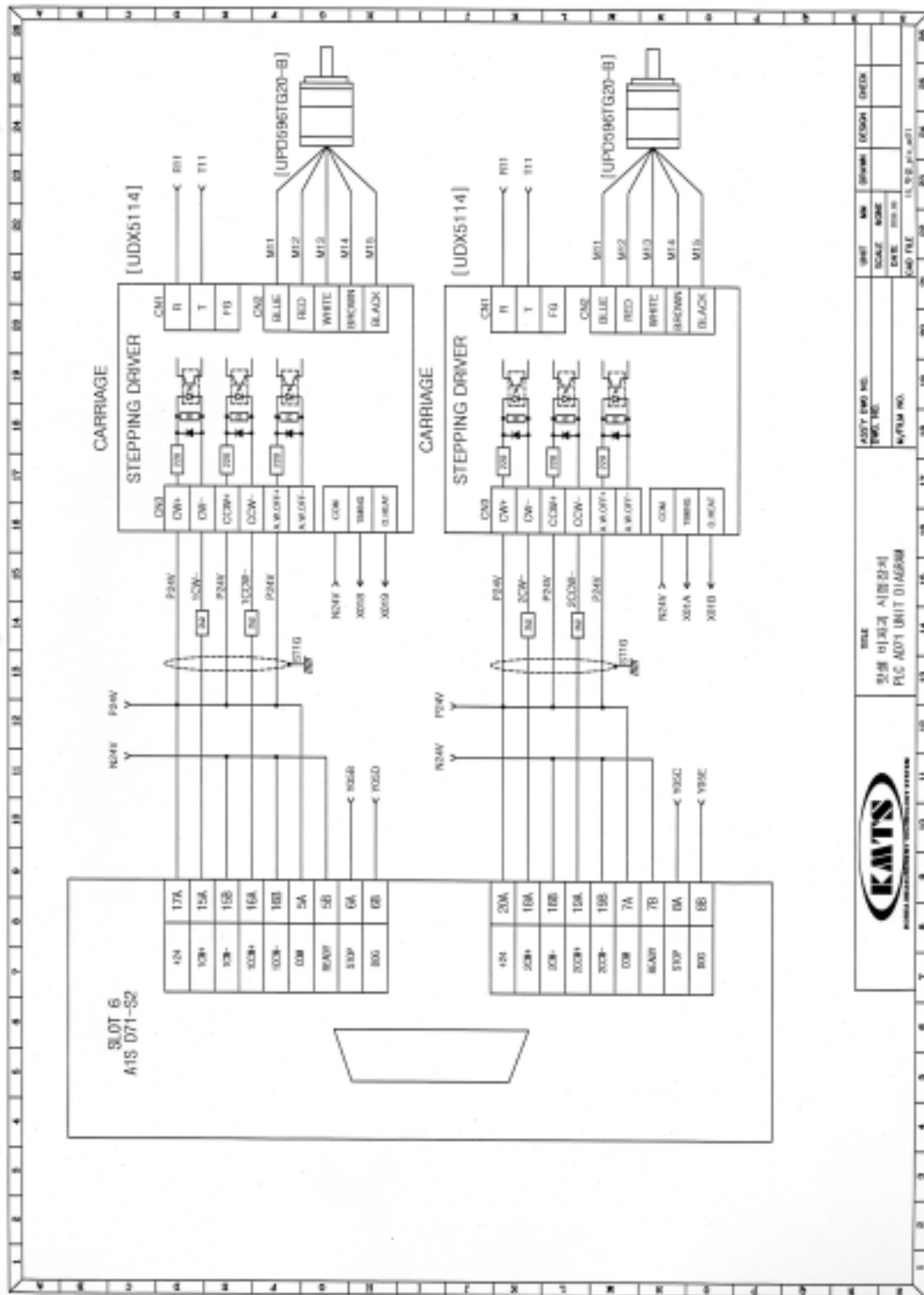


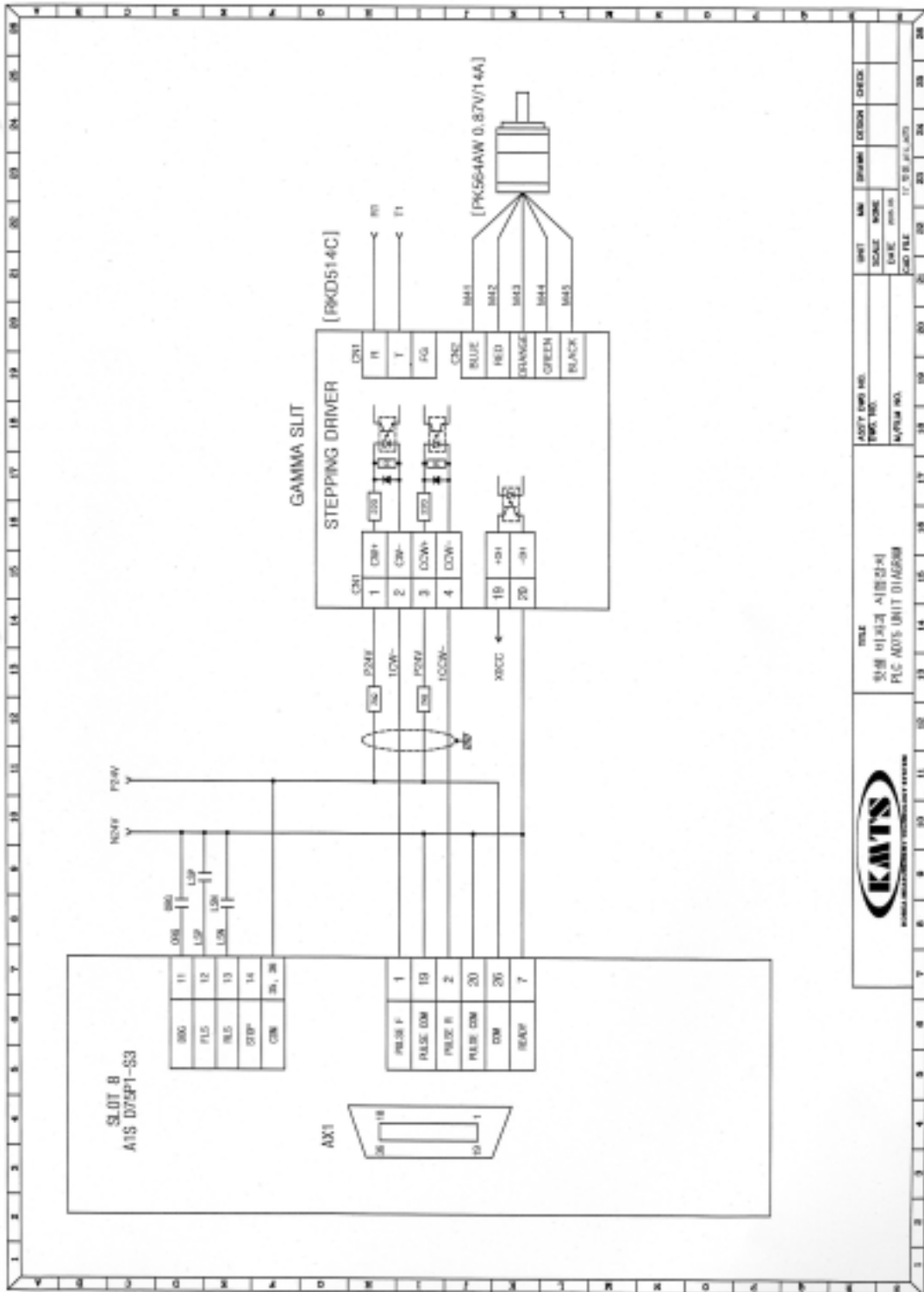


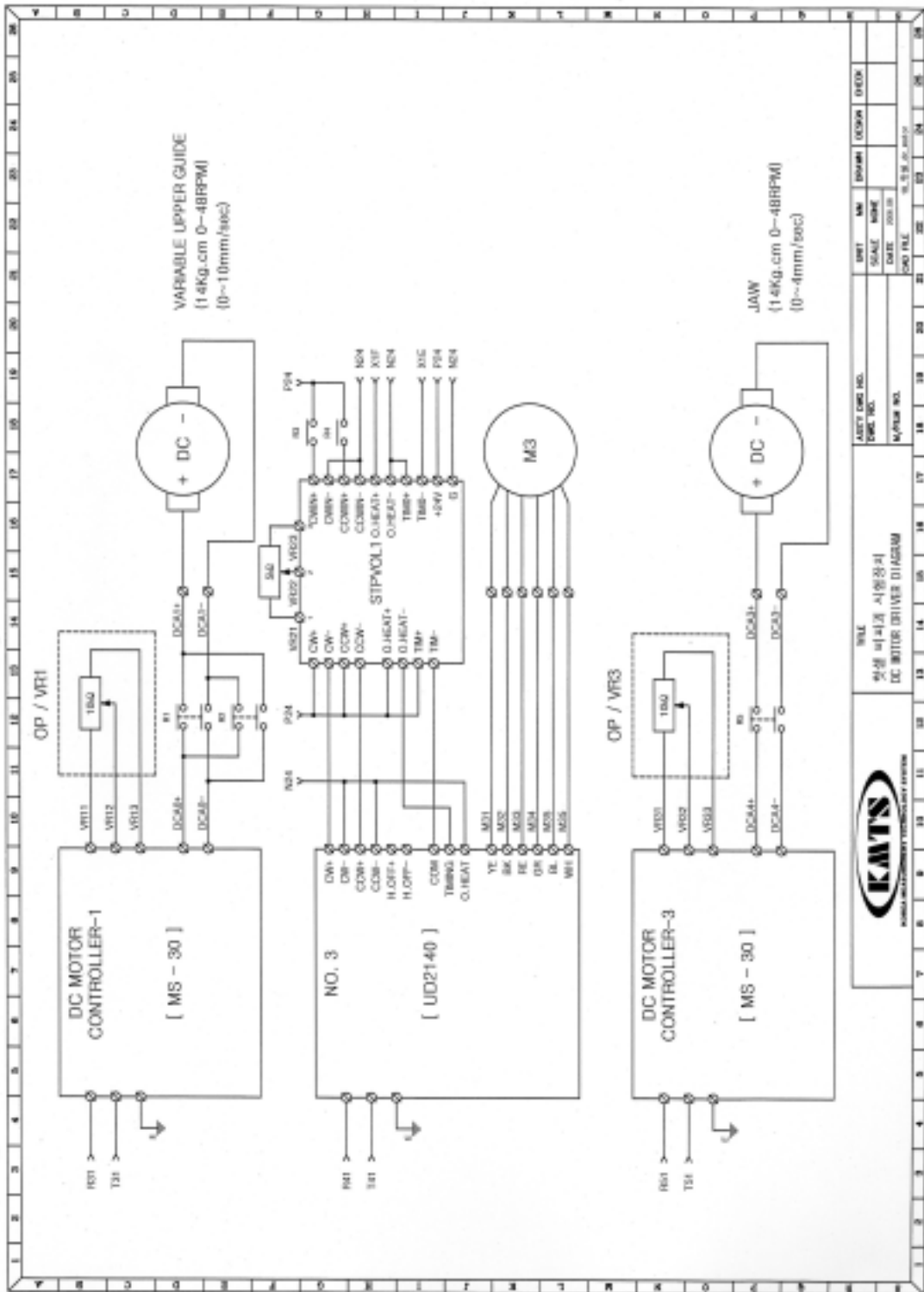
NO.	REV.	REVISION	DATE	DRAWN	CHECK	APPROVED
DATE	SCALE	NO. OF SHEETS	TOTAL SHEETS	PROJECT NO.	PROJECT NAME	PROJECT LOCATION
DATE	SCALE	NO. OF SHEETS	TOTAL SHEETS	PROJECT NO.	PROJECT NAME	PROJECT LOCATION
 KATS KOREAN AUTOMATIC TEST SYSTEMS						
100% QUALITY ASSURANCE						









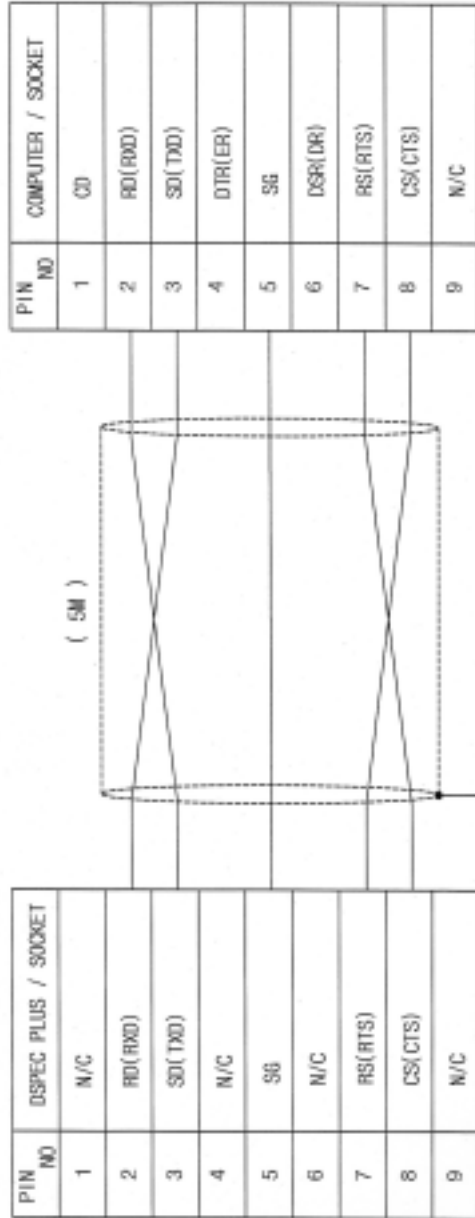


FILE
작성 일자: 2019.03.21
IC MOTOR DRIVER DIAGRAM



ASST. ENG. NO.	UNIT	MM	DRW. NO.	CHECK
ENG. NO.	SCALE	NAME		
DATE	CHK. IN.			
CHK. FILE	DATE	NO. OF REV.		

RS-232 CABLE DIAGRAM



CASE 접지



TITLE
 장비 시험용 시퀀스 다이어그램
 MEASUREMENT SEQUENCE DIAGRAM

SHEET ONE NO.	UNIT	MM	DRAWN	DESIGN	CHECK
DWG. NO.	SCALE	DATE			
DATE	DATE	DATE			
DATE	DATE	DATE			
DATE	DATE	DATE			

■ 벤치구동 리미트 설치 및 작동관련 내용

II. 각 LIMIT S/W 동작 설명

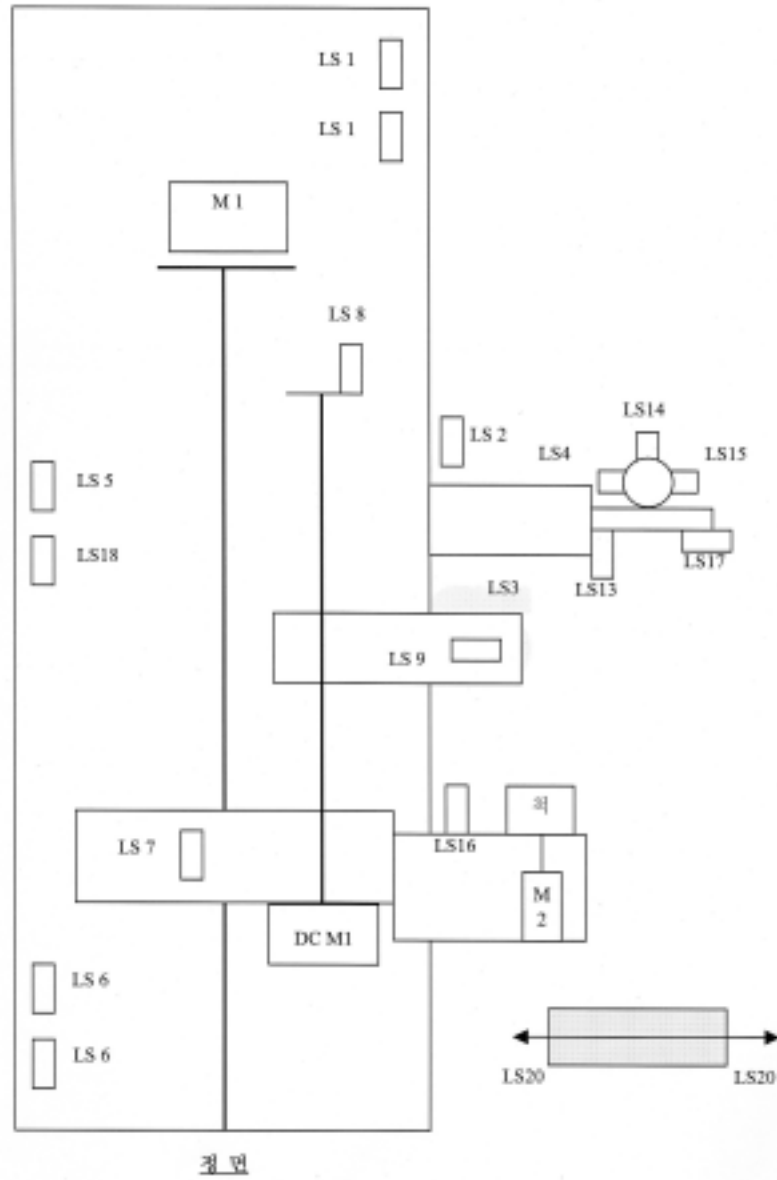
- LS 1 --- BENCH가 위쪽(UP)으로 이동할 때의 상한 LIMIT. (LIMIT가 ON 되면 BENCH MOTOR 와 UPPER GUIDE MOTOR 가 상부(UP) 이동을 방지, 반대방향인 하부(DOWN)이동 가능)
- LS 2 --- BENCH가 상부에서 하부로 이동할 때 제원측정장치가 전진되어 있는 경우 이 LIMIT S/W에 의해 정지한다.
- LS 3 --- BENCH가 하부에서 상부로 이동할 때 제원측정장치가 전진되어 있는 경우 이 LIMIT S/W에 의해 정지된다.
- LS 4 --- STAGE PROBE2가 PLACE 된 경우 동작.
- LS 5 --- 와전류 시험 장치가 앞으로 나와 있을 때 BENCH가 하부에서 상부로 이동할 때 부딪힘을 방지하는 LIMIT.
- LS 6 --- 벤치가 아래쪽(DOWN)으로 이동할 때의 하한 LIMIT. (LIMIT가 ON 되면 BENCH MOTOR 와 UPPER GUIDE MOTOR 가 하부(DOWN) 이동을 방지, 반대 방향인 상부(UP) 이동 가능)
- LS 7 --- UPPER GUIDE 하한 LIMIT. (UPPER GUIDE 밑 부분과 BENCH 윗 부분과의 부딪힘을 방지)
- LS 8 --- UPPER GUIDE 상한 LIMIT.
- LS 9 --- 인코딩 글단이 UPPER GUIDE HEAD에 닿았을 때 상한 LIMIT.
- LS10 --- 제원측정장치가 PLACE 위치로 이동하였을 때 LIMIT.
- LS11 --- 제원측정장치가 RETRACT 위치로 이동하였을 때 LIMIT.
- LS12 --- 와전류 장치가 PLACE 위치로 이동하였을 때 LIMIT.
- LS13 --- 와전류 장치가 RETRACT 위치로 이동하였을 때 LIMIT.
- LS14 --- 와전류에 시료가 장착된 확인용 LIMIT
- LS15 --- SPACE PROBE1이 PLACE 된 경우 동작.
- LS16 --- 척의 원점을 감지하는 LIMIT.
- LS17 --- 와전류 장치 (PROBE) 장착 확인용 LIMIT.
- LS18 --- 와전류 시험 장치가 앞으로 나와 있을 때 BENCH가 하부에서 상부로 이동할 때 부딪힘을 방지하는 LIMIT.
- LS19 --- GAMMA SLIT 시험 장치가 우측으로 이동할 때 부딪힘을 방지하는 LIMIT. (LIMIT가 ON 되면 GAMMA SLIT MOTOR 가 우측(RIGHT) 이동을 방지, 반대 방향인 좌측으로 이동 가능)
- LS19 --- GAMMA SLIT 시험 장치가 좌측으로 이동할 때 부딪힘을 방지하는 LIMIT. (LIMIT가 ON 되면 GAMMA SLIT MOTOR 가 좌측(LEFT) 이동을 방지, 반대 방향인 우측으로 이동 가능)

III. ⁶⁰Co 방사선 발생시 조치 사항

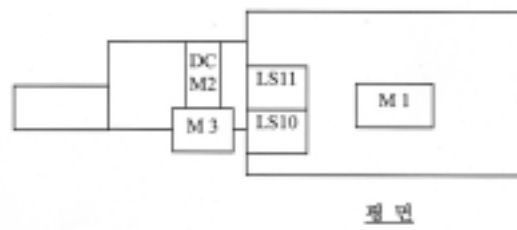
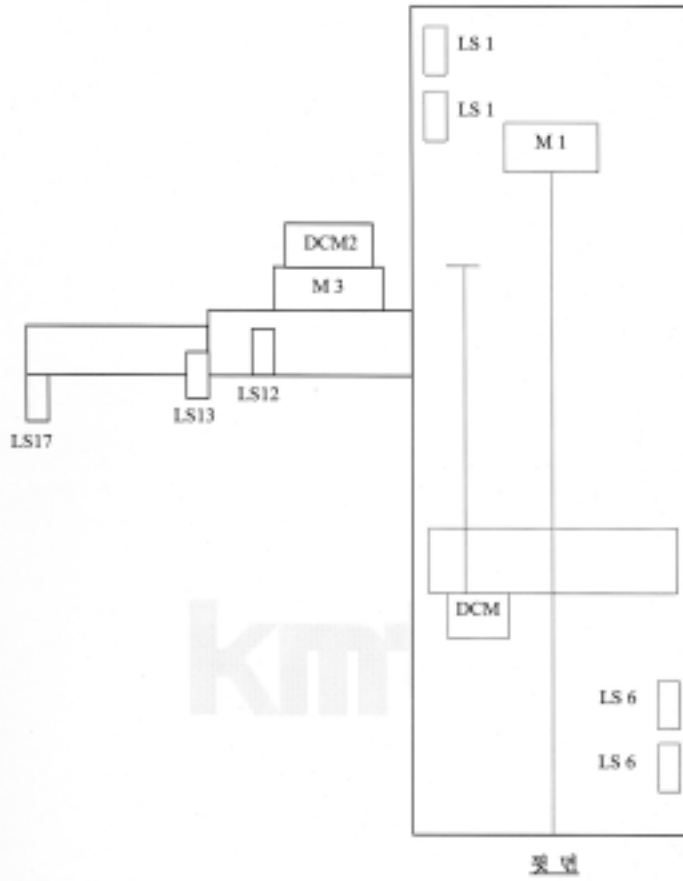
- (1) 먼저 EMERGENCY S/W 를 확인.
 - ON 시 EMERGENCY S/W 를 해제.
 - BENCH POWER P. B S/W 를 ON (ERROR RESET)
- (2) BENCH CONTROL 쪽에 이상이 없을 경우 컴퓨터 CRT 화면을 보고 LIMIT 표시를 확인하여 표시
- (3) ALARM LIST 및 조치 사항

알람 번호	내용	상세(조치 사항)
1	CARRIAGE UP STOP 조건 발생	
2	CARRIAGE DOWN STOP 조건 발생	
3		
4	CARRIAGE 설정 OVER	CARRIAGE 설정값이 초과 설정됨
5	FUEL 설정 OVER	FUEL 설정값이 초과 설정됨
6	GAMMA 설정 OVER	GAMMA 설정값이 초과 설정됨
7		
8	PLC CARD FUSE BLOWN	PLC FUSE 단선 확인
9	PLC BATTERY LOW	PLC BATTERY 저하[교체 요망]
10	EMERGENCY STOP	EMERGENCY SWITCH 동작
11	CARRIAGE DRIVER FAULT	STEPPING DRIVER-1 이상
12	FUEL DRIVER FAULT	STEPPING DRIVER-2 이상
13	AD71 BATTERY ERROR	
14		
15	AD71 CARRIAGE 속 ERROR	CARRIAGE 제어용 AD71 이상
16	AD71 FUEL ROD 속 ERROR	FUEL 제어용 AD71 이상
17	68AD ERROR	PLC 아날로그 입력이상(연락)
18	AD75(GAMMA) ERROR	GAMMA 제어용 AD75 이상
19	GAMMA +OT	
20	GAMMA -OT	
21	GAMMA OVER HEAT	RKD514L-C 이상

IV. 각 LIMIT S/W 위치



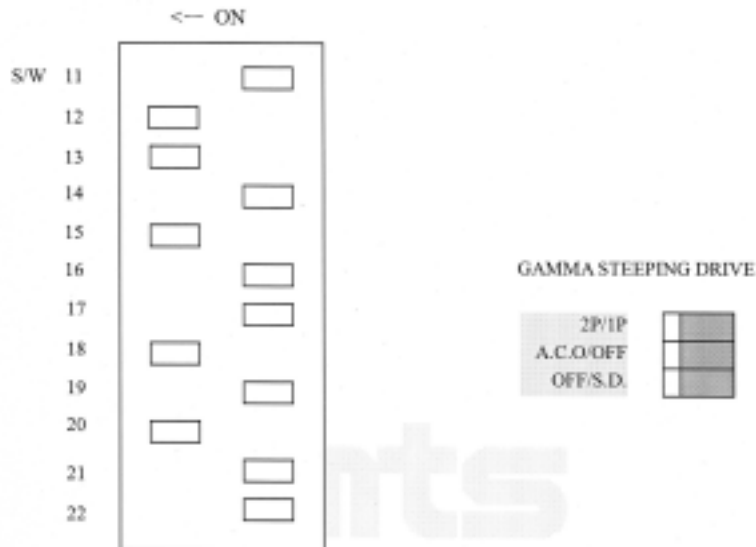
정면



V. 각 CONTROL 의 S/W SETTING 위치

** 자세한 내용은 각각의 매뉴얼을 참고 바람 **

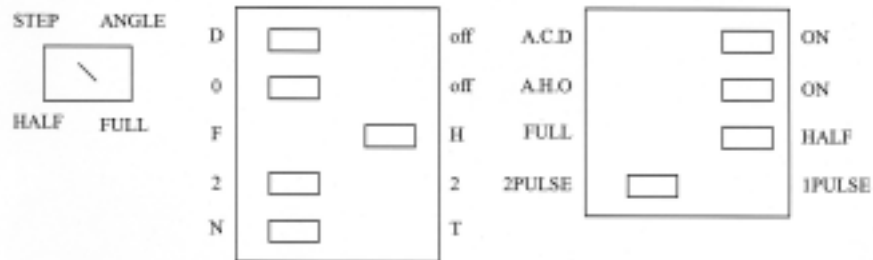
- AJ71C24 S/W 위치



STEPPING DRIVE 1

STEPPING DRIVE 2

STEPPING DRIVE 3



서 지 정 보 양 식

수행기관보고서번호	위탁기관보고서번호	표준보고서번호	INIS 주제코드
KAERI/TR-3423/2007			
제목 / 부제	핫셀내 제원측정장비의 업그레이드 및 핵연료봉 측정기술 개발		
연구책임자 및 부서명	류우석 (조사후시험센터)		
연구자 및 부서명			
김희문 (조사후시험센터) 백승재 (조사후시험센터) 유병옥 (조사후시험센터) 주용선 (조사후시험센터)			
출판지	대전	발행기관	한국원자력연구소
페이지	p. 47	도표	있음(O), 없음()
참고사항			
공개여부	공개(O), 비공개()		보고서종류 기술보고서
비밀여부	대외비(), __ 급비밀		
연구위탁기관			계약번호
초록 (15-20줄내외)	<p>본 조사재시험시설에서는 조사후시험업무를 수행하기 위해 직경측정 시험장비를 1992년도에 설치하였다. 15년이 지난 지금에서의 직경측정 시험장비는 현실적으로 업그레이드를 해야 할 필요성이 있어서 2006년도에 직경측정 및 감마스캐닝의 효율적인 운영을 위해 2개월의 기간을 통해 개조를 하였다. 벤치의 구동과 LVDT를 조정하는 기존의 PLC 패널과 조정판을 부분 개조하여 작동의 편의와 원격제어로 운용할 수 있도록 하였다. 컴퓨터를 통한 제어방식은 오래전 사용했던 DOS 운영체제를 Windows XP 운영체제로 바꾸어 운영자로 하여금 윈도우 환경에서 쉽게 벤치와 기기를 운영할 수 있게 하였다. 따라서 하드웨어적인 벤치 및 측정기기의 전기신호체제를 개선하였고 소프트웨어적으로는 Visual-C를 이용하여 보다 세련된 디자인을 적용하여 프로그램이 벤치와 기기가 연동되도록 하였다.</p> <p>기존에 사용하던 DOS용 컴퓨터 프로그램은 제거하는 한편 LVDT와 전기신호의 보정 및 치수변환장치는 기존의 것으로 사용하였다. 업그레이드 후 지속적인 기기 오작동 시험을 수행하여 지금은 조사후시험업무에 원활하게 수행할 수 있게 되었다. 향후 와전류 장치를 설치하려는 계획이 있어서 업그레이드시 와전류까지 측정할 수 있도록 업그레이드하였다. 그러나 현재까지 와전류 측정 장치를 설치하지 못해서 이에 대한 예비시험이 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 프로그램 및 기기에 대한 와전류 장치의 연동문제가 고려되어야 할 것이며 이에 대해서는 기술적인 연구가 이루어져야 할 것이다.</p>		
주제명키워드 (10단어내외)	제원측정장비, 조사후시험, 비파괴시험, 핫셀, LVDT, 조사재 시험시설		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET

Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.		Standard Report No.		INIS Subject Code	
KAERI/TR-3423/2007							
Title / Subtitle		Technical Development of Dimensional Measurement for Irradiated Fuel Rod after Upgrade of System in Hot-cell					
Project Manager and Department		Woo Seog Ryu (PIE & Radwaste Center)					
Researcher and Department		Heemoon Kim(PIE & Radwaste Center) Seung Je Baik (PIE & Radwaste Center) Byung Ok Yoo (PIE & Radwaste Center) Yong Sun Choo (PIE & Radwaste Center) Woo Seog Ryu (PIE & Radwaste Center)					
Publication Place	Daejeon	Publisher	KAERI		Publication Date	Dec. 2006	
Page	p. 47	Ill. & Tab.	Yes(O), No ()		Size	Cm.	
Note							
Open	Open(O), Closed()						
Classified Document	Restricted(),_Class		Report Type				
Sponsoring Org.				Contract No.			
Abstract		<p>Non-destructive test system was installed at hot-cell(M1) in IMEF(Irradiated Materials Examination Facility) more than 14 years ago for the diametric measurement of fuel rod. But this system must be needed to be remodeled for the effective operations. In 2006, the system was upgraded for 2 months.</p> <p>Some of electronic parts were added in PLC panel, and operating panel was re-designed for the remote control. To operate the fuel bench by computer, AD converter and some I/O cards were installed in computer. All of softwares were developed in Windows-XP system instead of DOS system. Control programs were made by visual-C language.</p> <p>After upgrade of system, operator can control diametric measurement easily. Series of tests were carried out automatically and data of each test were saved continuously.</p> <p>With consideration of ECT(Eddy Current Test) installation, the computer program and hardware were set up as well. But ECT is not installed yet, so we have to check abnormal situation of program and hardware system. It is planned to install ECT in 2007.</p>					
Subject Keywords (About 10 words)		PIE, Non-destructive test, hotcell, Dimensional measurement, LVDT, IMEF					