



# CIVA

## N·D·E | 10

Simulation Software for Non-Destructive Testing

### 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.

**EXTEN·D·E**  
**CIVA**

License



[www.extende.com](http://www.extende.com)

# POD 곡선의 신뢰성 향상

## POD 곡선의 신뢰성 증가와 비용 절감

### THE PROBLEM

여기에 소개된 내용은 와전류 검사(ECT)의 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), 재료의 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.

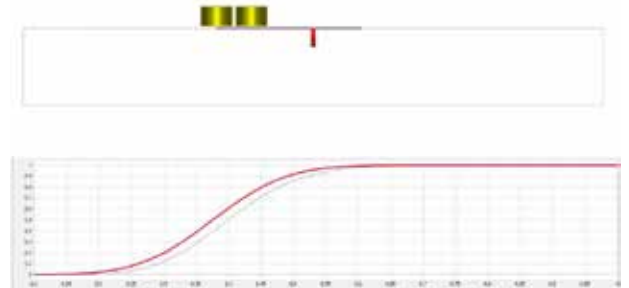
### CIVA'S CONTRIBUTION

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:

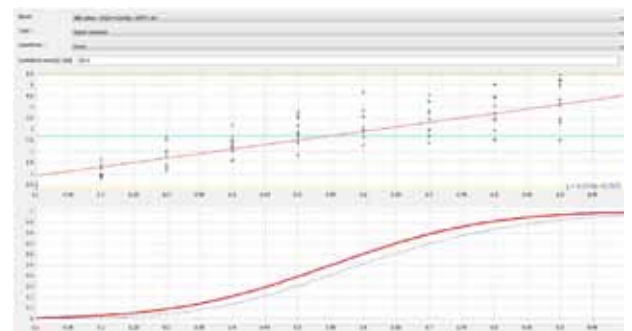
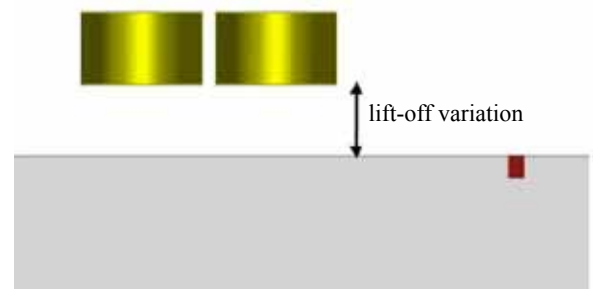
- 시뮬레이션 연구에서 사용되는 이격거리(lift-off), 결함길이(crack length), 센서방향(sensor orientation)과 같은 "불확실한 변수"를 선택.
- 각각의 변수에 대한 통계 분포 함수(statistical distribution function)를 명시.
- 하나의 시뮬레이션 연구로서 POD 계산을 실시.

다음의 그림에 나타나는 곡선은 POD에서 이격거리(LO)에 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 EADS사의 제어 방법에 대한 신뢰성을 바탕으로, 20년간의 경험과 R&D작업에 대한 이점들을 얻을 수 있었습니다.

[www.extende.com](http://www.extende.com)