

## プローブの応力解析

### 1. 概要および目的

プローブ顕微鏡などに使用するプローブは例えば、図1のように使用される。ここでプローブの設計においては動的応答を調べる事が重要となる。

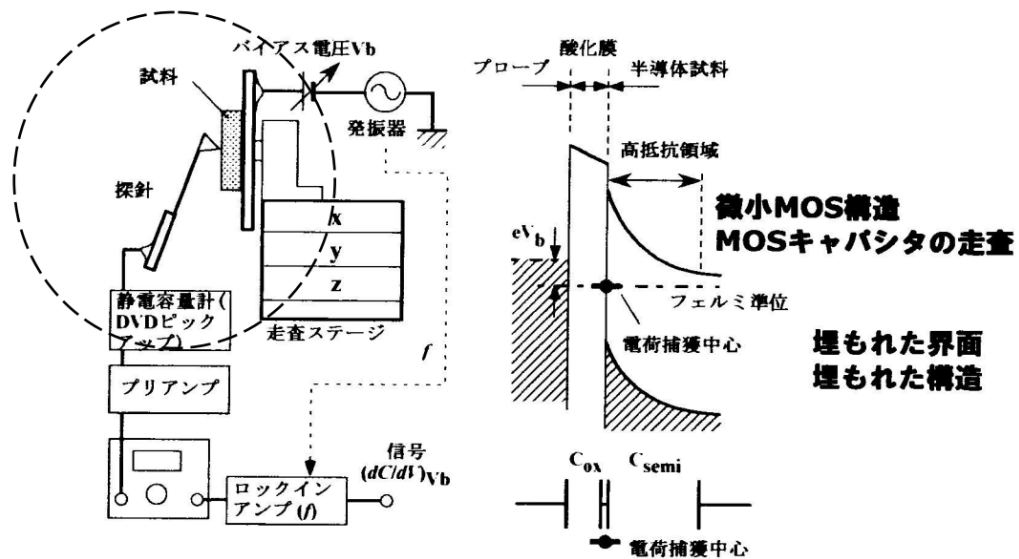


図1 デバイスの概要とプローブの位置

本解析の目的は、プローブと試料との間に発生する外力に対してプローブの動的特性を調べることである(図2)。具体的には、系の(1)固有周期、(2)動的応答(共振条件)を求めることによりプローブを含む系の最適化を計る指針を得る

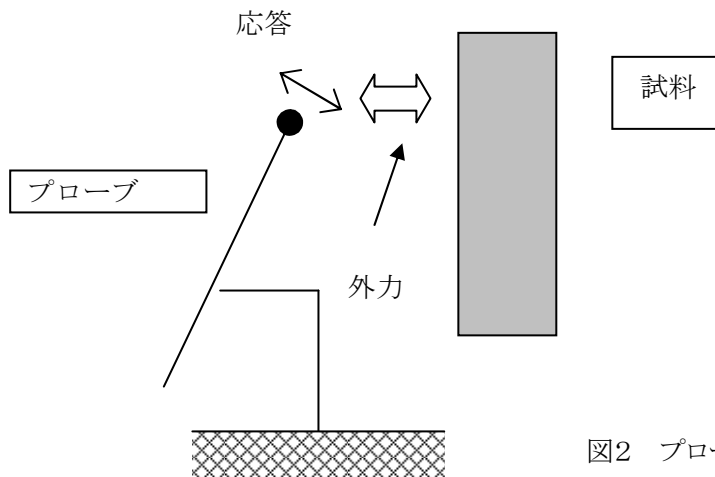


図2 プローブ部分の力学的挙動

## 2. 必要な情報

- (1) 形状（図面より読みとる）
- (2) 物性（質量、弾性係数、減衰率、ポアソン比）
- (3) 境界条件（プローブ指示条件）
- (4) 外力（時系列データ）

## 3. 解析の種類

- (1) 動的応答解析：外力として時系列データを与えて、変位応答を計算する。
- (2) 固有値解析：系の固有値を求めて、外力のスペクトル特性と比較して共振周波数を調べる。
- (3) (2) を行うために外力のスペクトル解析が必要となると思われます。

## 4. 解析手順

解析手順は一般的に以下のようになります。

- (1) メッシュの作成
- (2) 物性、境界条件、外力条件の設定
- (3) 解析
- (4) 結果の図化・検討
- (5) 報告書の作成

上記手順で、一番手作業が発生するのは（1）で、形状が変わるたびに繰り返しがが必要です。また、1ケースの解析が完了すれば、（2）の条件を変更して解析するのは比較的容易になります。

## 5. 解析におけるコストの考え方

解析コストを考える場合の目安として以下の点が挙げられます。

- (1) 解析次元数（1， 2， 3次元）
- (2) 解析対象の分割数
- (3) 形状の複雑さ
- (4) 静的解析か、動的解析か
- (5) 解析条件数（形状、物性、境界条件、外力条件）
- (6) 出力結果の処理の程度（結果の整理）

解析条件が以下の場合、

- (1) 3次元解析（図2のようなイメージだが、挙動は3次的）
- (2) 過渡応答解析
- (3) 固有値解析

および出力結果を以下と仮定する。

- (1) 着目点の変位の時系列
- (2) 系の固有振動数
- (3) 着目部分の応力

II 様のご要望を考慮して以下の形態を設定してみました。

- (1) 受託の場合
- (2) II 様が弊社に来て使用する場合
- (3) 弊社が II 様の所に出向いて解析または助言を行う場合

上記いずれの場合も、最初の基本ケースは弊社で解析させて頂くのが妥当だと考えております。その理由は、妥当な結果を得るまでに、形状のモデル化や境界条件の設定等、経験に基づいて解析を繰り返して確定することが必要だからです。

以上の基本結果が得られた後に、(1)、(2) および (3) を行う前提で記述しています。

#### 5. 0 基本ケース料（最初の 1 形状）の目安

作業項目	人日
メッシュの作成	8
物性、境界条件、外力条件の設定	4
解析（固有値、動的応答）	15
結果の図化	3
計	30

#### 5. 1 受託の場合

受託の場合は、基本ケースに、ケース数に応じて作業時間を見積もります。一般的に、形状が変化しない場合には、条件の変更による工数は基本ケースよりかなり少なくなります。

#### 5. 2 II 様が弊社に来て使用する場合

この場合は、基本ケース料の他に、以下の費用が発生します。

- (1) ソフトウェア使用料
- (2) 助言料

#### 6. 解析ソフトウェアの比較

解析対象を以下とした場合の認知されたソフトウェアの価格比較です。

- (1) 静的および動的解析（幾何学的線形、材料非線形）

- (2) 固有値解析、調和解析
- (3) 熱応力解析

ソフト	基本価格 (万円)	保守料 (万円) オプション	ライン センス	幾何学的 非線形	材料 非線形	熱応力	PC 間 移動可	プレ ポスト
NASTRAN		76	永久	X	○	○	7.5 万	別売り
ANSYS STRUCTURAL		75	永久	○	○	○	—	別売り
ADINA		価格に含 まれる	永久	○	○	○	○	別売り
ABAQUS		価格に含 まれる	年間	○	○	○	○	○
<b>GTSTRU DL</b>		<b>15</b>	永久	○	○	○	○	内蔵

ソフトウェアは、米国原子力規制委員会 (NRC) の認定を受けたものとした。