

영광3,4호기 비상디젤발전기 종합신뢰도 분석

Reliability Analysis of Emergency Diesel Generators in Yonggwang Units 3&4

김영호, 최광희, 정현종

한국전력공사 전력연구원

대전광역시 유성구 문지동 103-16

요 약

영광3,4호기 비상디젤발전기(EDG)의 신뢰도 수준을 파악하기 위하여 상업운전 이후 98년 4월까지의 운전 데이터를 기준으로 신뢰도 및 이용불능도를 분석하였다. 신뢰도는 EDG의 유효시험 데이터를 이용하여 계산하는 유효신뢰도와 무효시험 데이터까지 포함하는 보수적 신뢰도로 구분하였으며, 이용불능도는 정비로 인한 정비 이용불능도와 정비뿐만 아니라 시험 실패시 정비모드를 유발할 경우에 발생하는 잠재적 이용불능도까지 고려한 종합 이용불능도로 구분하였다. 보수적 신뢰도 및 종합 이용불능도를 기준으로 현재까지 EDG에 대하여 수행한 고장근본원인분석에 의한 신뢰도 향상 정도 및 향후 영광3,4호기 EDG 신뢰도 프로그램이 이행될 경우의 신뢰도 향상 정도를 분석하였다. 분석결과, 3호기 EDG의 유효신뢰도는 0.98, 4호기 EDG는 1로 매우 높은 수준으로 나타난 반면, 보수적 신뢰도는 3호기 EDG가 0.91, 4호기 EDG가 0.80로 유효신뢰도에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 이러한 영광3,4호기 EDG의 신뢰도를 향상시키기 위해 신뢰도 프로그램이 개발 운영될 예정이며 향후 신뢰도 프로그램이 EDG에 대하여 이행될 경우 이 보수적 신뢰도는 3호기는 0.98, 4호기는 0.96까지 향상되는 것으로 분석되어 EDG의 신뢰도는 매우 높은 수준으로 유지 운영될 것으로 판단된다.

Abstract

Reliability and availability of emergency diesel generators(EDGs) in Yonggwang units 3&4 was analyzed using operation and maintenance history of EDGs. Reliability was analyzed as two types, one is valid reliability evaluated using only valid tests the other is conservative reliability including invalid tests, and unavailability also analyzed as two types, one is maintenance unavailability considering only maintenance outage time the other is synthesized unavailability considering potential outage time due to failure during periodic surveillance test. The conservative reliability and synthesized unavailability were re-evaluated for the measurement of reliability improvement caused from root cause analysis of load unbalance of EDGs and caused from implementation of reliability program in the future. As a result, valid reliability was 0.91 and 1.0 to each EDGs in Yonggwang units 3&4, but, conservate reliability was 0.91 and 0.80. However, the conservative reliability will be improved at 0.98 and 0.96, if the reliability program of EDGs are implemented.

1. 서론

영광3,4호기 비상디젤발전기(EDG) 및 대체용교류전원(AAC)의 신뢰도 분석을 위하여 EDG 기동 및 정지, 그리고 유/무효에 대한 내용이 기록된 시험관리대장을 상업운전 이후부터 98년 4월까지 조사하였으며, 정비 및 고장으로 인한 이용불능도를 산출하기 위하여 정비 작업보고서의 정비이력 데이터를 조사하여 정비모드로 전환하고 작업하였던 정비이력을 도출하였다. 이렇게 수집되고 분류된 신뢰도 데이터는 Reg. Guide 1.155가 신뢰도 계산을 위하여 언급하고 있는 NSAC-108의 정의에 따라 유효신뢰도를 계산하였으며 EDG에 대한 이용을 측면의 신뢰도를 산출하기 위하여 이용불능도의 정의에 따라 정비 이용불능도를 분석하였다. 또한, EDG에 대한 신뢰도를 보다 보수적으로 평가하기 위하여 무효로 판정된 EDG 실패이력까지 포함한 보수적 신뢰도와 정기시험 실패시 잠재적 이용불능 시간까지 고려한 종합 이용불능도를 산출하였다. 이 보수적 신뢰도 및 종합 이용불능도를 기준으로, 98년 4월부터 현재까지 영광3,4호기 EDG에 대하여 수행하였던 고장 근본원인분석 및 향후 신뢰도 프로그램이 이행될 경우 향상될 신뢰도를 산출하였다. 신뢰도 프로그램은 크게 정비 프로그램, 성능감시시스템, 그리고 고장근본원인 분석으로 구성된다. 정비 프로그램은 신뢰도 중심 정비(RCM) 분석을 통하여 얻어진 최적 예방정비 프로그램을 운영함으로써 기존의 정비 프로그램으로 극복하지 못했던 고장 등을 줄일 수 있다. 성능감시시스템을 운영함으로써 EDG의 성능을 감시하고 과거의 성능 특성과 비교하여 변화를 보였을 경우 이에 대한 적절한 조치를 수행함으로써 고장을 미리 예방할 수 있으며 저하된 성능을 원래의 상태로 복구할 수 있다. 마지막으로 고장근본원인 분석을 이행함으로써 같은 원인에 의한 고장을 예방할 수 있다. 이러한 신뢰도를 향상시키는 인자를 고려하여 신뢰도 및 이용불능도의 향상 정도를 산출함으로써 신뢰도 프로그램 수행이 EDG의 신뢰도에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 신뢰도 산출 방법

NSAC-108은 신뢰도를 기동신뢰도와 부하운전 신뢰도의 두 요소로 정의하고 있다. 일반적으로 EDG는 기동이 성공된 후 부하운전이 투입되는 순서를 따른다. 따라서 두 요소를 분리하여 신뢰도를 산출하고 그 결과를 곱함으로써 EDG에 대한 신뢰도를 산출한다.

$$\text{EDG 신뢰도} = (\text{기동신뢰도}) \times (\text{부하운전 신뢰도}) \quad (1)$$

$$\text{기동신뢰도} = \frac{\text{기동 성공 수}}{\text{총 유효 기동 시도 수}} \quad (2)$$

$$\text{부하운전신뢰도} = \frac{\text{부하공급 성공 수}}{\text{총 유효 부하공급 시도 수}} \quad (3)$$

이용불능도는 신뢰도의 다른 표현으로 어떤 계통에서 고장 발생 시 정비를 통하여 계통을 계속 운전하는 경우에 그 계통의 신뢰도를 나타내는 척도이다. 이용불능도는 정비의 개념이 없는 신뢰도에 비해 보다 보수적인 개념이다. 따라서, 이용불능도는 EDG에 대한 신뢰도를 보다 현실성 있게 보수적으로 감시 할 수 있는 수단이다. EDG의 이용불능도는 이용불능시간을 EDG의 운전요구시간으로 나눔으로써 산출된다.

$$\text{이용불능도} = \frac{\text{이용불능시간}}{\text{EDG 운전요구시간}} \quad (4)$$

3. 데이터 수집 및 분류 기준

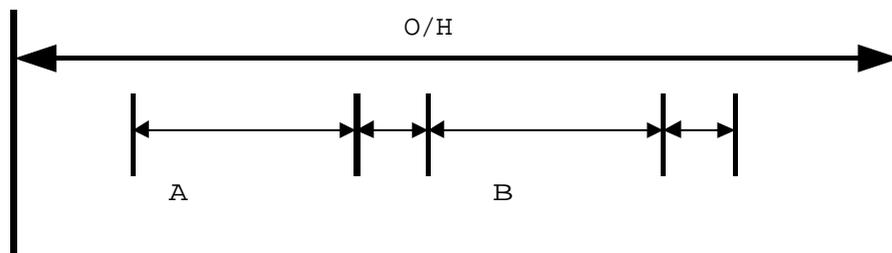
EDG에 대한 신뢰도 및 이용 불능도를 계산하기 위한 기동 및 부하운전 데이터를 수집하기 위하여 발전과장일지, EDG 시험관리대장, 작업보고서(Trouble Report) 등의 자료를 조사하였다. 자료조사 기간은 표1에서와 같이 상업운전 이후부터 EDG의 최근 주기까지로 하였다. 데이터 수집은 주기 단위 즉, EDG의 계획예방정비 기간을 기준으로 하였다. 한 호기에 EDG는 "A"와 "B" 계열로 두 대씩 존재하므로 각 EDG 별로 데이터 수집하였으며 발전소 O/H 기간 중 각 계열 정비기간(그림1 참조)을 기준으로 주기 구분하였다. 각 계열의 정비기간은 순수 정비에 투입되는 정비작업시간과 정비 후 정비가 제대로 되었는지를 확인하는 성능확인시험 시간을 합한 것으로 하였다. 유효신뢰도 및 보수적 신뢰도를 계산하기 위하여 시험 데이터를 분류하였다. 월간정기시험 및 18개월 시험 데이터를 추출하였고 정기시험을 위한 사전점검/사후확인 시험 및 실패 원인을 확인(trouble shooting)하기 위하여 수행하는 시험은 제외하였다.

정비 이용불능도는 정비에 의한 작업시간만을 고려하였으며 종합 이용불능도는 정비 이용불능시간과 월간정기 시험 중 실패에 의한 잠재적 고장시간을 고려하여 고장정비 시간에 시험주기의 반을 더한 것으로 하였다. 단, 유/무효 시험에 상관없이 운전불능 상태를 유발하는 실패를 대상으로 하였다. 이에는 LOC를 유발하는 실패, 정비모드로 작업하여야 하는 결과를 초래하는 실패가 해당된다.

표1 영광3,4 EDG 및 AAC 주기 기간

3	A	1	95-04-01	96-02-07	4	A	1	96-01-01	96-11-17
3		2	96-03-09	97-02-09	4		2	96-12-09	97-10-20
3		3	97-02-26	98-03-31	4	B	1	96-01-01	96-12-12
3	B	1	95-04-01	96-03-05	4		2	96-12-29	97-11-08
3		2	96-03-29	97-03-03	AAC		1	95-04-01	96-02-29
3		3	97-03-19	98-04-19	AAC		2	96-03-11	98-04-09

그림1 발전소 O/H 기간 중 각 계열별 EDG 정비작업 일정 개략도



4 신뢰도 분석 결과

4-1 유효 신뢰도

영광3,4호기 EDG 및 AAC에 대하여 표1의 주기를 기준으로 운전 중 실패이력을 조사하였으며, 이 중 유효시험 실패는 2건이었다. 이는 1996년5월8일 3호기 A계열에서 월간정기시험 중 발생한 과속도 트립으로 인한 기동실패와 1995년 8월 28일 AAC 월간정기시험 중 발생한 부하불균형에 의한 부하운전실패이다. 이 두건의 유효 실패를 근거로 신뢰도를 계산한 결과는 표2-1과 같다. 3호기 A계열 EDG는 1,2,3주기 전체 주기동안에 43번의 운전 시도가 있었으며 이중 위와 같은 1건의 유효 실패로 인하여 0.977이라는 신뢰 결과를 보였으며, AAC는 1,2주기 전체 주기 동안에 36번의 운전 시도중 위 1건의 유효실패로 0.972의 신뢰도 결과를 보였다. 또한, 각 호기의 신뢰도를 산출해본 결과 영광3호기 EDG의 신뢰도는 3주기까지 0.988이었으며, 4호기 EDG는 유효 실패가 없었기 때문에 1이라는 결과가 나왔다. 이 결과를 통하여 영광3,4호기 EDG 및 AAC의 유효 신뢰도 수준은 매우 높은 수준으로 나타났다.

4-2 정비 이용불능도

이용불능 정비 건수 및 이용불능시간은 표3와 같다. 3호기 A계열 EDG의 이용불능 정비 건수는 1,2,3주기 동안 15건이었으며 이에 대한 정비 이용불능시간은 176시간, 3호기 B는 11건으로 88시간, 4호기 A는 1,2주기 동안 5건으로 24시간, 4호기 B는 4건으로 32시간, 그리고 AAC는 1,2주기 동안 17건으로 192 시간으로 나타났다. 이에 대한 정비 이용불능도의 역인 정비 이용가능도는 3호기 A계열 EDG는 0.993, 3호기 B계열은 0.997, 4호기 A계열은 0.998, 4호기 B계열은 0.998, 그리고 AAC는 0.993으로 나타났다. 정비만을 고려한 영광3,4호기 EDG 및 AAC의 이용 불능도는 매우 낮은 수준이었으며 역으로 이용가능도는 1에 가까운 매우 높은 수준을 유지하고 있음을 보여 주고 있다.

4-3 보수적 신뢰도

신뢰도를 향상시키기 위해 그 동안에 고장근본원인 분석으로 해결한 효과와 주요 시험 실패 원인이었던 배기가스고온 정지 신호의 배제에 따른 효과를 반영하고, 앞으로 영광3,4호기 EDG를 대상으로 개발중인 신뢰도 프로그램을 이행할 경우 신뢰도 향상 정도를 분석하기 위한 기준으로 삼기 위하여 보수적 신뢰도를 분석하였다.

영광3,4호기 EDG 및 AAC에서 두 건의 유효 실패를 포함하여 27건의 실패가 발생하였다. 이를 각 호기 계열별로 분류하면, 표2-2와 같이 3호기 A계열 EDG 5건, 3호기 B계열 3건, 4호기 A계열 7건, 4호기 B계열 5건, 그리고 AAC 7건으로 나타났다. 3호기 EDG의 고장원인으로는 과속도 트립으로 인한 유효 실패 1건, 배기가스 고온 트립 2건, 그리고 부하 불균형에 의한 정지가 2건으로 나타났다. 부하불균형에 의한 정지는 3호기 B계열에서 1997년에 1월 15일과 5월 22일 발생한 고장으로, 텐덤형 EDG의 CW측과 CCW측 엔진의 부하 불균형이 원인이었으며, 이 때문에 엔진 양측을 연결하는 Rubber Coupling이 손상되어 엔진을 수동정지 시킨 고장이었다. 4호기 EDG는 배기가스 고온 트립 6건과 부하불균형에 의한 정지가 2건으로 나타났다. 이 배기가스 고온에 의한 트립은 4호기 A계열의 2주기 첫 시험인 18개월 시험 수행 중에 집중적으로 4번 발생하였으며, 4호기 B계열에서 2건 발생하였다. 4호기 A계열에서 발생한 부하불균형에 의한 정지는 Rubber Coupling의 손상에는 이르지 않았다. AAC는 배기 가스 고온 트립이 3건, 부하 불균형에 의한 정지 1건으로 나타났다. 정지원인을 분석해본 결과 영광3,4호기 EDG및 AAC는 크게 두 가지의 반복적인 유형의 정지원인을 갖고있었다. 이는 전체 27건의 정지 중 배기가스 고온에 의한 트립 11건으로 약 40.7%에 해당되었으며 부하불균형에 의한 정지는 5건으로 약 18.5%를 차지하여, 이 두 정지원인이 전체의 59.3%에 해당됨을 알 수 있었다. 그 외 기타 원인으로 인한 정지는 11건으로 40.7%이었다.

위와 같은 실패 건수를 근거로 보수적 신뢰도를 분석해본 결과는 표2-2와 같다. 3호기 A계열 EDG는 1,2,3주기 동안에 47번의 운전 시도가 있었으며 이중 5건의 실패로 인하여 0.894, 3호기 B는 44번의 시도 중 3건의 실패로 0.932, 4호기 A는 1,2주기 동안에 32번의 시도 중 7건의 실패로 인하여 0.781, 4호기 B는 31번의 시도 중 5건의 실패로 0.839, 그리고 AAC는 1,2주기 동안에 43번의 시도 중 7건의 실패로 0.837이라는 신뢰도 결과를 보였다. 이 결과에서 특히, 4호기 A계열의 신뢰도가 매우 낮은 것으로 평가되었는데 이는 2주기 18개월 시험 수행 중 배기가스 고온에 의한 트립이 집중적으로 발생하였기 때문이다.

4-4 종합 이용불능도

EDG 정기시험 중 실패가 발생하였을 경우 실패를 유발한 고장이 어느 시점에 발생하였는지 알 수 없으므로 전 시험 성공 시점으로부터 현재 고장까지의 반을 잠재적인 고장시간으로 고려하여야한다. 이를 위한 실패 데이터는 유/무효를 포함한 27건의 정지이력 데이터 중 실패로 인한 발생 상황이 LCO유발 혹은 정비모드이었던 실패만을 이용하였으며, 계획예방정비 후 실시하는 18개월 시험 중에 발생한 실패에 의한 잠재적 이용불능시간은 제외하였다. 18개월 시험은 해당 주기의 첫 시험이기 때문에 잠재적 이용불능시간을 산출할 수 없기 때문이다.

이러한 잠재적 이용불능시간은 표3-2 예서와 같이 3호기 A는 1,476.7시간, 3호기 B는 915.2시간, 4호기 B는 750.8시간, 그리고 AAC는 1,615시간이었으며 4호기 A는 이용불능을 유발하였던 시험 실패가 없었다. 이를 토대로 종합 이용가능도를 산출해본 결과는 표3-2와 같으며, 3호기 A,B는 각각 0.934 및 0.961, 4호기 A,B는 각각 0.998 및 0.951, 그리고 AAC는 0.931로 정비 이용가능도에 비하여 낮게 나타났다. 이는 잠재적 이용불능시간이 정비 이용불능시간에 비하여 상대적으로 매우 크기 때문인 것으로 판단된다.

4-5 보수적 신뢰도 개선 효과

4-5-1 고장근본원인 분석에 의한 개선사항 반영

영광3,4호기 EDG의 보수적 신뢰도는 비교적 낮음을 알 수 있었다. 이는 배기가스 고온 트립과 텐덤형 EDG의 부하 불균형에 기인한다고 할 수 있다. 따라서, 이러한 문제를 근본적으로 해결하기 위해서 영광3호기 B계열 및 AAC의 부하불균형의 의한 Rubber Coupling 파열에 대한 고장근본원인 분석을 1998년 5월과 7월에 수행하여 그 근본 원인을 제거하였다. 4호기 A,B계열에 대해서도 같은 방법으로 1999년 1월에 수행함으로써 부하 불균형의 근본원인을 완전히 제거하였다고 판단된다. 또한, 잦은 실패를 유발하였던 배기가스 고온에 의한 트립은 해외 사례 및 제작사 권고 사항 등 기술적 검토를 바탕으로 1997년 말에 FSAR을 개정하여 EDG의 트립 신호에서 제외하였다. 따라서, 40.7% 이상으로 잦은 실패를 유발하였던 배기가스 고온에 의한 정지는 앞으로 더 이상 발생하지 않도록 개선되었다.

위와 같은 개선사항을 고려하여 보수적 신뢰도 향상 정도를 보여주는 결과를 표2-3에 나타내었으며, 그림2는 이러한 향상 정도를 막대 그래프로 보여주고 있다. 3호기 A는 0.936로 0.042 정도 향상되었으며, 3호기 B는 0.977로 0.045, 4호기 A는 0.969로 0.188, 4호기 B는 0.903으로 0.094, 그리고 AAC는 0.930으로 0.093 정도 각각 향상된 것으로 나타났다. 특히, 4호기 A계열의 경우는 배기가스 고온에 의한 트립과 부하불균형에 의한 정지는 4호기 A 전체 7건의 실패 중 6건으로 대부분을 차지하고 있었기 때문에 가장 많이 향상된 것으로 나타났다.

4-5-2 향후 신뢰도 프로그램 이행에 의한 개선사항 반영

지금까지 이미 해결된 부하 불균형과 배기가스 고온 문제를 제외한 그 밖의 실패원인들에 대해서는 신뢰도 프로그램을 통하여 이행되는 신뢰도 기반 정비(RCM) 및 성능감시시스템(PMS)을 통하여 향후 대부분 예방할 수 있다고 분석되었으며 이를 표2-4에 나타내었다. 현 시점까지 개선

하였던 부하 불균형 및 배기가스 고온 문제 해결을 포함하여 RCM 및 PMS가 가동될 경우의 신뢰도 향상 정도를 종합적으로 평가해본 결과, 3호기 A는 0.979, 3호기 B는 1, 4호기 A는 0.969, 4호기 B는 0.968로 크게 향상되는 것으로 나타났다.

4-6. 종합 이용불능도 개선 효과

종합 이용불능도 향상은 이용불능도의 역의 개념인 이용가능도의 향상으로 접근하였다. 신뢰도 향상에서와 마찬가지로 신뢰도 프로그램이 가동될 경우 향후 종합 이용가능도를 향상시킬 수 있는 요인으로, 다음의 세 가지 관점에 맞추어 분석하였다.

첫째, RCM 효과를 도출하기 위하여 과거 정비모드로 전환하고 수행하였던 정비이력을 조사하여 RCM을 통한 정비방법 개선으로 예방될 수 있는 항목들을 도출하였으며, 또한 잠재적 이용불능시간 중에서는 RCM으로 예방할 수 있는 실패이력들을 도출하였다. 둘째, PMS 효과를 산출하기 위하여 RCM과 마찬가지로 성능감시시스템의 제어변수 및 성능변수 감시를 통하여 고장을 예방할 수 있었던 항목을 정비이력 및 실패이력을 통하여 도출하였다. 셋째, 고장근본원인분석(RCA) 효과는 지금까지 수행한 부하 불균형에 대한 근본원인 분석 및 향후 RCA를 통하여 개선될 수 있는 실패 및 정비 이력을 도출하였다.

이러한 세 가지 관점에서 이용가능도 향상 정도를 산출한 결과는 표3-3과 같으며 세 가지를 모두 고려한 종합 효과는 3호기 A,B는 각각 0.993 및 0.999, 4호기 A,B는 각각 1 및 0.999, 그리고 AAC는 0.989로 매우 높게 향상된 것으로 나타났으며 이를 그림3에서 보여주고 있다.

5. 결 론

영광3,4호기 EDG 및 AAC는 신뢰도 프로그램을 수립하여 이행할 경우 신뢰도 수준이 상당히 향상됨을 알 수 있었다. 배기가스 고온 및 부하 불균형에 대한 근본 원인이 해결됨으로서 3호기 EDG는 0.912에서 0.956으로, 4호기는 0.809에서 0.937으로, 그리고 AAC는 0.837에서 0.930으로 신뢰도가 향상되었고, 향후 신뢰도 중심 정비 기법에 의한 정비방법 개선과 성능감시 시스템 운용으로 3,4호기 EDG, 그리고 AAC의 신뢰도는 각각 0.989, 0.968, 그리고 0.977로 향상 될 것으로 분석되었다. 앞으로 종합적인 신뢰도 프로그램을 효과적으로 이행함으로써 영광3,4호기 EDG의 신뢰도는 매우 향상될 것으로 판단된다.

참고 자료

1. Reg. Guide 1.108 Rev.1 (Periodic Testing of Diesel Generator Units used as Onsite Electric Power Systems at Nuclear Power Plants, 1977, 8)
2. Reg Guide 1.155 (Station Blackout, 1988)
3. Reg. Guide 1.9 Rev.3 (Selection, Design, Qualification, and Testing of Emergency Diesel Generator Units used as Class 1E Onsite Electric Power System at Nuclear Power Plants, 1993)
4. NSAC-108 (The Reliability of Emergency Diesel Generators as U.S. Nuclear Power Plants, 1986)
5. NUMARC 87-00 (Guidelines and Technical Bases for NUMARC Initiatives Addressing Station Blackout at Light Water Reactors, 1987)
6. 연구보고서 "EDG 신뢰도 안전성 평가"(한국원자력안전기술원, 1996, 7)
7. 영광 3,4호기 정비 이력 자료, 발전 운영부

표2 영광3,4호기 EDG 및 AAC 신뢰도

2-1

3	A	43	1	0.97674
	B	41	0	1
	A&B	84	1	0.98810
4	A	25	0	1
	B	26	0	1
	A&B	51	0	1
AAC		36	1	0.97222

2-2

		/		
3	A	47	5	0.89362
	B	44	3	0.93182
	A&B	91	8	0.91209
4	A	32	7	0.78125
	B	31	5	0.83871
	A&B	63	12	0.80952
AAC		43	7	0.83721

2-3 (가)

		/		
3	A	47	3	0.93617
	B	44	1	0.97727
	A&B	91	4	0.95604
4	A	32	1	0.96875
	B	31	3	0.90323
	A&B	63	4	0.93651
AAC		43	3	0.93023

2-4 + RMS/PMS

		/		
3	A	47	1	0.97872
	B	44	0	1
	A&B	91	1	0.98901
4	A	32	1	0.96875
	B	31	1	0.96774
	A&B	63	2	0.96825
AAC		43	1	0.97674

표3 영광3,4호기 EDG 및 AAC 이용불능도

3-1

								가
3	A	1	8	8	80	80	0.01068	0.98932
3	A	2	9	3	88	24	0.00297	0.99703
3	A	3	5	4	80	72	0.00754	0.99246
	A		22	15	248	176	0.00700	0.99300
3	B	1	5	3	40	24	0.00295	0.99705
3	B	2	8	4	64	32	0.00393	0.99607
3	B	3	6	4	48	32	0.00337	0.99663
	B		19	11	152	88	0.00341	0.99659
4	A	1	2	0	16	0	0.00000	1.00000
4	A	2	7	5	40	24	0.00317	0.99683
	A		9	5	56	24	0.00157	0.99843
4	B	1	1	1	8	8	0.00096	0.99904
4	B	2	5	3	40	24	0.00318	0.99682
	B		6	4	48	32	0.00202	0.99798
AAC		1	12	7	152	112	0.01397	0.98603
AAC		2	15	10	136	80	0.00439	0.99561
	AAC		27	17	288	192	0.00732	0.99268

3-2

								가
3	A	1	3	80	832.45	912.45	0.12185	0.87815
3	A	2	1	24	347.3	371.3	0.04591	0.95409
3	A	3	1	72	296.9	368.9	0.03862	0.96138
	A		5	176	1476.65	1652.65	0.06577	0.93423
3	B	1	1	24	280.5	304.5	0.03743	0.96257
3	B	2	1	32	275.8	307.8	0.03783	0.96217
3	B	3	1	32	358.85	390.85	0.04112	0.95888
	B		3	88	915.15	1003.15	0.03892	0.96108
4	A	1	0	0	0	0	0.00000	1.00000
4	A	2	0	24	0	24	0.00317	0.99683
	A		0	24	0	24	0.00157	0.99843
4	B	1	0	8	0	8	0.00096	0.99904
4	B	2	2	24	750.8	774.8	0.10281	0.89719
	B		2	32	750.8	782.8	0.04942	0.95058
AAC		1	2	112	509.95	621.95	0.07759	0.92241
AAC		2	3	80	1105.05	1185.05	0.06506	0.93494
	AAC		5	192	1615	1807	0.06889	0.93111

3-3

				가	RCM	PMS	RCA	
3	A	1	0.12185	0.87815	0.97956	0.92783	0.87815	0.97956
3	A	2	0.04591	0.95409	1.00000	0.95607	0.95409	1.00000
3	A	3	0.03862	0.96138	0.99832	0.99330	0.96138	0.99832
	A		0.06577	0.93423	0.99327	0.96324	0.93423	0.99327
3	B	1	0.03743	0.96257	0.99902	0.96356	0.96257	0.99902
3	B	2	0.03783	0.96217	1.00000	0.96315	0.99803	1.00000
3	B	3	0.04112	0.95888	0.96140	0.95888	0.99916	1.00000
	B		0.03892	0.96108	0.96606	0.96170	0.98726	0.99969
4	A	1	0.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
4	A	2	0.00317	0.99683	1.00000	0.99894	0.99683	1.00000
	A		0.00157	0.99843	1.00000	0.99948	0.99843	1.00000

그림2 영광3,4호기 EDG 및 AAC 보수적 신뢰도 개선

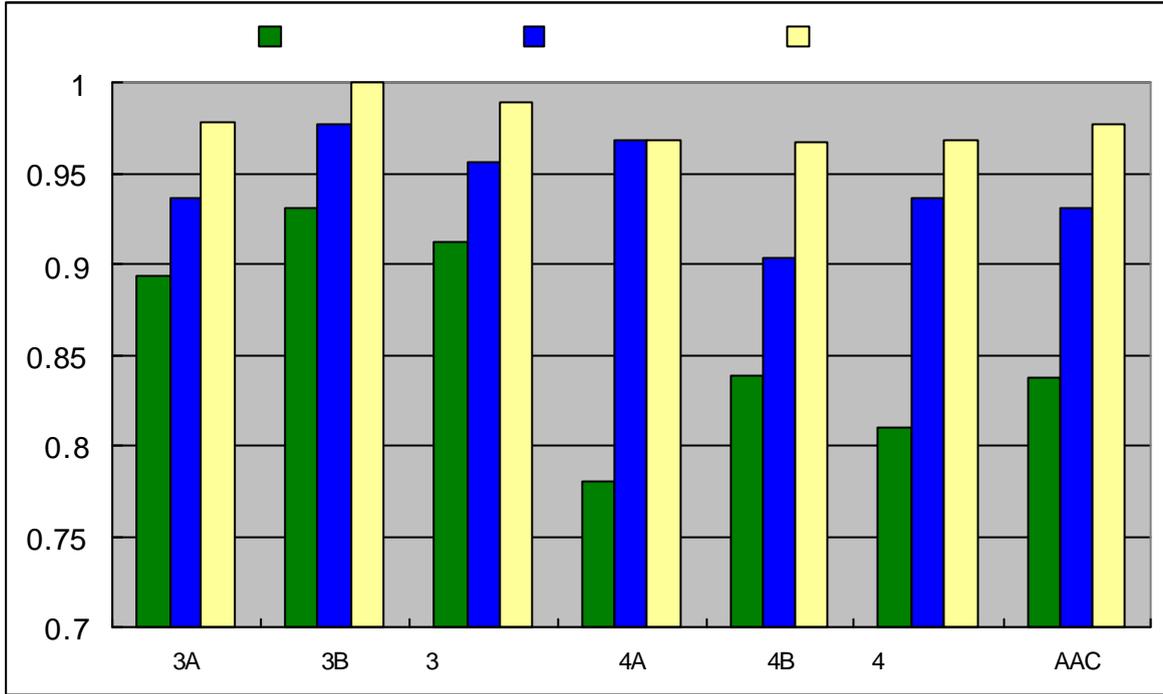


그림3 영광 EDG 종합 이용가능도 향상

