

핵물질 보장조치를 위한 계량관리 전산화

홍종숙 · 이병두 · 차홍렬 · 최형내 · 박호준

한국원자력연구소

(1990. 8. 23 접수)

요 약

보장조치 대상물질의 효과적인 유지관리를 위하여 국가 및 시설차원의 전산시스템을 개발하였다. 시설차원에서 수기에 의한 최초 데이터 입력으로 계량관리 업무수행에 요구되는 다양한 출력을 얻도록 하였으며 모든 정보교환은 전산매체에 의해 이중부기방식으로 이루어지도록 하여 수기에 의한 데이터 취급을 최소화 하였다. 또한 입력되는 데이터는 전산매체 및 인적인 통제를 거치게 하여 데이터의 정확도를 향상시켰다.

I. 서론

우리나라는 핵무기의 비확산 및 핵기술의 평화적 사용을 목적으로 1975년 4월 핵비확산조약(Non-Proliferation Treaty: NPT)^{(1)~(3)}에 가입한 이후, 동조약 3조에 명시된 핵무기 비보유국에 대한 국제원자력기구(International Atomic Energy Agency: IAEA)의 보장조치 적용의무에 따라 IAEA와 NPT 보장조치협정⁽⁴⁾을 체결하였다. 한-IAEA 보장조치협정은 국내 핵시설과 핵물질에 대한 보장조치 적용대상과 적용방법 및 업무수행에 요구되는 계량정보의 기록과 보고 그리고 사찰등에 관한 사항들을 규정하고 있다.

NPT보장조치 업무수행을 위한 계량관리의 기본개념은 IAEA와의 국제협약에서 요구하는 모든 정보에 대해 정확한 기록과 그 기록에 따른 보고서를 효율적으로 관리하고 유지하는 것이다. 즉 핵물질의 인수, 인도, 폐기, 생성 및 손실등으로 인한 핵물질의 재고변동은 물론, 핵물질의 이동지점과 형태변경 그리고 물질의 원산지에 따른 기록들을 유지하는 한편 IAEA에 대한 보고의무와 관련된 기록일 경우에는 적절한 보고서를 작성하여 제출하는 것이다.

핵물질 재고변동 및 재고현황에 대한 계량정보들

을 보고서로 작성하는 방법은 한-IAEA보장조치협정⁽⁴⁾의 보조약정⁽⁵⁾인 CODE 10과 시설부록에 따라 작성하여야 한다. 보조약정인 CODE 10은 계량관리 보고서에 기록하는 계량정보에 대한 문법적인 형식을 규정하는 것이며, 시설부록은 시설에서 IAEA에 제출한 설계정보서에 따라 IAEA와 협의한 후 작성되는 것으로 시설내에 존재하는 주요측정지점(Key Measurement Point: KMP)별로 핵물질 형태를 지정하고 시설의 계량정보를 IAEA에 제공할 의무사항을 규정하고 있다.

NPT보장조치업무의 수행에서 요구되는 계량정보들은 신속하고 정확하게 처리되어야 하며 이를 위해서는 많은 인력과 시간이 소요된다. 더구나 핵시설들이 새로 건설되거나 규모가 점차적으로 확장될 경우에는 이에 대한 문제가 더욱 심각해 질 수 있다. 이러한 문제점들을 적절히 대처하기 위한 수단으로 IAEA에서는 계량관리를 위한 정보시스템을 개발하여 운영중에 있고 그 이외의 핵선진국이나 개발도상국가들도 IAEA와의 기술협력을 통하여 자발적으로 전산화를 추진하여 왔다. 우리나라도 이와같은 추세에 맞추어 표1과 같이 현재 가동중에 있는 14개의 핵시설은 물론 앞으로 건설이 예상되는 시설들을 고려하여 핵물질 계량관리 전산시스템 개발^{(6)~(8)}하여 1988년 부터 활용하고 있다.

계량관리시스템 개발의 목적은 핵물질 재고변동

표 1. 우리나라 보장조치 적용시설

번 호	시 설 명	물질수지구역	보장조치 적용일시
1	Triga Mark II & III	KO-A	'76. 2. 12
2	고려 1호기	KO-C	'76. 2. 12
3	경희대 교육용 원자로	KO-D	'77. 2. 1
4	중수로 핵연료가공시설	KO-E	'79. 3. 1
5	월성 1호기	KO-F	'82. 9. 22
6	고려 2호기	KO-G	'82. 8. 1
7	고려 3호기	KO-J	'84. 7. 25
8	고려 4호기	KO-K	'84. 7. 25
9	조사후 시험시설	KO-L	'85. 7. 25
10	영광 1호기	KO-M	'85. 5. 30
11	영광 2호기	KO-N	'85. 5. 30
12	울진 1호기	KO-O	'87. 1. 1
13	울진 2호기	KO-P	'88. 12. 1
14	경수로 핵연료가공공장	KO-R	'88. 12. 1

및 형태변화에 따른 제량정보의 작성시 제량관리 담당자의 잘못된 이해나 잘못 입력된 정보에 의해 발생될 수 있는 오류들을 조기에 검색하여 처리하는 한편, 시설내의 장부재고목록과 주요측정지점간 이동상태를 기록, 보존함으로써 정확한 핵물질의 재고관리와 국가 및 시설의 사찰준비에 따른 인력과 시간을 감소시킬 수 있도록 하는 것이다. 또한 구축된 데이터베이스로부터 시설 및 국가체제의 제량관리에 필요한 제량정보들을 수시로 도출할 수 있게하여 제량관리업무를 용이하게 수행할 수 있게 하는 것이다.

II. 전산시스템의 개발

우리나라의 보장조치체제는 단위 물질수지구역으로 구성된 시설체제와 국내 14개 시설에 대한 국가체제의 제량관리로 분리되며 제량관리 전산화는 체제간에 수행되는 업무의 차이점에 따라 각각 개발⁽⁶⁾-⁽⁸⁾되었다.

· 시설체제의 제량관리 업무는 시설내의 핵물질 재고관리 및 이동현황을 파악하는 것으로 시설체제 전산시스템은 시설내에서 발생하는 핵물질 재고변동사항이나 물질수지구역간 이동사항등과 같은 제량정보들을 이용하여 시설체제의 데이터베이스를 구축한다. 구축한 데이터베이스로부터 IAEA에 대한 보고

서 처리 및 시설의 제량관리 업무수행에 필요한 정보들인 핵물질 현황기록부, 물질수지구역간 이동현황, 장부재고목록, 원산지별 핵물질현황등을 파악할 수 있도록 되어 있다.

국가체제의 제량관리업무는 국내 전 시설에 대한 핵물질재고 및 변동사항들을 통제, 관리하는 것으로 국가체제 전산시스템은 각 시설로부터 전송되는 제량정보들을 이용하여 국가체제 데이터베이스를 구축한다. 구축한 데이터베이스로부터 단위시설 또는 전 시설에 대한 핵물질 이동과 재고상태를 나타내는 시설별 핵물질 보유현황, 시설 또는 국내에서 보유하고 있는 핵물질의 원산지별 현황, 그리고 시설의 주요측정지점별 핵물질 현황등과 같이 국가체제의 제량관리에 필요한 정보들을 얻을 수 있다.

시설의 핵물질 제량정보가 국제원자력기구까지 이동되는 단계들은 그림 1과 같으며, NPT보장조치업무를 효과적으로 수행하기 위하여 개발된 제량관리 전산시스템은 대체로 다음과 같은 조건들을 만족하였다.

- 시설과 국가, 국가와 IAEA간에 이동되는 핵물질 제량정보에 대한 데이터 화일의 양식을 일치시켰다.
- 제량정보의 신뢰성 및 정확성을 유지하기 위하여 입력자료는 데이터베이스에 저장되기 전에

CODE 10 및 시설부록 그리고 자료일치성에 따라 발생 가능한 모든 오류들을 검색한 후 오류가 없을 경우에만 데이터베이스에 저장하였다.

인 dBASE III PLUS⁽⁹⁾⁻⁽¹¹⁾와 dBASE III의 호환 소프트웨어인 CLIPPER⁽¹²⁾가 이용되었다. 또한 계량관리 전산시스템을 이용하여 IAEA로 제출된 보고

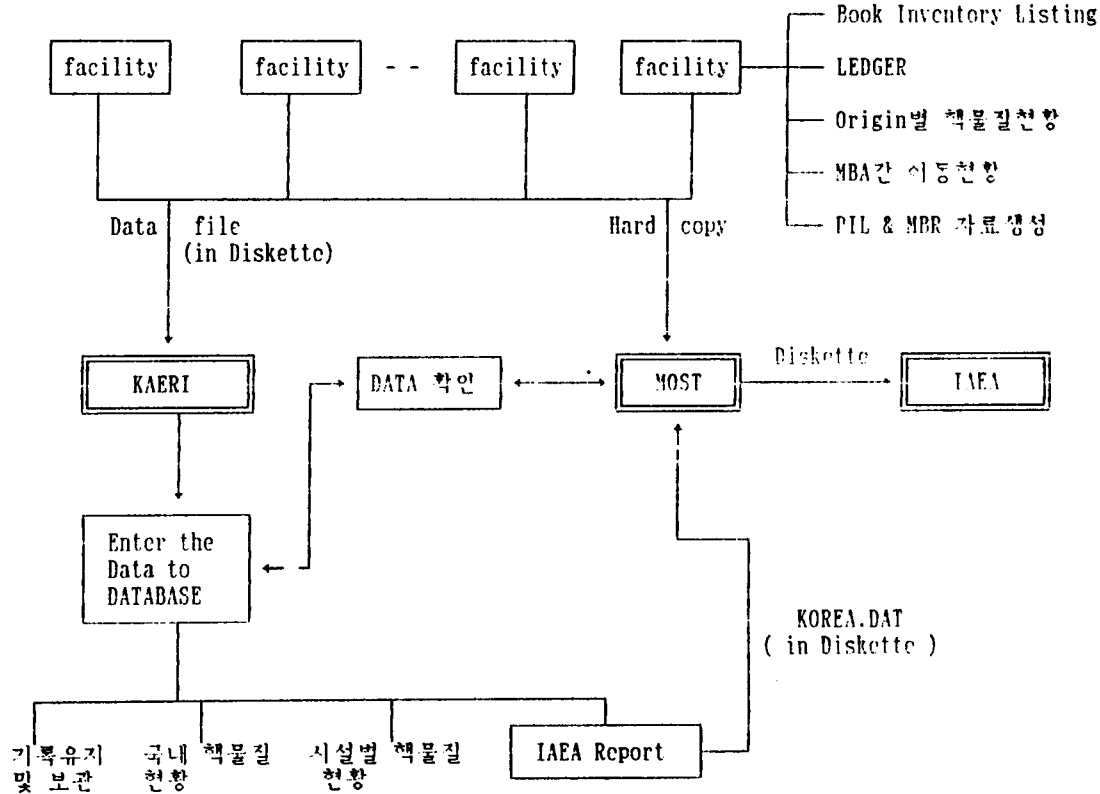


그림 2. 시설체제의 계량관리 전산시스템

- c) 시설내의 재고상태를 파악할 수 있도록 시스템내에서 장부재고목록을 항상 유지하도록 하였다.
- d) 데이터베이스에 저장된 계량정보를 이용하여 시설 및 국가체제의 보장조치 업무수행에 필요한 여러 정보들을 얻을 수 있도록 하였다.
- e) IAEA가 수행하고 있는 재고조사 또는 일반사찰 활동에 효율적으로 대처하기 위하여 시스템내에서 장부상의 물자재고와 물질수지정보를 파악할 수 있도록 하였다.
- f) 기록과 보고체제를 유지하며 대화방법을 통하여 수행의 편리함을 얻었다.
- g) 모든 시설에 대하여 적용할 수 있도록 하였다.

계량관리 전산시스템은 최근 널리 보급된 퍼스널 컴퓨터를 이용하여 개발되었으며, 소프트웨어는 퍼스널컴퓨터에서 가장 일반적으로 사용되는 DBMS

서와 처리된 계량정보현황은 표 2와 같으며, 매년 보고서 제출횟수와 처리되는 양이 증가하는 추세를 보이고 있다.

III. 계량정보의 오류검색

각 시설들은 시설내에서 발생하는 계량정보들을 CODE 10과 시설부록에 명시된 보고서 작성방법과 규정에 따라 재고변동보고서, 물자재고목록, 물질수지보고서들로 분류하여 작성한 후 과학기술처를 통하여 IAEA에 제출하고 있다. IAEA에서는 각 국가들로부터 제공되는 계량정보들을 자체내의 전산시스템을 이용하여 발생가능한 오류들을 검색한 후 이에대한 결과를 해당 국가에 통보하고 있으므로 국제적으로 아국의핵물질 보장조치 업무수행에 대한 신

표 2. IAEA 계량관리 보고서 처리현황

Types of recors	Quantity	88 년도		89 년도		90 년도	
		No. of Reports	No. of Records	No. of Reports	No. of Records	No. of Reports	No. of Records
ICR		43	762	67	1668	65	1860
PIL		28	2124	38	2805	55	4815
MBR		10	141	17	197	15	211
Total		81	3027	122	4670	135	6886

리도를 얻기 위함은 물론, 시설내의 정확한 계량관리정보를 파악하기 위하여 작성된 계량정보가 IAEA에 제출되기 전에 오류의 존재여부를 철저히 검사하여야 한다.

계량관리정보에서 일반적으로 발생가능한 오류의 종류는 보고서 형식에 대한 문법적오류, 시설부록에 따른 핵물질 흐름의 불일치 그리고 핵물질 반입, 반출에 대한 계량정보의 불일치등과 같이 크게 세가지 유형으로 분류될 수 있다. 전산시스템은 계량정보에서 발생가능한 오류를 검색처리하기 위하여 다음과 같이 오류여부를 검사하고 있다.

- 첫째 : 작성된 보고서에 대하여 각 항목별로 CODE 10에 따라 문법적인 형식을 검증.
- 둘째 : 설계정보서에 따른 시설부록과 보고서의 내용이 일치하는가를 검증.
- 셋째 : 데이터베이스에 저장된 자료와 입력되는 자료와의 일치성여부를 검증.

A. CODE 10에 따른 오류검색

핵물질 계량관리보고서는 물질의 양, 재고변동형태, 물질의 형태등과 같이 여러 항목들이 모여 하나의 핵물질상태를 나타내고 있으며, 각 항목들은 CODE 10이 규정한 형식에 따라 작성되어야 한다. 그러므로 전산시스템은 CODE 10에 따라 작성된 계량정보의 항목들에 대한 문법적인 형식을 다음과 같은 방법으로 검사할 수 있다.

- Report No. : 보고서 번호는 중복없이 일련의 숫자로 유지되며 전산시스템내에서 기억하고 있는 번호와의 일치여부를 조사.
- Entry No. : 입력번호는 일련의 숫자로 보고서 번호별로 1에서 99까지 사용함.
- Date : 재고변동날짜가 재고변동기간내의 날짜여부

를 조사

(단 Correction code의 사용시는 예외임)

Inventory Change type : CODE 10에 명시된 재고변동형태에 속하는지의 여부를 조사.
(KMP간의 이동을 위해 "TR"이라는 재고변동형태를 사용)

KMP CODE : 시설부록에 명시된 KMP 범위안의 존재 여부를 조사.

Material Description : Material description코드는 4개의 문자가 모여 핵물질의 물리적, 화학적 형태 그리고 저장된 격납용기와 조사상태등을 나타내고 있으므로 각 코드에 대하여 CODE 10에 명시된 형태와의 일치여부를 검증.

Element type : Enriched [E], Natural [N], Depleted [D], Plutonium [P], Thorium [T]으로 구성.

Unit(Kg/g): Element 형태가 Enriched, Plutonium 일 경우는 "g"

Depleted, Natural일 경우는 "Kg"

Fissile Isotope weight: Element 형태가 Enriched 일 경우만 존재함

Isotope code: Enriched uranium일 경우만 사용한다. CODE로서

U-235만 존재시 "G"

U-235와 -233 "J"

U-233만 일때 "K"

IAEA에 제출되는 계량관리 보고서의 문법적 오류들은 일반적으로 계량정보 작성시 담당자의 잘못된 이해나 잘못 입력된 정보에 의해 발생된다. 그러나 이와같은 오류들은 계량관리 보고서가 IAEA로 제출되기 전에 보고서의 항목별 문법형식을 CODE 10에

따라 검사하는 전산시스템에 의해 대부분 검색, 처리되고 있다.

B. 시설부록에 의한 오류검색

시설부록은 물질수지구역내에 존재하는 주요측정 지점(Key Measurement Point:KMP)에 따라 사용가능한 재고변동형태와 Material Description 그리고 시설내 핵물질 이동에 대한 규정등을 명시하고 있다.

KMP는 물질수지구역내의 핵물질유통과 재고를 파악하기 위한 물질수지구역의 하부단위로써 핵물질 재고변동사항을 구체적으로 기술하는데 이용된다. KMP의 종류로는 물질의 흐름을 나타내는 유통 KMP(Flow KMP)와 실제 물자 재고량의 위치를 나타내는 재고 KMP(Inventory KMP)로 나누어 진다. 유통 KMP와 재고 KMP는 재고변동보고서와 물자 재고목록에 작성되는 항목중의 하나로서 각 KMP 값은 핵물질 재고변동이 발생된 형태에 따라 결정된다.

그러므로 전산시스템에서는 KMP와 재고변동형태의 상호관계를 이용하여 재고변동형태에 따른 유통 KMP의 적합여부 및 재고 KMP에서의 물질 존재 여부를 검색하고 있다. 또한, 시설부록 및 CODE 10에서는 시설내의 KMP간 핵물질 이동을 기록하는 재고변동형태가 없으므로 전산시스템은 새로운 재고변동형태인 'TR'(Transfer)을 사용하여 KMP간 물질 이동사항을 기록하였다.

C. 자료일치성에 따른 검색

자료일치성 검사는 새로 입력되는 자료가 데이터베이스에 저장되어 있는 기존자료에 직·간접적으로 영향을 줄때 두 자료에 대한 흐름을 추적조사하여 오류 유무를 검사하는 것이다. 전산시스템에서 두 자료의 상호관계를 이용하여 검색가능한 오류의 종류들을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 입력자료의 Batch Name과 Element 형태가 기존자료와 동일하여 입력자료가 기존자료의 내용을 직접 갱신하는 경우이다. 즉, 입력자료의 반입, 반출되는 핵물질 양 및 형태에 따라 기존자료의 내용은 변경되어야 하며, 이때 발생 가능한 오류의 종류로는 양의 불일치, Batch name 불일치등이 있다.

둘째, 이미 IAEA에 보고한 계량정보를 보고서의

Correction code를 이용하여 수정할 경우 전산시스템은 데이터베이스에 수정하려는 정보의 존재여부를 확인한 후 새로운 내용으로 기존자료를 갱신하여야 한다. 만약 수정하려는 자료가 존재치 않을 경우에는 새로운 자료가 데이터베이스에 기록된다.

셋째, 시설의 재고조사 후에 작성된 물자재고목록과 물질수지보고서가 시스템 내로 입력될 때 시스템은 기존 계량정보를 이용하여 생성한 물자재고와 물질수지정보를 입력자료와 비교하여 오류여부를 검사한다. 시스템내에서 장부상의 물자재고와 물질수지정보의 생성방법은 마지막 재고조사한 물자재고목록과 물질수지보고서를 근거로 하여 물질수지기간에 발생된 재고변동보고서의 재고변동형태에 따른 물질의 반입, 반출량을 계산하여 생산한다. 이와같이 생성된 자료는 재고조사후에 작성된 자료가 입력될 때 한 레코드씩 핵물질의 양, 형태등이 비교검토되어지며, 이때 발생가능한 오류들은

- (1) 물질수지기간 동안에 재고변동이 없었던 물질로서 물질의 형태 및 양의 불일치.
- (2) 가장 최근에 작성된 물자재고목록과 그 이후의 물질수지기간에 발생된 재고변동보고서를 근거로 하여 시스템내에서 계산한 물질의 양과 재고조사시실제 측정된 양의 불일치.
- (3) 물질수지기간에 발생된 재고변동보고서와 물질수지보고서의 재고변동형태가 불일치.

등이 있다.

마지막으로 재고변동보고서에서 물질을 다른 Batch Name으로 변경시키는 작업(즉, Rebatching)을 수행하는 경우에는 변경전과 변경후에 물질의 양은 동일하여야 한다. 또한 물질이 시설간 이동될 때 두 시설간에 반입, 반출되는 물질의 양, 재고변동날짜 그리고 Batch name은 동일하여야 한다.

계량관리정보의 오류검색방법은 입력정보에 대해 각 항목별로 문법적형식 검사, 시설부록과 계량정보의 일치여부 그리고 입력자료와 기존 데이터베이스에 저장된 자료와의 일치성여부를 검사하는 것으로 지금까지 계량관리 보고서가 IAEA로 제출되기 전에 전산시스템을 통하여 검색, 처리된 계량정보의 오류 처리현황은 표 3과 같다.

표 3. IAEA 보고서에 대한 오류검색 및 수정. [89년 1월 1일—현재]

오류의 분류	오류의 형태	년도별 오류 발생횟수	
		89년	90년
Batch Name	C34 → C43 X16 → XD16	100회	4회
WEIGHT	14282 → 14281 234058 → 234085	7회	3회
UNIT	G → KG	6회	2회
CONTINUATION	"D" → "C"	3회	2회
재고변동 일자	890525 → 900525	2회	2회
Element type	"F" → "E"	6회	3회
MBA CODE FROM/To	k03e → KO-E	1회	1회
Report Number 및 Entry Number	31 → 32	2회	3회
Type of Inventory Change	"RF" → "RD"	2회	3회
Concise note 오류	IAEA 전산시스템 형식에 불일치 함.	—	4회

Ⅳ. 전산시스템의 계량정보 흐름도

계량관리 전산시스템에 입력되는 정보는 시설의 작업기록 및 시설의 탑승자의 자료에 의해 발생되는 재고변동사항을 기초로 하여 데이터베이스에 기록된다. 재고변동정보는 데이터베이스에 기록되기 전에 오류검색 절차를 거친 후 재고변동형태에 따라 장부 재고와 각종 계량관리 기록을 조정, 갱신한다. 오류가 발생되지 않은 정보들은 최종적으로 데이터베이스에 저장되며 저장된 정보를 근거로 하여 필요시 IAEA에 대한 보고서가 출력되어 진다.

전산시스템에서 장부재고기록의 유지방법은 임의의 시설이 초기 물자재고조사를 실시한 후에 작성된 물자재고목록을 근거로 핵물질 재고변동이 발생될 때마다 최근 내용으로 그 기록을 갱신하는 것이다. 또한, 계량정보에 있는 재고변동형태를 이용하여 시설내 KMP간 이동현황을 기록함으로써 시설의 각 재고 KMP내의 핵물질 재고현황을 재고변동이 발생한 즉시 확인할 수 있도록 되어있다. 계량관리 전산

시스템 운영에 관한 전반적인 흐름은 그림 2와 같으며 시스템의 흐름에 따라 크게 4단계로 분류된다.

Process 1 : 계량관리 보고서에 대한 입력정보 작성 및 작성된 정보를 데이터베이스에 저장

Process 2 : IAEA에 대한 보고서 출력

Process 3 : 데이터베이스에 저장된 정보의 처리

Process 4 : 시설의 계량관리에 필요한 정보출력.

Process 1은 계량정보에 대한 오류의 검색과 장부재고를 유지시키는 단계로서 S/W의 주축을 이루고 있으며 Process 2는 데이터베이스에 저장된 계량정보를 이용하여 IAEA 보고서 출력과 국가에 제출하는 데이터 화일을 생성한다. Process 3는 데이터베이스에 저장된 기존정보의 수정, 생성, 제거 그리고 데이터베이스의 상태등을 파악할 수 있는 여러가지 루틴들을 두어 수행시 정보처리가 가능하도록 되어 있다. 이때 이미 IAEA에 보고된 정보의 수정 및 보완은 반드시 Correction Code를 이용하여 수행하여야 하며 재고변동이나 물자재고정보의 처리는 장부재고목록과 연계되어 수행되어 진다. 마지막으로 데

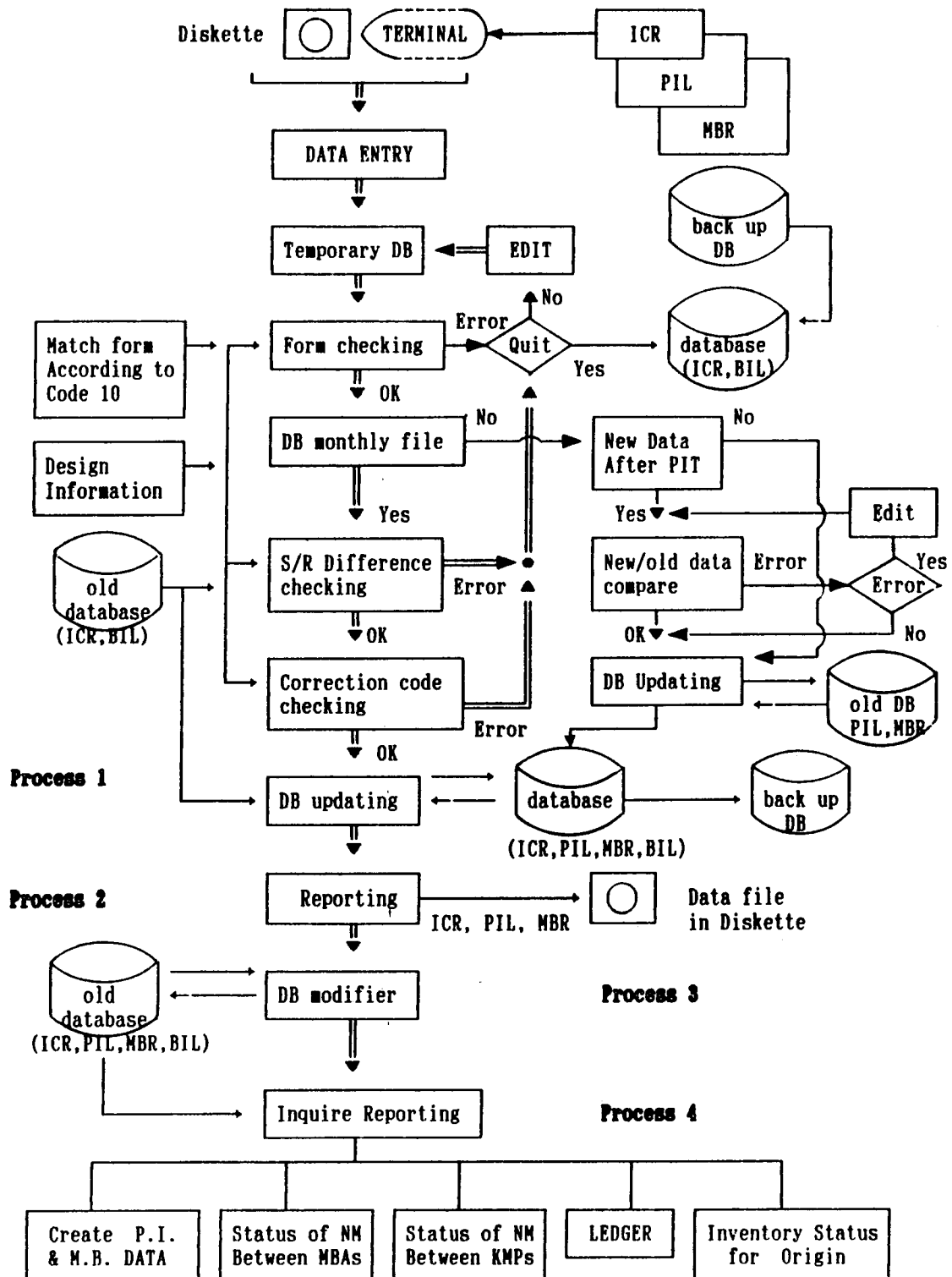


그림 1. 국내 핵물질 계량관리 정보의 흐름도

이타베이스를 이용하여 계량관리에 필요한 정보들을 스크린에 호출하여 파악할 수 있는 종류로는 물질수 지구역간 이동상황, 원산지별 재고현황, 주요측정지점별 재고현황, 현황기록부등이 있다.

계량정보의 입력단계에서 가장 핵심적으로 수행되는 오류검색과정을 살펴보면 다음과 같다. 시설의 핵물질 계량정보가 전산시스템내로 입력되면 시스템내의 일시적인 데이터베이스에 저장된다. 시스템은 이 데이터베이스로부터 한 레코드씩 계량정보를 읽은 후 오류검색방법에 따라 오류의 발생유무를 검사하며, 오류가 발생되지 않았을 경우 자료를 해당 데이터베이스에 저장한다. 자료의 입력도중에 오류가 검색되면 시스템은 검색된 오류의 종류와 발생된 오류의 처리방법에 대한 메시지를 스크린에 출력한다. 이때 사용자는 스크린에 나타난 오류메시지의 내용에 따라 발생된 오류에 대한 조치를 취할 수 있다. 또한, 시스템은 오류가 발생된 위치를 기억한 후 사용자가 스크린에 나타난 메시지의 내용에 따라 적절한 수정을 하면 다시 수정된 자료에 대한 오류존재 여부를 계속 검사한다. 이와같은 방법에 따라 사용자는 프로그램 수행의 정확성과 데이터베이스에 저장된 자료에 대한 신뢰감을 얻을 수 있다.

전산시스템에서는 가장 최근에 재고조사한 물자재고목록, 물질수지보고서 그리고 물질수지기간에 발생한 재고변동보고서를 이용하여 장부상의 물자재고와 물질수지정보를 생성시킬 수 있다. 원자력 발전소에서는 시스템내에서 생성된 물자재고와 물질수지 정보들이 재고조사 후에 작성된 물자재고목록과 동일하지만 핵연료 가공시설에서는 미 계량물질(Material naccounted For:MUF)이 발생되므로 재고조사 후에 작성된 실재 재고량과 시스템내의 장부재고량은 차이가 발생된다. 가공시설에서 MUF를 구하는 방법은 재고조사 후에 작성된 물자재고목록이 시스템내로 입력되면 시스템에서 생성된 장부상의 물자재고량과의 차이로 MUF 양을 구할 수 있으며, 동시에 계산된 MUF 값은 시스템내의 물질수지정보에 자동입력되어 진다.

V. 결 론

핵물질 보장조치는 대외적인 협정사항을 이행하는

업무로써 각 시설은 매년 정기적으로 IAEA 사찰관에 의한 물자재고검증을 받아야 함으로 시설에서 재고조사를 위한 준비작업에는 많은 인력과 시간이 소요된다. 이와같은 물자재고검증 활동과 재고변동에 대한 기록과 보고체제에 효율적으로 대처하기 위하여 계량관리 전산시스템이 개발되었다. 즉, 보장조치의 계량관리 전산화는 점점 복잡해지는 계량정보의 효율적인 처리를 위해서 핵 활동분야에서 필연적으로 이뤄져야하는 부분의 하나로서 연구개발 결과를 활성화하여 국내 모든 핵물질 정보를 전산시스템에서 처리하고 있는 중이며 다음과 같은 전산화에 따른 잇점들을 얻을 수 있었다.

- 1) 국제원자력기구에 대해 정확한 보고체제를 유지함으로써 우리나라 정보조치의 대외적인 신뢰도를 향상시킬 수 있었다.
- 2) 시설에서 장부재고목록을 유지함으로써 항상 자체내의 재고량을 파악할 수 있게 되었다.
- 3) 국가체제에서 모든 시설들을 통제할 수 있도록 각 시설에 대한 핵물질 변동사항과 재고현황 파악을 용이하게 하였다.
- 4) 계량관리업무 수행시 발생될 수 있는 오류들을 검색, 처리함으로써 계량관리수행의 정확성을 향상시킬 수 있었다.
- 5) 계량관리를 담당하는 시설 담당자가 전산시스템을 이용하여 사찰활동에 용이하게 대처할 수 있게 함으로써 수작업시 소요되는 인력과 시간을 감소시킬 수 있었다.

참고문헌

1. IAEA, "Treaty on the non-proliferation of nuclear weapons", INF/140, 1970
2. IAEA, "The structure and contents of agreement between the agency and states required in connection with the treaty on the Non-Proliferation of nuclear weapons," INF/153, 1972
3. IAEA, "International Safeguards and the non-proliferation of nuclear weapons," IAEA/P-I/All.E85-00942, 1985
4. IAEA, "Agreement between Government of the republic of KOREA and IAEA for the application of safeguards in connection with the Treat-

- y on the Non-Proliferation of nuclear Weapons", 1975
5. IAEA, "Subsidiary Arrangements to the Agreement between KOREA and IAEA for the application of safeguards in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of nuclear Weapons", 1976
 6. IAEA, "Guidelines for States' Systems of Accounting for and Control of nuclear materials", IAEA/AG/INFCIRC/2, 1981
 7. 한국원자력연구소, "핵시설 및 핵물질관리를 위한 최적 국가체제 정비방안 연구", KAERI/RR-445/84.
 8. 한국원자력연구소, "핵물질 계량기술개발 연구", KAERI/RR-735/88
 9. 한국원자력연구소, "핵물질 계량기술개발 연구", KAERI/RR-850/89
 10. Que corporation, "dBASE III Plus advanced programming", Carrabis, 1987
 11. "Learning and using dBASE III Plus", Ashton-tate, 1986
 12. "Programming with dBASE III Plus", Ashton-tate, 1986
 13. "Clipper Compiler (For dBASE III)", Natuckett, 1986
 14. 과학기술처, "안전조치 업무편람", 과학기술처 안전심사실, 1989.1