

## Reinforced Concrete Frame Pushover Analysis

この例では、重力加速度荷重を受けている鉄筋コンクリートのラーメンを `pushover` 解析します。

必要なファイル:

1. [RCFrameGravity.tcl](#)
2. [RCFramePushover.tcl](#)

メモ:

この例は非線形の解析を実行する方法を示します。非線形の問題には、解析の方法によっては収束するとは限らない。分析の各ステップを実行する必要がある。特定のステップで解析の失敗した場合は、各ステップで収束を確認しつつ、別のオプションを実行する必要がある。

このスクリプトは、多くの `OpenSees` コマンドの項目を使って、スクリプトで使用できる値を返す。

### モデル

`RCFrameGravity` スクリプトは、最初に「`source`」コマンドを使用して実行されます。

モデルは重力下にあり、モデル内での仮の時間は [= 10 \* 0.1 の負荷の手順] 1.0 です。

モデル内のデフォルトの荷重は定数に設定されていて、時間が 0.0 にリセットされている。大きさ 10.0 の水平荷重を、線形の時系列を持ったロードパターンで加えた時の節点 3 および 4 の挙動を示します。

`Pushover` 解析に、`displacement control strategy` を使用する場合は注意してください。

水平荷重には基準荷重が適用してください。

適用される負荷にはそれらの値に変位制御統合方式の負荷率によって乗じた値と等しくなります。要求された変形を適用する必要があります。

```
# Do operations of RCFrameGravity by sourcing in the tcl file
```

```
#RCFrameGravity.tcl を読み込む。
```

```
source RCFrameGravity.tcl
```

```
# Set the gravity loads to be constant & reset the time in the domain
```

```
#重力荷重を一定にして時間をリセットする。
```

```
loadConst -time 0.0
```

```
# Define reference lateral loads for Pushover Analysis
```

```
# プッシュオーバー解析をするために基準水平荷重を定義する。
```

```

# Set some parameters
#それぞれの値を設定する。
set H 10.0; # Reference lateral load #基準水平荷重

# Set lateral load pattern with a Linear TimeSeries
#線形タイムシリーズの水平荷重のパターン
pattern Plain 2 "Linear" {

    # Create nodal loads at nodes 3 & 4
    #節点 3 と 4 に荷重を設定。
    #   nd   FX   FY   MZ
    load   3   $H   0.0  0.0
    load   4   $H   0.0  0.0
}

# -----
# modifications to analysis for push over
#プッシュオーバー解析のための変更
# -----

# Set some parameters
#変数を設定
set dU 0.1;           # Displacement increment #変位増加量

# Change the integration scheme to be displacement control
#変位を制御するために積分スキームを変更する
#           node   dof   init       Jd       min       max
#           節点番号 力の種類 初期増加量 反復数 最小変化量 最大変化量
integrator DisplacementControl 3 1 $dU 1 $dU $dU

レコーダー
モデルが作成された後、分析を実行する前に 2 つの recorder オブジェクトを作成します。
最初のレコーダーで節点 3 と 4 の変位を記録し、node34.out という名前のファイルに出力
します。2 番目のレコーダーで、3 本の部材の応力 (最大、最小、最大)をファイル ele32.out
を出力します。

# Create a recorder to monitor nodal displacements
#節点の変位を記録するレコーダーを定義する。

```

```

recorder Node -file node32.out -time -node 3 4 -dof 1 2 3 disp
※-dof 1 2 3 disp 1は水平変位、2は垂直変位、3は回転角を表す。
# Create a recorder to monitor element forces in columns
#柱の応力を記録するレコーダーを定義する。
recorder EnvelopeElement -file ele123.out -time -ele 1 2 forces

```

## 解析

Pushover 解析は **displacement control strategy** を使用します。変位制御で節点の自由度を参照し、**strategy** の反復を決定する変位増分を指定します。**pseudo-time**（荷重係数の線形時間シリーズを使用する場合）をその増分の変位を課すに必要なもの。

この例では、分析の新しい各ステップ、インテグレーター荷重増分を決定する。節点 3 で 0.1 の水平変位の増加する必要定めます。目標の変位である **\$MaxU**（15.0 インチ）を求めています。

この例では、収束するとは限らない非線形モデルの解析は **while** ループのなかで実行される。このループはモデル内の目的の変位に到達したとき、また失敗したとき。各ステップにおいて分析が実行される。ニュートンラフソン法のアルゴリズムを使用して分析の手順が失敗した場合は、初期剛性のイテレーションを使用して試行されます。

```
# set some parameters
```

```
#条件を設定。
```

```
set maxU 15.0;          # Max displacement #最大変位
```

```
set ok 0
```

```
set currentDisp 0.0
```

```
# perform the analysis
```

```
#解析の実行。
```

```
while {$ok == 0 && $currentDisp < $maxU} {
```

```
  set ok [analyze 1]
```

```
  ※&&は「~かつ~」、 !=は等しくない
```

```
  # if the analysis fails try initial tangent iteration
```

```
  #解析に失敗したら initial tangent iteration を行う。
```

```
  if {$ok != 0} {
```

```
    puts "regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step"
```

```
    test NormDispIncr 1.0e-12 1000
```

```
    algorithm ModifiedNewton -initial
```

```
    set ok [analyze 1]
```

```
    if {$ok == 0} {puts "that worked .. back to regular newton"}
```

```
        test NormDispIncr 1.0e-12 10
        algorithm Newton
    }
}
set currentDisp [nodeDip 3 1]
}

if {$ok == 0} {
    puts "Pushover analysis completed SUCCESSFULLY";
} else {
    puts "Pushover analysis FAILED";
}

# Print the state at node 3
#print node 3
```

## スクリプトの実行

次のような結果が出ます。

```
Command Prompt - OpenSees

OpenSees -- Open System For Earthquake Engineering Simulation
Pacific Earthquake Engineering Research Center -- 2.3.0

(c) Copyright 1999,2000 The Regents of the University of California
All Rights Reserved
(Copyright and Disclaimer @ http://www.berkeley.edu/OpenSees/copyright.html)

OpenSees > source RCFramePushover.tcl

Node: 3
Coordinates : 0 144
Disps: -4.2783e-019 -0.0183736 8.76328e-021
unbalanced Load: 0 -180 0
ID : 3 4 5

Node: 4
Coordinates : 360 144
Disps: -4.2806e-019 -0.0183736 7.84263e-021
unbalanced Load: 0 -180 0
ID : 0 1 2

Element: 1 Type: ForceBeamColumn2d Connected Nodes: 1 3
Number of Sections: 5 Mass density: 0
Lobatto
End 1 Forces <P U M>: 180 -4.38256e-032 2.13163e-014
End 2 Forces <P U M>: -180 4.38256e-032 -2.13163e-014
Gravity Analysis Completed
WARNING: CTestNormDisplnCr::test() - failed to converge
after: 10 iterations
NewtnRaphson::solveCurrentStep() -the ConvergenceTest object failed in test()
StaticAnalysis::analyze() - the Algorithm failed at iteration: 0 with domain at
load factor 6.32325
OpenSees > analyze failed, returned: -3 error flag
regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step
that worked .. back to regular newton
WARNING: CTestNormDisplnCr::test() - failed to converge
after: 10 iterations
NewtnRaphson::solveCurrentStep() -the ConvergenceTest object failed in test()
StaticAnalysis::analyze() - the Algorithm failed at iteration: 0 with domain at
load factor 6.47041
OpenSees > analyze failed, returned: -3 error flag
regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step
that worked .. back to regular newton
WARNING: CTestNormDisplnCr::test() - failed to converge
after: 10 iterations
NewtnRaphson::solveCurrentStep() -the ConvergenceTest object failed in test()
StaticAnalysis::analyze() - the Algorithm failed at iteration: 0 with domain at
load factor 6.56265
OpenSees > analyze failed, returned: -3 error flag
regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step
that worked .. back to regular newton
WARNING: CTestNormDisplnCr::test() - failed to converge
after: 10 iterations
NewtnRaphson::solveCurrentStep() -the ConvergenceTest object failed in test()
StaticAnalysis::analyze() - the Algorithm failed at iteration: 0 with domain at
load factor 6.73759
OpenSees > analyze failed, returned: -3 error flag
regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step
that worked .. back to regular newton
Pushover analysis completed SUCCESSFULLY
OpenSees >
```

メモ:

1. 出力の前のファイルのプリントコマンドで結果がわかります。
2. 多くの警告メッセージが表示されます。これらは解析のステップが失敗したので、別の方法で最初のステップの繰り返しが実行されている分析スクリプト内の時間です。
3. 最後へのメッセージは pushover 解析が成功したことを示します。