

動的非線形構造解析ソフト(LS DYNA)の適用事例

キーワード：非線形、構造解析、有限要素法、衝突、熱伝導、固有値

はじめに

動的非線形構造解析ソフト(LS DYNA)は、離散化の手法に有限要素法^(注)を採用した解析ソフトで、衝突や塑性加工などの複雑な物理現象を効率よく解析することができます。非線形構造解析以外にも、非定常熱伝導解析や固有値解析、さらには構造解析と熱伝導ならびに流体解析との連成解析が可能です。弾性・弾塑性・粘弾性・コンクリート・フォーム材などの材料モデルが用意され、幅広い問題に適用することが可能です。

ここでは、本ソフトを用いて解析した事例をもとにして、その機能を紹介します。

衝突解析

図1は、剛体(自動車を想定)と衝撃吸収用の鉄製ポールとの衝突を解析したもので、衝突による鉄製ポールの塑性変形および応力分布を示しています。このとき剛体に生じる加速度および速度の時間的変化を図2に示します。上記の解析結果より、衝撃吸収用ポールの形状および肉厚と自動車に生じる加速度の関係が得られ、衝撃吸収特性のよいポールを設計することができます。

また図3は、軟式野球ボールが壁に衝突して跳ね返る様子をシミュレーションしたものです。ボール内壁には空気圧が作用しています。ボールの変形と共に内部空気の体積も変化しますので、体積変化に応じた空気圧を設定することにより、実際の現象に近い結果が得られます。

応力、ひずみ、温度等の解析結果は、アニメーション表示や断面表示することにより、視覚的に理解することができます。

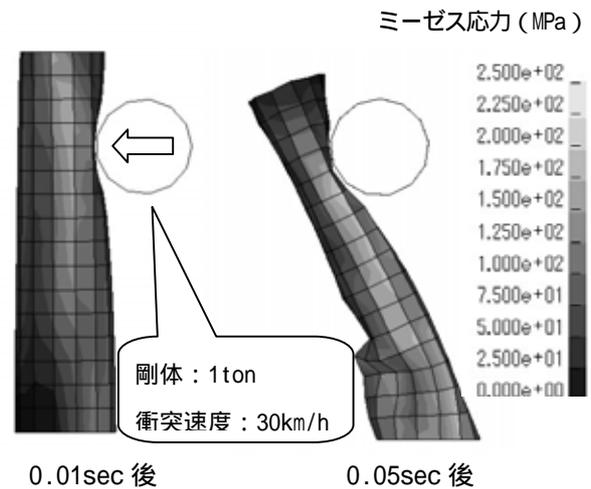


図1 剛体と衝撃吸収用ポールとの衝突

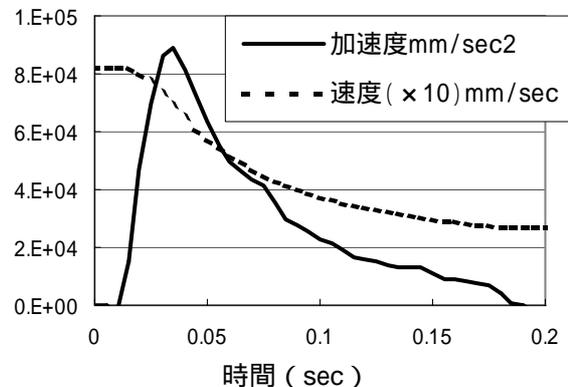


図2 剛体の速度および加速度

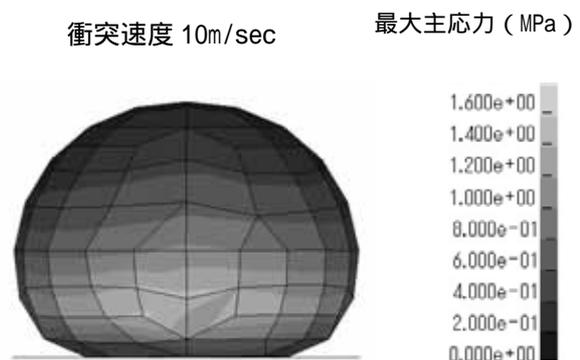


図3 軟式ボールの剛体壁への衝突

固有値解析

回転運動や往復運動する機械の振動数と使用部品の固有値が一致すると、共振場合があります。このため、高速で運動（または回転）する機械においては、固有値解析が必要となります。図4は、硬式野球バットの固有値解析結果で、振動の形態（モード）を表示しています。黒い部分は振動の節、白い部分は腹を示しています。バットの芯を外して打つと手がしびれるのは2次の振動が発生するためであると考えられます。

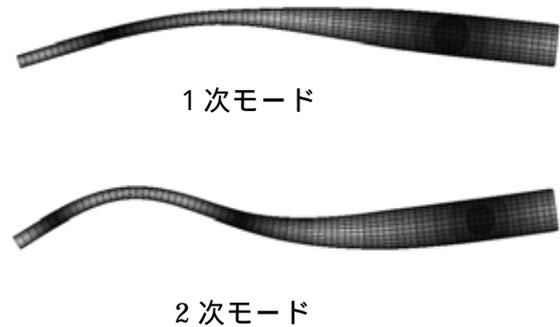


図4 硬式野球バットの固有値解析結果

非定常熱伝導・構造連成解析

図5は、直方体の金属材料に移動する熱源から熱が伝達される様子を、1/2モデルで解析したものです。図は、レーザーの移動照射をシミュレーションしたもので、レーザー照射条件と温度分布の関係を、表面改質や積層造形等の研究に役立てています。本解析例では、熱源と金属材料に隙間を設け、両者の間に近接熱接触を定義してあります。このとき、熱源と金属材料間には接触力は作用せず、熱伝達のみ行われます。

また図6は、図5に示した温度分布をもとにして弾塑性応力解析を実施したものです。レーザー照射中の表層部分（白色）は熱膨張し、圧縮応力により塑性変形します。また、照射が終わった部分（黒色）は冷却し、引張応力が発生します。

おわりに

解析手法の高度化およびコンピュータの高速、高容量化により、温度依存性や速度依存性等を有する材料モデルを使用した解析や、要素数の非常に多いモデルの解析も可能になってきています。しかし、3次元の複雑形状モデルは、CAD入力に手間がかかる上、要素分割も困難になります。また、温度依存性や

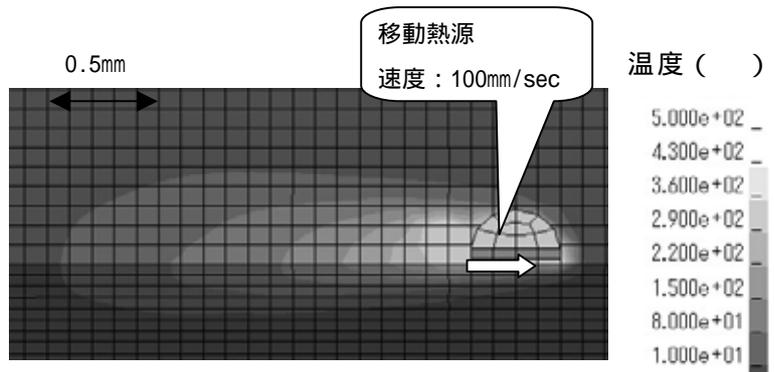


図5 レーザー照射0.02秒後の温度分布

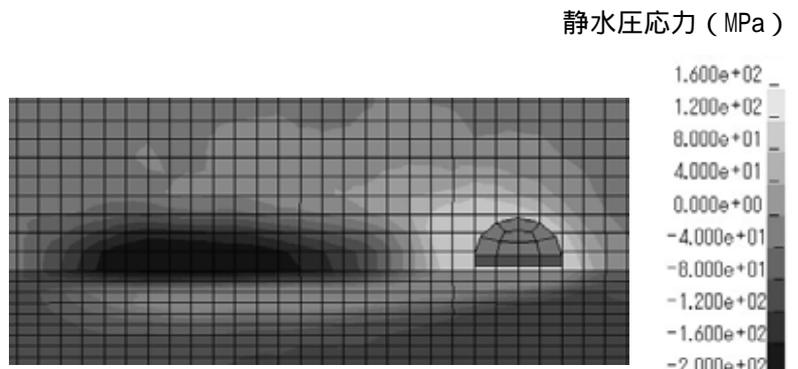


図6 レーザー照射0.02秒後の静水圧応力分布

速度依存性等の材料定数を入手することは、一般に非常に困難です。従って、いたずらに解析の精度を追求するのではなく、モデル形状の簡略化や材料モデルの単純化を検討し、効率的に解析することが重要です。

(注) 有限要素法

解析対象物を、格子状の要素（メッシュ）に分割してモデル化し、解析を行う手法。