

비상직무에 대한 주제어실 운전원의 의사전달 유형 분석

Communication Type of MCR Operators for Emergency Task

정광섭, 박진균

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

원전의 비상 직무와 같은 유동적이며 긴박한 상황의 경우, 적절한 사고 대응을 위해서는 운전원들 간의 보다 분명하고 원활한 의사소통이 필수적임이 밝혀졌다. 이에 주제어실 운전원들의 비상 직무에 대한 시뮬레이터 모의 실습 과정을 녹화하여, 정보 전달 관점에서 의사소통에 영향을 미치는 인자들을 도출하였으며, 이들 영향 인자에 대해 언어 프로토콜 분석을 통한 의사소통 수준을 분석하였다.

Abstract

For dynamic and urgent situation such as emergency situation, it is found that the operator's capability to recover the plant from transient is a critical key for plant safety. From the recorded VTR tape for emergency training of MCR operators, the measures affecting to information deliver are disclosed, verbal protocol analysis is performed for these measures, and thus the communication level is assessed in terms of information deliver.

1. 서론

원자력발전소의 운전원들은 발전소의 유동적인 상황에 대처할 수 있는 고도의 능력이 요구된다. 특히 주제어실 운전원들은 발전소의 기동 및 전출력 운전, 정지, 그리고 비정상 및 비상 상황 시의 적절한 대처에 대한 책임을 지고 있다. 발전소의 사고 분석 결과에 의하면, 사고에 대한 운전원의 대응이 사고의 전개에 직접적인 영향을 미치게 되며, 결과적으로 사고에 대한 운전원들의 적절한 대응 능력은 발전소의 안전성에 중요한 부분임이 밝혀졌다.^{1,2}

원자력발전소의 주제어실과 같이 여러 명의 운전원이 팀을 이루어 직무를 수행하는 경우에는, 팀 수행도가 중요한 요소가 된다. 팀 수행도와 관련된 연구 결과에 의하면, 특히 유동적인 상황의 경우, 팀 내의 개인의 인식 과정뿐만 아니라 팀원들 간의 의사소통과 협력이 중요한 요소임이 밝혀졌다.³⁻⁴ 특히 비상 직무와 같은 긴박한 상황의 경우에는 팀원들 사이의 보다 분명하고 원활한 의사소통이 적절한 사고 대응에 필수적임이 밝혀지고 있다.⁵⁻⁷

팀 수행도에 영향을 미치는 주요 요소들로는 수행시간을 비롯하여 팀의 구조 및 특성, Mental 모델 등을 꼽을 수 있다. 본 연구에서는 이들 요소들에 대해 공통적으로 영향을 끼치는 인자인 의사소통에 대한 분석을 수행하였다.

개별 운전원들의 행동 양식의 분석을 위한 시각적 관찰을 통해서, 계획, 의사결정, 문제해결 등의 결과만을 보게 된다. 그러나 이러한 문제를 어느 정도 해소하고 동시에 결과에 이르기까지의 과정을 파악하기 위해서, 언어 프로토콜 분석 방법이 많이 사용되고 있다. 이 방법은 비상 직무 같은 비상 상황에 대해서 대처 과정을 파악하는 데에 큰 역할을 하게 된다.⁸

본 연구에서는 원자력발전소의 비상 직무에 대한 운전원들의 훈련 자료를 통해, 운전원들의 의사소통 수준을 분석하였다. 이를 위해 비상 직무에 대한 시뮬레이터 모의 실습 과정에 대한 녹화 자료를 활용하였으며, 운전원들 사이의 언어적 표현을 중심으로 언어 프로토콜 분석을 수행하였다.

2. 팀 의사소통

2.1 팀 정의

팀 단위의 의사소통 분석을 위해서는 개개인에 대한 분석은 물론, 팀원 상호간의 의사교환과 관련된 분야도 분석되어야 한다. 하나의 팀에 대해 다음과 같이 정의할 수 있다.

“팀이란, 두세 명 혹은 그 이상의 인원이 하나의 공통된 가치 있는 목표를 향해 팀원 각자 역동적이며 독립적으로 관계하며, 각자에게는 수행해야 할 직무가 할당되어져 있는 경우를 말한다.”⁹

팀 내의 팀원들의 관계는 ‘팀웍’으로 표현되어지며, 운전원 개개인의 정보가 공유됨은 물론, 서로에 대한 직무 수행의 감시 및 대신 수행, 수행 결과에 대한 평가 및 분석, 팀 자체에 대한 지적 정보의 축적 및 팀이 처한 상황에 대한 지식의 축적이 팀 내에서 이루어질 수 있다.

2.2 팀 오류

팀원들이 정해진 직무를 수행하는 과정에서, 여러 가지 원인에 의해 오류들이 발생한다. 이에, 팀 내에서 발생하는 오류에 대해 원인별로 분석하여 파악함으로써, 팀 의사소통

분석에 대한 기초를 제공한다.

팀 오류는 인식 오류(cognitive error)와 수행 오류(operational error)로 크게 구분할 수 있으며, 개인적인 요인과 공통적인 요인 그리고 독립적인 것과 의존적인 것 사이의 조합으로 구분할 수 있다 (표1 참고).¹⁰

표 1. 팀 오류의 종류 및 구분

Error Making Process		
Individual Error	Independent	개인 자체, 정확한 입력 - 환경 여건은 양호
	Dependent	개인 자체, 부정확한 입력 - 환경적 여건이 불량
Shared Error	Independent	상호간, 정확한 입력 - 환경적 여건은 양호
	Dependent	상호간, 부정확한 입력 - 환경적 여건이 불량
Error Recovery Process		
Failure to Detect	모든 팀원이 감지 실패	
Failure to Indicate	발견(detect)한 사람이 다른 팀원에게 통보 실패	
Failure to Correct	error 발생자로 하여금 수정케 하지 못함	

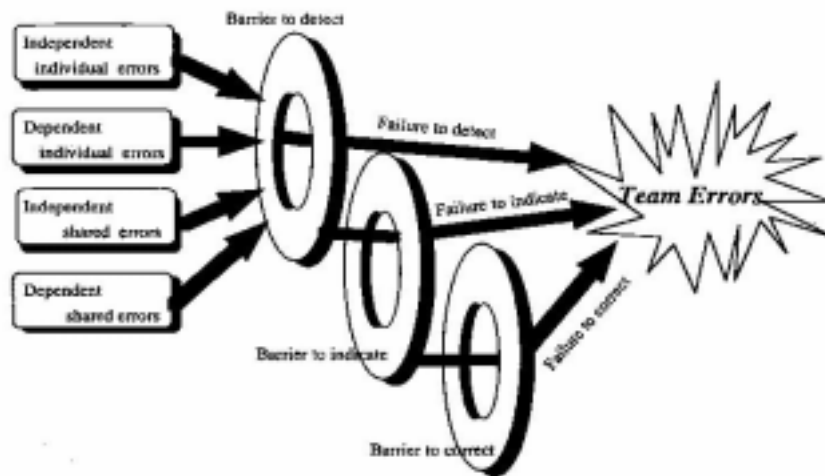


Fig. 1. Team error process.

그림 1. 팀 오류 발생 경위

이러한 팀 오류를 발생시키는 원인을 살펴보면, 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

- 팀 내부 : 스트레스, 과로, 지식 부족, 기술 부족, 훈련 부족 등
- 팀 외부 : 어두움, 고온다습, 과도한 업무, 등
- 팀 상호관계 : 대화 부족, 잘못된 직무 할당, 등

현재도 이러한 팀 오류에 대한 연구가 진행 중이지만, 실제 발생한 팀 오류에 대한 상세 내용의 기록 자료가 부족하여, 실제 분석 시에 문제점으로 나타나고 있다.

2.3 팀 수행도와 팀 의사소통 분석

팀 전체에 대한 수행도의 향상을 위한 연구는 원자력뿐만 아니라, 시간을 다투는 응급실과 항공 부문에서도 많은 연구가 진행 중이다. 그러나 여전히 오류에 대한 상세 정보의 확보가 어려워, 시뮬레이션나 설문조사 방법을 주로 활용하고 있다.

이러한 연구들로부터 팀 수행도에 영향을 미치는 요소들을 그림 2에 나타내었다. 그림에서 보듯이 많은 영향 인자들이 연구되어지고 있으며, 이들 인자들의 공통적인 근간이 팀원들 간의 의사소통이다. 팀 내에서의 의사소통을 유형별로 크게 분류하면, 정보 교환, 상황 감시, 상황 결과치의 추정 및 분석, 수행 전략 결정, 팀 지식의 업데이트, 그리고 상황 지식의 업데이트로 구분할 수 있다.

본 논문에서는 팀 의사소통에 있어서의 오류를 감소시켜 팀 수행도를 증가시키고자 하는 목적으로, 정보 전달의 관점에서 팀원들 간의 의사소통 분석을 수행한다.

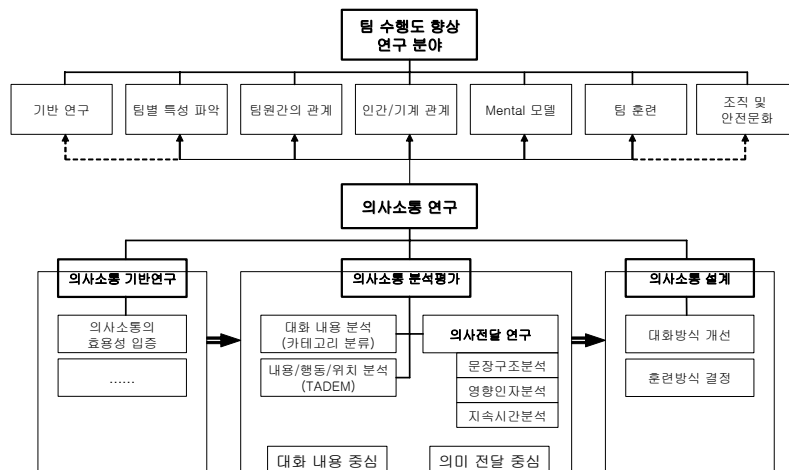


그림 2. 팀 수행도와 의사소통

3. 대화 분석 및 언어 프로토콜 분석

3.1 TADEM 대화 분석

의사소통의 평가를 위해서 사용되는 대표적인 방법은 대화 분석이며, 이를 위해 TADEM(Team Activity Description Method)이 개발되어 활용되고 있다.¹¹ 팀원들의 직무를 VTR로 녹화하고, 이로부터 대화, 동선, 위치 등 제반 사항을 세밀하게 분석하는 방법이다. 이를 위해 사전에 철저하게 계획되어야 하며, 분석 과정에도 세밀함과 노력이 필요하다.

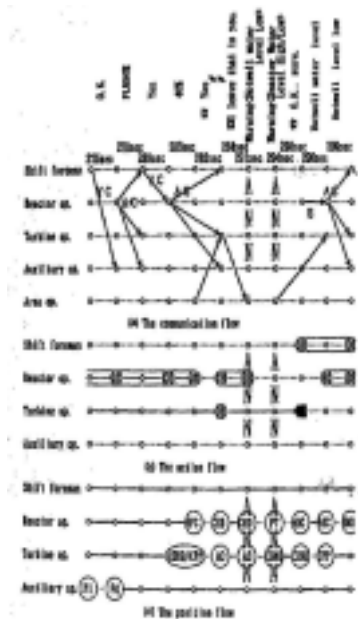


그림 3. TADEM 방법론

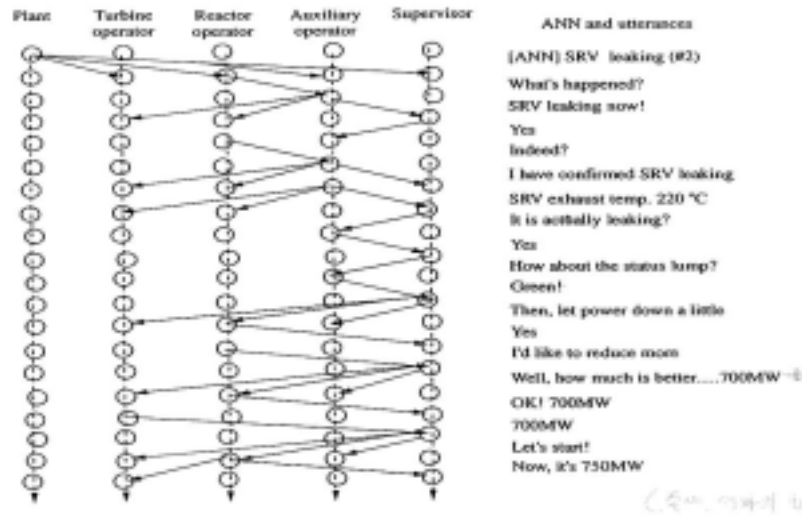


그림 4. TADEM 대화 분석 과정

TADEM 방법론은 그림 3에서와 같이, 크게 대화(communication)분석, 행위(activity) 분석, 그리고 동선(moving)분석으로 이루어진다. 그림 4는 TADEM의 세밀한 대화 분석 과정을 보여주고 있다. TADEM 방법론에 의해 확보된 자료는, 가능한 모든 분석을 수행할 수 있는 근거를 마련해 주며, 운전원별로 시간에 따른 연속적인 분석이 가능하다. 그러나 그림4에 나타나듯이, 대화 상대의 지정에 모호함이 있으며, 전체 분석에는 많은 시간과 인력이 필요한 점은 단점으로 지적된다. 그리고 TADEM 방법론을 채택한 많은 연구들의 분석은 대화 내용별로 유형을 분류하고 팀원들의 상호 연관관계에 중점을 두었다.

3.2 언어 프로토콜 분석

주제어실 내에서 이루어지는 대화에 대해서, TADEM 방법론을 그대로 활용하기에는 어려움이 따른다. 본 연구에서는 국내 발전소 시뮬레이터를 활용한 실제 훈련 자료들로부터 발견되어지는 팀원들 간의 대화 수준의 현황 파악 및 전달력 향상이 주목적이므로, 팀 수행도 차원의 TADEM 방법론보다는 대화 분석 방법론이 더 적합하다.

이에 본 논문에서는 사회학이나 언어학에서 사용하는 언어 프로토콜 분석을 활용한다. 운전원의 행위는 운전원의 인식 과정의 최종적인 단계에서 이루어지게 되는 것이므로, 행위에 대한 분석만으로는 과정에 대한 충분한 이해가 부족하다. 이러한 운전원들의 행동을 낱게 하는 인식 과정을 파악하기 위한 방법으로 언어 프로토콜 분석(Verbal Protocol Analysis, VPA)이 사용된다.¹²⁻¹³

언어 프로토콜 분석 방법론은 운전원의 비상 직무의 수행으로 인한 부분과, 직무 완료

이후에 이루어지는 추가적인 대화 부분, 그리고 직무 중간 중간에 이루어지는 보완적 부분을 모두 대상으로 삼을 수 있다. 그러나 실제 비상 직무에 대한 운전원 훈련의 상황과 현실을 고려하여, 본 연구에서의 언어 프로토콜 분석은 운전원의 비상 직무의 직접 수행에 관한 부분만을 대상으로 한다.

본 연구에서 사용된 언어 프로토콜 분석 절차를 그림 5에 나타내었다.¹²

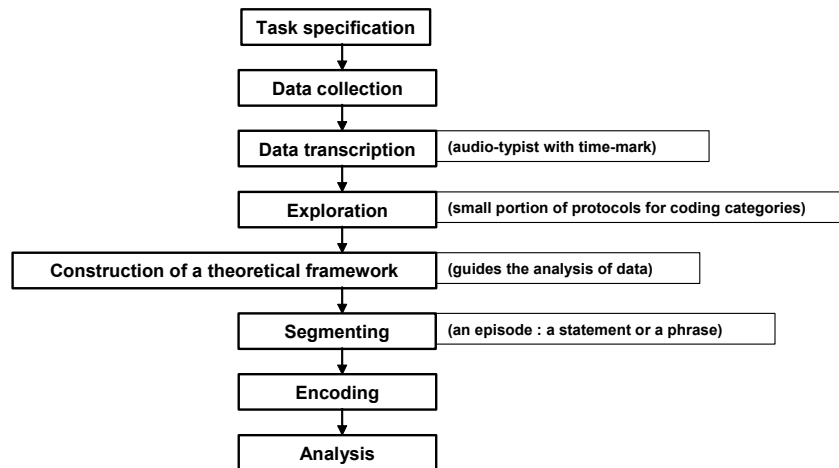


그림 5. 언어 프로토콜 분석 절차

먼저 분석 대상을 결정한 다음, VTR 등을 활용하여 자료를 수집한다. 수집된 자료로부터 TADEM 방법론을 참고하여 대화 내용을 기록한다. 일부의 내용에 대해 사전 분석 과정을 거친 후에, 대화 단위(segment)를 구분하고, 본격적인 프로토콜 분류 작업을 수행한다. 그리고 최종적으로 프로토콜 분석을 수행하고, 결과를 해석한다.

3.3 정보 전달 분석

본 연구의 주안점인 정보 전달 관점에서의 언어 프로토콜 분석을 위해서, 대화를 통한 의사전달에 영향을 미치는 인자들을 파악하는 것이 우선이다. 팀 내에서 이루어지는 대화의 분석은, 좁게는 단어 하나에서부터 시작하여 넓게는 하나의 목표를 달성하기까지의 전체에 이르기까지를 단계별로 영향 인자를 도출한다. 본 연구에서 선정된 영향 인자들을 그림 6에 나타내었다.

일반적인 언어 프로토콜 분석에 대한 기준의 설정은 의미 있는 대화 단위를 기준으로 이루어지지만, 본 연구의 대화 분석은 EOP를 수행한 경우이므로, 대화 단위의 기준으로서 EOP를 선정하였으며, 모든 분석 과정에서 EOP와의 비교 분석을 수행하였다.

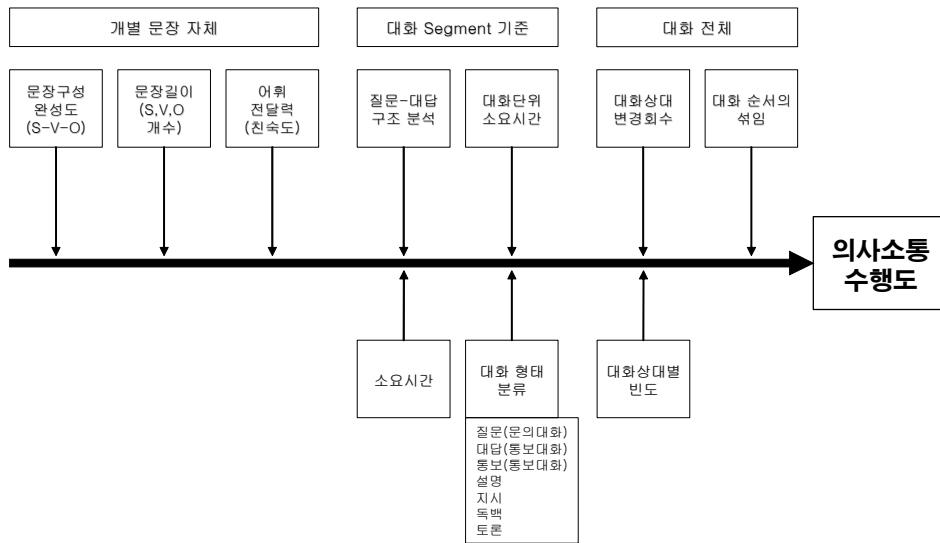


그림 6. 의미론적 정보 전달에 대한 영향 인자

먼저, 문장 완성도는 언어학적인 측면이 강조되었으며, 대화의 가장 기본적인 ‘주어-목적어-동사’에 대한 완성도를 분석하기 위한 요소이다. 문장의 길이는 운전원이 한 번에 수행해야 하는 직무의 양을 결정한다. 그리고 어휘전달력은 절차서의 언어와 평소 훈련시 사용하는 언어의 차이를 규명하기 위한 것이다.

다음으로 대화 단위는 철저히 절차서 중심으로 구분하며, 각 단위에 대한 대화 구조 분석을 통해 대화의 효율을 한 눈에 알아볼 수 있게 된다. 즉, 하나의 의미를 전달하는데에 과연 한 번에 이루어지는 지를 분석하게 된다. 마지막으로 전체 대화를 통틀어서 전체적인 입장에서 분석하게 되며, 이를 통해 운전원 상호간의 대화 비율과 대화의 혼선 등을 분석하게 된다.

본 연구에서는 그림 6에 나타난 영향 인자들 중에서 우선적으로 문장 완성도와 문장 길이에 대한 분석을 수행하였다. 그리고 문장의 구조와 관계하여 대화 구조 (질문-대답 구조) 분석을 추가하였다.

4. 훈련 시뮬레이터 자료 분석

비상 상황에 대한 운전원들의 의사 전달 현황 파악 및 이를 통한 전달력 향상을 위해, 훈련 시뮬레이터 자료를 활용하였다. 녹화 자료를 토대로 하여, 언어 프로토콜 분석 절차를 따라, 프로토콜 분석을 수행하였다. 여기서 발전소의 비상 직무의 기준인 EOP와의 비교 분석 과정이 포함되어 있다.

4.1 분석 대상

모두 4건의 모의 훈련에 대한 녹화자료를 언어 프로토콜 분석 방법으로 분석하였으며, 선정된 훈련 시나리오는 ‘증기과잉방출(Excess Steam Dump Event:ESDE)’ 사고 2건과 ‘완전급수상실(Loss of All Feedwater: LOAF)’ 사고 2건이다. 해당 훈련 과정을 녹화한 VTR 자료로부터, 훈련에 참여한 운전원들의 정보 전달 유형을 분석하였다. 4건에 대한 분석 대상 시간은 원자로 정지 이후부터 각각, 28분15초(ESDE-1조), 36분28초(ESDE-2조), 23분51초(LOAF-1조), 그리고 23분38초(LOAF-2조)였다. 본 연구에서 수행한 분석 과정을 표2에 나타내었다.

표 2. 언어 프로토콜 분석 예

시간	대화	내 용	EOP	평가
0:01:41	SRO	과냉각도는 ?	우선-01:3	BAB
0:01:48	RO	과냉각도는 41도 됩니다.		
0:01:53	SRO	RCS 압력 ?	우선-01:4	BAC
0:01:55	RO	RCS 압력 ... 149kg에서 감소 중에 있습니다.		
0:02:14	SRO	RCP는 전부 다 운전되고 있지 ?	우선-01:5	BAA
0:02:16	SRO	delta-T는 ?		BAC
		(TO가 곁에 있다가 delta-T 빨리 보라고 독촉)		
0:02:43	RO	(꽤 시간을 소비하며 계속) delta-T 5도 정도입니다.		
0:02:49	SRO	과냉각도는 ?		BAB
0:02:52	RO	과냉각도는 43도입니다.		
0:02:55	SRO	증기발생기 수위 확인.	우선-01:6	CBB

4.2 문장 완성도 분석

비상 상황의 경우, 주제어실에서의 대화는 주로 SRO 중심의 문의 대화이기 때문에, SRO의 대화에 대한 언어학적 입장의 분석을 수행하였다. 질문자인 SRO 혹은 SRO의 지시를 받는 운전원을 주어, 대상 기기를 목적어로, 그리고 조치의 내용을 동사로 구분하였다. 또한 이들 각각을 완성도에 따라 A,B,C 세 등급으로 구분하였다.

- A 등급 : 명시. 혹은 이전 대화의 지속 상황으로 굳이 표현하지 않아도 명백.
- B 등급 : 명시되지는 않았지만, 해당 인원/기기/조치가 할당되어져 있는 경우.
- C 등급 : 명시되지 않았으며, 혼동의 우려가 있는 경우.

즉, 모든 대화 단위를 ‘주어-목적어-동사’ 조합을 기준으로 유형을 분류하였다. 예를 들어 “RCS Tavg ?” 라는 SRO의 질문은, RO와 계속 대화 중이었다고 가정하면, 유형이 ”AAB”로 분류된다. 이 경우 동사 부분은 현재의 온도 값인지 온도 추이인지 명확한 언급이 없기 때문이다. 이상의 기준에 따라 언어 프로토콜 분석을 수행하였으며, 분석 과정에서 나타난 몇 가지 특징들은 다음과 같다.

- 대개의 경우 비상 직무의 특성상, SRO 중심의 대화로 분석되었다. 즉 SRO와 RO, SRO와 TO, SRO와 EO 간의 대화가 주류를 이루고 있으며, RO, TO, 그리고 EO 상호간의 대화는 거의 나타나지 않았다.
- 한 운전원과 계속 대화 중에는, 대화 단위가 바뀌어진다고 하더라도 주어인 해당 운전원을 다시금 언어의 형태로 표현하지는 않는다.
- 목적어의 경우 여러 기기 중 특정 기기를 명시하지 않는 SRO의 질문의 경우라 하더라도, 해당 운전원이 평소의 훈련과 지식 등의 주변적 상황으로 미루어 보아 SRO가 원하는 정확한 응답을 하는 경우가 있다. 그러나 EOP와 비교하여 정보의 전달 관점에서는 완전성이 결여된 경우이므로 B등급을 부여하였다.

두 팀의 모의 훈련 과정에 대한 언어 프로토콜 분석 결과를 표 3에 나타내었다. 두 팀에서 공통적으로 가장 많은 프로토콜 유형은 AAA, 즉 주어, 동사, 목적어 모두가 명확한 경우이다. 여기에는 대화 상대를 지목하는 표현이 없는 경우도 포함되는데, 이는 이미 대화가 동일인과 계속 진행 중이기 때문이다. 이 결과는 절차를 기준하는 비상 직무이며 절차서가 운전원별로 명확히 구분되는 직무를 전제하고 있다는 사실을 뒷받침하는 결과이기도 하다.

표 3. ESDE-1조와 ESDE-2조에 대한 언어 프로토콜 유형

유형	AAA	AAB	AAC	ABA	ABB	ABC	ACA	ACB	ACC
1조	71	7	2	6	1				
2조	49	25	8	14			3	1	
유형	BAA	BAB	BAC	BBA	BBB	BBC	BCA	BCB	BCC
1조	4	2	0	2	0				
2조	8	2	1	1	3				
유형	CAA	CAB	CAC	CBA	CBB	CBC	CCA	CCB	CCC
1조					1				
2조									

두 번째로 2조의 경우를 보면, 유형 AAB와 ABA가 많이 나타나고 있다. 이 유형들은, 해당 기기 혹은 기기의 속성과 상태의 표현에 약간의 문제가 있는 표현들이 포함된다. 그

러나 많은 경우에 SRO의 부족한 질문에도 불구하고 실제 모의 과정에서는, RO나 TO, EO들이 그 동안의 훈련과 사전 지식의 도움으로 EOP에서 요구하는 정보를 정확하게 SRO에게 전달하고 있다. 이를 통해 평소 훈련의 중요성과 사전 지식이 정보의 전달에 기여한다는 사실이 입증되었다.

계속해서 다음으로 많이 파악되는 유형은 BAA이며, 1조와 2조 모두 대화 상대의 지적이 불충분한 경우가 각각 4건과 8건으로 나타나고 있다. 비상 직무의 성격상 해당 운전원은 명백하기 때문에 언급하지 않은 것으로 판단된다. 그러나, 보다 효율적인 정보의 전달을 위해서는 상대방을 지목함으로써 주의를 환기시켜, 결국 직무 수행도를 증가시키게 된다.

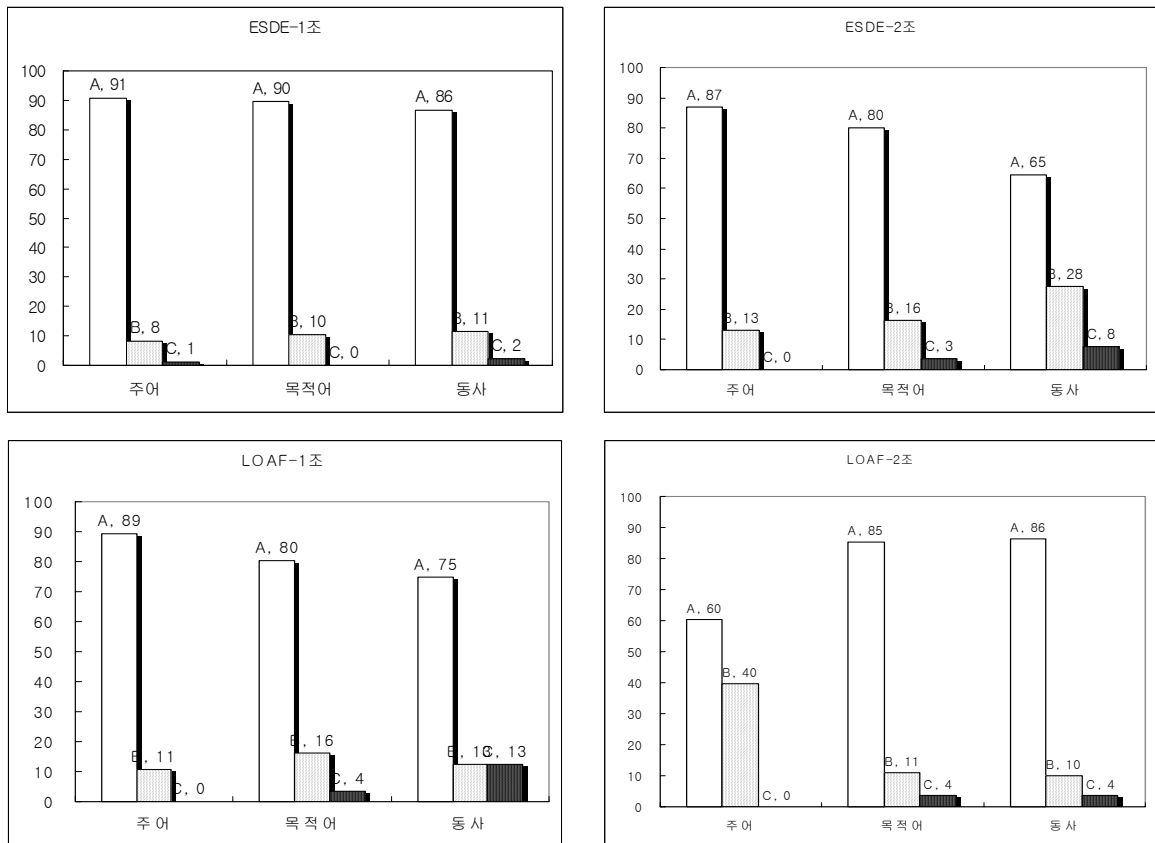


그림 7. 분석 결과

보다 상세한 정보의 전달 과정을 분석하기 위해, 문장 형태별 분석 결과를 다시금 주어, 목적어, 동사를 기준으로 분석을 수행하였다. 이 결과가 그림 7에 각각의 비율로 나타나 있으며, 문장 완성도에 있어서 ESDE-1조가 가장 나음을 알 수 있고, ESDE-2조의 경

우에는 동사에 해당하는 기기의 속성이나 상태에 대한 정보를 누락하고 있음이 밝혀졌다. 이처럼 SRO는 비록 대상 기기의 속성을 언급하지 않더라도, 대개의 경우에는 평소 훈련 받은 대로 대답하는 경우가 종종 발견되었다. 이 결과는 곧 평소 훈련의 중요성을 말해 주고 있다.

그리고 LOAF-2조의 경우에는 SRO가 대상 운전원을 지명하지 않는 경우가 많이 발견되었다. 비록 EOP 작성 원리와 평소 훈련에 의해 직무별로는 담당 운전원이 미리 할당되어져 있긴 하지만, 상대방을 지명함으로써 주의를 환기시켜 의사전달의 효율을 높일 수 있게 된다.

한편 ESDE-1조의 SRO는 비상 직무의 각 단계마다 EOP의 내용을 있는 그대로 정확하게 표현함으로써, EOP를 기준한 정보의 전달은 정확하게 이루어졌다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 경우는 지침서에 사용된 어휘력의 친숙도에 의해 그 효과가 결정되어진다. 이러한 분석 결과는 절차서의 단어의 중요성을 입증하게 된다.

4.3 문장 구조 분석

단어의 등급에 따른 문장의 완성도 외에도, 하나의 대화 단위 내에서의 문장의 길이도 주요한 요소 중의 하나이다. 너무 많은 정보를 한꺼번에 제시하면 정보의 일부가 전달되지 못할 가능성이 커지게 되기 때문이다. 이에 대한 한 예제를 아래 표 4에 나타내었다.

이 예제에서, SRO는 5개의 단어 그룹을 한꺼번에 제시하게 되며, 결국 재질문을 하게 되는 오류를 범하게 된다. 이처럼 한 번의 대화 속에 포함된 단어의 개수 또한 의사 전달력에 영향을 미치게 된다.

표 4. 문장 길이 분석 결과

시각	운전원	대화 내용	분석결과
04:35	SRO	RCFC 2대 고속 운전되나 확인. CEDM 냉각팬, 원자로캐비티 냉각팬 정상 운전인지 확인해 주세요.	032
	RO	(13초가 지나도 대답 없음)	
04:53	SRO	운전가능한 모든 RCFC가 비상모드로 운전 중인지 확인해 주시기 바랍니다.	
05:08	RO	4대 다 모두 운전.	

표 5. 주제어실 대화에서 대화 단위별 단어 개수

단어갯수	해당 문장 유형	ESDE-1조	ESDE-2조
1	100, 010, 001	3 (3%)	29 (25%)
2	011	52 (54%)	45 (39%)
3	012, 021, 111	13 (14%)	29 (25%)
4	022, 112, 121	5 (5%)	8 (7%)
5	023, 032, 122, 131	1 (1%)	3 (3%)
6	042	0	2 (2%)

표 5에서 보듯이, ESDE-2조의 경우, 5개 이상의 많은 정보를 한꺼번에 제시하는 경우가 5%에 이르고 있다. 이러한 유형의 대부분의 경우, 상대방의 대답이 충분치 못하고, 이에 재질문으로 이어지게 된다.

이러한 문장의 복잡도는 단어의 개수뿐만 아니라 하나의 대화 단위에 대한 의사 교환의 빈도와도 관계되어진다. 하나의 사실을 전달하기 위해 이루어지는 대화의 횟수에 따라 의사소통 수행도가 바뀌게 된다. 이에 주제어실의 운전원 상호간의 정보 교환 빈도를 분석하였으며, 분석 결과 ‘1회 질문 - 1회 대답’의 경우가 70% (ESDE-1조)와 53% (ESDE-2조)로 나타나, 의사소통 상태가 전반적으로 양호함을 알 수 있다. 그리고 같은 내용을 2회 이상 반복 질문한 경우가 각각 13%와 10%로 나타났으며, 이에 대한 원인으로는, 현재의 상황에 대한 질문자와 대답자의 인식이 다른 경우이거나 혹은 너무 많은 정보를 한꺼번에 요구하는 경우로 분석되었다.

그리고, 적절한 단어를 사용하는 것 또한 의사 전달에 영향을 끼치는 요소임이 밝혀졌다. 운전원에게 친숙한 단어를 사용해야 함은 물론, 정확한 단어로 표현해야만 정확한 의사 전달이 이루어질 수 있다. 훈련 과정의 분석 결과에 의하면, SRO가 질문의 과정에서 명시한 단어만으로는 정확한 의미의 해석이 곤란한 경우가 간혹 발견되었다. 이 경우 상대 운전원과의 의사 교환이 제대로 이루어지지 않고, EOP에 근거하여 SRO가 원하는 정보를 확보할 때까지 수차례 반복하여 질문하는 경우가 발견되었다. 이러한 단어의 정확한 사용에 대한 부분은 정량적인 평가는 어렵긴 하지만, 문장 구조 분석 속에 어느 정도 포함되어 분석되어질 수 있다.

5. 논의 및 결론

발전소의 비상 상황과 같은 긴급 상황 하에서는 특히 정확한 의사 전달이 비상 직무의 중요한 요소로 대두되었다. 이에 팀으로 이루어지는 비상 직무에 대한 주제어실 운전원 상호간의 의사 전달 수준을 파악하기 위해, 의사 전달에 영향을 미치는 인자들을 파악하였다.

분석 대상은 시뮬레이터 훈련 자료의 일부를 채택하였으며, 의사 전달에 대한 영향 인자 각각에 대해 대표적 유형별이 도출되었다. 이들 인자들 중에서 대표적인 문장 완성도 및 문장 구조 분석을 위해 언어학적인 분석 방법을 사용하였다. 주요 영향 인자들 각각에 대해 유형별로 분류하였으며, 이를 통해 현재의 의사 전달 수준을 분석하였다. 주제어실과 비상 훈련이라는 특성상, SRO 중심의 대화 그리고 일대일 위주의 대화로 분석되었으며, 적절치 못한 단어의 사용으로 인한 대화 지연, 한꺼번에 너무 많은 정보를 요구함에 따른 전달력 감소 등의 유형들도 분석되었다.

또한 본 연구에서 사용된 언어 프로토콜 분석 방법을 수행하는 과정에서, 현재 활용되고 있는 EOP 절차서의 논리가 각 운전원별로 단계에 따라 잘 분리되어 작성되어져 있음

이 밝혀졌다. 또한 의사 전달에 오류가 있긴 했지만 대답하는 운전원이 EOP에서 요구하는 정보를 제대로 전달하는 경우도 발견되어졌으며, 이는 곧 평소 훈련의 중요성을 입증해 준다.

이와 같이 본 연구를 통하여 정보의 전달 관점에서 운전원 간의 의사 전달 수준을 파악할 수 있었으며, 비상 직무에서의 의사 전달의 유형 및 취약점 파악이 가능했다. 추후 연구가 계속 진행되면, 현행 정보 전달 방식과 절차서의 개선안도 제기할 수 있을 것으로 기대된다. 궁극적으로는 비상 직무에 대한 팀 의사소통 능력이 개선되어, 운전원들의 비상 대응 능력이 향상될 것이다.

6. 참고문헌

1. E.M. Dougherty, Jr., J.R. Fragola, "Human Reliability Analysis", John Wiley & Sons, 1988.
2. "Final Level 1 PSA Update for Yonggwang Nuclear Units 3&4", KAERI, July 1993.
3. 민대환, 구상희, 정운형, 김복렬, "지원시스템을 활용한 DGOMS HMI 평가기법의 적용", 한국원자력학회, 99 춘계 한국원자력학회 논문집, 1999.
4. H. Ujita, et al., "Evaluating operator performance in the control room", *ANS 1992 Annual Meeting*, 1992.
5. 천세우, 서상문, 이용희, 이정운, "모의 비상운전 시나리오 수행에 따른 운전원들의 인지적 직무특성 분석", 한국원자력학회, 95 추계학술발표회 논문집, 1995.
6. K. Sasou, et al., "A study on the operating team activity of a nuclear power plant under abnormal operating conditions", *Safety Science*, vol.81, pp.143-156, 1993.
7. H. Ujita, et al., "An Approach for evaluating expert performance in emergency situations", *Reliability Engineering and System Safety*, vol.47, pp.163-173, 1995.
8. S.J. Reinartz, et al., "Verbal communication in collective control of simulated nuclear power plant incidents", *Reliability Engineering and System Safety*, vol.36, pp.245-251, 1992.
9. E.Salas and R.J.Stout, "Enhancing Teamwork in Complex Environments Through Team Training", *Group Dynamics: Theory, Resrach, and Praticce*, vol.1, No.2, pp.169-182, 1997.
10. K.Sasou and J.Reason, "Team errors: definition and taxonomy", *Reliability Engineering and System Safety*, vol.55, pp.1-9, 1999.
11. K.Sasou, et al., "A Study on the operating team activity of a nuclear power plant under abnormal operating conditions", *Safety Science*, vol.81, pp.143-156, 1993.
12. A. Green, "Verbal protocol analysis", *The Psychologist*, vol.8, No.3, pp.126-129,

March 1995.

13. B. Kirwan, et al., "See no evil, hear no evil, speak no evil: verbal protocol analysis, eye movement analysis, and nuclear power plant diagnosis", *Contemporary ergonomics, Proceedings of the Ergonomics Society's Annual Conf.*, pp.249-254, 1995.