

## 통신탑재체 개발 위험관리 Case Study

정철오\* · 은종원\*\*

### Case Study of Risk Management on Communication Payload System Development

Cheol-Oh Jeong\* · Jong-Won Eun\*\*

#### ABSTRACT

The scope of this paper is to show a risk management plan including how to perform risk assessment and to make a mitigation plan aspects of the communication payload system development. According to system engineering management guide of DoD of USA and risk management plan of satellite communication system, risk assessment and mitigation plan of communication payload system were performed. In this paper, it is indicated the process of risk management and risk assessment procedures as well as mathematical model for risk assessment of DoD guide. It is shown how risk assessment and mitigation plan have implemented in communication payload system development through case study.

Key Words: Risk management, Mitigation plan, risk assessment, maturity assessment, 통신탑재체, 위험관리, 위험완화계획, 위험 평가, 성숙도 평가

#### 1. 서 론

한국전자통신연구원 2003년부터 통신해양기상 위성 Ka 대역 통신탑재체 개발에 착수하여 통신탑재체 및 관련 부품의 설계, 제작 및 시험을 성공적으로 완료하여 2010년 6월 천리안위성으로 명명된 통해기 위성에 탑재되어 남미 기아나에 위치한 발사장에서 발사 되었다. 성공적인 위성 발사 이후 In-orbit-test(IOT)를 거쳐 현

재 본격적인 통신탑재체 활용에 대비하여 2011년 5월 지상에서 통신탑재체 신호를 측정하는 신호반경(빔 커버리지) 측정이 이루어졌으며, 시험 결과 당초 요구 성능을 상회하는 결과가 확인되었으며, 현재 통신 및 방송시험에 활용하고 있다.

미국방성에서는 위성개발 시 개발에 따른 위험 분석을 통한 위험완화를 위해 위험관리 기법을 적용하고 있다. 천리안 위성 통신 탑재체의 경우 국산화 개발 대상 부품이 있어 부품 국산화 개발에 따른 위험분석 및 위험완화 계획 수립이 요구되었다. 본 고에서는 통신 탑재체 부품 국산화 개발 시 적용한 위험관리 절차를 소

†2011년 4월19일 접수 ~ 2011년 5월 9일 심사완료

\* 정회원, 한국전자통신연구원

\*\* 정회원, 남서울대학교

연락처, E-mail: cojeong@etri.re.kr

개하고, 국산화 개발을 대상으로 수행한 위험관리 Case study 내용과 결과를 소개 하였다.

## 2. 통신 탑재체 개요

천리안위성에 탑재된 통신탑재체는 Figure 1. 과 같이 1개의 통신 증계기와 2개의 Ka 대역 안테나로 구성되어 있다. 통신 탑재체는 한반도를 대상으로 통신 서비스 및 위성통신 시험을 목적으로 하고 있으며 2010년 9월 성공적으로 발사되었으며, 앞으로 천리안 위성 수명 동안 우주 공간에서 운용될 예정이다.[1, 2, 3]

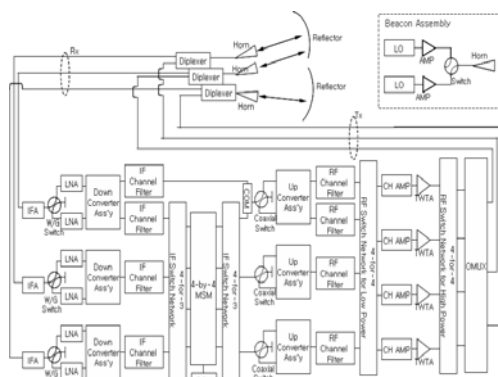


Fig.1 천리안위성 통신탑재체 시스템 구성도

천리안 위성의 통신탑재체 개발은 사업 초기 부품 설계에서부터 시스템 시험에 이르기까지 개발단계에 따라 국내 및 국외업체가 함께 진행하기로 결정되었다. 국산화 개발 부품의 경우는 국내업체가 주도하여 제작 및 환경시험을 포함한 성능시험을 진행하고, 증계기 및 안테나 서브시스템의 조립, 종합화 및 성능시험은 ETRI와 국내업체가 수행하는 체계로 결정되었다. 이에 따라 국산화 개발 대상에 대한 위험관리 수행이 요구되었으며, 국산화 대상에 대한 위험평가 및 위험완화 수립이 수행되었다.

## 3. 위험관리 개념

위험성은 위성 개발 프로그램의 성공에 위협적인 요소이다. 이는 비용의 증가, 개발 일정 및 기술적 성능에 나쁜 영향을 줄 수 있기 때문이며, 따라서 이러한 위험 요소를 정의하고, 평가하며 위험을 줄이기 위한 체계적인 관리 등을 필요로 한다. 이에 따라 제시된 위험요소와 모든 잠재 위험요소를 도출하고, 도출된 위험요소를 분석 평가하여 등급을 매기고 이를 근거로 위험요소 해결을 위한 위험완화 계획 수립을 통해 사업의 위험관리가 수행된다. [4, 5]

일반적으로 위험관리는 크게 4단계로 구분되어 수행된다. 우선 위험관리를 실행하기 위한 요구조건을 설정하고, 이에 따라 위험요소를 정의하고 평가하게 된다. 이러한 위험요소가 수용할 만한 것인지를 결정하고, 위험요소를 완화하기 위한 조치와 함께 이에 대한 재평가를 수행하게 된다.

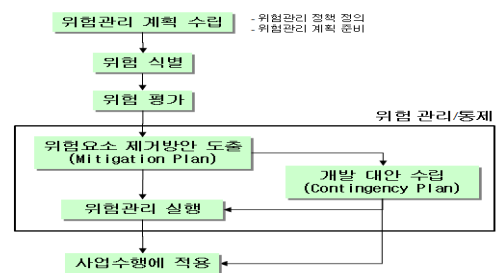


Fig.2 위험관리 수행절차에 대한 업무 흐름

본 연구에서 Case study로 수행 시 적용한 위험평가 방법은 미국방송에서 제시하고 있는 위험평가 수치모델을 적용하였는데, 모델은 크게 두가지 항목으로 구성되어 있다. 하나는 고장확률( $P_f$ ) 항목으로 기술과 관련된 기술 성숙도 ( $P_M$ ), 복잡도( $P_C$ ) 그리고 의존도( $P_D$ )에 대한 부분으로 구성되며, 또 하나는 고장결과( $C_f$ ) 항목으로 과제 관리와 관련된 기술적 성능 수준( $C_t$ ), 비용( $C_c$ ), 일정( $C_s$ )에 대한 부분으로 구성된다. 여기에 고장확률( $P_f$ )은 기술 성숙도, 복잡도 및 의존도 항목이 차지하는 비중에 대한 가중치가 반영되어 도출된다. 또한 고장결과( $C_f$ )는 기술적 성능 수준, 비용 및 일정 항목이 차지하는 비중

에 대한 가중치가 반영된다. 위험평가 수치모델은 다음과 같다.[4, 6]

$$\text{Risk Factor} = P_f + C_f - (P_f \times C_f) \quad \text{Eq.1}$$

- $P_f = aP_M + cP_C + eP_D$
- $C_f = fC_t + gC_c + hC_s$

여기서,

- a, c, e : 합이 1이 되는 가중치로 차지하고 있는 비중에 따라 결정
- f, g, h : 합이 1이 되는 가중치로 차지하고 있는 비중에 따라 결정
- $P_f$  : 고장확률(기술 성숙도( $P_M$ ), 복잡도( $P_C$ ), 의존도( $P_D$ ))에 의해 결정, Table 1. 참조)
- $C_f$  : 고장결과(기술적 성능 수준( $C_t$ ), 비용( $C_c$ ), 일정( $C_s$ ))에 의해 결정, Table 2. 참조)

Table 1. 고장확률( $P_f$ ) 항목

Magnitude	Maturity Factor ( $P_M$ )	Complexity Factor ( $P_C$ )	Dependency Factor ( $P_D$ )
0.1 (low)	Existing	Simple Design	Independent of existing system, facility, or associate contractor
0.3 (minor)	Minor Redesign	Minor increases in Complexity	Schedule dependent on existing system, facility, or associate contractor
0.5 (moderate)	Major Change Feasible	Moderate Increase	Performance dependent on existing system performance, facility or associate contractor
0.7 (significant)	Technology Available, Complex Design Changes	Significant Increase	Schedule dependent on new system schedule, facility or associate contractor
0.9 (high)	State of Art. Some Research Required, Complete New Design	Extremely Increase	Performance dependent on new system schedule, facility, or associate contractor

Table 2. 고장결과( $C_f$ ) 항목

Magnitude	Technical Factor ( $C_t$ )	Cost Factor ( $C_c$ )	Schedule Factor ( $C_s$ )
0.1 (low)	Minimal or no consequences, unimportant	Budget estimates not exceeded, some transfer of money	Negligible impact on program, slight development schedule change compensated by available schedule slack
0.3 (minor)	Small reduction in technical performance	Cost estimates exceed budget by 1 to 5 percent	Minor slip in schedule (less than 1 month), some adjustment in milestones required
0.5 (moderate)	Some reduction in technical performance	Cost estimates increased by 5 to 20 percent	Small slip in schedule
0.7 (significant)	Significant degradation in technical performance	Cost estimates increased by 20 to 50 percent	Development schedule slip in excess of 3 months
0.9 (high)	Technical goals cannot be achieved	Cost estimates increase in excess of 50 percent	Large schedule slip that affects segment milestones or has possible effect on system milestones

#### 4. 위험관리 Case study

천리안 위성 통신탑재체는 국산화 개발을 전제로 시작되었다. 이에 따라 국산화 대상 선정이 이루어졌으며, 부품의 경우는 수동부품과 능동부품 중 국내기술로 설계, 설계, 제작, 조립 및 시험 등 기술력이 있어 독자 또는 외부협력을 통해 개발이 가능하다고 판단된 12종 부품이 선정되었다. 또한 중계기, 안테나 및 탑재체 종합화 및 시험 기술도 자체 수행을 할 수 있는 국산화 대상으로 선정되었다.

본 연구에서는 국산화 대상으로 선정된 12종의 부품 개발과 중계기, 안테나 및 탑재체 종합화 및 시험 기술에 대해 위험관리 Case study를 수행하였다.

Equation.1 식을 활용하기 위한 가정사항은 다음과 같다. 고장확률( $P_f$ )의 가중치는  $a=0.3$ ,  $c=0.4$ ,  $e=0.3$ 으로 가정하였으며, 복잡도는 12종 대상을 복잡도 높은 부품에서 복잡도가 낮은 부품 순으로 순서를 구분하였다. 기술 성숙도와 기술 의존도는 ETRI에서 분석한 결과가 반영되었다.[7, 8] 고장결과( $C_f$ )의 가중치는  $f=0.4$ ,  $g=0.3$ ,  $h=0.3$ 으로 가정하였으며, 기술적 성능은 모두 동일한 것으로 가정하였다. 비용항목은 개발에 소요되는 개략적인 예상 개발비용을 도출한 후 높은 부품에서 개발 비용이 낮은 부품 순으로 순서를 구분하였으며, 일정항목은 개발 소요일정을 산출하여 일정에 따른 영향이 높은 부품에서 영향이 낮은 부품 순으로 순서를 구분하였다. [7, 8]

Equation 1과 상기 사항을 반영하여 12종 대상으로 Risk factor 분석이 수행되었으며, Table 3은 OMUX를 대상으로 Risk factor를 계산한 결과를 보여주고 있다.

Table 3과 같이 Risk factor가 도출되면 일반적인 위험완화 기법을 적용하여 위험완화 방안을 도출하였다. Table 4는 12종 부품 국산화에 대한 위험분석에 따른 위험완화 방안을 보여주고 있다.[7]

Table 3. OMUX Risk Factor 계산 결과(예)

## ◆ OMUX

Magnitude	Maturity Factor (P <sub>1</sub> )	Complexity Factor (P <sub>2</sub> )	Dependency Factor (P <sub>3</sub> )	Magnitude	Technical Factor (C <sub>1</sub> )	Cost Factor (C <sub>2</sub> )	Schedule Factor (C <sub>3</sub> )
0.1 (Lower)				0.1 (Lower)			
0.3 (Minor)				0.3 (Minor)			
0.5 (Moderate)		√		0.5 (Moderate)			
0.7 (Significant)	√		√	0.7 (Significant)	√	√	√
0.9 (High)				0.9 (High)			

## ◆ Result (Risk Factor): 0.886

Table 4. 위험완화 방안 수립

항목	Risk Factor	Mitigation Plan	Item	Risk Factor	분석내용
LNA	0.71	CBS/SATCOM EM Heritage In-house development with reliable domestic company	OMUX	0.886	In-house development with reliable domestic company together with Co-development with a foreign partner
DNC	0.75	CBS/SATCOM EM Heritage In-house development with reliable domestic company	ICF	0.7648	In-house development with reliable domestic company
UFC	0.8328	In-house development with reliable domestic company	RCF	0.72	In-house development with reliable domestic company
LO	0.78	In-house development with reliable domestic company	OBS	0.868	In-house development with reliable domestic company together with Co-development with a foreign partner
Ch. Amp.	0.72	In-house development with reliable domestic company	Diplerex	0.75	In-house development with reliable domestic company
IFA	0.6156	CBS/SATCOM EM Heritage In-house development with reliable domestic company	Feed Horn	0.6884	CBS/SATCOM EM Heritage In-house development with reliable domestic company

## 4. 결론

본 연구에서는 위성 프로그램의 위험관리 체계 및 절차와 위험완화 방안을 보여주었고, 천리안 위성 통신탑재체의 개발부품을 대상으로 수행한 Case study 결과를 보여 주었다. Case study 결과 통신탑재체 개발대상 부품에 대한 위험평가 결과와 이에따른 위험완화 방안이 제시되었다. 위험관리를 통해 도출된 개발에 따른 위험관리방안은 천리안 위성 통신탑재체 부품개발 계획에 반영되어, 국내업체가 설계에서부터 시험에 이르는 전 과정에 참여하여 국내기술에 의한 위성부품 개발이 성공적으로 수행되었다. 개발된 국산화 부품들은 국외 기술자문기관으로부터 인증을 받았다.

## 참고문헌

- [1] Communication Payload System (COPS) Specification for Satellite Communication (SATCOM) System, 2006.02.28., COMS-400000-SPB-0032
- [2] Transponder Subsystem Design and Analysis of SATCOM System. 2006.03.02., COMS-420000-DEP-0439
- [3] Antenna Subsystem Specification for the SATCOM System, 2006.03.29., COMS-410000-SBP-0274
- [4] System Engineering Management Guideline, DoD, 2nd Edition, 1986
- [5] Risk management plan, Astrium,, COMS.PL.00012.DP.T.ASTR, 2005.7.8
- [6] 은중원, Risk Management Plan for the development of Satellite Communication System, TD(ETRI), COMS-300000-MGF-0348, 2004. 05. 31.
- [7] 은중원, Assessment on Risk Factor for the development of Satellite Communication System, TD(ETRI), COMS-300000-MGF-0353, 2004. 05. 31.
- [8] 은중원, 정철오, Contingency Plan for the In-house Development Items of Communication Payload System, TD(ETRI), COMS-400000-MGZ-0775, 2004.12. 03.