

A Methodology for Analysing Human Errors of Commission in Accident Scenarios for Risk Assessment

150

TMI-2 / (EOC: Errors of Commission)가
 EOC 가 , 가
 EOC 가 . ,
 EOC
 3&4
 10 EOC .

Abstract

As the concern on the impact of the operator's inappropriate interventions, so-called errors of commission (EOCs), on the plant safety has been raised, the interest in the identification and analysis of EOC events from the risk assessment perspective becomes increasing accordingly. To this purpose, we propose a new methodology for identifying and analysing human errors of commission that might be caused from the failures in situation assessment and decision making during accident progressions given an initiating event. The proposed methodology was applied to the accident scenarios of YGN 3&4 NPPs, which resulted in about 10 EOC situations that need careful attention.

1.

가 (accident sequences)
 가 , 가
 가(PSA: Probabilistic Safety Assessment)
 . PSA
 가 가
 , 가 . PSA
 PSA (HRA: Human Reliability Analysis)
 가 . HRA 가

PSA HRA

[Dougherty, 1990; Jung, 2001]: ,

(error producing conditions or error forcing context)

, , HRA , HRA
가 ,

, TMI-2 (1979), Davis-Besse (1985), Fort-calhoun (1992), North-Anna
2 (1993) / [, 2002],

(EOC: Errors of Commission)

가 . / EOC

1. 가

EOC (TMI-2, Fort-calhoun)

2.

(Davis-Besse)

MMI

3.

(North-Anna 2)

, ,

EOC

EOC

Maryland

Mosleh

Macwan [Macwan and Mosleh, 1994]

Julius [Julius, 1995]

가

, PSI (Paul Scherrer Institut)

Davis-Besse

EOC

[Reer, 1999]

/ 가가

[Dang, 2001].

NRC

ATHEANA

[USNRC, 2000]

,

가

가

EOC

(Context)

,

가

EOC

EOC

2

EOC

, 3

3,4

EOC

4

2.

EOC

가

EOC

EOC

가

EOC

, EOC

(multiple events)

[, 2003].

EOC

EOC

EOC

EOC

()

가

. EOC

가

• CASE 1 : (initiating event) (misdiagnosis) EOC 가

• CASE 2 : ()

EOC 가

• CASE 3 : 가

EOC 가

CASE 1 CASE 2

EOC , CASE 3

EOC 가

가

EOC

• CASE 1: EOC

(initiating event)

(misdiagnosis) EOC

가

가 ()
가 , 가

• 가

• 가

가 , 가
가 (EOP)
가

• (PD: Plant Dynamics)

• 가 (HE: Human Error)

• (IF: Instrumentation Failure)

가 가 , 가
(가 , ' (all) '
)
(drift) lead/lag

1) (branch point)

2) , 가

(MTA: misdiagnosis tree analysis)

3)

(Errors of Omission)

EOC (Errors of Commission)

EOO

4) EOC/EOO 가 가 가

가

가

- EOC 가 ,
- 가
- (:)

• **CASE 2:** EOC

가

PSA EOC EOO 가 EOC 가
, PSA (Event Tree)

Transient-induced
PORV/PSV Stuck-open LOCA, ATWS-induced SGTR, MSSV Stuck-open ESDE, Loss of All
Feedwater (), (HPSI)

PSA
가 ,
가 가 EOC 가 EOO
가
EOC
EOC EOC 1
EOC , EOC
가

1: EOC 가 가
EOC 가

- (EOC)
EOC 가
(:)

PORV/PSV

HPSI)

⇒

EOC

가

•

(:)

가

(:

PORV

HPSI

) ,

⇒

EOC

가

(

)

2:

/

/

가

1

EOC

/

2-1

2-2

.

2-1:

가

()

1

EOC

.

가

,

가

.

,

[Jung, 2002]

,

3~4

(: 3.65

)

' -02'

, ,

3~4

,

,

CASE 1

가

.

,

,

가

.

가

.

,

,

가

.

,

3~4

,

,

가

(

가

, CASE 1

가

,

가

가

).

가 , EOC 가

.

.

가

가

가 가 . , 가 가

가 .

-
- 가
 - 가
 - 가
 - 가 가 가 가
- ,
- 가 .
- (redundant) (diverse) 가
 -

-
- - :

2-2: 가

() 1 EOC

가 .

,

가

가 가 .

3: 가 가

- EOC 가 , 가 .
- 가

- (:)
- **CASE 3:** 가 EOC
 , Case 2 ,
 EOC (Event Tree) . EOC 가 . PSA
 1) ;)
 2) 가 EOC ;)
 3) EOC 가 .
 가 , CASE 2 , CASE 2
 (locally) , LOCA , RCS
 LOCA PSV LOCA , LOCA
 , 가 , RCS LOCA
 , PSV LOCA
 LOCA (: RCS LOCA),
 가 . 가 CASE 2 ,
 , CASE 2
 4) EOC 가 가 .
 • EOC 가 ,
 • 가
 • (:)

3. : 3&4 EOC
 EOC 3,4
 가 EOC . 3,4 PSA
 [KAERI, 1993]

- **CASE 1 :** EOC
 가 EOC

- 1:
- 2: 가

EOC

1 가 ,

3,4 (EOP) ATWS, LOOP, SBO, LOAF, LOCA, SGTR, ESDE, (General Transients) ,

가 LOCA, SGTR, ESDE ,

가 3,4

EOP -02 ,

가 3 1)

(PD: Plant Dynamics), 2) 가 (HE: Human Error), 3)

(IF: Instrumentation Failure) 가 .

3,4 EOP -02 LOCA

(MTA: Misdiagnosis Tree Analysis) 1 . MTA

Heading .

가 . MTA PD, HE, IF 가

가 . ,

(ON) , 2 HIGH/ON

. , (drift)

가 . MTA Circle Neg. 가

LOCA , GTRN ESDE 가 2, 3

가 . LOCA

‘RCS , . LOCA RCS

‘15 °C 가 , HPSI 15 °C

가 (T/H)

1 75

kg/cm² 가 MSIV 가 ,

70 cmH²O 가 350 mR/hr

PSV LOCA RDT(Reactor Drain Tank)

SGTR 2 가

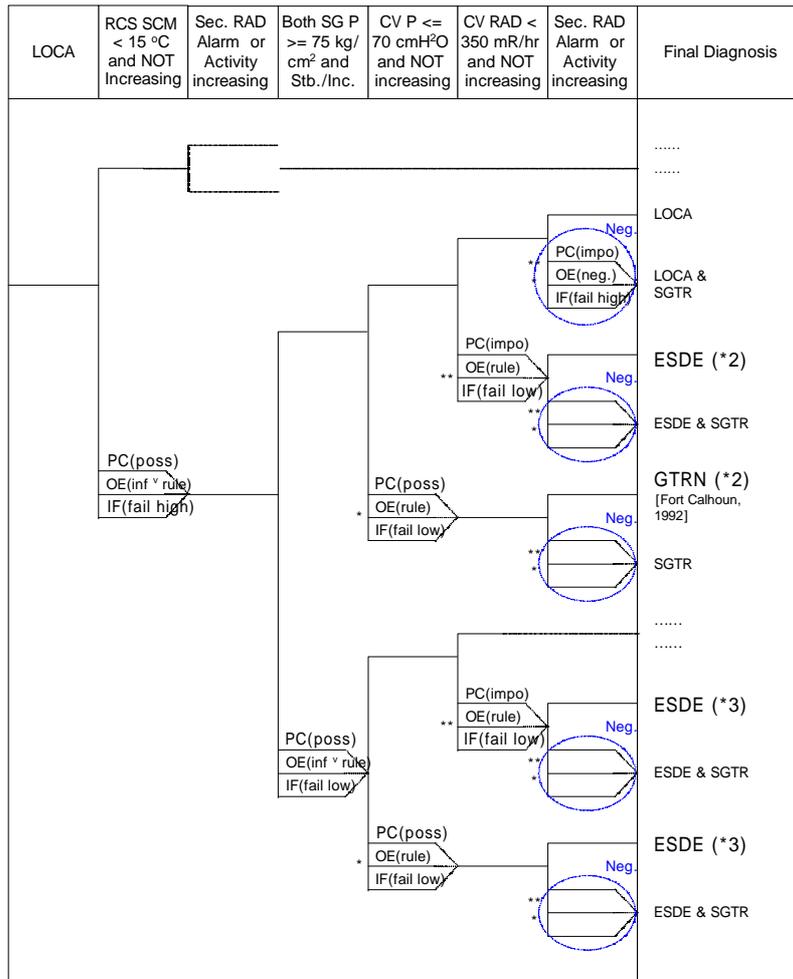
LOCA(1) , GTRN(2) , ESDE(3) 가

. SGTR 가 2

가 , 2 가
 . RCS LOCA
 . SGTR [, 2003]
 . ESDE , LOCA(1), GTRN(2) 가
 . ESDE 가
 가 , LOCA
 ESDE [, 2003]
 가 EOC EOO 1
 가 ,
 가 / . LOCA GTRN ,
 HPSI EOC
 EOC
 가 , PSV LOCA 가 , GTRN
 ESDE 가 가
 , HPSI 가 GTRN 가 ESDE
 가 가 .

1 (IE) 가 EOC EOO

IE	EOC/EOO
LOCA -> GTRN	- Inappropriate termination of HPSI (EOC) - Failure to isolate the ruptured RCS boundary (EOO)
LOCA -> ESDE	- Inappropriate termination of HPSI (EOC) - Isolation of the intact SG (EOC) - Failure to isolate the ruptured RCS boundary (EOO)
SGTR -> GTRN	- Inappropriate termination of HPSI (EOC) - Failure to isolate the faulted SG (EOO)
SGTR -> LOCA	- Failure to isolate the faulted SG (EOO) - RCS cooling using the faulted SG (EOC)
SGTR -> ESDE	- Inappropriate termination of HPSI (EOC) - Failure to isolate the faulted SG (EOO) - Isolation of the intact SG (EOC)
ESDE -> GTRN	- Inappropriate termination of HPSI (EOC) - Inappropriate opening of MSIV or MSIBV (EOC) - Failure to isolate the faulted SG (EOO)
ESDE -> LOCA	- Failure to isolate the faulted SG (EOO) - Inappropriate opening of MSIV or MSIBV (EOC) - RCS cooling using the faulted SG (EOC)



1. LOCA

● CASE 2 :

EOC

2

가

EOC 가

3&4

PSA

- 1) SBO * RT * AFD * PSV *
- 2) (Transients/SLOCA) * MFW/AFW * MSSV Stuck-open
- 3) (Transients) * LOFW * LOAFW
- 4) ATWS * MTC (OK) * PSV
- 5) ATWS * MTC (OK) * CSGTR

CASE 2 EOC

5 가

<SBO * RT * AFD * PSV * > EOC
 , 2 . SBO
 RCS 가 (PSV)
 , PSV 가 SBO LOCA 가 .
 PSV AC , 가 가
 , HPSI 가 , ,
 SBO PSV LOCA 가 .
 , PSV RCS
 가 , EOC 가 가
 . , 가 (20) 가
 가 .
 5 가 3 CASE 2 EOC
 2 가 EOC
 가 .
 .
 <SBO * RT * AFD * PSV * > , ,
 PSV 가 가 ,
 가 20
 EOC 가 가 .
 MSSV , 가 가
 , 가 가
 .
 .
 EOC 가
 가
 HPSI 가 가
 가
 .
 ATWS PSV , HPSI
 EOC 가 가 .
 ATWS SGTR (CSGTR) ,
 ' -01 ' ' RCS (SIS) ' SGTR 가 ,
 SGTR 가 ,
 가 .

● CASE 3 :

가 EOC
 , LOCA HPSI SGTR
 EOC
 LOCA HPSI PSV LOCA
 PSV LOCA 가 가
 HPSI 가 . SGTR
 (RCS Th < 287 oC)
 SGTR 가 .

4.

EOC , TMI-2
 가(PSA)
 EOC ,
 가 /
 EOC
 EOC
 3&4
 EOC 가
 (CASE 1)
 가 EOC
 (CASE 2)
 가 EOC
 (CASE 3)
 (locally) 가 EOC
 3&4 , CASE 1
 가 , LOCA (, PSV LOCA)
 GTRN ESDE 가 EOC 가
 가 가 . SGTR 가
 2 가 ,
 가 가 가 . , ESDE
 가
 3&4 가
 (가)
 ESDE MSIV/MSIBV

SBO 2 가 PSV 가
HPSI 가
, EDG AAC SBO 가
가 1.0E-11 EOC
가 CASE 2 가
() 가
. CASE 3 PSV LOCA RCS LOCA
가
가
가 가
EOC 가 가

, 2002.
, KAERI/TR-2458, 2003.

Dang, V., Reer, B, Hirschberg, S., Analysing errors of commission: identification and a first assessment for a swiss plant, OECD/NEA Workshop on Building the New HRA: Errors of Commission – from Research to Application, Rockville, MD, May 7-9, 2001.

Dougherty E, Human reliability analysis – where shouldst thou turn?. Reliability Engineering and System Safety, 29, 283-299, 1990.

Julius J, et al. A procedure for the analysis of errors of commission in a probabilistic safety assessment of a nuclear power plant at full power. Reliability Engineering and System Safety 1995; 50: 189-201.

Jung WD, et al. Structured information analysis for human reliability analysis of emergency tasks in nuclear power plants. Reliability Engineering and System Safety 2001; 71:21-32.

Jung WD, et al. Performance time evaluation for human reliability analysis using a full-scope simulator of nuclear power plants, Proceedings of the 2002 IEEE 7th Conference on Human Factors and Power Plants, Scottsdale, Arizona, Sep. 2002.

KAERI, Final level I probabilistic risk assessment update for yonggwang nuclear units 3 and 4, Vol. 1, July, 1993.

Kirwan B, A guide to practical human reliability assessment, Taylor & Francis, 1994.

Macwan A, Mosleh A. A methodology for modelling operator errors of commission in probabilistic risk assessment. Journal of Reliability Engineering and System Safety 1994; 45: 139-57.

Reer B, Straeter O, Dang V, Hirschberg S. A comparative evaluation of emerging methods for errors of commission based on applications to the Davis-Besse (1985) event. PSI Bericht Nr. 99-11. 1999.

USNRC. Technical basis and implementation guidelines for a technique for human event analysis (ATHEANA). NUREG-1624. Rev. 1, 2000.