JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 17, No. 12 : 3030~3037 Dec. 2013

수문관측용 위성통신설비 상태평가 기법

신강욱 · 홍성택*

Condition Evaluation Method of Satellite Communication Facilities for Hydrological Observation

Gang-Wook Shin · Sung-Taek Hong*

K-water Research Institute, K-water, Daejeon 305-730, Korea

요 약

위성통신설비의 수명은 설비별 사용빈도와 운영환경에 따라 상이하나, 설비 개대체시 내용년수만을 고려하고 있는 실정이다. 따라서, 설비의 성능분석을 통한 상태평가 및 의사결정에 따른 과학적 근거를 기초로 한 경제적인 자산관리가 필요하다. 본 연구에서는 K-water에서 사용하고 있는 위성통신설비에 대하여 물리적 평가, 성능분석 평가, 경제성 평가, 내용년수 평가를 통한 과학적인 상태평가표를 제안하였으며, 이를 통한 합리적인 개대체 방안을 수립하였다.

ABSTRACT

Life time of facilities is different In case of operating environment and frequency of use. So, the durable year of the facilities is only considered to replace the facilities at present. Thus, system management is needed economical assesment based on condition evaluation through performance analysis of facilities. This research makes a proposal for scientific condition evaluation table through physical assessment, performance analysis assessment, durable years assessment about satellite communication facilities being used in K-water. Consequentially, reasonable replacement plan is established for satellite communication facilities.

키워드 : 수문관측, 위성통신, 성능시험, 상태평가

Key word : Hydrological Observation, Satellite Communication, Performance test, Condition Assessment

접수일자 : 2013. 07. 22 심사완료일자 : 2013. 08. 23 게재확정일자 : 2013. 09. 13

* **Corresponding Author** Sung-Taek Hong(E-mail : sthong@kwater.or.kr, Tel: +82-42-870-7681)
K-water Research Institute, K-water, Daejeon 305-730, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.12.3030 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

최근 세계적으로 지구온난화에 따른 기상이변 및 집중호우가 빈번하게 발생함에 따라 수재해 관리에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다. 위성을 이용한 통신 및 방송은 양방향 서비스 시대를 맞이하고 있으며, 위성 인프라는 통신망 back-up 개념을 벗어나 이동 휴대 시스템으로 발전하고 있다. 그리고 지상 인프라 구축 및 운영이 어려운 지역과 시설을 중심으로 광역통신의 근간을 이루고 있다. 또한, 위성 통신 및 방송은 재난 방재, 긴급 복구, 산업 시설 감시 및 측정데이터 모니터링 등 지상 인프라와 상호 보완적인 이중망 또는 기간 망으로 활용되고 있다. K-water에서는 16개 다목적댐 및 용수전용댐 유역에 수문관측망을 구축하여 운영 중에 있다. 수문관측망은 본사의 중심국, 댐 사무소의 제어국, 관측소의 수위국, 우량국 및 경보국 등으로 구성되어 있다. 수문관측망의 초기 통신망은 VHF(Very High Frequency)를 이용하였나, 1998년부터 KOREASAT 위성통신망을 도입하여 주통신망으로 이용하고 있으며, 유선 및 VHF, CDMA(Code Division Multiple Access) 등을 보조통신망으로 이중화하여 운영 중이다. K-water의 수문관측용 위성통신망의 구성도는 그림 1과 같다.

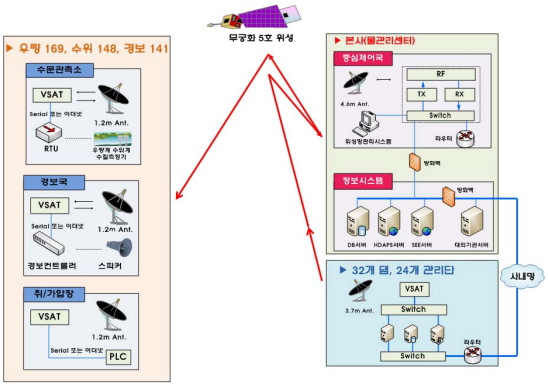


그림 1. 수문관측용 위성통신망 구성도
Fig. 1 Diagram of K-water's satellite communications network

현재 K-water에서 적용하고 있는 위성통신설비에 대한 유지보수는 대부분이 고장 발생 후 또는 회계적 내용년수 기준에 의거 일정시간이 경과한 후 시행하는 시간기준 정비기술을 적용하고 있다. 개・대체 의사 결정을 위한 기본적인 의사결정 흐름은 그림 2와 같다[1,2].

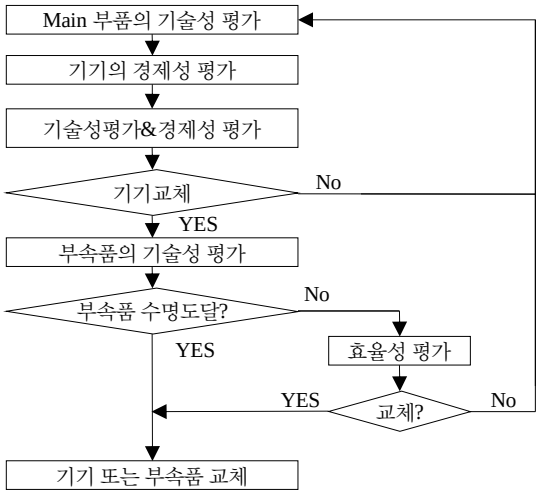


그림 2. 개대체 의사 결정 흐름도
Fig. 2 Flowchart of replacement decision making

본 논문에서는 여러 선진국에서 수행되고 있는 RCM(Reliability Centered Maintenance, 신뢰성 기반 유지보수 기술), RBM(Risk Based Maintenance, 위험도 기반 유지보수 기술), RBI(Risk Based Inspection, 위험검사 기반) 등과 같은 신뢰성과 위험도를 기반으로 한 평가기법을 검토하였다. 특히, K-water의 위성통신시스템에서 HUB시스템 중 중요 장비인 SSPA (Solide State Power Amplifier, 고출력증폭기), LNA (Low Noise Amplifier, 저잡음증폭기), Up Converter, Down Converter, Modulator 등의 위성통신설비에 대하여 RCM을 비롯한 RBM과 RBI의 적용성을 분석하였다.

본 연구에서는 내용년수 평가를 통하여 개대체 기준을 제시하였던 기존 방식과 달리, 사고·고장 빈도, 평균수리시간, 환경·외관 및 결선상태를 포함한 물리적 평가와 측정할 수 있는 항목을 선정하여 특성시험을 통한 성능분석 평가, 보수비용, 단종/조달여건, 고장 파급영향을 포함한 경제성 평가를 종합한 상태평가기법을 제안하였다.

Ⅱ. 설비 상태평가 기법

2.1. 상태평가 기법 분석

설비에 대한 상태평가 기법으로는 RCM, RBM, RBI 등이 있으며, 신뢰성 기반의 유지보수 기술은 모든 정비체계에서 교체나 정밀검사, 수리를 실시해야 할 적절한 시기가 있다고 하는 예방정비 기술이다. 그러나 안전성과 가용성은 종종 저하되고, 체계가 점점 복잡해지면서 정비 비용이 급상승하게 됨에 따라 이를 대체할 수 있는 보다 효과적인 접근법을 모색하게 되었다[3,4]. RCM은 설비가 최대수명을 유지할 수 있도록 반응적, 예방적, 예측적 및 선행적인 유지보수 방안을 수립할 수 전략으로서, RCM 프로그램 수립을 위해 직관적이고 통계적인 방안을 적용한다.

RCM이나 RBM은 신뢰성을 기반으로 유지보수를 수행하는 방법으로 설비의 위험성과 중요성에 대응하여 보수의 우선도를 검토하는 신뢰성공학에 기초하는 합리적인 보수방법이다. 그러나, RCM은 평가기준 대부분이 통계적 처리를 이용하는 신뢰성 기반 유지보수 기술이며, RBM은 신뢰성을 기반으로 하고 있지만 그 외에 환경이나 고장파급효과, 고장의 심각도에 대한 전문가의 의견이나 설비를 운영하는 현업원들의 의견을 반영하여 위험도를 평가하는 기술이다[5-9].

신뢰도를 기반으로 한 유지보수 기술은 1960년대부터 민간항공기 산업에서 적용이 개시되었으며, 전력 분야에서는 1990년대부터 북미 전력회사 혹은 EPRI주도로 적용된바 있다. 현재는 특히 유럽의 제작사와 사용자, 북미의 사용자를 중심으로 해서 RCM의 적용실적이 점차 보고되고 있다. 이와 같이 신뢰성을 기반으로 한 유지보수 기술은 보수작업의 합리화, 구체적으로는 보수재료의 절감, 보수경비의 삭감, 인원의 삭감・최적배치를 행하는 것이 가능하다. 그리고 신뢰성 유지, 설비 운용성 향상, 안전성 확보, 환경조화 등이 기대된다. RBM을 평가하는 방법은 다음과 같이 분류 할 수 있다[10-12].

- 정성적 평가 (Qualitative Risk Assessment)
  - 엔지니어링 판단과 경험을 이용한 평가
  - 평가결과는 평가자의 전문성과 능력에 의존
  - FMEA, FMECA, HAZOP 등 정성적 고장분석 방법 활용
  - 스크린 기능
- 준 정량적 평가(Semi-Quantitative Risk Assessment)
  - 객관화된 문진에 의거 LOF/COF평가
  - 평가결과의 객관성 보장되나 상대적 비교지표로만 활용
  - 표준화된 평가절차 및 방법론 없음
- 정량적 평가 (Quantitative Risk Assessment)
  - 고장/손상 DB, 설비이력, 확률론적 파괴해석에 의한 LOF 평가
  - 고장/손상사례를 통한 COF비용평가
  - 고비용 장기간 소요

위험기반검사(RBI)라 함은 각각의 설비별로 위험도를 산정하고 위험도에 따라 검사의 우선순위, 방법, 주기 및 일정계획 등을 수립하여 과학적인 근거에 의해 종합적이고 체계적인 검사를 수행하는 것을 말한다.

이러한 위 세 가지 평가기법을 분석한 결과 위성통신설비의 개별 모듈에 대해서 적용하는 것이 부적절하며, 일정 고장률로 확률적 고장이 발생하는 경우에 적용이 불가한 것으로 분석되었다.

2.2. 위성통신설비 상태평가 기법 분석

위성통신설비의 상태평가는 1차적으로 개별 설비의 상태만을 평가하여 우선순위의 대상을 선정하는 것이 중요하며, 위성통신설비가 속한 상위 시스템의 기능을 고려하여 해당 설비의 고장으로 인한 경제적 손실 등을 판단하는 것이 타당하다[10].

그림 3. 통신설비 상태평가 흐름도
Fig. 3 Flowchart of condition evaluation for communication facilities

또한 설비의 고장률(신뢰성)과 함께 보전성(또는 정비성)을 고려하는 것이 필요하며, 설비의 성능과 관련한 물리적 상태, 고장빈도 등 운전 및 정비 이력에 근거한 상태설비의 기능적 특성에 따라 세부 진단항목을 설정하는 것이 적절하다.

2.3. 성능분석을 통한 상태평가 방안

위성통신설비의 성능분석은 그림 4와 같이 Signal Generator로 정격레벨을 장비에 입력한 후, Power Meter 또는 Spectrum Analyzer로 출력을 측정하는 방법 등으로 성능분석을 실시할 수 있다. 이를 통하여 위성통신설비에 대한 설비별 점검 항목 및 기준 값, 정격레벨은 표 1과 같이 선정할 수 있다.

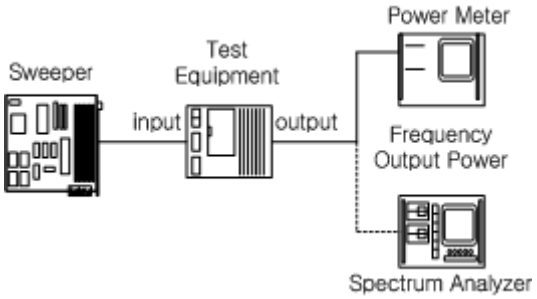


그림 4. SSPA의 증폭도 측정
Fig. 4 Measurement of SSPA's amplification factor

표 1. 설비별 점검 항목 및 기준 값
Table. 1 Inspection categories and standard values for each facility

장비명	점검항목	기준값	정격레벨
SSPA	증폭도	≥70dB	-40 ~ -60dBm
	이득안정도	±1dB	-40 ~ -60dBm
	출력	≥43dBm	임계치:-37dBm
LNA	증폭도	≥60dB	-60dBm이하
	이득안정도	±0.75 dB	-60dBm
Up Converter	증폭도	≥20dB	-30dBm이하
	이득안정도	±1 dB	-30dBm
	불요파	≤-55dBc	-30dBm
Down Converter	증폭도	≥30dB	-45dBm이하
	이득안정도	±1 dB	-45dBm
	불요파	≤-55dBc	-45dBm
Modulator	주파수안정도	±1 ppm	CF:1250MHz
	출력안정도	±0.5dB	0 ~ -25dBm

Ⅲ. 위성통신설비 상태평가기법

본 연구에서는 위성통신설비의 개대체 시 내용년수만을 고려하던 것을 물리적 평가, 성능분석 평가, 경제성 평가, 내용년수 평가 등을 종합적으로 평가하여 합리적이고 과학적인 평가방안을 제시하고자 한다.

3.1. 물리적 평가

물리적 평가는 사고·고장 빈도, 평균 수리시간, 환경·외관 및 결선상태를 평가하도록 구성하였으며, 표 2와 같이 평가항목을 구성하였다.

표 2. 물리적 평가 항목
Table. 2 Physical evaluation categories

항 목	평 가 내 용	배점
사고·고장 빈도	최근 3년 이내 5회 이상	1
	최근 3년 이내 3~4회	2
	최근 3년 이내 1~2회	3
	최근 3년간 사고·고장 발생은 없으나, 과거 고장발생 사례가 있음	4
	설치이후 사고·고장 발생 사례가 없음	5
평균 수리 시간	사고·고장 시 3시간 초과	1
	사고·고장 시 1~3시간	2
	사고·고장 시 1시간 이내	3
	사고·고장 시 즉시 복구가능(10분 이내)	4
	사고·고장이 없음	5
환경·외관 및 결선상태	환경상태 불량, 외관 및 결선상태 불량	1
	환경상태 보통, 외관 및 결선상태 보통	3
	환경상태 양호 및 결선상태 양호	5

3.2. 성능분석 평가

성능분석 평가는 해당 설비에 대한 특성을 분석한 후, 각 설비별로 측정할 수 있는 항목을 선정하였으며, 표 3은 각각의 설비에 대한 평가항목을 나타낸다.

표 3. 성능분석 평가 항목
Table. 3 Capability analysis evaluation categories

설 비	항 목	평 가 내 용	배점
SSPA	증폭도 (gain)	68 dB 미만	1
		69 dB ~ 68 dB	2
		70 dB ~ 69 dB	3
		71 dB ~ 70 dB	4
		71 dB이상	5
	이득안정도	±2.0 dB 미만	1

설 비	항 목	평 가 내 용	배점
	(Gain stability)	±1.5 dB	2
		±1.0 dB	3
		±0.5 dB	4
		±0.2 dB	5
	출력 (Power Output)	+42.0 dBm 미만	1
		+42.5 dBm	2
		+43.0 dBm	3
		+43.5 dBm	4
		+44 dBm 이상	5
LNA	증폭도 (gain)	58 dB 미만	1
		59dB ~ 58dB	2
		60dB ~ 59dB	3
		61dB ~ 60dB	4
		61dB이상	5
	이득안정도 (Gain stability)	±1.25 dB 미만	1
		±1.0 dB	2
		±0.75 dB	3
		±0.5 dB	4
		±0.25 dB	5
Up Converter	증폭도 (gain)	18 dB 미만	1
		19dB ~ 18dB	2
		20dB ~ 19dB	3
		21 dB ~ 20 dB	4
		21dB이상	5
	이득안정도 (Gain stability)	±2.0 dB 미만	1
		±1.5 dB	2
		±1.0 dB	3
		±0.5 dB	4
		±0.3 dB	5
	불요파 (Spurious) @ -10 dBm	-51 dBc 미만	1
		-53 dBc	2
		-55 dBc	3
		-57 dBc	4
		-59 dBc 이상	5
Down Converter	증폭도 (gain)	28 dB 미만	1
		29dB ~ 28dB	2
		30dB ~ 29dB	3
		31 dB ~ 30 dB	4
		31dB이상	5
	이득안정도 (Gain stability)	±2.0 dB 미만	1
		±1.5 dB	2
		±1.0 dB	3
		±0.5 dB	4
		±0.3 dB	5
	불요파 (Spurious) @ -10 dBm	-51 dBc 미만	1
		-53 dBc	2
		-55 dBc	3
		-57 dBc	4
		-59 dBc 이상	5
Modulator	주파수안정도	±2.0 kHz 이상	1
		±1.5 kHz	2
		±1.0 kHz	3
		±0.8 kHz	4
		±0.5 kHz	5
	Power 출력 안정도	±1.0 dB	1
		±0.7 dB	2
		±0.5 dB	3
		±0.3 dB	4
		±0.1 dB	5

3.3. 경제성 평가

경제성 평가는 보수비용, 단종/조달여건, 고장파급영향을 평가하도록 구성하였으며, 표 4와 같이 평가항목을 구성하였다.

표 4. 경제성 평가 항목
Table. 4 Economic feasibility evaluation categories

항목	평 가 내 용	배점
보수비용	보수비용이 설비 잔존가치의 100% 이상일 경우	1
	보수비용이 설비 잔존가치의 90% ~ 100%	2
	보수비용이 설비 잔존가치의 80% ~ 90%	3
	보수비용이 설비 잔존가치의 70% ~ 80%	4
	보수비용이 설비 잔존가치의 70% 미만일 경우	5
단종 조달 여건	제품단종, 주요부품 구매 불가	1
	제품단종, 주요부품 구매가능(구매기간 1개월 초과)	2
	제품단종, 주요부품 구매가능(구매기간 1개월 이내)	3
	제품생산, 주요부품 구매가능	4
	제품생산, 주요부품 보유	5
고장 파급 영향	고장에 따른 파급효과가 재난적임	1
	고장에 따른 파급효과가 심각함	2
	고장에 따른 파급효과가 보통임	3
	고장에 따른 파급효과가 경비함	4
	고장에 따른 파급효과가 없음	5

3.4. 우선순위 및 가중치 결정

상태평가표의 평가항목은 물리적 평가, 성능분석 평가, 경제성 평가, 내용수명 평가로 분류되어 있다. 각 평가 항목간의 우선순위 결정 및 세부항목 별의 우선순위 결정은 각 항목 간에는 중요성에 따라서 우선순위를 달리하는 것이 바람직 하지만 우선순위를 이론적으로 결정하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 평가항목 간 우선순위를 K-water 내부 직원과 외부전문가의 설문 조사결과를 기준으로 우선순위를 결정하였다.

설문대상자의 선정은 HUB국의 설비에 대한 엔지니어의 기술적 판단이 요구되기 때문에 HUB국을 운영・

관리하는 직원 및 외부전문가를 대상으로 하였다.

가중치는 평가항목 1의 가중치와 각 평가항목의 세부평가항목 2의 가중치가 계산되었다. 설문자의 중요도에 따른 우선순위는 설문자의 응답 중 가장 많이 나온 값으로 결정하였다. 최상의 중요항목이 2개 이상일 경우에는 값들의 평균을 나타내는 최빈값을 기준으로 순위를 결정하였으며, 각 순위별 가중치는 각 등급별로 0.05점 범위로 가감하였다.

각 분야별 전문가에 대한 우선순위와 전문가 우선순위를 고려한 설문조사한 가중치에 대한 결과는 표 5와 표 6, 그리고 그림 5와 같다.

표 5. 항목별 가중치 조사결과
Table. 5 Weighted evaluation results by categories

평가항목	설문조사 점수(순위)								최빈값	가중치
	사내 1	사내 2	사내 3	사내 4	사내 5	사내 6	사외 1	사외 2		
물리적 평가	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1.05
성능분석 평가	1	1	1	2	4	3	1	2	1	1.15
경제성 평가	3	3	3	3	3	2	4	3	3	0.95
내용수명 평가	4	4	4	4	1	4	3	4	4	0.85

표 6. 세부 평가항목별 가중치 조사결과
Table. 6 Weighted evaluation results by specific evaluation categories

항목	세부 평가항목	설문조사 점수(순위)								최빈값	가중치
		사내 1	사내 2	사내 3	사내 4	사내 5	사내 6	사외 1	사외 2		
물리적 평가	사고·고장빈도	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.05
	평균수리 시간	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.00
	환경·외관 및 결선상태	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0.95
경제성 평가	보수비용	1	1	1	1	2	3	1	3	1	1.05
	단종·조달여건	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1.00
	고장파급 영향	3	3	3	3	3	1	3	1	3	0.95

K-water의 위성통신시스템에서 HUB시스템을 구성하는 중요 장비인 SSPA, LNA, Up Converter, Down Converter, Modulator 등 5가지 장비에 대한 전문가의 우선순위와 각 항목별 가중치에 대한 설문조사 결과는 표 7 및 그림 6과 같다.

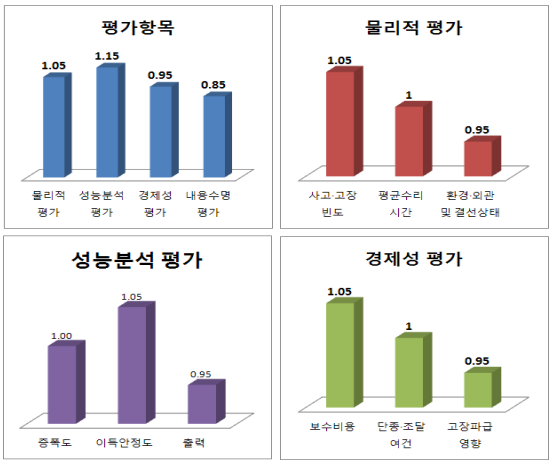


그림 5. 항목별 가중치 조사 결과
Fig. 5 Weighted evaluation results by categories

표 7. 설비별 가중치 조사결과
Table. 7 Weighted evaluation results of each facility

설비명	성능분석 항목	설문조사 점수(순위)					최빈값	가중치
		사내 1	사내 2	사내 3	사외 1	사외 2		
SSPA	증폭도	1	2	2	2	1	2	1.00
	이득안정도	2	1	1	3	2	1	1.05
	출력	3	3	3	1	3	3	0.95
LNA	증폭도	2	2	2	2	2	2	0.95
	이득안정도	1	1	1	1	1	1	1.05
UC	증폭도	3	3	3	3	2	3	0.95
	이득안정도	2	2	2	2	1	2	1.00
	불요파	1	1	1	1	3	1	1.05
DC	증폭도	3	3	3	3	2	3	0.95
	이득안정도	2	2	2	2	1	2	1.00
	불요파	1	1	1	1	3	1	1.05
Modulator	주파수 안정도	1	1	1	2	1	1	1.05
	Power출력안정도	2	2	2	1	2	2	0.95

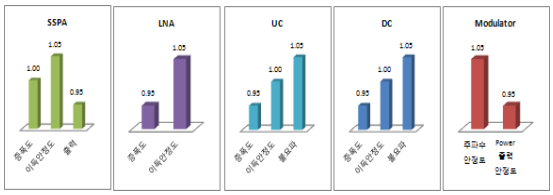


그림 6. 설비별 가중치 조사 결과
Fig. 6 Weighted evaluation results of each facility

3.5. 상태평가 점수계산

물리적 평가, 성능분석 평가, 경제성 평가는 식(1)~(3)과 같다.

$$Sb = \left[\frac{(P1 \times W1) + (P2 \times W2) + (P3 \times W3)}{\frac{(W1 + W2 + W3)}{5}}\right] \times 100 \qquad (1)$$

여기서, Sb : 물리적 평가
P1 : 항목1
P2 : 항목2
P3 : 항목3
W1 : 항목1에 대한 가중치
W2 : 항목2에 대한 가중치
W3 : 항목3에 대한 가중치

내용수명 평가 계산식은 다음과 같다.

$$St = \left(1 - \left(\frac{T}{Tt}\right) \times 0.5\right) \times 100 \qquad (2)$$

여기서, St : 내용수명 평가
T : 사용 년 수
Tt : 내용 년 수

각 항목별 전체 점수 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{(Y1 \times Sb) + (Y2 \times Sk) + (Y3 \times Se) + (Y4 \times St)}{(Y1 + Y2 + Y3 + Y4)} \qquad (3)$$

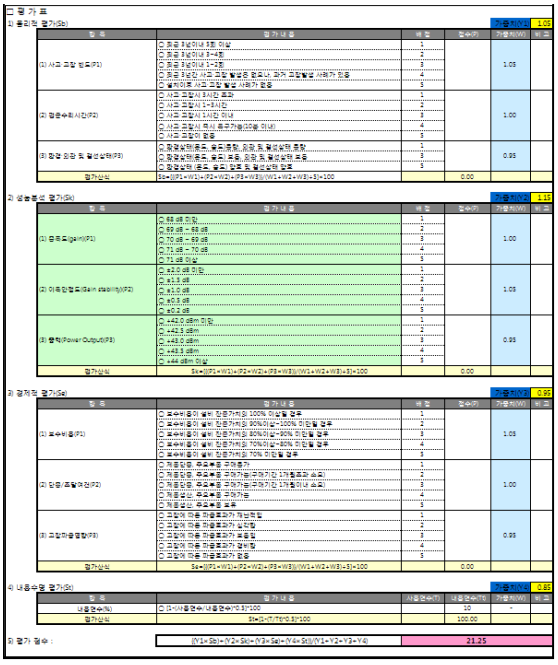
여기서, Sb : 물리적 평가
Sk : 성능분석 평가
Se : 경제성 평가
St : 내용수명 평가
Y1 : 물리적 평가에 대한 가중치
Y2 : 성능분석 평가에 대한 가중치
Y3 : 경제성 평가에 대한 가중치
Y4 : 내용수명 평가에 대한 가중치

3.6. 상태평가표

위와 같이 물리적 평가, 성능분석 평가, 경제성 평가, 우선순위 및 가중치 결정 등을 종합적으로 평가하여 상태평가기법을 제안하고, 표 8은 위성통신설비 중 SSPA에 대한 상태평가표를 나타낸다.

상태평가표에서 점수는 설비의 상태가 좋지 않을수록 점수가 낮게 채정되며, 상태평가표를 이용하여 점수를 계산 한 후 50점 미만이 되는 설비는 개대체를 하는 것으로 하였다.

표 8. SSPA의 개대체를 위한 상태평가표
Table. 8 Condition evaluation chart for SSPA replacement



항 목	평 가 내 용	비 율	점수(P)	가중치(W)	비 고
1) 물리적 평가(Sb)				가중치(W) 1.05	
(1) 사고 고장 빈도(P1)	○ 최근 3년간(내 3회) 이상	1		1.05	
	○ 최근 3년간(내 2~4회)	2			
	○ 최근 3년간(내 1~2회)	3			
	○ 최근 3년간 사고 고장 발생은 없으나, 과거 고장발생 사례가 있음.	4			
	○ 설치이후 사고 고장 발생 사례가 없음	5			
(2) 평균수리시간(P2)	○ 사고 고장시 3시간 초과	1		1.00	
	○ 사고 고장시 2~3시간	2			
	○ 사고 고장시 1시간 이내	3			
	○ 사고 고장시 즉시 복구가능(30분 이내)	4			
	○ 사고 고장이 없음	5			
(3) 환경 외관 및 결선상태(P3)	○ 정격상태(온도, 습도)초과, 외관 및 결선상태 조잡	1		0.95	
	○ 정격상태(온도, 습도) 초과, 외관 및 결선상태 보통	3			
	○ 정격상태 (온도, 습도) 양호 및 결선상태 양호	5			
평가산식	St=∑(P1×W1+P2×W2+P3×W3)/(W1+W2+W3+3)×100		0.00		
2) 성능분석 평가(Sk)				가중치(W) 1.15	
(1) 증폭도(gain)(P1)	○ 69 dB 미만	1		1.00	
	○ 69 dB ~ 68 dB	2			
	○ 70 dB ~ 69 dB	3			
	○ 71 dB ~ 70 dB	4			
	○ 71 dB 이상	5			
(2) 이득안정도(Gain stability)(P2)	○ ±2.0 dB 미만	1		1.05	
	○ ±1.5 dB	2			
	○ ±1.0 dB	3			
	○ ±0.5 dB	4			
	○ ±0.2 dB	5			
(3) 출력(Power Output)(P3)	○ +42.0 dBm 미만	1		0.95	
	○ +42.5 dBm	2			
	○ +43.0 dBm	3			
	○ +43.5 dBm	4			
	○ +44 dBm 이상	5			
평가산식	St=∑(P1×W1+P2×W2+P3×W3)/(W1+W2+W3+3)×100		0.00		
3) 경제적 평가(Se)				가중치(W) 0.95	
(1) 교수비용(P1)	○ 교수비용이 설비 잔존가치의 100% 이상일 경우	1		1.05	
	○ 교수비용이 설비 잔존가치의 90%이상~100% 이만일 경우	2			
	○ 교수비용이 설비 잔존가치의 80%이상~90% 이만일 경우	3			
	○ 교수비용이 설비 잔존가치의 70%이상~80% 이만일 경우	4			
	○ 교수비용이 설비 잔존가치의 70% 이만일 경우	5			
(2) 입찰/조달여건(P2)	○ 개별입찰, 주요부품 국외조달	1		1.00	
	○ 개별입찰, 주요부품 국외가능(국외기간 1개월초과 소요)	2			
	○ 개별입찰, 주요부품 국외가능(국외기간 1개월이내 소요)	3			
	○ 개별입찰, 주요부품 국내가능	4			
	○ 개별입찰, 주요부품 보유	5			
(3) 과업/유용성(P3)	○ 과업에 따른 타용도화가 가능한 장비	1		0.95	
	○ 과업에 따른 타용도화가 보편적	2			
	○ 과업에 따른 타용도화가 보통임	3			
	○ 과업에 따른 타용도화가 전문적	4			
	○ 과업에 따른 타용도화가 한정	5			
평가산식	St=∑(P1×W1+P2×W2+P3×W3)/(W1+W2+W3+3)×100		0.00		
4) 내용수명 평가(St)				가중치(W) 0.85	
내용연수(Tt)	○ (5×사용연수/내용연수*0.5)*100	사용년수=5	내용년수=10	가중치(W) -	비 고 -
평가산식	St=(5-(T/Tt*0.5))*100		100.00		
5) 평가 결과 :	(Y1×Sb)+(Y2×Sk)+(Y3×Se)+(Y4×St)/(Y1+Y2+Y3+Y4)		21.25		

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 내용년수에 따른 위성통신설비의 개대체 주기를 고려하는 현재의 방식을 개선하였다. 첫째, 설비에 대한 사고 등 고장 빈도, 평균 수리시간, 환경·외관 및 결선상태 등의 직접적인 영향에 의한 상태를 평가하는 물리적 평가, 둘째, 측정 장비를 사용하여 입력과 출력의 특성과 효율, 그리고 최고와 최대 성능 등을 측정하고 분석하는 성능 평가, 셋째, 보수비용, 단종등 조달여건, 고장파급영향 등을 분석하는 경제성 평가, 마지막으로, 법 또는 자체 규정으로 정해 놓은 내용 년수 평가 등 각각의 세부평가 항목과 각 항목에 대한 가

중치를 설정하였다. 평가항목과 가중치에 근거하여 각 대상 설비에 대한 평가결과가 기준 점수에 도달하면 개대체하도록 제안하였다. 이를 바탕으로, 현재 운영 중인 수문관측용 위성통신설비를 과학적이고 합리적인 진단기법을 적용하여 안정적으로 운영할 수 있는 방안을 마련하였다.

REFERENCES

[1] Kwater, “Designation of waterworks facilities durable years.”, Ministry of Environment Report, 2007. 12

[2] Chang Ho Lee, Young Jun Lee, Chun Woo Lee and Do Sun Hwang, “Reliability Analysis for the Development of LEO Satellite,” KSAS09-3136

[3] KIWI-GTRC-09-01, A Development of Reliability Estimation & Renewal Decision Method for Power Facilities, Kwater, 2009

[4] Yun Seong Lee, Sung Hun Lee, Jun Hyun Shin, Jin O Kim, “Optimal Maintenance Strategy Considering On-line diagnosis for Power System Facilities in Smart Grid”, CIGRÉ-175, 2012.

[5] Gee Wook Song, Bum Shin Kim and Woo Sung Choi, “RCM Based Failure-Prediction System for Equipment,” KSME, Vol.34, No.9, pp. 1281～1286, 2010.

[6] Sung-Hun Lee · Jeong-Ho Chang · Jin-O Kim · Heung-Ho Lee, “Analysis of Economic Life Cycle for Hydro-Generator Based on Annual Equivalent Cost Method,” KIEE, Vol.60, No.11, pp. 1993～1999, 2011.

[7] Sung-Hun Lee, Kwang-Ho Lee, Hong-Gyun Oh, Hyun-Sung Song, “Failure Probability Prediction based on probabilistic and stochastic methods in generating units,” KIEE, 2010 summer conference, pp. 168～169, 2010.

[8] EPRI TR-112350, Hydro Life Extension Mordernization Guides, Vol. 1-7, 1999.

[9] EPRI TR-1001825, Relibaility Centered Maintenance Living Program and Preformance-Focused Maintenance, EPRI, 2002.

[10] Oak Leadge National Laboratory, et. al., Condition Assessment Manual, Rev. 1.0, 2011.

[11] Gabbar, H. A., Suzuki, K. and Shimada, Y., “Design Considerations of Computer-aided RCM-Based Plant Maintenance System,” Computer Aided Chemical Engineering, Vol 9, pp. 859～864, 2003.

[12] IEC 60812, Analysis techniques for system reliability procedure for failure mode and effects analisis(FMEA), 2006.

신강욱(Gang-Wook Shin)

1993.2 ~ 한국수자원공사 수석연구원
1987.2 동국대학교 전자공학과 학사
1993.2 홍익대학교 전자공학과 석사
2005.2 홍익대학교 전기공학과 박사
※관심분야 : 플랜트제어 및 응용, 모델링, 지능제어, 원격감시제어, 센서응용

홍성택(Sung-Taek Hong)

1996.4 ~ 한국수자원공사 책임연구원
1993.2 한밭대학교 전자공학과 학사
1995.8 한밭대학교 전자공학과 석사
2007.8 충북대학교 전파공학과 박사수료
※관심분야 : 위성통신, USN, 원격감시제어 및 센서응용 기술