

RCFrameEarthquake

鉄筋コンクリート造骨組の地震解析

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ラーメン解析は今が受ける pushover 解析します。

必要なファイル:

1. [RCFrameGravity.tcl](#)
2. [RCFrameEarthquake.tcl](#)
3. [ReadRecord.tcl](#)
4. <http://peer.berkeley.edu/smcat/search.html>にあるファイル

※取得方法は最後に示す。

メモ:

1. この例は非線形の解析を実行する方法を示します。非線形の問題に対処すると、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、スクリプトで利用できる値を返す。
2. Tcl プロシージャの使用方法を示します。**ReadRecord** は便利な tcl プロシージャです。**PEER** の地震データファイルの解析、**dt** と **nPts** の抽出、そしてデータポイントを含むファイルを作成します。このプロシージャは別ファイルに保存され、例で数値として使用されています。

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、モデル内での仮定時間は [= 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。質量の条件が節点 3 と 4 に追加されます。

ReadRecord スクリプトも供給されています。このスクリプトには、**ReadRecord** プロシージャが含まれています。このプロシージャは、記録を含んだファイルの数値を取得する。別のファイル名レコード内のデータポイントが書き込まれると同時に、レコーダーのデータポイントとレコード内のポイントの間の時間間隔が設定されます。

Path time series がデータポイントを含むファイル名で作成される。

このファイルはポイントに適用するための、これらのポイントと拡大縮小されたポイントの間の反復時間である。この場合は重力定数を適用します。**Uniform Excitation** では、このパスが使われる。

また、モデルに減衰を追加します。レーリー減衰(多自由度系の振動方程式)を使用し、減衰周期に基づいた最終的な部材の硬直を確定する。

i.e. C=ac Kcommit with ac= 0.000625

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

```
#ソースの読み込み
```

```
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 nodal mass in terms of axial load on columns
```

```
#柱にかかる軸力の周期の中の節点の質量を定義する。??
```

```
set g 386.4 #重力加速度
```

```
set m [expr $P/$g]; #質量
```

```
# expr は数式を使うときに直前に置く。
```

```
# tag MX MY RZ
```

```
mass 3 $m $m 0
```

```
mass 4 $m $m 0
```

```
# Set some parameters
```

```
#数値を設定。
```

```
set record ARL360
```

```
# Source in TCL proc to read PEER SMD record
```

```
#地震のデータを読み込む。
```

```
source ReadRecord.tcl
```

```
# Perform the conversion from SMD record to OpenSees record
```

```
#地震のデータを Opensees 用に変換する。
```

```
# inFile outFile dt
```

```
ReadRecord $record.at2 $record.dat -dt nPts
```

```
# Set time series to be passed to uniform excitation
```

#タイムシリーズを決める。

```
timeSeries Path 1 -filePath $record.dat -dt $dt -factor $g
```

Create UniformExcitation load pattern

#ロードパターンを決める。

```
# tag dir
pattern UniformExcitation 2 1 -accel 1
```

set the rayleigh damping factors for nodes & elements

#節点と部材のレイリー減衰を設定する。

```
rayleigh 0.0 0.0 0.0 0.000625
```

出力レコーダー

Create a recorder to monitor nodal displacements

#節点の変位を記録するレコーダーを作成する。

```
recorder Node -time -file disp.out -node 3 4 -dof 1 2 3 disp
```

Create recorders to monitor section forces and deformations

断面の力と変形を記録するレコーダーを作成する。

at the base of the left column

左の柱のもの

```
recorder Element -time -file ele1secForce.out -ele 1 section 1 force
```

```
recorder Element -time -file ele1secDef.out -ele 1 section 1 deformation
```

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。仮定時間は（荷重係数の線形の時系列を使用する場合）をその増分の変位を課すのに必要なもの。

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。

```
# Delete the old analysis and all it's component objects
#古い解析オブジェクトを削除する。
wipeAnalysis

# Create the system of equation, a banded general storage scheme
#方程式の型を決める。バンドマトリックス法を使って解く。
system BandGeneral

# Create the constraint handler, a plain handler as homogeneous boundary
#?????
constraints Plain

# Create the convergence test, the norm of the residual with a tolerance of
# 1e-12 and a max number of iterations of 10
test NormDispIncr 1.0e-12 10

# Create the solution algorithm, a Newton-Raphson algorithm
#解法アルゴリズムを設定する。
algorithm Newton

# Create the DOF numberer, the reverse Cuthill-McKee algorithm
#
numberer RCM

# Create the integration scheme, the Newmark with alpha =0.5 and beta =.25
integrator Newmark 0.5 0.25

# Create the analysis object
#解析オブジェクトを設定。
analysis Transient

# Perform an eigenvalue analysis
#固有値解析を実行。
puts "eigen values at start of transient: [eigen 2]"
```

```

# set some variables
#変数を設定。
set tFinal [expr $nPts * $dt]
set tCurrent [getTime]
set ok 0

# Perform the transient analysis
#過渡解析を行う。 &&は(かつ、)
while {$ok == 0 && $tCurrent < $tFinal} {

    set ok [analyze 1 .01]

    # if the analysis fails try initial tangent iteration
    #もし解析が失敗した場合は、初期剛性のイテレーションを使用して試行する。
    if {$ok != 0} {
        puts "regular newton failed .. lets try an initail stiffness for this step"
        test NormDispIncr 1.0e-12 100 0
        algorithm ModifiedNewton -initial
        set ok [analyze 1 .01]
        if {$ok == 0} {puts "that worked .. back to regular newton"}
        test NormDispIncr 1.0e-12 10
        algorithm Newton
    }

    set tCurrent [getTime]
}

# Print a message to indicate if analysis succesfull or not
#成功したときは SUCCESSFULLY 、失敗のときは FAILED
if {$ok == 0} {
    puts "Transient analysis completed SUCCESSFULLY";
} else {
    puts "Transient analysis completed FAILED";
}
}

```

```
# Perform an eigenvalue analysis
```

```
#固有値解析の結果
```

```
puts "eigen values at end of transient: [eigen -Umpack 2]"
```

```
# Print state of node 3
```

```
#節点 3 の状態。
```

```
print node 3
```

結果

以下のような結果になる。



```
C:\Users\2007a37\Desktop\OpenSees2.2.2.exe\OpenSees.exe
All Rights Reserved
(Copyright and Disclaimer @ http://www.berkeley.edu/OpenSees/copyright.html)

OpenSees > source RCFramEarthquake.tcl

Node: 3
Coordinates : 0 144
Disps: 5.26784e-018 -0.0183736 -5.65294e-020
unbalanced Load: 0 -180 0
ID : 3 4 5

Node: 4
Coordinates : 360 144
Disps: 5.26932e-018 -0.0183736 -4.95883e-020
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 V M): 180 5.25907e-031 -3.55271e-014
End 2 Forces (P V M): -180 -5.25907e-031 3.55271e-014
eigen values at start of transient: 2.668589e+002 1.750442e+004
Transient analysis completed SUCCESSFULLY
eigen values at end of transient: 1.406429e+002 1.553369e+004

Node: 3
Coordinates : 0 144
Disps: 0.264685 -0.0145133 -0.00178683
Velocities : -0.983103 -0.030064 0.00629666
commitAccels: -43.6859 -3.30252 25.9538
unbalanced Load: 0 -180 0
Mass :
0.465839 0 0
0 0.465839 0
0 0 0

Rayleigh Factor: alphaM: 0
Eigenvectors:
-1.03569 0.188831
-0.0439061 1.42553
0.00650868 0.0156169

ID : 3 4 5

OpenSees > _
```

1. <http://peer.berkeley.edu/smcat/search.html> を開く。
2. 一番上の「Earthquake」を「Imperial Valley 1979/10/15 23:19」に変更する。
3. そして「Search」をクリック。

PEER Strong Motion Database

ARCHIVED DATABASE VERSION. Visit the latest version of the database!

1: Search earthquake or station characteristics and peak values

Earthquake: Imperial Valley 1979/10/15 23:19

Mechanism: Any

Magnitude (Range): - ML M MS Any

Distance (km): - Closest Hypocentral Projection of fault plane (JB distance) Any

Site Classification: USGS Any (Compare to NEHRP classifications)

Geomatix: Any

Taiwan CWB: Any

Mapped Local Geology: Any

Instrument Housing: Any

Data Source: Any

PGA (g): - Range 0.001 ... 2.086

PGV (cm/sec): - Range 0.1 ... 263.1

PGD (cm): - Range 0.01 ... 430.00

Search Clear

P0203	Imperial Valley 1979/10/15 23:19	942 El Centro Array #6	CDMG	IMPVALL/A-E06230	0.35	30.0	0.366	20.8	2.83
-------	----------------------------------	------------------------	------	------------------	------	------	-------	------	------

4. 下に示すものを選択。P0203 をクリック。

P0203	Imperial Valley 1979/10/15 23:19	942 El Centro Array #6	CDMG	IMPVALL/A-E06230	0.35	30.0	0.366	20.8	2.83
-------	----------------------------------	------------------------	------	------------------	------	------	-------	------	------

5. 一番下の「Acceleration」のファイルをダウンロードし opensees.exe があるフォルダに保存。

P0203 : Earthquake and Station Details

Imperial Valley 1979/10/15 23:19
 Magnitude: M (5.2) M (5.2) Ms ()
 Station: 942 El Centro Array #6
 Data Source: CDMG

Distance (km):
 Closest to fault rupture ()
 Hypocentral (13.1)
 Closest to surface projection of rupture ()

Site conditions:
 Geomatix or CWB (D)
 USGS (C)

A newer version of this record is available in the PEER NGA database: [NGA0204](#)

Download Files

Record/Component	HP (Hz)	LP (Hz)	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	Acceleration	Velocity	Displacement	Spectra
IMPVALL/A-E06-LP	0.4	50.0	0.08	1.7	0.1	ATH	YTH	DTH	0.5% 1% 2% 3% 5% 7% 10% 15% 20%
IMPVALL/A-E06140	0.6	30.0	0.189	12.1	1.15	ATH	YTH	DTH	0.5% 1% 2% 3% 5% 7% 10% 15% 20%
IMPVALL/A-E06230	0.35	30.0	0.366	20.8	2.83	ATH	YTH	DTH	0.5% 1% 2% 3% 5% 7% 10% 15% 20%

HP = High Pass and LP = Low Pass Filters
 Spectra are available for 0.5 - 20% damping.
 Source record processed by Pacific Engineering.

6. 名前を「ARL360. AT2」に変更。