

2023 Korean Nuclear Society Autumn Meeting

자료 변경 이력 관리 기반의 원전 화재하중산출 전산 프로그램 DB & UI 설계

[화재방호 안전현안 및 규제활동 지원용 전산프로그램 개발]

2023. 10. 27.

|주|스탠더드시험연구소
STANDARD TESTING & ENGINEERING INC.



목 차

1. 전산 프로그램 개발 배경
2. 전산 프로그램 설계
 - 2.1 자료 변경 이력 관리
 - 2.2 전산프로그램 데이터베이스 설계
 - 2.3 전산프로그램 사용자인터페이스 설계
 - 2.4 화재하중계산에 의한 프로그램 설계 확인
3. 결론 및 향후 계획

1. 프로그램 개발 배경



1

프로그램 개발 배경

❖ “화재방호 안전현안 및 규제활동 지원용 전산프로그램 개발”

- 화재방호 안전현안 대응과 규제기술을 고도화하기 위한 규제업무 지원 전산프로그램
- 화재위험도분석 심사 절차 및 주기
 - 주기적안전성평가(PSR) 주기에 따라 개정된 화재위험도분석 보고서 제출
 - 수행기관마다 결과물 양식, 내용, 질적 수준 상이
 - 주기적안전성평가 주기가 비슷한 원전에서 동시에 화재위험도분석 결과 제출
⇒ 특정 시기에 규제기관 부담 가중
- 프로그램 개발 목적
 - 원전 화재방호 관련 자료 검색, 분석, 확인 등 화재방호 규제 활동에 필요한 지원용 전산프로그램
⇒ 규제업무 효율, 품질 향상
 - 원전 사업자의 화재위험도분석 내용, 양식 표준화, 보고서의 품질과 분석기관의 기술 향상 유도

프로그램 개발 배경 (계속)

❖ 화재위험도분석 보고서 목차 (예시)

제 1 장 일반 사항	1	제 5 장 화재안전정지분석	87
1. 개요	1	1. 화재안전정지 기능 정의	88
2. 목표 및 범위	2	2. 화재안전정지 계통 선정	89
3. 용어 정의	3	3. 화재안전정지 기기 선정	91
제 2 장 기술기준 및 분석방법	10	3.1 원자로냉각재계통	91
1. 자료수집 및 검토	10	3.2 원자로냉각재기체배기계통	91
2. 적용 기술기준	11	3.3 안전주입/정지냉각계통	91
3. 분석 방법	12	3.4 화학 및 체적제어계통	91
제 3 장 화재방호구역의 구분 및 설계변경서 검토	13	3.5 증기발생기취출계통	92
1. 화재방호구역 구분 기준	13	.	.
2. 화재방호구역 구분 결과	14	.	.
3. 화재방호구역 도면 작성	16	3.18 전력 계통	94
4. 설계변경서 검토	17	4. 다중오동작 시나리오 분석	95
제 4 장 화재재해분석	35	5. 화재안전정지 기기 목록 및 고장수목 작성	95
1. 화재위험요소 확인 및 화재심각도 산출	36	6. 화재안전정지 케이블 분석	97
1.1 화재위험요소 확인	36	6.1 화재안전정지 케이블 선정	97
1.2 화재하중 및 화재심각도 산출	36	6.2 화재안전정지 케이블 경로 분석	98
2. 화재방호시설 적합성 평가	37	7. 화재안전정지 연계회로분석	98
2.1 내화구조물	37	7.1 공통전력원	98
2.2 화재방호시설 적합성 평가	39	7.2 공통배선함	98
3. 화재위험성평가 및 설계기준화재 범주	54	7.3 오동작	99
3.1 화재위험성 평가	54	7.4 다중 고임피던스 장애	100
3.2 설계기준화재의 범주 및 평가	57	8. 방화지역별 화재안전정지 영향 평가	100
4. 화재방호 프로그램	59	제 6 장 화재방호 개선사항	103
4.1 본부소방계획서 및 화재방호운영계획서	59	1. 임시 가연성물질 관리	103
4.2 절차서	60	2. 내화구조물	103
4.3 화재방호통합관리시스템	60	3. 기타사항	104
		4. 화재방호프로그램	104
		참고문헌 및 자료	144

1

프로그램 개발 배경 (계속)

❖ 화재위험도분석 보고서 부록 (예시)

부록 1. 기술기준 검토서

부록 2. 분석방법론

부록 3. 화재방호구역 도면

부록 4. 설계변경사항 검토서

부록 5. 화재방호구역 현황표

부록 5의 붙임. 화재하중산출내역서

부록 6. 화재방호시설 적합성 평가서

부록 6의 붙임. 화재방호시설 배치도

부록 7. 화재안전정지 기기 목록

부록 7의 붙임. 화재안전정지 성공경로 도면

부록 8. 화재안전정지 케이블 경로 DB

부록 8의 붙임. 케이블 선정 근거자료 (DB, 도면)

부록 9. 연계회로분석 내역서

부록 10. 다중오동작 시나리오 검토 내역서

부록 11. 화재안전정지 고장수목

부록 13. 방화구역별 화재진압대책

부록 13의 붙임. 화재진압 및 피난 계획도

부록 14. 개선사항 근거자료 (발신기, 수동식소화기, 옥내소화전, 옥외소화전)

프로그램 개발 배경 (계속)

Fire Load Calculation

● Permanent Combustibles

- General (Class A): HEPA, Pre-filter, Charcoal Absorber, Plastic, Wood/Paper, etc. (11 types)
- Oil (Class B): Lubricants, Grease, Diesel Fuel, Paint, Thinner, etc. (9 Types)
- Electric (Class C): Cable Insulator (Power/Control, Instrument, Panel) (3 Types)

※ Fire Class A, B, C: NFPA Handbook, 20th

● Permanent Combustibles in Area/Zone

- Zone Heat Load: Sum Heat Load of Room in Zone
- Area Heat Load: Sum Heat Load of Zone in Area

● Temporary Combustibles of Zone:

- Cable Insulator: 400,000 Btu when Class C in Perm. Combust.
- Lubricants & Grease: x1 Count when Class B in Perm. Combust.
- Subordinate Combust.: 400,000 Btu when Class A in Perm. Combust.

※ Heat Load: KEPIC FPN 2000, Appendix A, Tab. A-1

● Temporary Combustibles of Area:

- Sum Temp. Combustibles of Zone

방화지역번호 Fire Area ID

방화지역명 Fire Area Name Eng.

Fire Area Name Kor.

가. 상존가연물

번호	가연물 종류	가연물 수량	단위 열하중 (Btu/unit)	열 하중 (Btu)	
1	케이블 절연체(전력 및 제어)	ft	1,612	Class C	
2	케이블 절연체(계측)	ft	907		
3	케이블 절연체(패널)	lb	10,990		
4	윤활유	gal	155,000	Class B	
5	그리스	lb	20,000		
6	변압기 오일	gal	143,000		
7	디젤 연료유	gal	146,000		
8	제2 연료유	gal	155,000		
9	축전지	lb	18,000	Class A	
10	고효율 입자여과기(HEPA)	module	16,000		
11	프리필터	module	16,000		
12	활성탄 흡착기	lb	14,000		
13	나무/종이	lb	8,000		
14	플라스틱	lb	18,000		
15	의류	lb	7,200		
16	고무	lb	8,000		
17	공업용 세정액	gal	155,000		Class B
18	페인트	L	46,357		
19	덕트 내부라이닝(가스킷)	lb	8,000	Class A	
20	차음 불량킷류	lb	10,000		
21	플렉시블접속체(HVAC)	lb	10,000		
22	P-10	L	35		
23	신너	L	155,000	Class B	
합계				0	

나. 임시가연물

1	케이블 절연체			
2	윤활유 및 그리스			
3	부수 가연물			
합계				0

다. 총 발열량 (Btu)

0

라. 바닥 면적 (ft2)

마. 화재하중 (Btu/ft2)

바. 화재실각도 (min.)

2. 전산 프로그램 설계



2

전산 프로그램 설계

2.1 Data Change History Management

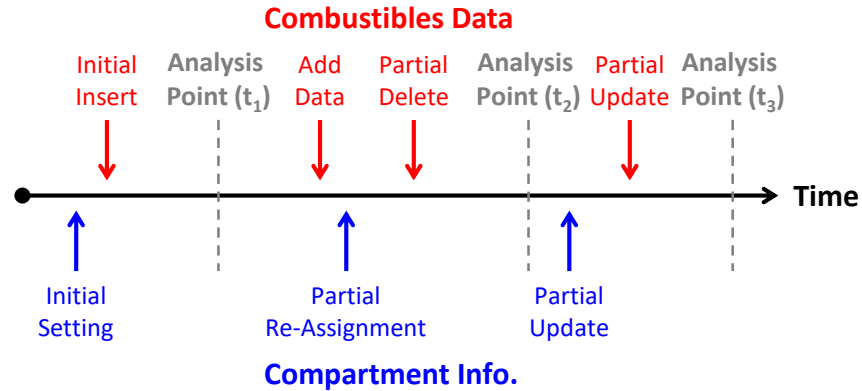


Fig. Example of Data Change History

전산 프로그램 설계 (계속)

2.2 Database Design

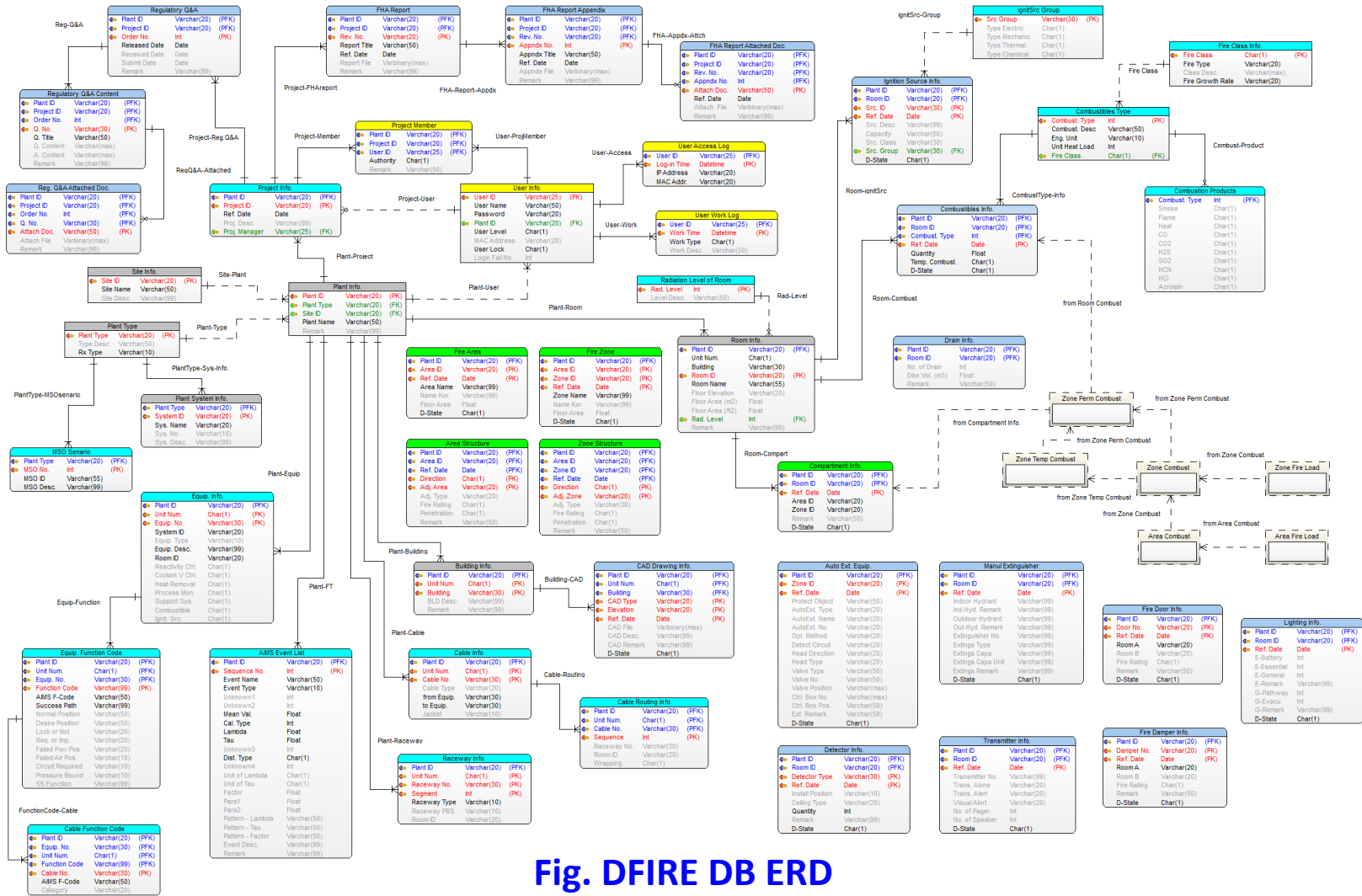


Fig. DFIRE DB ERD

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.2 Database Design

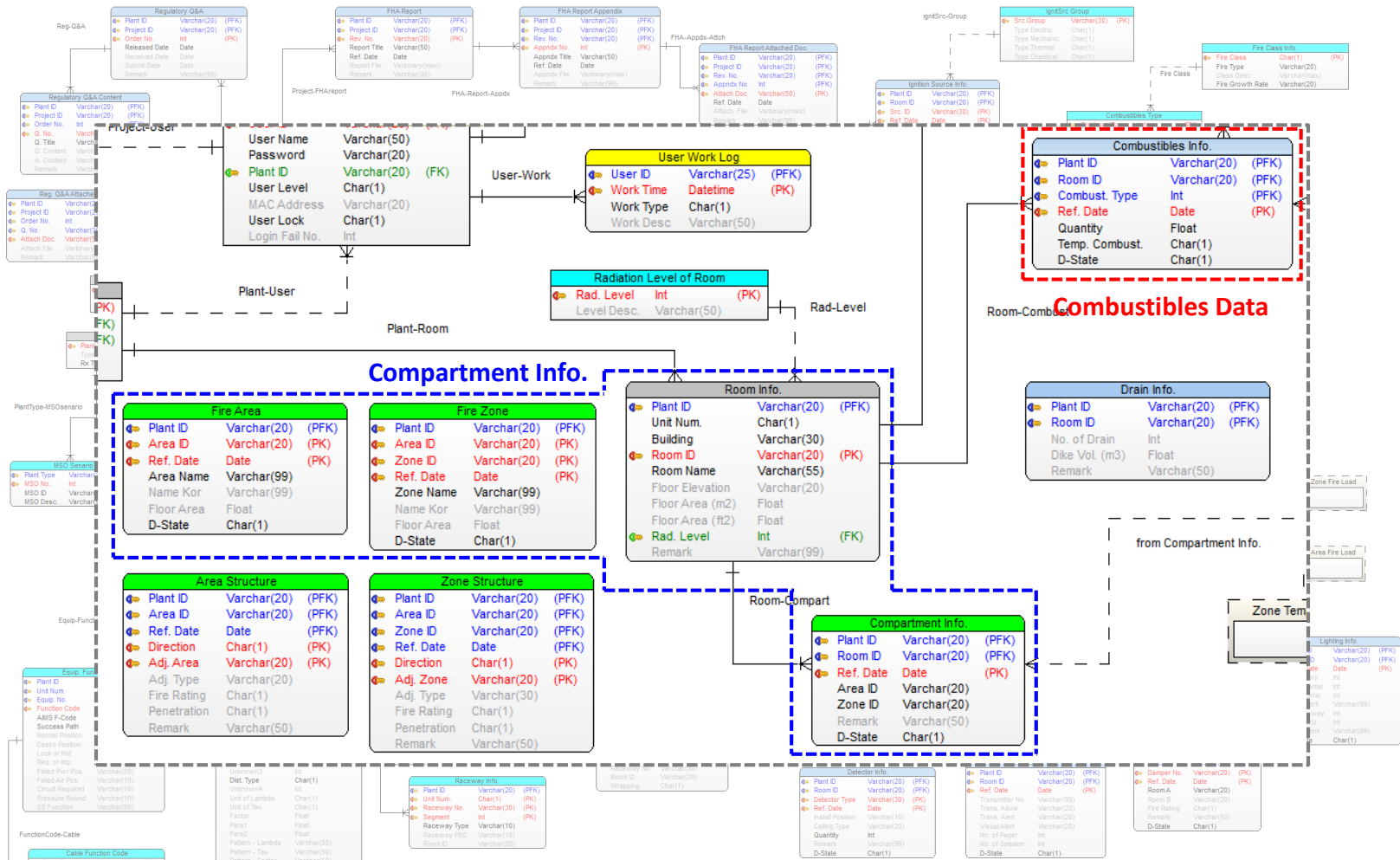


Fig. DFIRE DB ERD

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

Work-flow for Fire Load Calculation

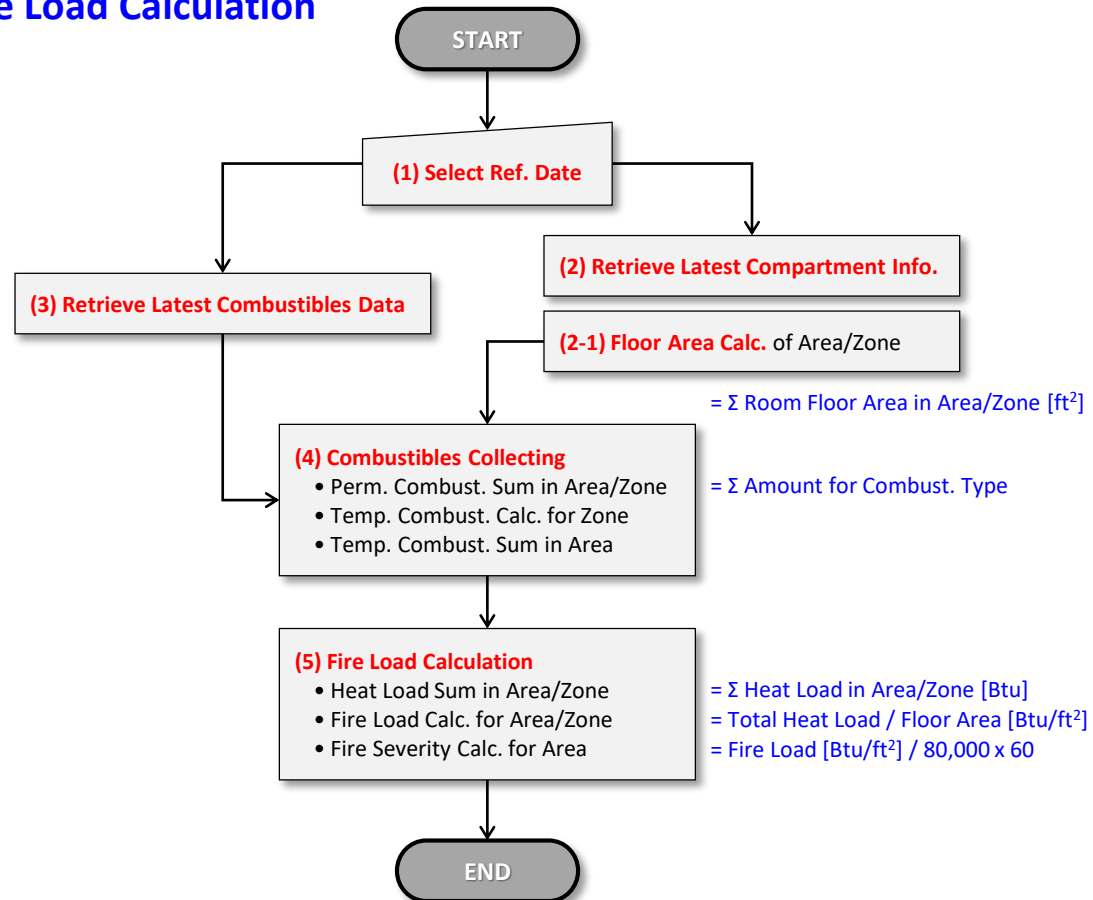


Fig. Logical Work-Flow of the DFIRE

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

/ Compartment Info. Management (1/2)

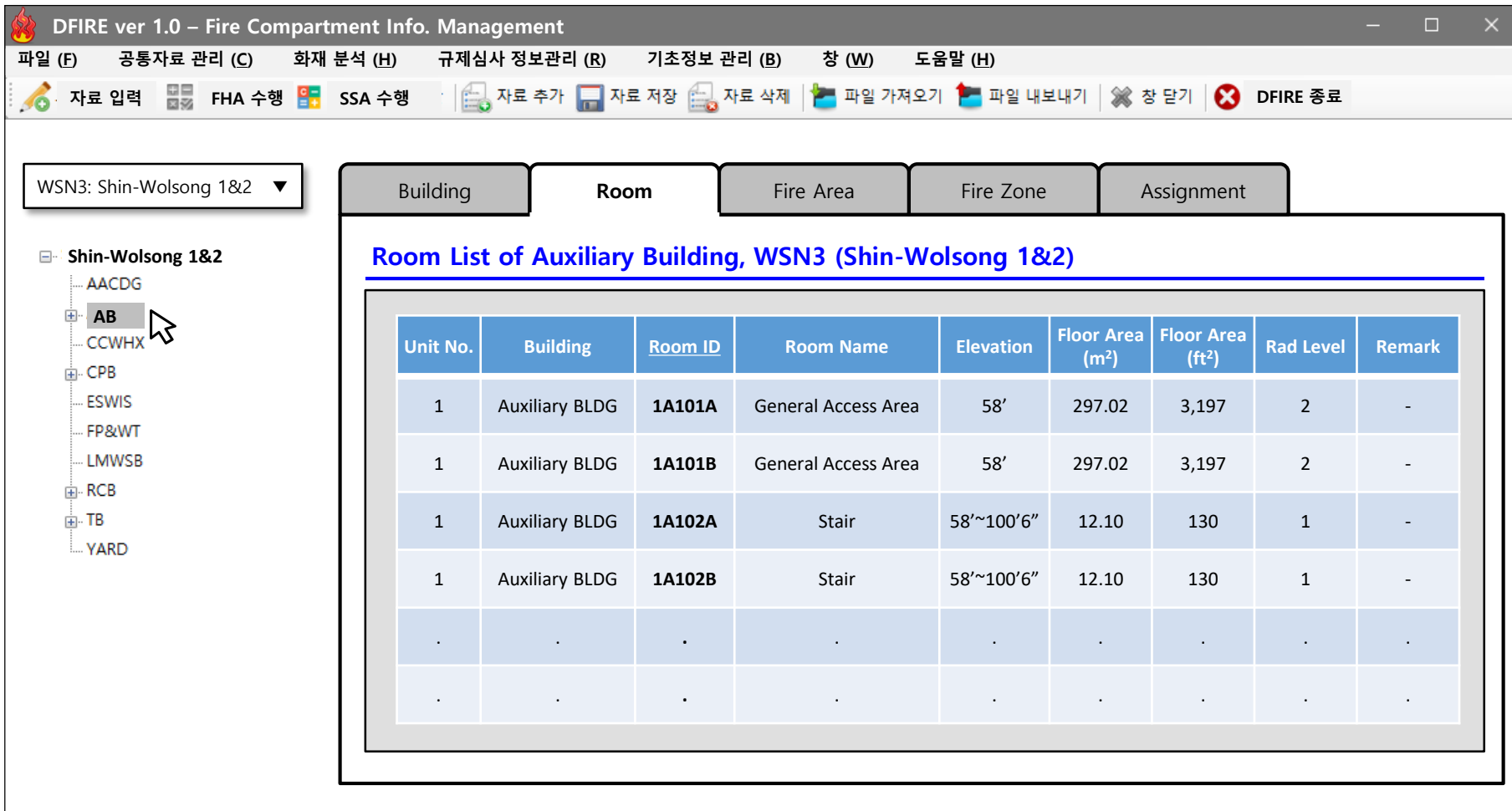


Fig. UI Design (draft) of Room Info. Management

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

/ Compartment Info. Management (2/2)

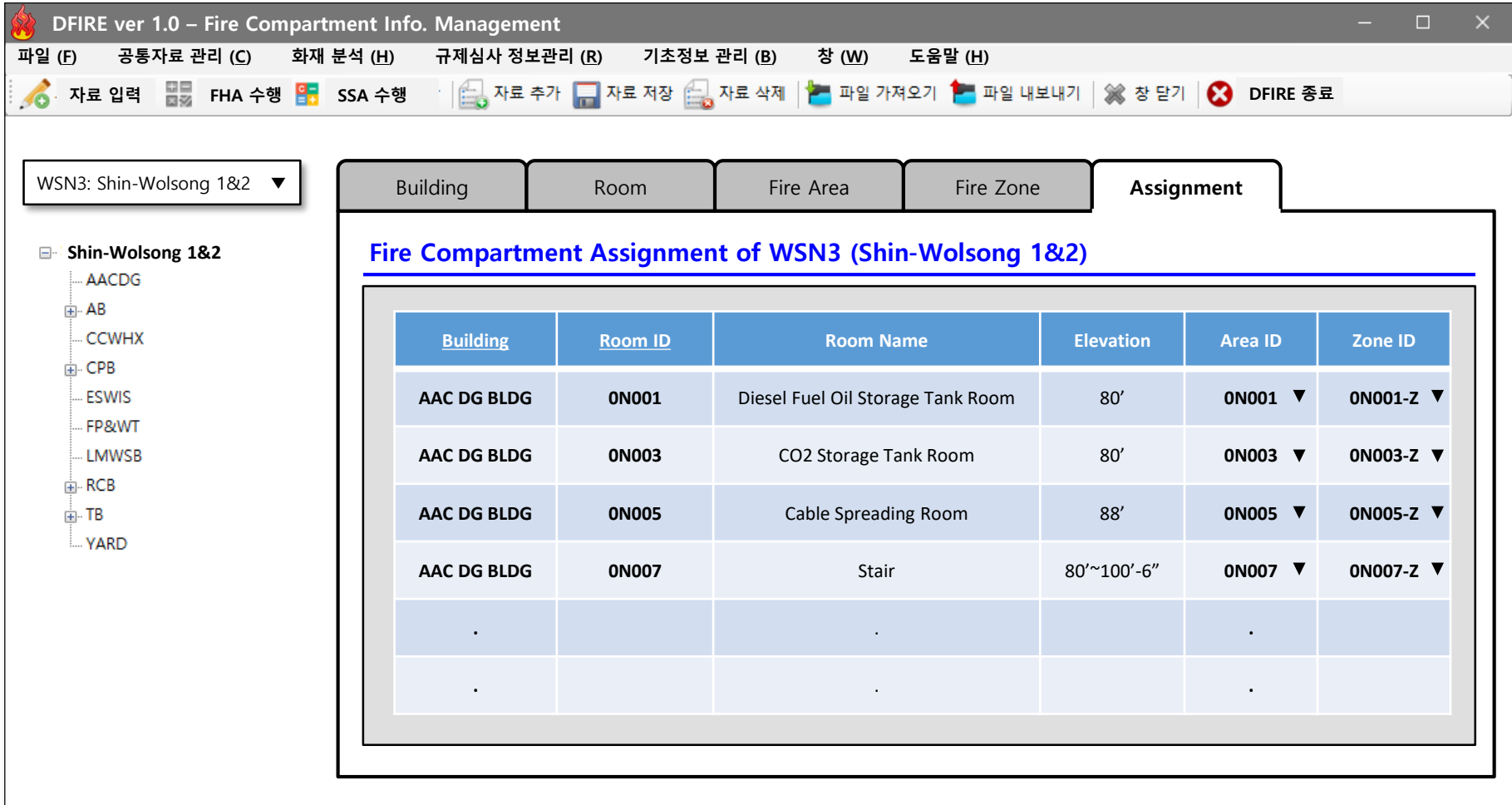


Fig. UI Design (draft) of Fire Compartment Assignment

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

/ Combustibles (in Room) Data Management

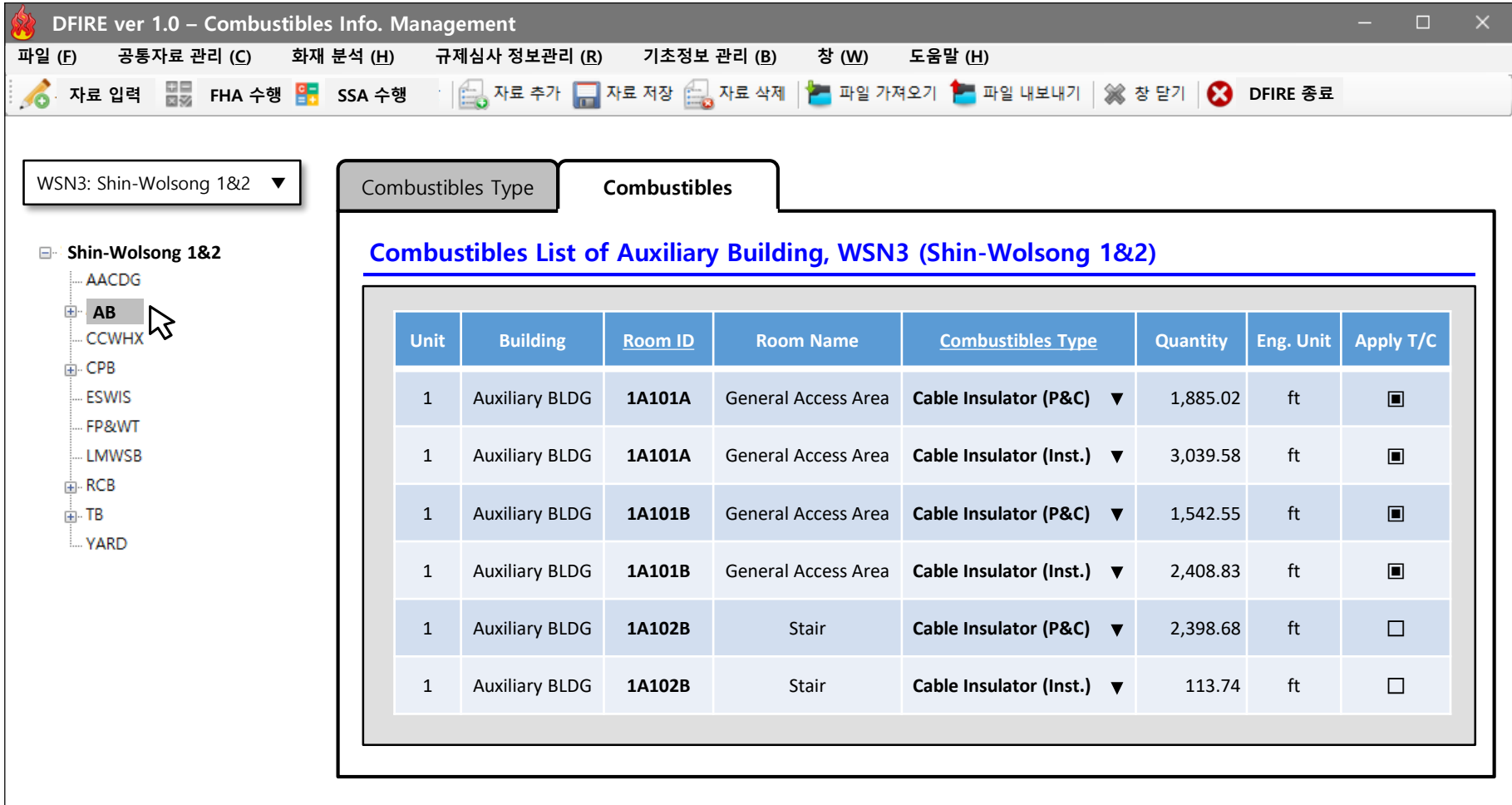


Fig. UI Design (draft) of Combustibles Data Management

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

/ Retrieve Combustibles Data for Fire Area/Zone

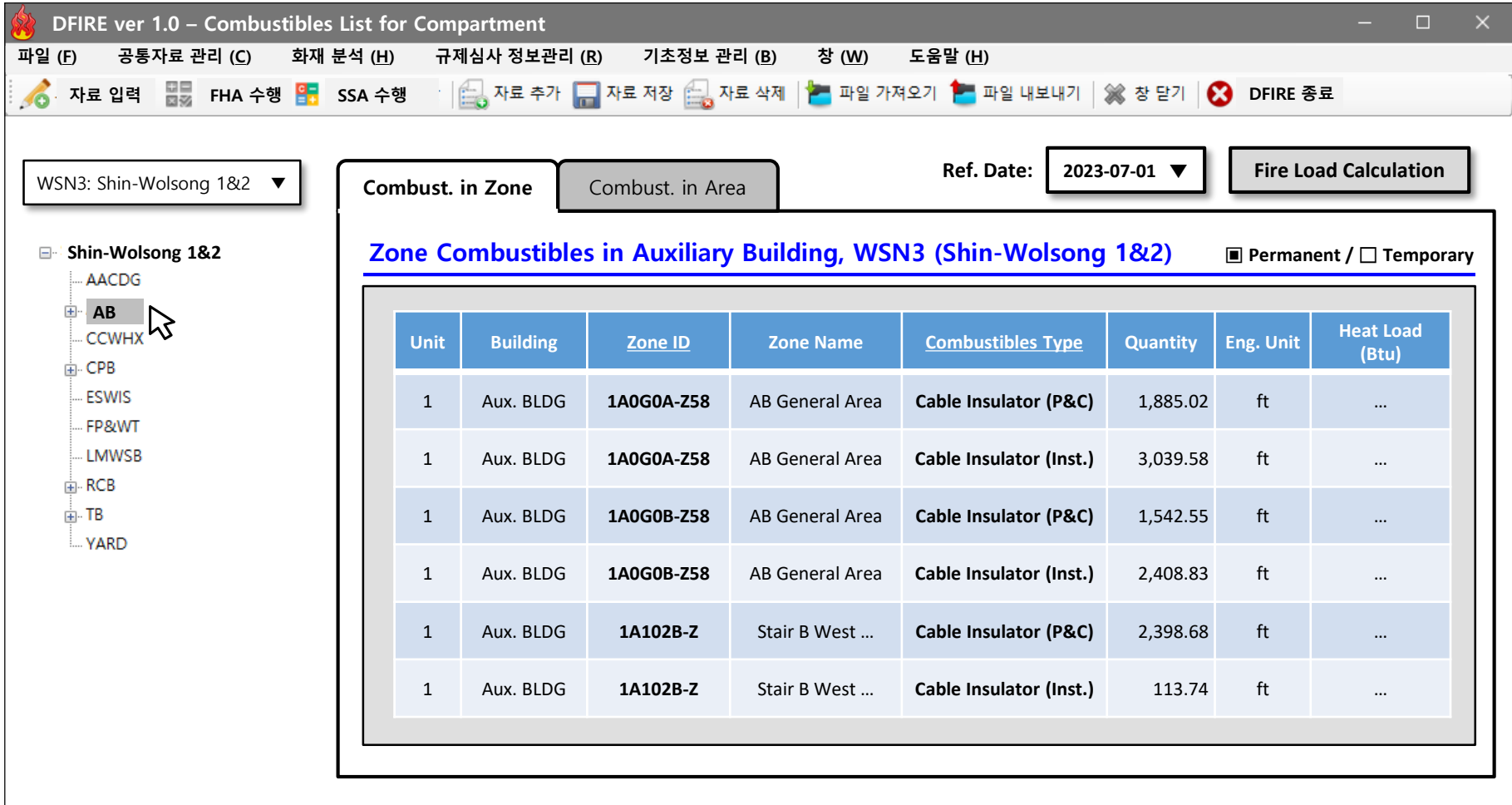


Fig. UI Design (draft) of Retrieving Combustibles List for Fire Zone

2

전산 프로그램 설계 (계속)

2.3 User Interface Design

/ Fire Load Calculation Result View

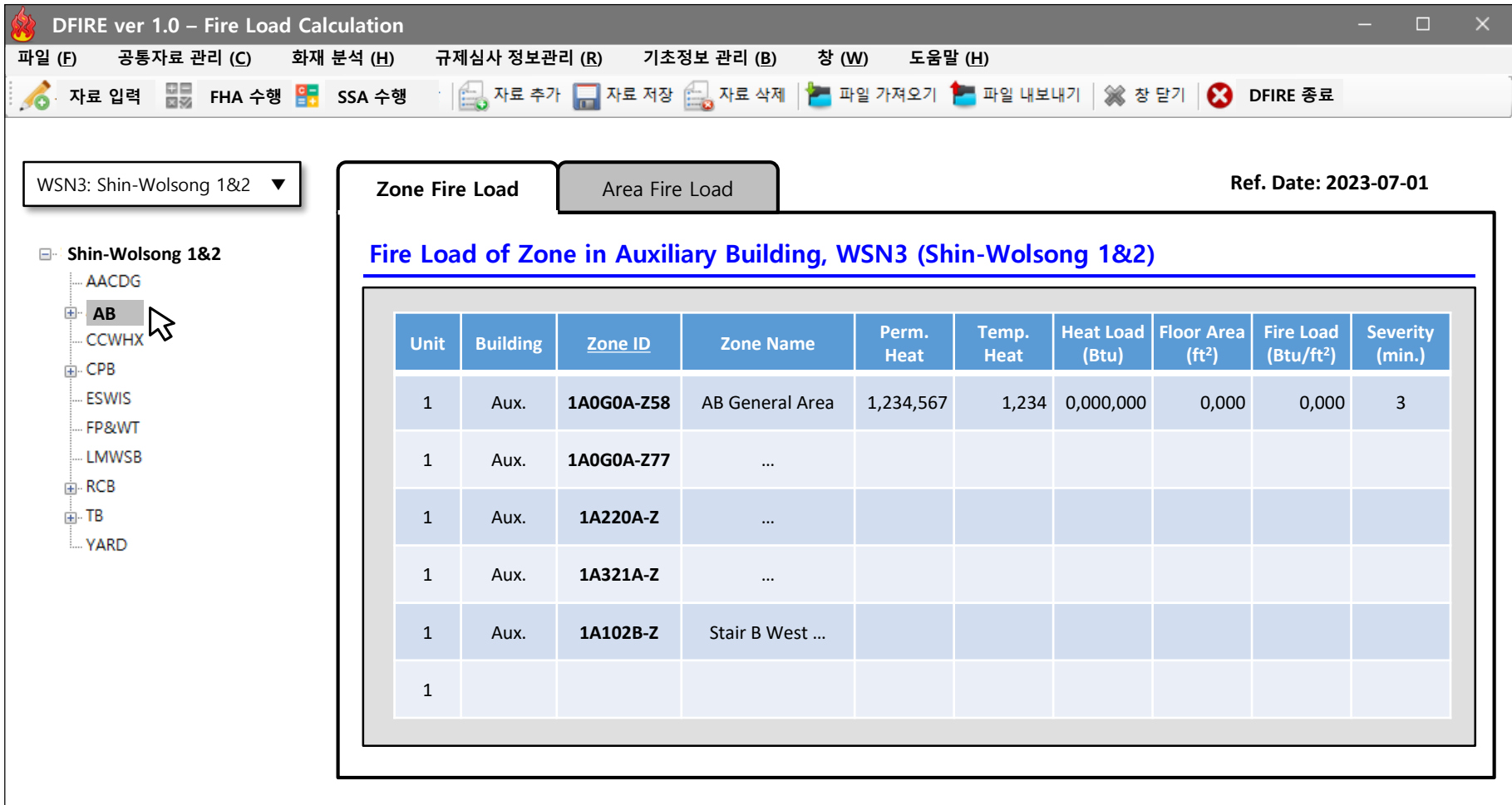


Fig. UI Design (draft) of Fire Load Calculation Result for Fire Zone

전산 프로그램 설계 (계속)

2.4 Design Verification by Fire Load Calc.

SQL Result 1 – Fire Compartment Info. Change History

Example of Inquiry Result for Fire Compartment Info. Change History

plant_id	room_id	ref_date	area_id	zone_id	remark	state	rno
WSN3	0B001	2023-06-01	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		U	1
WSN3	0B001	2023-05-25	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		I	2
WSN3	0B001	2023-05-20	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		D	3
WSN3	0B002	2023-06-01	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		U	1
WSN3	0B002	2023-05-25	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		I	2
WSN3	0B002	2023-05-20	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		D	3
WSN3	0B003	2023-06-01	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		U	1
WSN3	0B003	2023-05-25	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		I	2
WSN3	0B003	2023-05-20	Y-0B1G1	Y-0B1G1-Z		D	3

전산 프로그램 설계 (계속)

2.4 Design Verification by Fire Load Calc.

SQL Result 2 – Combustibles Data Change History

Example of Inquiry Result for Combustibles Data Change History

plant_id	room_id	combust_type	ref_date	quantity	state	rno
WSN3	0B001	3	2023-06-01	214.2	U	1
WSN3	0B001	3	2023-05-25	214.0	I	2
WSN3	0B001	3	2023-05-20	214.0	D	3
WSN3	0B001	5	2023-06-01	3.3	U	1
WSN3	0B001	5	2023-05-25	3.0	I	2
WSN3	0B001	5	2023-05-20	3.0	D	3

전산 프로그램 설계 (계속)

2.4 Design Verification by Fire Load Calc.

SQL Result 3 – Combustibles in Compartment

Example of Inquiry Result for Combustibles for Fire Compartments in Ref. Date

room_id	area_id	zone_id	combust_desc	quantity	eng_unit	unit_heat
1A101A	1A0G0A	1A0G0A-Z58	케이블 절연체(전력 및 제어)	1,885.0	ft	1,612
1A101A	1A0G0A	1A0G0A-Z58	케이블 절연체(계측)	3,039.6	ft	907
1A101B	1A0G0B	1A0G0B-Z58	케이블 절연체(전력 및 제어)	1,542.6	ft	1,612
1A101B	1A0G0B	1A0G0B-Z58	케이블 절연체(계측)	2,408.8	ft	907
1A102A	1A102A	1A102A-Z	케이블 절연체(전력 및 제어)	2,109.8	ft	1,612
1A102B	1A102B	1A102B-Z	케이블 절연체(전력 및 제어)	2,398.7	ft	1,612
1A102B	1A102B	1A102B-Z	케이블 절연체(계측)	113.7	ft	907
1A107A	1A0G0A	1A0G0A-Z58	케이블 절연체(전력 및 제어)	733.4	ft	1,612
1A107A	1A0G0A	1A0G0A-Z58	케이블 절연체(계측)	1,345.0	ft	907
1A107B	1A0G0B	1A0G0B-Z58	케이블 절연체(전력 및 제어)	708.8	ft	1,612
1A107B	1A0G0B	1A0G0B-Z58	케이블 절연체(계측)	1,482.0	ft	907

3. 결론 및 향후 계획



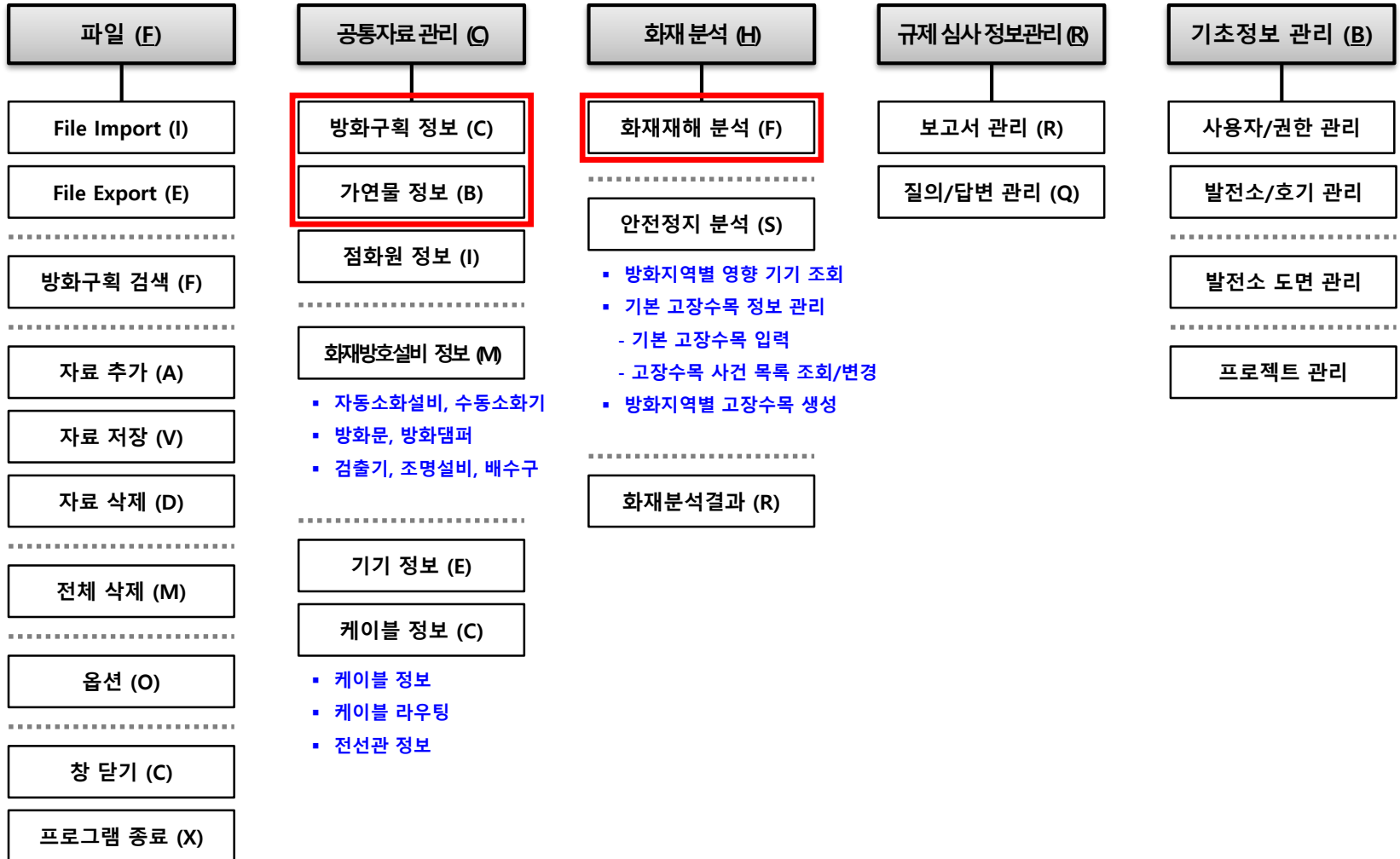
향후 계획

- ❖ 화재방호 안전현안 및 규제활동 지원용 전산프로그램 구현 및 시험
 - 전산프로그램 DB & UI 설계 (~ '23.12)
 - 전산프로그램 DB 구축 & 프로그램 구현 (~ '24.08)
 - 전산프로그램 시험 및 보완 (~ '24.12)

3

향후 계획 (계속)

❖ DFIRE Menu

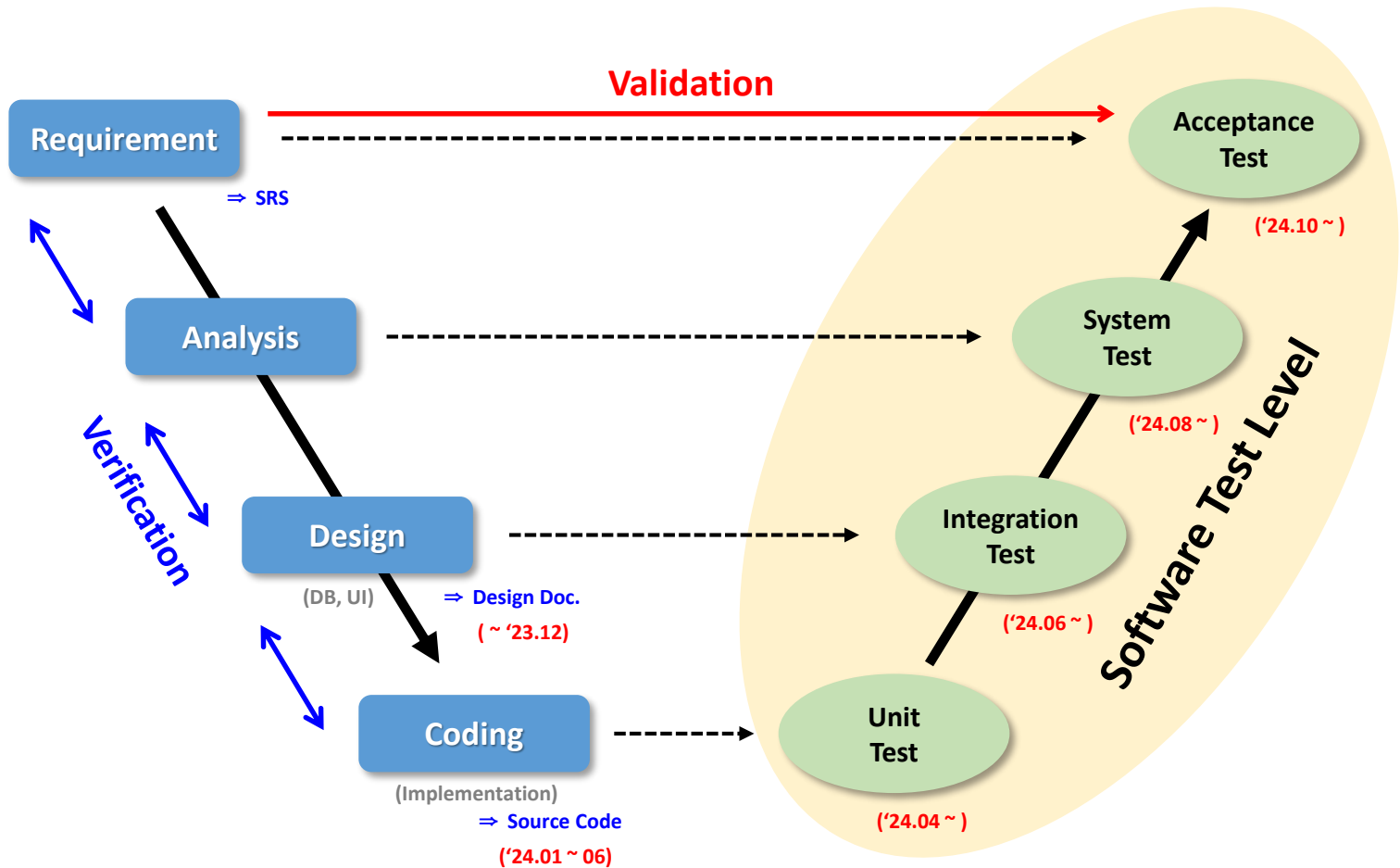


3

향후 계획 (계속)

❖ S/W V&V (Verification & Validation)

(검증) (확인)



감사합니다

이 논문은 2022년도 대한민국 정부(원자력안전위원회)의 재원으로 한국원자력안전재단의 지원을 받아 수행된 연구인 “화재방호 안전현안 및 규제활동 지원용 전산프로그램 개발” (과제 고유번호 1075001519, 세부과제번호 2204016-0122-SB110) 과제의 성과임을 밝힙니다.

|주|스탠더드시험연구소

STANDARD TESTING & ENGINEERING INC.

