



fe-safe®

有限元素模型耐久性分析軟體



FE-SAFE

概述

fe-safe 是針對有限元素模型進行疲勞分析的技術領導者，為使用者提供最精確、最先進的疲勞分析技術，適用於實際工業應用，廣泛應用於汽車、重型卡車、非公路工程、船舶、國防、離岸工程、發電、風能、醫療工程及其他眾多產業。

自 1990 年代初期起，fe-safe 就與業界持續合作開發，確保其始終樹立疲勞分析軟體的標竿。

fe-safe 是第一款商業化的疲勞分析軟體，專注於現代多軸應變為基礎的疲勞方法，它提供獨特的熱機械疲勞與潛變-疲勞分析能力、複合材料疲勞分析、彈性體疲勞分析，以及焊接接頭的 Verity® 結構應力法。

fe-safe 以其精確性、高速運算、全面功能與易用性而聞名。

無論您的疲勞分析有多複雜，fe-safe 都能無縫融入您的設計流程，協助您開發具耐久性的產品。



產品說明

產業界對製造商的要求越來越高：

- 使用更少的材料
- 製造更輕量卻更堅固的零件
- 降低保固與召回成本
- 縮短開發時間

許多公司雖然使用先進的有限元素分析 (FEA) 來計算設計應力，但疲勞分析仍常透過手動挑選應力點並用試算表分析。此方法耗時且不可靠，容易忽略失效位置。

透過原型進行疲勞測試的驗證也耗時冗長。如果原型提前失效，可能必須進行昂貴且無止盡的「設計 - 測試 - 重新設計」循環，導致專案延誤與交期延後。

主要優勢

將 fe-safe 整合到設計流程中，您將能夠：

- 最佳化設計以減少材料用量
- 降低產品召回與保固成本
- 最佳化並驗證設計與測試專案
- 在單一使用者介面中改善測試與分析的關聯性
- 減少原型測試時間
- 加速分析流程，縮減工時
- 提升產品首次打樣測試就通過的信心

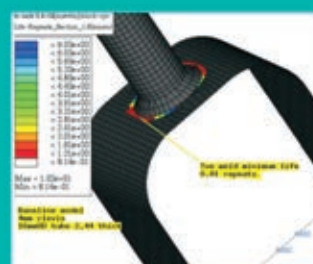
「以耐久性為設計核心 - 先進多軸演算法是 fe-safe 的核心技術」

焊接疲勞分析：後拖曳臂連桿原型

測試至裂紋起始：0.83 次區塊循環測試

fe-safe 疲勞壽命預測至裂紋起始：0.81 次

福特汽車



工作流程與負載

fe-safe 可以從多種負載類型預測疲勞壽命：

- 單一負載時間歷程應用於線性彈性 FEA 模型
- 多組負載時間歷程在 fe-safe 中疊加 (可超過 4000 組負載歷程)
- 一系列 FEA 應力 (彈性或彈塑性，線性或非線性)
- 疊加穩態模態解
- 疊加暫態動態模態解
- PSD 載荷、區塊負載測試計畫、雨流循環矩陣
- 可包含成型或裝配應力的影響

fe-safe 內建功能強大且易用的批次指令系統，並支援線上參數變化以進行靈敏度研究。

標準分析可設定並儲存以供重複使用。



分析方法

fe-safe 包含多種分析方法

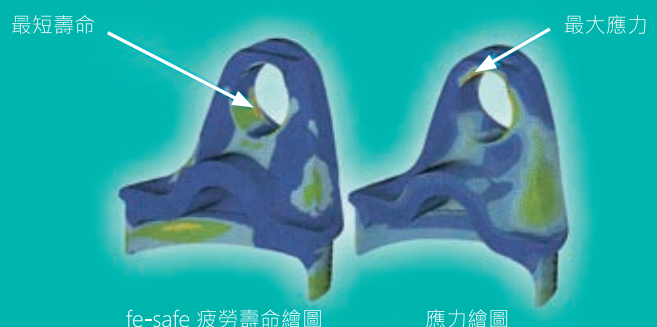
- 基於應變的多軸疲勞演算法 - 軸向應變、剪應變、Brown-Miller (搭配多軸 Neuber 定律與循環塑性模型)
- S-N 曲線分析，包括基於軸向應力的多軸疲勞與專為 S-N 曲線設計的新 Brown-Miller 分析法
- Dang Van 多軸疲勞法 (適用於高週設計)
- 材料數據圖，可考慮溫度、應變速率等影響
- 鑄鐵疲勞的進階分析方法
- 焊接接頭分析
- 高溫疲勞分析
- 彈性與彈塑性 FEA 應力 (線性與非線性) 分析
- 自動檢測表面與疲勞熱點
- 全面的元素/節點群組管理
- 應力梯度修正
- 臨界距離演算法
- 隨機振動疲勞的臨界平面方法
- 旋轉零件分析

「裂紋未必會出現在最大應力的位置」

懸吊系統零件的疲勞分析

「fe-safe 結果已由實際負載測試的實驗室測試驗證」

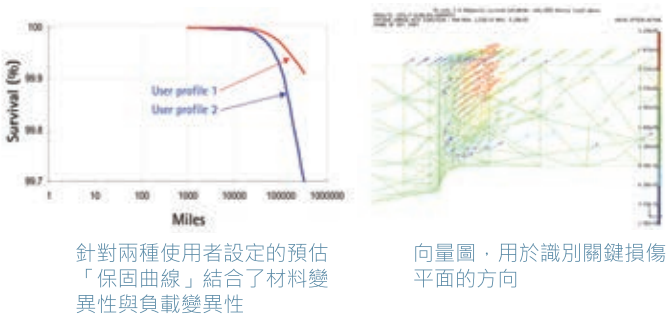
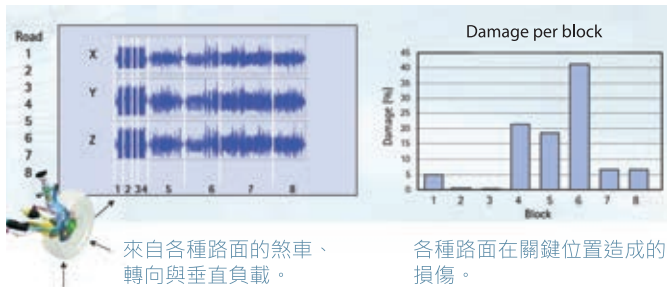
Dana 自動化系統商



輸出結果

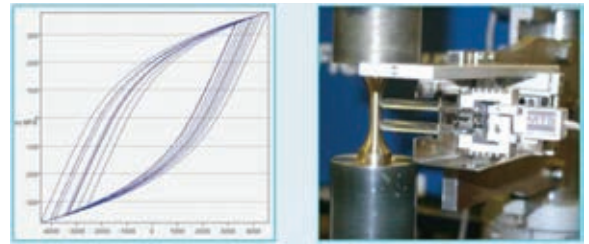
fe-safe 可在單次分析中輸出多種結果：

- Cont疲勞壽命等高線，顯示裂紋起始位置
- 指定設計壽命的應力強度因子等高線 - 用於顯示需改變多少應力才能避免失效或減少材料
- 指定壽命的存活機率（保固曲線）
- 測試計畫需包含哪些載荷
- 負載期間的最大應力等高線
- 詳細結果：應力與應變時間歷程、Haigh 與 Smith 圖、Dang Van 圖等
- 各載荷區塊在關鍵位置造成的損傷（例如測試跑道各種路面）
- 向量圖，標示關鍵損傷平面的方向



材料資料庫

- Comp完整的應變壽命與 S-N 曲線特性資料庫，已完全驗證並與國際標準交叉參照
- 支援等效規範搜尋，可依據美國、歐洲、日本及中國標準查詢
- 使用者可新增自有材料與材料參數
- 內含應變壽命與 S-N 數據
- 數據已重新分析並與不同國際標準比對
- 含化學成分與熱處理資料
- 可追溯至原始參考來源



測試服務

提供多種測試服務以支援 fe-safe，例如多軸疲勞、熱機械與潛變-疲勞、焊接接頭及複合材料測試。

材料測試涵蓋在不同負載與溫度條件下進行的 S-N 測試與應變壽命測試。

測試結果將進行分析，並以報告及可匯入 fe-safe 材料資料庫的格式提供給使用者。

臨界平面多軸應力壽命與應變壽命方法已作為標準功能內建提供

成功案例

fe-safe疲勞壽命繪圖

「fe-safe 的測試結果皆是經過實驗室驗證而成」

Raufoss科技



關鍵問題

fe-safe 將可以協助你以下問題：

疲勞壽命檢測

fe-safe 採用先進的臨界平面多軸疲勞方法，結合內建的塑性模型，對彈性 FEA 的結果進行後處理。結果可用等高線圖顯示裂紋位置與疲勞壽命。

裂紋會不會擴散？

fe-safe 使用臨界距離方法檢查裂紋會不會擴散。允許裂紋展開但不至於擴散到失去效果，可以讓零件承受更高的工作應力，並實現輕量化且高效率的設計。

哪裡可以節省材料？哪裡需要增加材料？

fe-safe 可計算達到指定使用壽命所需的允許應力或負載，這就是強度因子（FOS）。

fe-safe 會完整考量由負載或應力變化引起的塑性變化。它能顯示設計在每個節點上是過強還是過弱，並以等高線圖呈現結果。



設計的可靠性如何？

「保固」計算會結合材料強度的變異性與負載的變異性，估算在服役任意時間後仍未產生裂紋的零件比例。這可用於零組件不同部位達到一致的可靠性。

強度因子（FOS）與存活機率計算可在一次分析中與初始疲勞壽命計算結合，兩者可同時顯示設計應力邊界與零件可靠性之間的關係。

哪些負載正在造成疲勞損傷？

fe-safe 會執行負載敏感度分析，以顯示每個施加負載的影響。此結果可用於改進設計，以及規劃與驗證加速疲勞測試。

一旦辨別出關鍵與非關鍵負載後，就可以透過刪除不具代表性的測試，來優化並驗證測試計畫。

造成疲勞裂紋的原因是什麼？

fe-safe 可針對熱點區域或個別元素/節點提供詳細結果，包括計算所得的應力與應變時間歷程、疲勞循環與損傷長條圖、Haigh 與 Smith 圖，以及其他多種圖表，以解釋疲勞壽命形成的原因。

零件的不同部位，可能需要不同的設計應力邊界，才能達到相同的可靠性水準。

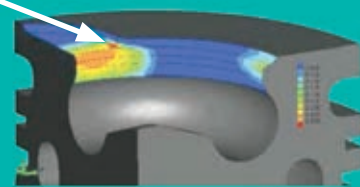
成功案例

柴油活塞的疲勞裂紋

「fe-safe 精準預測了裂紋起始的位置與時間」

Federal Mogul - Raufoss科技

裂紋起始位置



fe-safe 疲勞壽命繪圖



SolidWizard

實威國際

台北 TEL: 886-2-2795-1618
新竹 TEL: 886-3-657-7388
台中 TEL: 886-4-2475-8008
台南 TEL: 886-6-384-0678

高雄 TEL: 886-7-537-1919
天津 TEL: 86-22-5856-2126
蘇州 TEL: 86-512-6878-6078
上海 TEL: 86-21-6326-3589

寧波 TEL: 86-574-2791-0688
廈門 TEL: 86-592-221-3168
東莞 TEL: 86-769-2202-6658

 DASSAULT
SYSTEMES

 SOLIDWORKS