

위험도기반검사(RBI) 및 신뢰성중심정비(RCM) 기술

윤기봉 · 중앙대학교 기계공학부, 교수
 최정우 · 중앙대학교 차세대에너지안전연구소

_e-mail : kbyoon@cau.ac.kr
 _e-mail : go-omtang@wm.cau.ac.kr

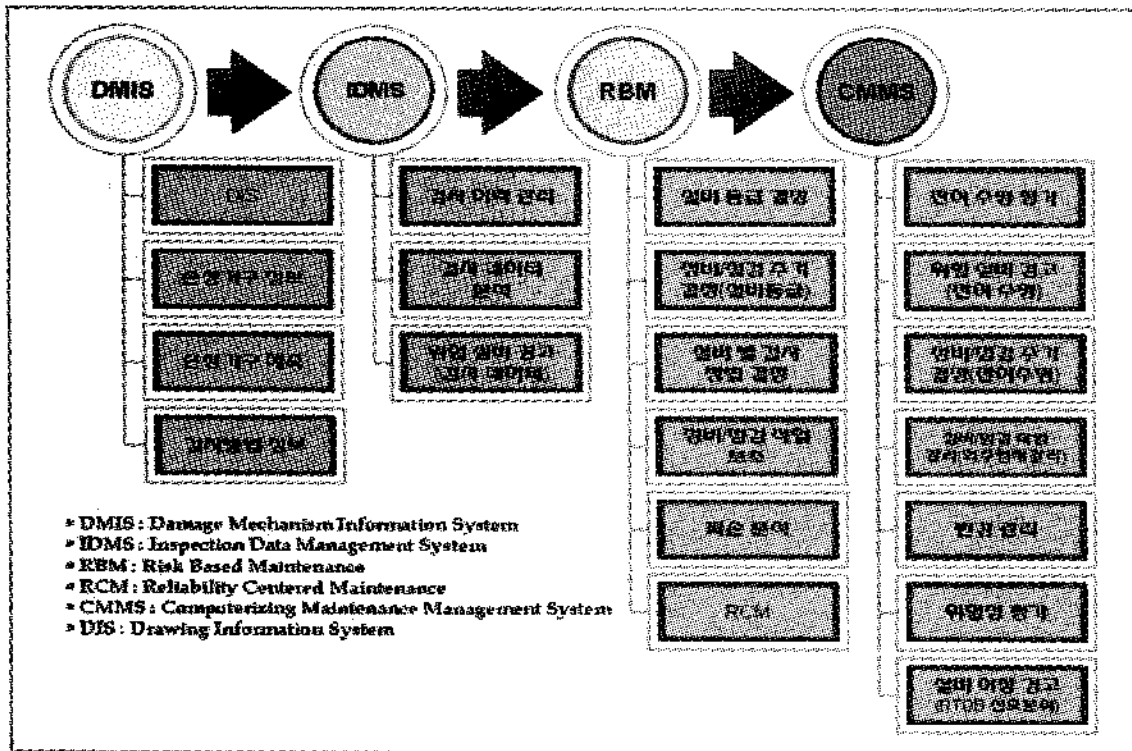


그림 1 화력발전 RBI 절차

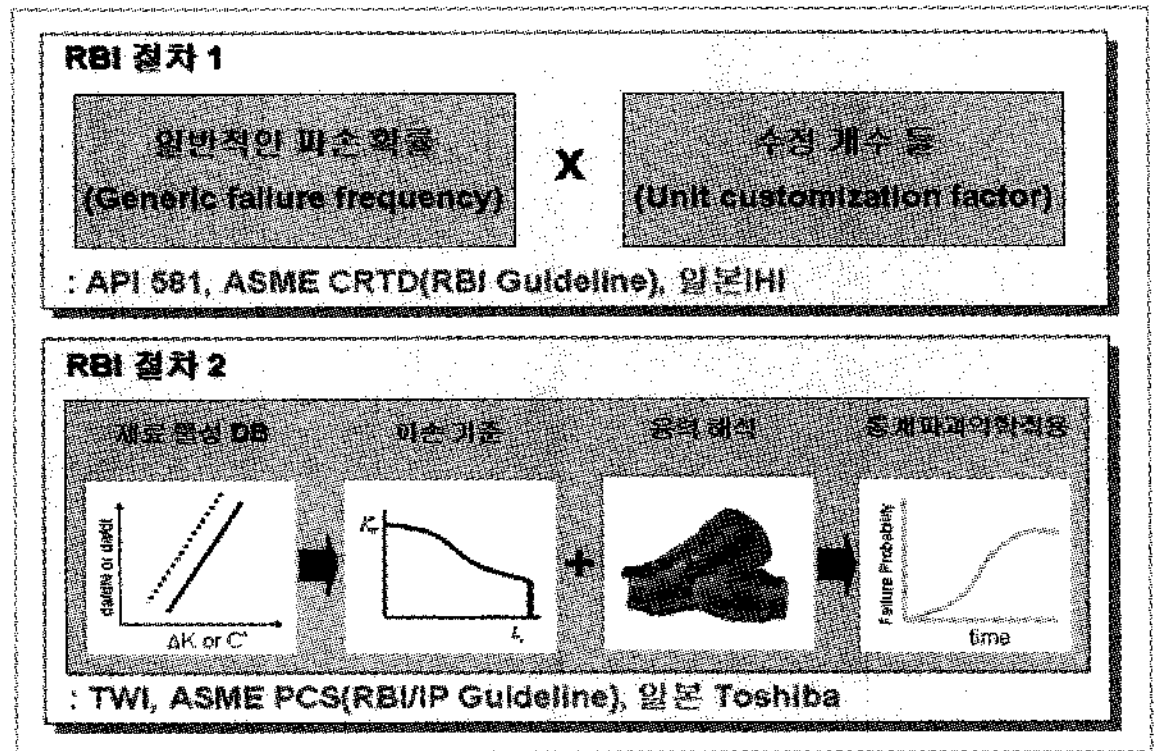


그림 2 2종류의 대표적인 RBI 절차

정유, 석유화학, 발전 플랜트 등 대형 산업 플랜트를 오래 정상적으로 사용하기 위해서는 주기적 검사, 유지보수 및 정비 계획을 세워 시행하여야 한다. 이러한 검사 계획을 세울 때 기존의 절차에 따르기도 하지만, 체계적으로 각 요소의 사고발생 위험도를 평가하여 위험도가 높은 요소 순서대로 검사하고 정비하는 것이 RBI(Risk Based Inspection)기법이다. 이는 자동차의 주요 요소를 일정한 기간(또는 거리) 사용 후 정비하는 것과 같은 원리이다. 타이밍 벨트, 브레이크 패드, 타이어 등 각각의 파손 확률이 점점 증가하여 고장 위험도가 커지면 우선적으로 검사하는 것이 위험도기반검사의 개념인 것이다. RBI의 대상이 각 기계요소라고 한다면 이와는 달리

RCM(Reliability Centered Maintenance)은 고려 대상을 기능(function)에 두는 방법이다. 즉 주요 요소의 파손을 고려하는 것이 아니라 주요기능을 유지하는데 관계된 요소들을 묶어서 고려하는 기법이다. 예를 들어 자동차의 브레이크 작동 기능을 유지하기 위해서는 브레이크 패드도 중요하지만, 브레이크유 및 사용 튜브 등의 상태도 건전하게 유지되어야 한다. 따라서 이들을 모두 점검해야 자동차의 제동기능을 확보할 수 있는 정비를 하였다고 볼 수 있다.

국내 RBI 기술은 정유 및 석유화학 업체 등 초기에는 산업계를 중심으로 해외 기관의 기술자문을 통해 도입을 시작하였다. '90년대 후반 SK정유에서 미국의 Aptech 엔지니어링 기술을 도입하여 자사 CDU 플랜트에 적용한

것을 시작으로 '99년과 2001년에 LG Caltex 정유 및 LG 석유화학에서는 미국석유협회(API) 기준에 따른 DNV 사의 RBI 기법을 도입하여 위험도를 평가한 바 있다. 이러한 기법 도입은 RBI 기반기술의 이전이 아닌 해외기술을 이용한 해석의 수행을 주로 하였으므로 일회성 해석의 수행이 주류를 이루었다. 따라서 비용에 대한 부담은 컸지만 기술 확보 등은 미흡한 문제들도 발생하였다. 연구 및 학계에서도 같은 시점에 기술 개발 노력이 시작되었다. '90년대엔 공정안전 전문가를 중심으로 정량적 위험성 평가인 QRA(Quantitative Risk Analysis)기법이 개발되었다. 대형 가스사고 후에 1998년 가스배관의 RBI기법 개발의 필요성이 저자에 의해 처음 제기되었고,

2000년 다자간 공동연구과제로 국외 RBI 솔루션에 대한 검토가 진행되었다. 이를 근거로 2001년부터 국내 공기업인 가스안전공사와 대학 연구진이 중화학 설비에 적용할 수 있는 RBI 절차 및 소프트웨어(KGS-RBI)를 개발하여 국내 업계에 적용하게 되었다. RBI 국제기준인 API 581 절차에 근거하여 종합 알고리즘을 구성한 경우 이는 정유 플랜트에만 적용 가능하므로, 이를 석유화학 분야에 적용 가능하도록 개선하여 YNCC 등에 적용하여 실제 설비 요소에 대한 위험도 평가를 수행하였다. 또한 한국 산업안전공단에서도 에너지 설비를 대상으로 RBI 진단 절차를 보급하기 위해, Tischuk의 기술을 도입하여 이를 국내 여러 기관에 시범적으로 적용하였으며, 대학 연구진과 프로그램(K-RBI)을 개발하여 적용하고 있다. 또한 에너지 관리공단에서는 산업용 보일러에 RBI기술을 적용하여 검사주기를 연장하여 산업계의 정비 효율성을 높이기 위한 노력을 진행 중이며 가스 배관, 상하수도 매설 배관 등 배관류를 대상으로 RBI를 적용하기 위한 노력이 가스업계에서 이루어지고 있다. 또한 세계 1위를 유지하는 산업이나 작업 위험성이 매우 높은 조선업 현장 등에도 위험성 평가 기술이 접목되고 있다. 하지만 RBI의 타워 크레인에 적용, 건설 현장 적용 등은 외국에서는 추진되고 있으나 국내에서는 아직 적용되지 않는 분야도 있다. 화력발전 설비에 대한 RBI 진단

기술 개발은 늦게 시작되었지만 현재 기술 수준은 국외 기술을 능가하는 수준이라 볼 수 있다. 2004년까지 발전 설비의 RBI기술 개발은 여러 가지 어려움으로 구체적으로 진행되지 않고 있었다. 파손 빈도 기본데이터(generic data)의 산출을 위한 각 전력 설비 요소들의 재료물성, 손상기구 파악 및 검사/사고 이력 정리 등이 우선되어야 하는 어려움이 있었고, 이와 병행하여 각 설비요소별 사고 피해 결과 평가 절차가 개발되어 종합 알고리즘의 개발이 선행되어야 이를 소프트웨어로 개발할 수 있었다. 2004년부터 2007년까지 전력기반기금 및 5개 발전 자회사의 참여로 국내 RBI 절차 개발이 진행되었으며, 국외에서도 ASME PCC(Post Construction Standard Committee)에서 RBI 알고리즘 및 해석 절차의 연구가 진행되었다. 이 연구개발 진행 중에 개발 내용을 국내 발전사에 적용하는 수준에 이르렀다. 현재는 후속 연구개발이 ETI(Energy Technology Innovation) 프로그램으로 2010년까지 관련 기술을 실증하는 연구가 진행 중이며, 남동, 서부 화력 등이 이 프로그램에 참여하고 있다. 화력발전 설비의 RCM기법 적용은 한전KPS에서 주로 한 개의 플랜트를 오디팅(auditing)하는 방식으로 진행되어 왔으며, 해석 결과를 계속적으로 갱신하는 RBM(living RCM)으로 바꾸어 적용하는 노력이 필요한 시점으로 생각된다.

현재 법정 검사와 관련한 국가 규제의 완화 요구가 늘어남에 따라 RBI나 RCM 등을 적용하면 검사 주기를 연장해주는 등의 인센티브를 주는 제도가 도입되고 있으므로 RBI, RCM 절차의 최소 조건을 정의하는 국가 표준화가 필요한 시점에 와 있다. 또한 이런 기준은 국가고시 등이 아닌 민간 코드로 대체하는 제도 개선이 이루어지고 있으므로 이러한 표준화 활동이 필요하다. 따라서 ETI 프로그램에서도 RBI, RCM 절차의 표준화를 진행 중이며 관련 위원회를 구성하고 있다. 미국의 RBI 코드는 ANSI코드화되고 있고, 일본도 위원회를 구성하여 RBI의 일본 코드를 추진하고 있다. RBI 진단 절차의 표준화 또는 코드화에 대한 국내 활동은 국제 소급성이 필요하다. 따라서 화력발전 설비에 대한 RBI 기술 적용의 기본지침(guideline)을 제시하는 보고서를 작성한 바 있는 미국의 ASME 및 일본의 RBI 위원회 등과 협력이 필요하다. 국내 RBI, RCM 기술은 국외에 비해 개발 및 적용 기간이 짧지만 기술수준은 이미 국제적인 수준에 도달했으며 IT기술과 접목된다면 세계 일류기술로 발전할 것으로 기대되는 유망한 분야이다. 해외 플랜트 수주량이 증가하는 이 시점에 운영 기술에 해당하는 RBI, RCM기술도 같이 패키지로 수출하여 향후 경제적인 수입을 확보할 수 있는 방안을 마련해야 할 것으로 생각되며, 본 테마기획에 이와 관련된 기술개발 및 적용 사례 등을 모아 보았다.