

COMSOL Multiphysics Ver.5.2a 専門モジュールイントロダクション

# 腐食解析モジュール

モデルの電気化学の腐食過程と陰極保護設計のために

製品説明

<https://www.comsol.jp/corrosion-module>

計測エンジニアリングシステム株式会社  
東京都千代田区内神田 1-9-5 井門内神田ビル 5F  
2016.11.19

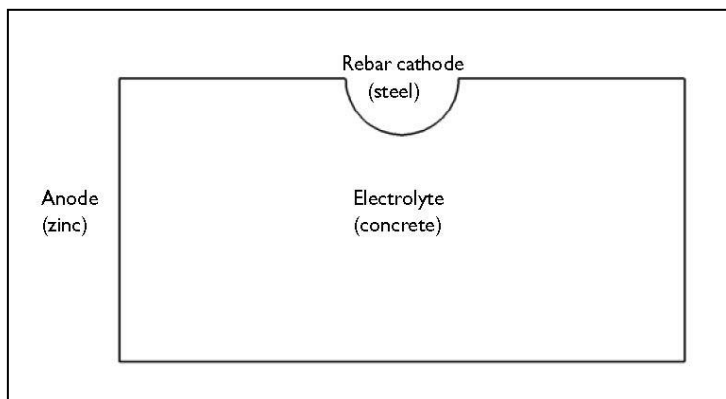
## 1. 専門モジュールイントロダクションの目的

COMSOL Multiphysics®の各専門モジュールにおける基本的な問題を取り上げ、検討したい分野で操作手順をすぐに試することができるようにすることが目的です。

COMSOL Multiphysics®トライアル版を受領後、本書の内容をトレースすることでトライアル期間を有効につかうことができるでしょう。

## 2. チュートリアル

### コンクリート中のスチールの陰極防食



出典：INTRODUCTION TO Corrosion Module p.15 以降

### 手順

#### モデルウィザード

1. デスクトップの COMSOL アイコンをダブルクリックします。ソフトウェアが起動すると画面にモデルウィザードを使う（COMSOL モデルを新規作成）かブランクモデルを使う（手動で COMSOL モデルを新規作成）かを選択する画面が表示されます。ここではモデルウィザードを選択します。COMSOL がすでに起動している場合にはファイルメニューで新規を選択後にモデルウィザードを選択します。



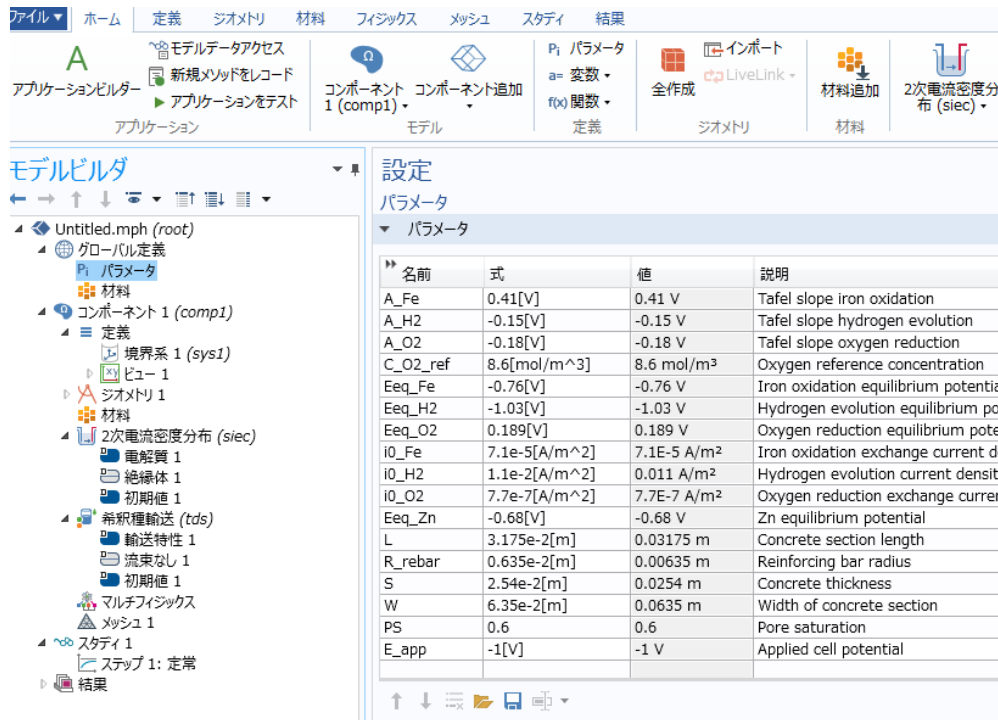
2. 空間次元選択ウィンドウで 2 D をクリックします。
3. フィジックス選択ツリーで電気化学を展開し 2 次電流密度分布をダブルクリックします。すると、追加フィジックス選択リストに表示されます。別の方法として、2 次電流密度分布を選択し、追加ボタンを押す方法があります。
4. 化学種輸送を展開し希釈種輸送をダブルクリックします。すると、追加フィジックス選択リストに表示されます。
5. スタディをクリックします。
6. 標準スタディの下の定常を選択します。
7. 完了をクリックします。

#### 定義 - グローバルパラメータおよび補間関数

1. ホームツールバー上で定義 > パラメータボタンをクリックします。

Linux および Mac : デスクトップのトップに近いところにあるコントロールを使います。

- 設定ウィンドウに行き、パラメータの下で「ファイルからロード」をクリックします。
- アプリケーションライブラリフォルダに¥Corrosion\_Module¥Cathodic\_Protection をブラウズし、cathodic\_protection\_in\_concrete\_parameters.txt をダブルクリックします。パラメータが読み込まれます。



- 定義ツールバー上で補間ボタンをクリックします。
- 設定ウィンドウでデータソースをファイルにします。参照ボタンをクリックし、アプリケーションライブラリフォルダに¥Corrosion\_Module¥Cathodic\_Protection をブラウズし、cathodic\_protection\_in\_concrete\_sigma.txt を選択し、「開く」と「インポート」ボタンをクリックします。
- 関数名に sigma を入力します。
- 単位のセクションで、関数に S/m を入力し、プロットをクリックします。
- 定義ツールバー上で補間ボタンをクリックします。
- 設定ウィンドウでデータソースをファイルにします。参照ボタンをクリックし、アプリケーションライブラリフォルダに¥Corrosion\_Module¥Cathodic\_Protection をブラウズし、cathodic\_protection\_in\_concrete\_D\_O2.txt を選択し、「開く」と「インポート」ボタンをクリックします。
- 関数名に D\_O2 を入力します。
- 単位のセクションで、関数に m<sup>2</sup>/s を入力し、プロットをクリックします。

## ジオメトリ

1. ジオメトリ 1 ノードを右クリックし、矩形を選択します。
2. 幅に W、高さに L を入力します。
3. 「選択対象を作成」をクリックします。
4. ジオメトリ 1 ノードを右クリックし、円を選択します。以下に設定します。

設定

円

選択対象を作成 全オブジェクト作成

ラベル: 円 1

オブジェクトタイプ

タイプ: 固体

サイズおよび形状

半径: R\_rebar m

セクタ角: 360 deg

位置

ベース: 中心

x: S+R\_rebar m

y: L m

5. ジオメトリ 1 ノードを右クリックし、「プリアンおよび分割>差」を選択して、以下に設定します。

差

追加オブジェクト:

OFF

アクティブ

r1

差オブジェクト:

ON

アクティブ

c1

入力オブジェクトを保持

内部境界を保持

6. 「全オブジェクトを作成」をクリックします。

## 2次電流密度分布

### 電解質

1. 2次電流密度分布を展開し電解質 1 ノードをクリックし、設定ウィンドウで電解質導電率  $\sigma$  をユーザ定義にし、 $\sigma(\text{PS})$  を設定します。

#### 電極表面 1

1. フィジックスツールバーで境界をクリックし2次電流密度分布 > 電極表面を選択します。

2. 設定ウィンドウで境界 1 を選択します。

#### 電極反応 1 (亜鉛の酸化反応)

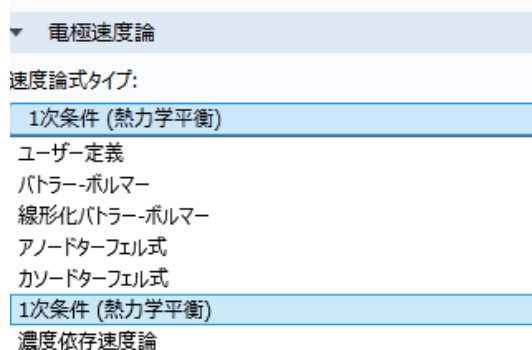
1. 電極表面 1 を展開し電極反応 1 ノードをクリックします。

2. 電極反応 1 ノードを右クリックし、リネームを選択します。

3. 新規ラベルに **Zinc oxidation** を入力し、「OK」をします。

4. 設定ウィンドウの平衡電位のセクションで、平衡電位  $E_{\text{eq}}$  に **Eeq\_Zn** を入力します。

5. 電極速度論のセクションで、速度論式タイプに「1次条件 (熱力学平衡)」を選択します。



#### 電極表面 2

1. フィジックスツールバーで境界をクリックし2次電流密度分布 > 電極表面を選択します。

2. 設定ウィンドウで境界 6 と 7 を選択し、境界条件の外部電位に **E\_app** を入力します。

#### 電極反応 1 (酸素の還元反応)

3. 電極表面 1 を展開し電極反応 1 ノードをクリックします。

4. F2 ボタンをクリックし、或いは電極反応 1 ノードを右クリックし、リネームを選択します。
5. 新規ラベルに **Oxygen reduction** を入力し、「OK」をします。
6. 設定ウィンドウの平衡電位のセクションで、平衡電位  $E_{eq}$  に  $E_{eq\_O2}$  を入力します。
7. 電極速度論のセクションで、速度論式タイプに「カソードターフェル式」を選択します。交換電流密度  $i_0$  に  $c/C_{O2\_ref}*i0_{O2}$ 、カソードターフェル勾配  $A_c$  に  $A_{O2}$  を設定します。

#### 電極反応 2 (鉄の酸化反応)

1. 電極表面 2 を右クリックし、電極反応を選択します。
2. F2 ボタンをクリックし、新規ラベルに **Iron oxidation** を入力し、「OK」をします。
3. 設定ウィンドウの平衡電位のセクションで、平衡電位  $E_{eq}$  に  $E_{eq\_Fe}$  を入力します。
4. 電極速度論のセクションで、速度論式タイプに「アノードターフェル式」を選択します。交換電流密度  $i_0$  に  $i0\_Fe$ 、アノードターフェル勾配  $A_a$  に  $A\_Fe$  を設定します。

#### 電極反応 3

1. 電極表面 2 を右クリックし、電極反応を選択します。
2. F2 ボタンをクリックし、新規ラベルに **Hydrogen evolution** を入力し、「OK」をします。
3. 設定ウィンドウの平衡電位のセクションで、平衡電位  $E_{eq}$  に  $E_{eq\_H2}$  を入力します。
4. 電極速度論のセクションで、速度論式タイプに「カソードターフェル式」を選択します。交換電流密度  $i_0$  に  $i0\_H2$ 、カソードターフェル勾配  $A_c$  に  $A\_H2$  を設定します。

#### 希釈種輸送

希釈種輸送ノードをクリックし、輸送機構のセクションで対流のチェックを外します。

#### 拡散

1. 希釈種輸送ノードを展開し輸送特性 1 をクリックします。
2. 設定ウィンドウの拡散のセクションで拡散係数  $D_c$  に  $D_{O2(PS)}$  を入力します。

#### 濃度

1. フィジックスツールバーで境界をクリックし濃度を選択します。
2. 設定ウィンドウで境界 1 を選択し、濃度のセクションで化学種  $c$  にチェックを入れ、 $c_{0,c}$  に  $C\_O2\_ref$  を設定する。

#### 電極電解質界面カップリング

1. フィジックスツールバーで境界をクリックし電極電解質界面カップリングを選択します。
2. 設定ウィンドウで境界 6 と 7 を選択します。
3. 電極電解質界面カップリング 1 を展開し、反応係数 1 をクリックします。
4. モデル入力セクションで  $i_{loc}$  にローカル電流密度( $siec/eebii2/er1$ )を選択する。化学量論係数のセクションで関与電子数  $n_m$  に 4、化学量論係数  $\nu_c$  に -1 を設定する。

#### 初期値

1. 希釈種輸送 > 初期値 1 をクリックし、設定ウィンドウで濃度  $c$  に  $C\_O2\_ref$  を設定します。

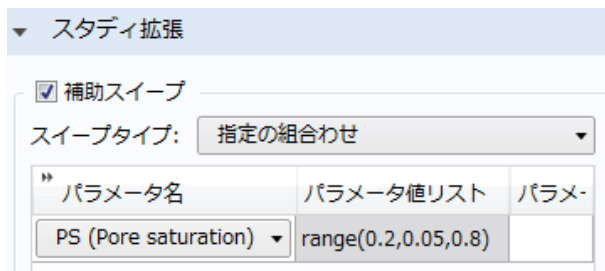
#### メッシュ

1. メッシュ 1 をクリックします。
2. 設定ウィンドウで要素サイズを「さらに細かい」にします。

#### スタディ 1

1. スタディ 1 を展開し、ステップ 1 : 定常をクリックします。
2. 設定ウィンドウでスタディ拡張のセクションを展開し、補助スイープにチェックを入れます。
3. 追加ボタン+をクリックし、PS (Pore saturation) を選択して以下に設定します。

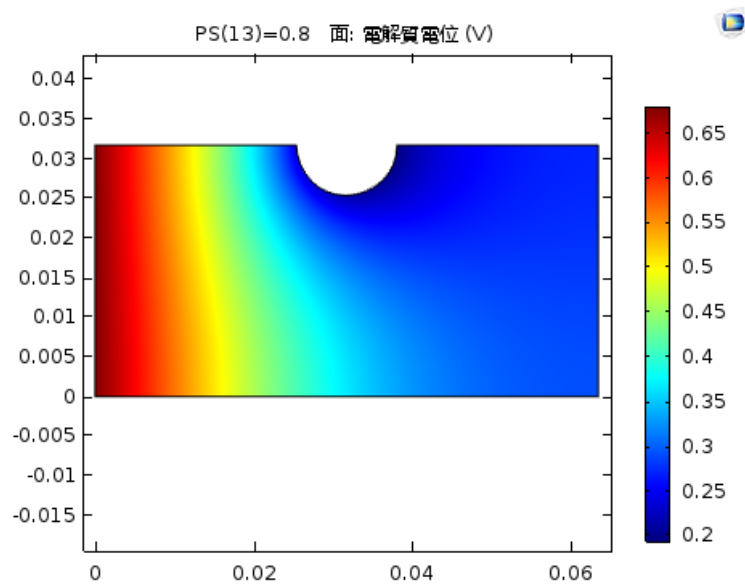




4. ホームツールバーで計算ボタンをクリックする。

## 結果

1) 結果：電解質電位 (siec)をクリックします。



以上

<ノート>