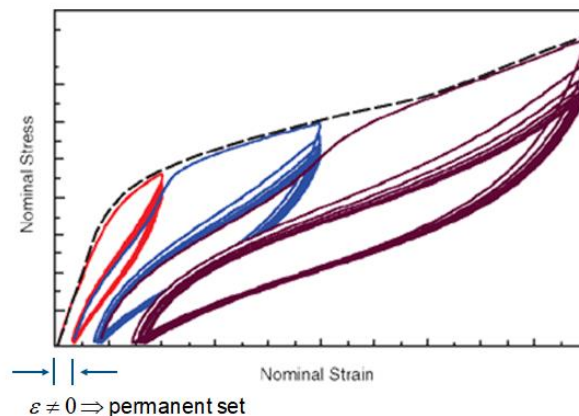


橡膠 Mullins Effect 與 Permanent Set 之設定

一、功能介紹

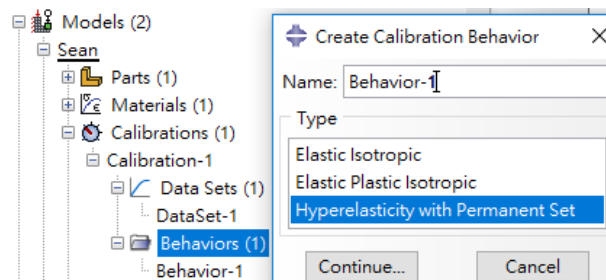
ABAQUS 的橡膠材料模組功能非常強大，除了 Curve Fitting 工具可以擬和材料試驗曲線，對於橡膠材料的軟化現象(Mullins Effect)也有自動抓取此特徵之工具。Mullins Effect 是橡膠微觀結構的破壞造成其機械性質軟化的一種現象。若應變停留在某一區間時，則其破壞不再累積，應力應變曲線趨於收斂，但當應變區間再次提高，則新的軟化行為又會開始，同時此迴圈會包含了永久變形，即 Permanent Set，圖一即為 Mullins Effect 以及 Permanent Set 的示意圖。



圖一 橡膠 Mullins Effect 與 Permanent Set 現象

二、功能操作

在模型樹中建立新的「Calibration」並將橡膠材料的循環單軸(或雙軸)試驗資料輸入「Data Sets」中，再建立「Behaviors」選擇 Type 為「Hyperelasticity with Permanent Set」如圖二。

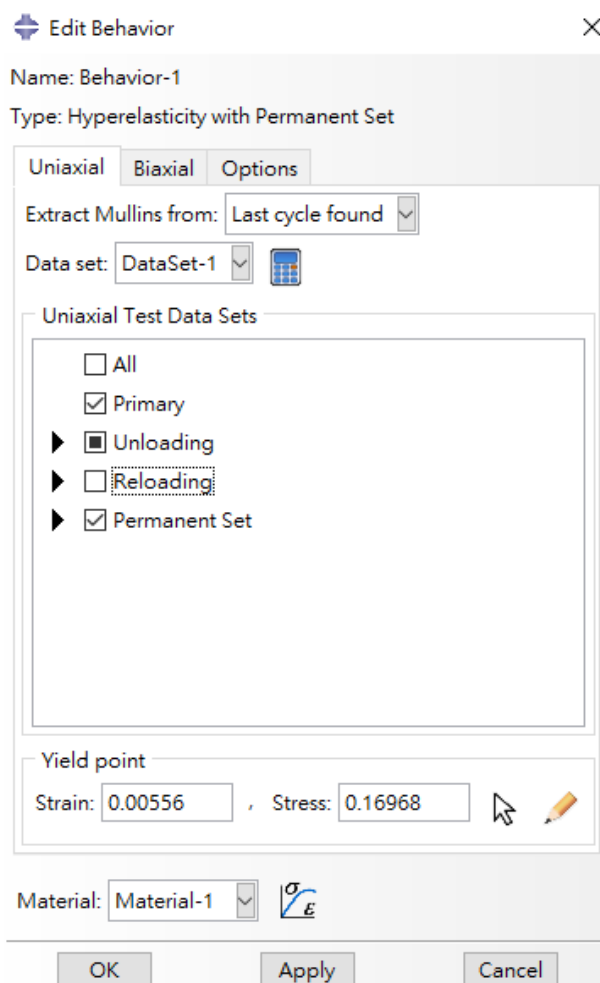


圖二 Calibration 的建立

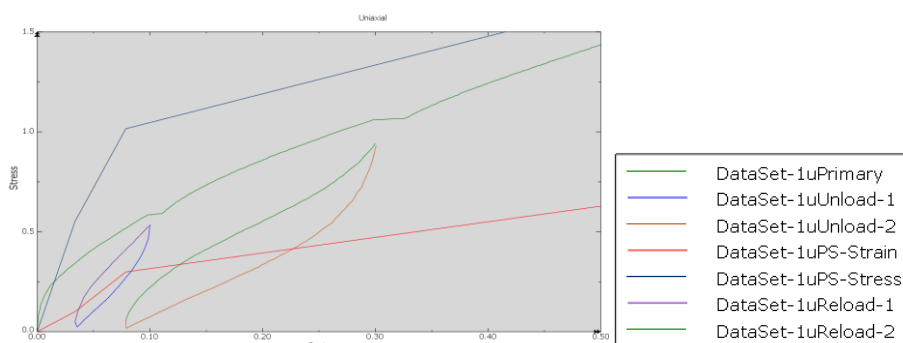
在「Behavior」頁面下：

Extract Mullins from 選擇 Last cycle found

Data set 選擇相對應的循環單軸(或多軸)的數據，並按下右邊的計算機按鈕進行自動抓取的動作，則抓取的結果如圖三，並且在「Yield Point」右邊的鉛筆按鈕點選試驗曲線的降伏點，特徵辨識曲線及自動繪製出如圖四。最後勾選辨識完特徵中的「Unloading」、「Permanent Set」、「Primary」並選擇指定的「Material」按下「OK」後所有設定資料即匯入指定材料。



圖三 Mullins Effect 自動抓取特徵工具



圖四 試驗曲線抓取特徵的結果

使用者想要進一步了解 Mullins effect 可以在 Documentation 中搜尋「Mullins effect」即可找到更完整的資訊。