

ひずみ分布の可視化による 部品寿命予測手法の開発

2009年9月

ポリプラスチックス株式会社

1. 背景
2. 新規予測手法
3. 総括

1. 背景

2. 新規予測手法

3. 総括

1. 背景【ポリプラスチックのビジネスモデル】

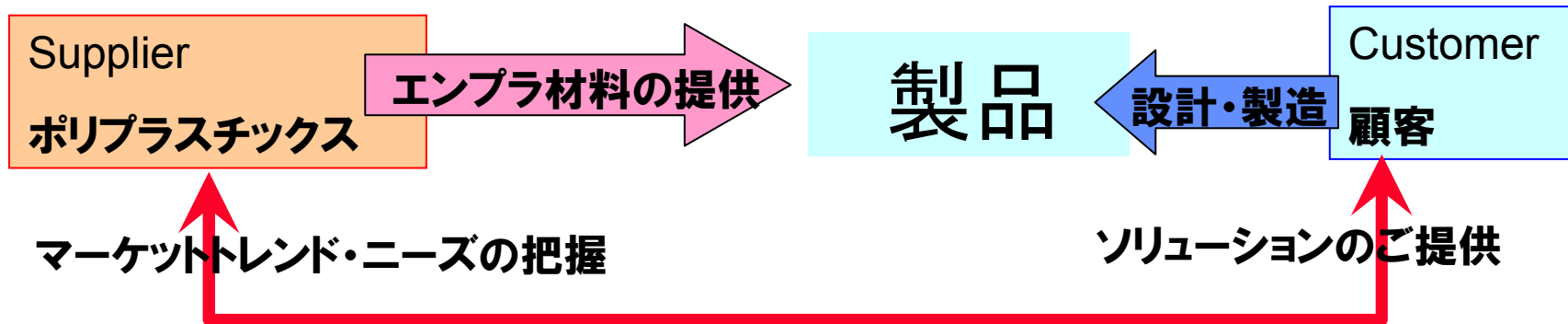
Polyplastics

エンブラのリーディングカンパニーとして顧客製品の開発のためのさまざまなソリューションを提供する。

①最先端材料

②設計加工ソリューション

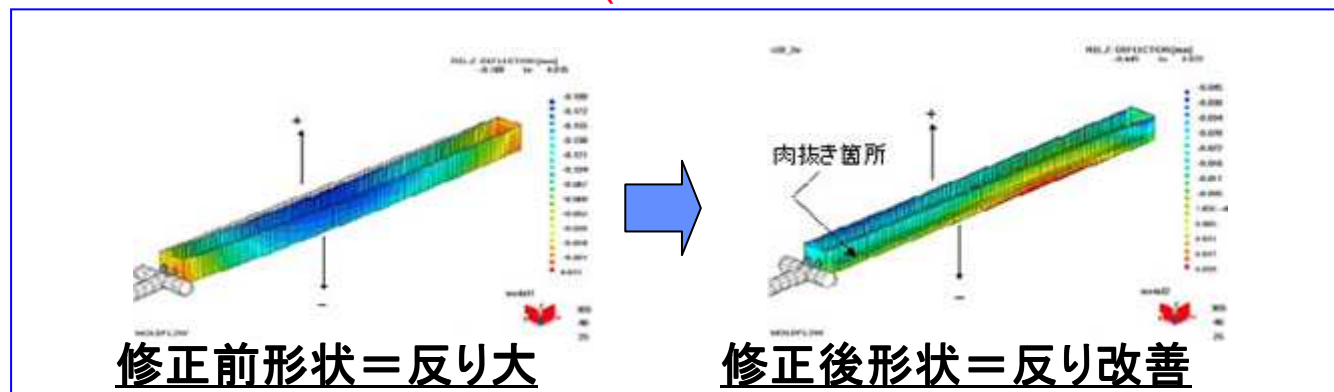
をタイムリーに提供する。



・機能性新材料の開発

・新規加工法の開発

・新規ソリューション(設計・解析)技術の開発



【製品開発の流れとポリプラスチックの支援活動】

〈開発ステージ〉

〈ポリプラの支援活動〉

樹脂化構想

軽量化提案 コストダウン提案

材料選定

最適材料の提案(豊富な材料と材料データ)

製品設計

製品設計: 寿命予測、形状提案

金型設計: 形状提案、ゲートランナー、冷却回路

試作評価

強度測定

耐久試験

問題点の把握、対策提案

量産

故障解析

ポリプラスチックの強み

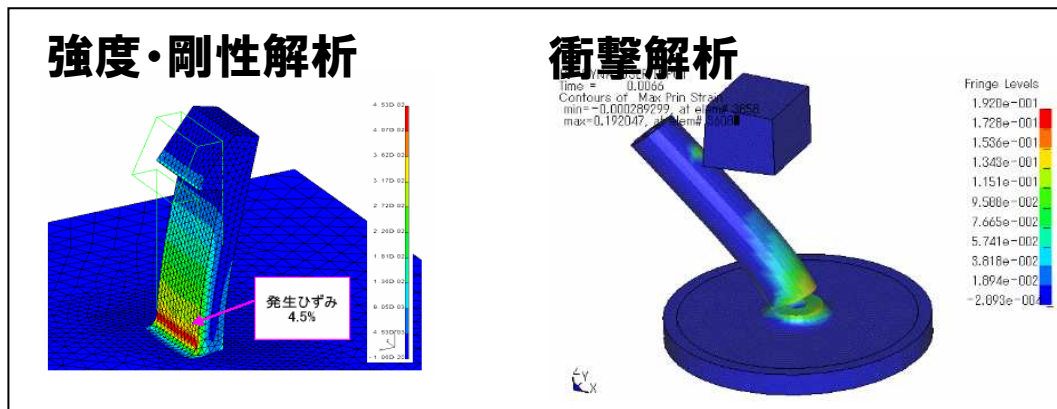
予測技術

1. 背景

CAEでの部品応力分布評価

CAEとは、「Computer Aided Engineering」の略で、文字通りコンピューターによって工学的な計算を行うこと。現在では、製造業において、製品設計に必要な強度・安全性・熱特性など、さまざまなテストを、試作品を作成する前に、コンピュータ上でCAEによって行うことが可能になっている。

【構造解析】



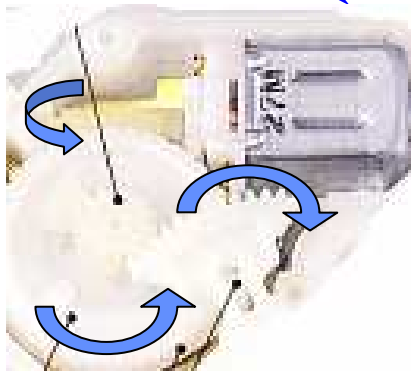
一部品の応力分布、歪分布を評価することは可能

1. 背景

【予測技術に対する現状の課題】

・作動部品、取り付け誤差が生ずる部品の寿命予測は困難

例：【困難】

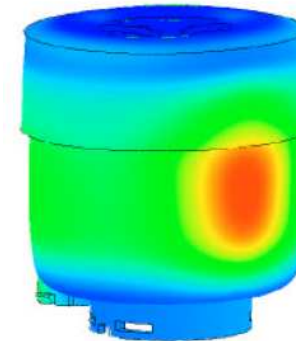


複合リンクの強度解析



複合材料の接合

【容易】



内圧を受ける容器

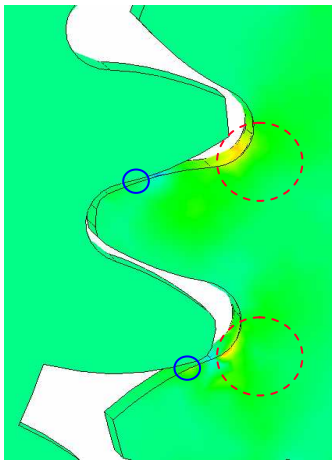
複合部品やギアではひずみが不均一に発生するのでCAEでは正確な応力予測ができない

特に応力、歪が噛み合い中に連続変化する歯車は

寿命予測が最も困難な部品である。

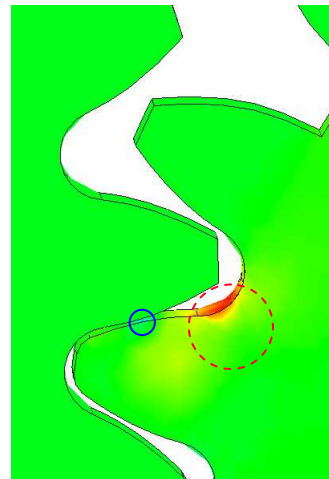
2枚噛み合いの瞬間:

低い応力が分散して発生

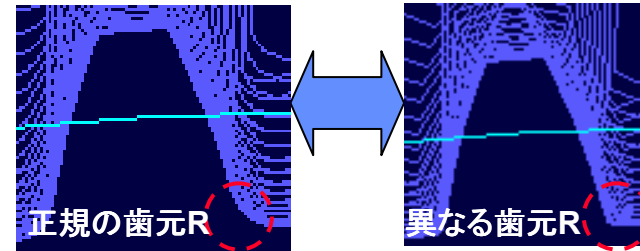


1枚噛み合いの瞬間:

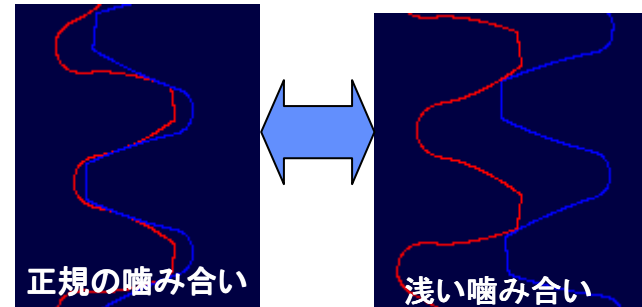
高い応力が局所に発生



歯形の誤差の例



組み付け誤差の例



歯車のひずみ分布をCAEで解析できない理由

- ・ひずみ分布が動的に変化する
- ・歯形形状の誤差や組み付け精度、歯元Rの状態ではひずみ分布が変化

1. 背景

2. 新規予測手法

歯車の寿命予測手法

3. 総括

【新規予測手法】

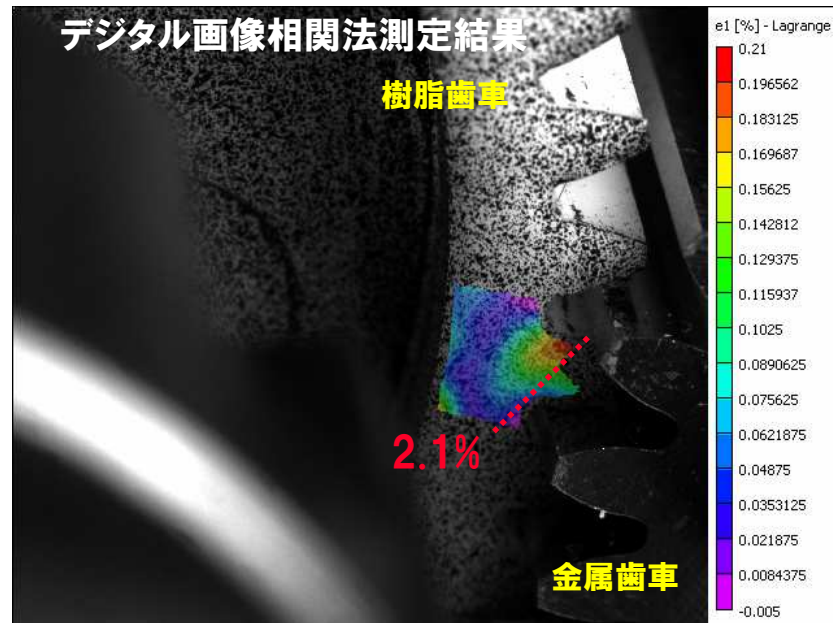
新規の技術要素：

1. **実使用環境***でのひずみ分布測定を可能とした。
2. ひずみ分布から**真の応力**を算出した。
3. 弊社所有の膨大な疲労破壊寿命データを応用して**予測スキームを完成**させた

*歯車のような動的な機械要素。ひずみ分布が経時的に変化する。

2. 新規予測手法

2-1. ひずみの分布測定



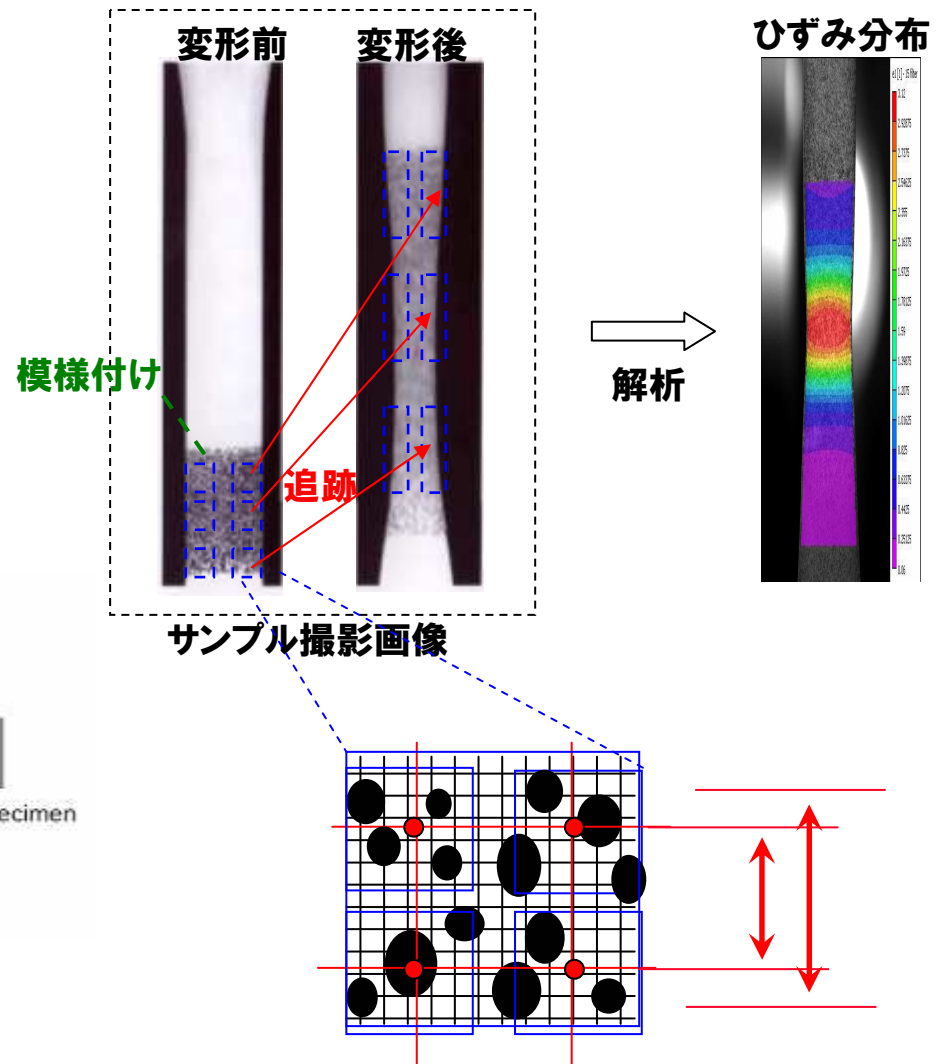
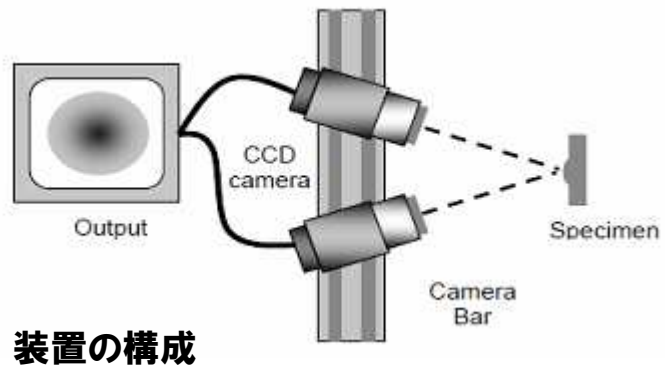
歯数:樹脂歯車54枚 金属歯車25枚

ピッチ円直径:樹脂歯車54mm 金属歯車25mm

負荷トルク:10N・m

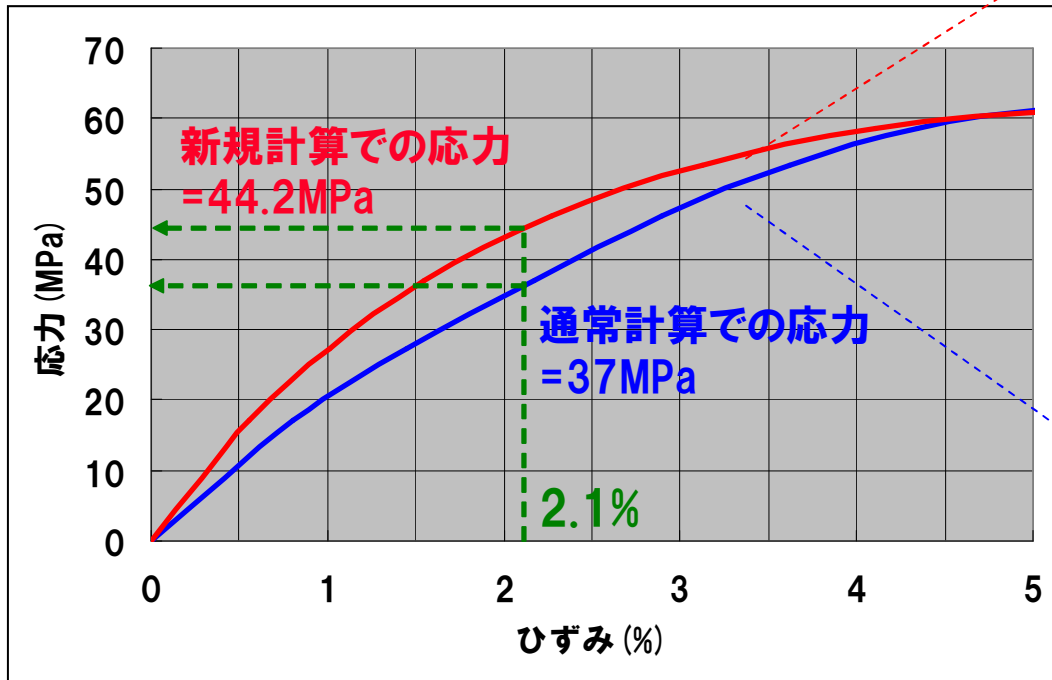
材料:ジュラコン[®]M90-44

デジタル画像相関法 (DICM)

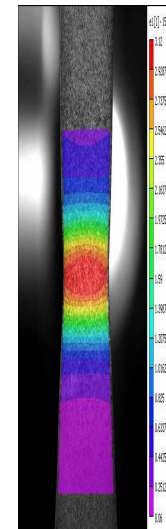


2. 新規予測手法

2-2. 真の応力の測定



<新規応力換算>



実際は分布を持って変形

<通常の応力換算>



平均的に変形すると仮定

通常の応力換算では樹脂の断面が荷重によって痩せ細っていく現象を考慮していないが、新規応力換算手法によって断面積の変化を考慮することが可能となった。これを利用することで、真の応力を算出でき、精度の高い寿命予測に活用することができる。

・通常の応力換算

応力 = 荷重 ÷ 断面積

・新規応力換算・

応力 = 荷重 ÷ 断面積 (連続的に変化することを考慮)

2. 新規予測手法

2-3. 疲労破壊寿命データの活用

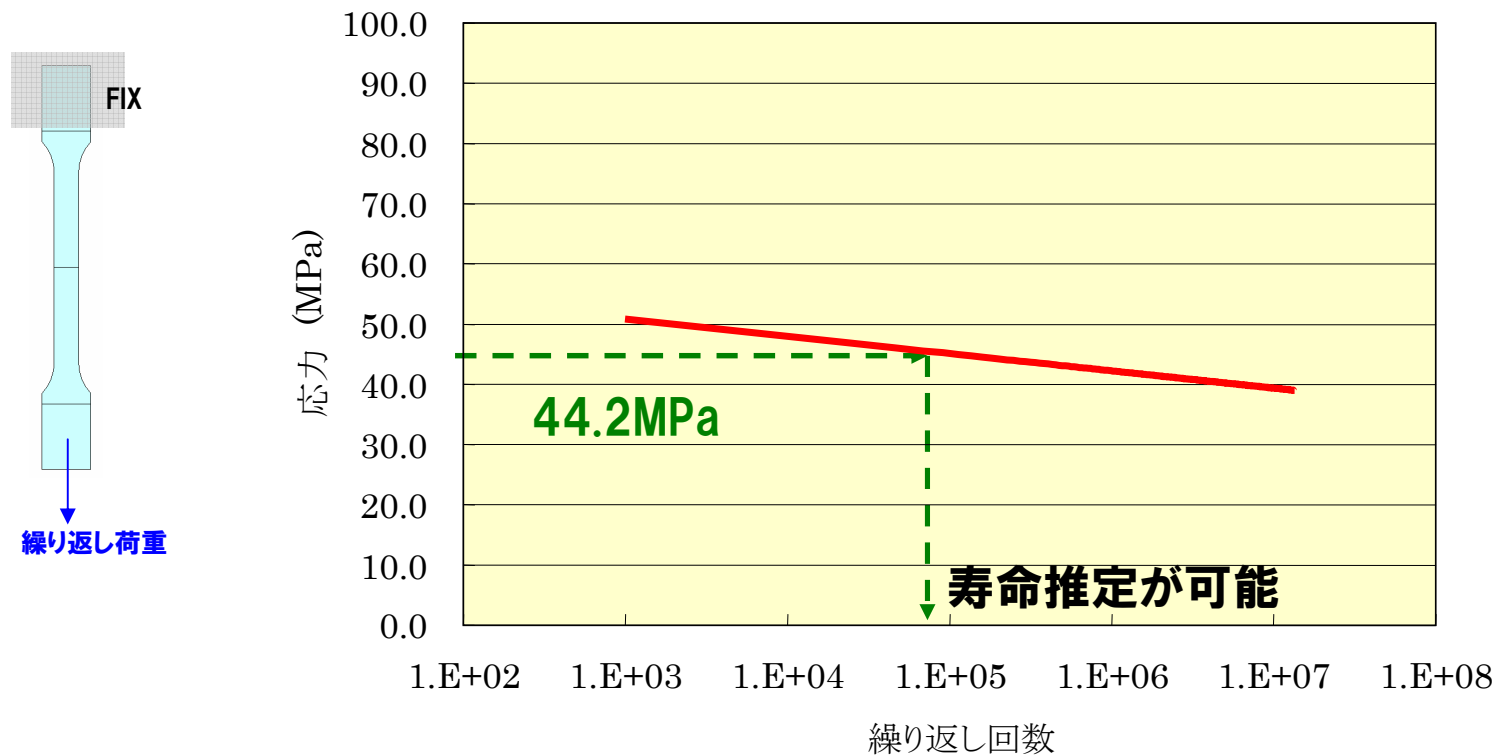


図 ジュラコン[®]M90-44の引張り疲労寿命線図

ISO試験片での疲労破壊曲線(23°C)←材料DB

⇒豊富に保有しているデータであり、様々な材料で活用が期待できる。

2-4. 検証事例

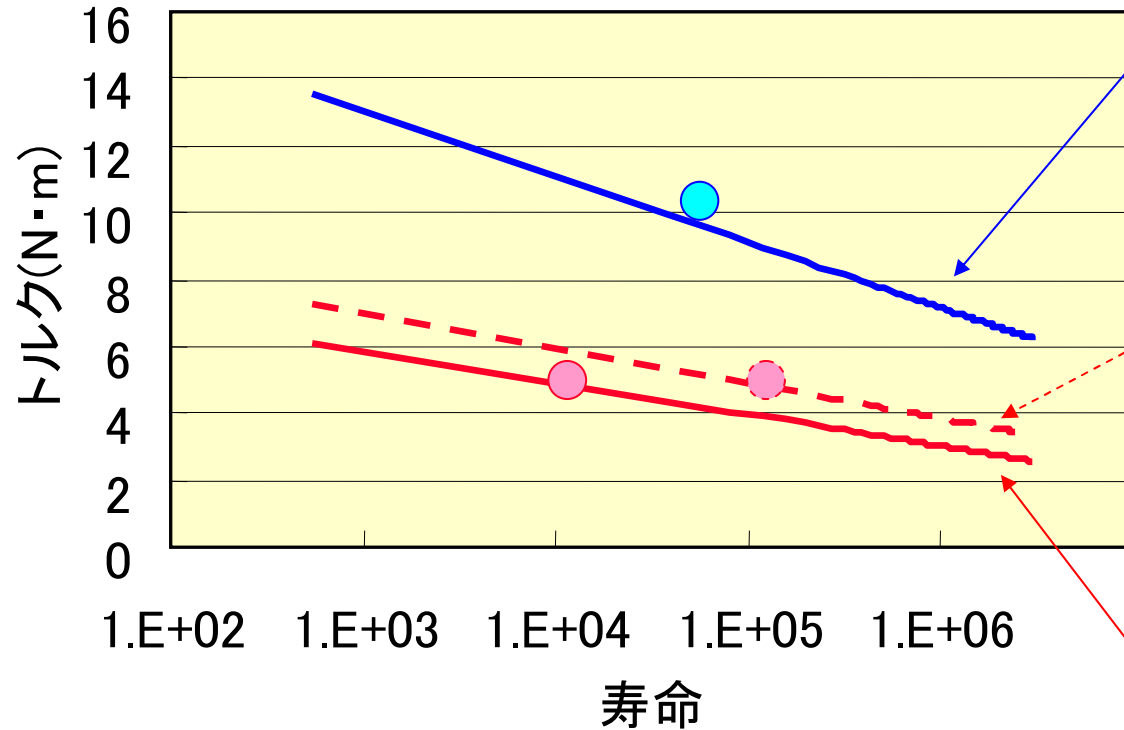
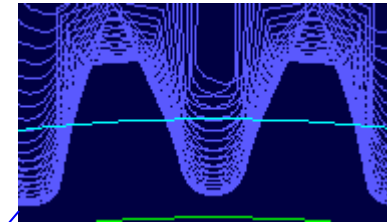


図 樹脂歯車の運転寿命曲線(実測 M90-44)

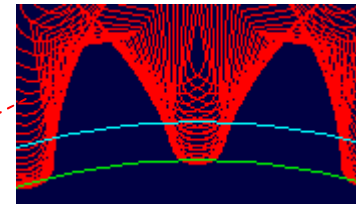
● 推定点

— 実測線

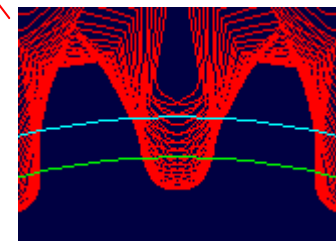




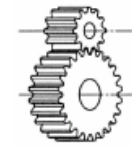
歯数54枚 標準歯車
 ・トルク10N・m負荷
 ・計測応力44MPa



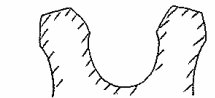
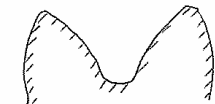
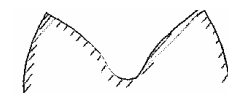
歯数23枚 特殊歯形
 ・トルク5N・m負荷
 ・計測応力45MPa



歯数23枚 標準歯車
 ・トルク5N・m負荷
 ・計測応力48MPa



歯車の種類



歯形の種類

1. 背景

2. 新規予測手法

3. 総括

3-1. 報告の総括

3-2. 今後の予定

3. 総括

3-1. 報告の総括

局部応力の算出技術を使い、実部品での寿命予測、故障解析手法を開発しています。

具体的事例：

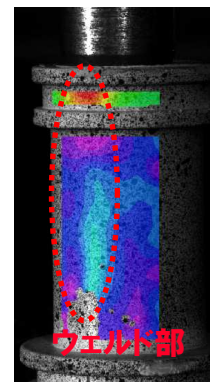
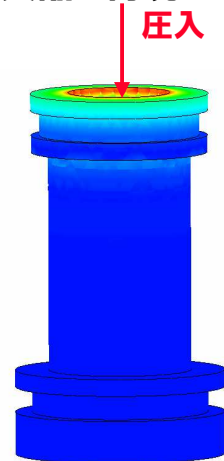
寿命予測が困難であった歯車の寿命予測手法を開発した。

今後、顧客の要望により、実際の部品での様々な予測/解析に活用してゆきます。

【事例：シャフト圧入におけるウェルド破損】

CAE: 欠陥を再現できない

新規手法: ウェルドでの歪集中を再現できる



新たな設計手法
故障原因の究明

3. 総括

3-2. 今後の予定

- ・プラスチック成形加工学会 成形加工シンポジア' 09
11月6日 長崎大学工学部 (文教キャンパス)