



CIVA
N·D·E | 11

Simulation Software for Non-Destructive Testing

A white commercial airplane is shown flying against a blue sky with sun rays.

Application Example N°9

POD 곡선의 신뢰성 향상

Background

결함검출확률(POD)을 만드는 것은 복잡하고 비용이 많이 듭니다.

이 과정에는 측정을 수행하는 여러 명의 운영자와 조작된 결함들과 함께 수 많은 **테스트 표본(test specimens)**의 제작이 필요합니다. 결국 아래와 같은 사항들이 요구됩니다:

- 결함의 사양(specification): 개수, 크기, 도입방법
- 핵심 변수(key parameters)의 확인과 그것들이 성능에 미치는 영향 평가.
- 현장에서 발생할 수 있는 것들과 유사한 조건하에서의 **테스트 성능(performance of tests)**.

이러한 모든 작업으로 인해 신뢰성있는 POD 연구비용에 들어가야 하는 비용을 소모시킬 수 있습니다.

Benefits

CIVA 10에 포함된 POD 모듈(module) 덕분에, 필요로 하는 테스트 표본과 연구실 실험 횟수를 줄일 수 있어, 이로 인한 비용부담과 소요비용을 크게 낮출 수 있습니다.

핸드북 MIL-HDBK-1823을 기반으로 EADS(유럽항공방위우주산업)과 공동으로 개발하였습니다:

- 몇 가지 실험들을 시뮬레이션으로 대체.
- 특정한 변수값의 영향을 정량화.
- 실험용 설계에 기여.
- 실험을 통한 연구에서는 실현 불가능한 변수들의 영향을 조사.
- 시뮬레이션과 실험 데이터를 결합하여 신뢰 구간 (confidence intervals)을 축소.
- 테스트의 모든 과정의 반복 없이 POD를 극대화하기 위한 절차를 강화하고 개선.

POD 곡선의 신뢰성 향상

Case study

POD곡선의 신뢰성 증가와 비용 절감

THE PROBLEM

여기에서 소개된 내용은 와전류 검사의 경우입니다.
답해야 될 질문: 균열의 길이(length of cracks)에 따른 POD는 무엇인가?

결함의 검출과 POD 곡선에서 이격거리(lift-off)의 변화에 따라서 나타나는 효과는 무엇인가?

비파괴검사 절차를 정의하려면 센서(sensor), 작동조건(operating condition), 그 밖의 핵심 변수들(key variables)의 사양들이 요구됩니다. 그러나, 실제로 이격거리(lift-off), 재질의 전도도(material conductivity), 결함의 특징(crack properties)을 포함한 몇몇 변수들에는 어쩔 수 없이 차이가 생깁니다. 검사를 설계할 때는 차이를 정성적으로(qualitatively) 간주하지만, POD 곡선에서는 정량화시킬 수(quantified) 있습니다.

문제는 **POD 곡선**을 만들려면 수없이 많은 보정된 결함들(calibrated defects)을 테스트해야만 되기 때문에 실행하는데 비용이 많이 드는 실험을 해야 한다는 것입니다.

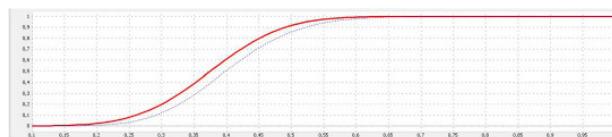
CIVA'S CONTRIBUTION

CIVA는 POD 곡선의 다양성을 정량화하고 변화의 다양한 원인을 설명할 수 있는 방법론(methodology)을 제공합니다. CIVA에서는 시뮬레이션에서 변동하는 “조정할 수 없는” 변수(uncontrolled parameter)를 “불확실한 변수(uncertain parameter)”라고 부릅니다.

CIVA의 기능:

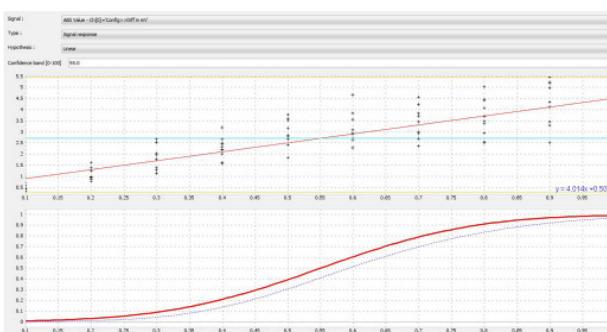
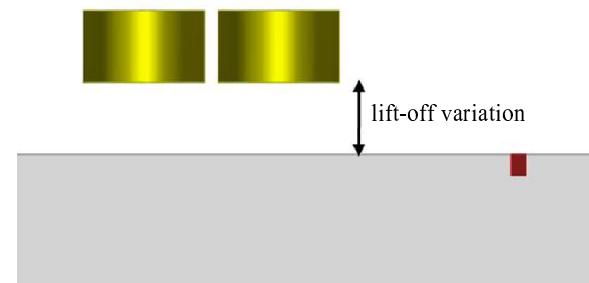
- 시뮬레이션 연구에서 사용되는 이격거리(lift-off), 결함길이(crack length), 센서방향(sensor orientation)과 같은 “불확실한 변수”를 선택.
- 각각의 변수에 대한 통계 분포 함수(statistical distribution function)를 명시.
- 하나의 시뮬레이션 연구로서 POD 계산을 실시.

다음의 그림에 나타나는 곡선은 POD에서 이격거리에 따른 효과를 보여줍니다.



이격거리에 매우 작은 변화가 있을 때 POD 곡선: 결함 길이(x) vs. POD(y).

반타원형(semi-elliptical) 표면 결함에 대한 와전류 신호 최대 진폭의 POD 연구.“불확실한 변수”는 이격거리이며, 결함의 높이에 따라서 POD를 구성.



위의 경우보다 이격거리를 상당히 크게 변화시켰을 때의 POD 곡선: 결함 길이(x) vs. POD(y).



POD 평가코드(estimation codes)를 포함한 CIVA의 POD모듈은 EADS의 혁신적인 작업으로 개발되었습니다. 따라서 CIVA는 EADS 사의 제어 방법에 대한 신뢰성을 바탕으로, 20년간의 경험과 R&D작업에 대한 이점들을 얻을 수 있었습니다.

www.extende.com