

剥離を考慮した鋼製橋脚柱の地震応答解析

信州大学工学部

○山本勇太

信州大学工学部

樋口克利

信州大学工学部

正会員

清水 茂

1、はじめに

現在、鋼製橋脚柱へのコンクリートの充填補強が積極的になされている。しかし、このような異種材料を用いた構造物では材料間に剥離が生じ、構造物の強度が低下することもあると考えられる。

著者らは、文献1)で、剥離を考慮した力学的挙動を推定するための基礎研究として、静的状態で強制変位を与えて、剥離を考慮した研究を行った。また、文献2)では動的解析により、地震波を1方向成分のみ入力した場合の、剥離を考慮した研究を行っている。

さらに地震の性質に関して、3方向全てに地震力が働くことを考え、剥離は考慮しないが、コンクリート充填鋼製橋脚柱に中越地震の地震波3成分全てを入力した場合の挙動に関する研究を文献3)で行い、文献4)では、耐震設計で用いるレベル2地震動のタイプI、IIには様々な性質の地震があることを考え、コンクリート充填鋼製橋脚柱に数種類の地震波を1方向のみ作用させて、挙動の違いを比較する研究を行ってきた。

一方で、地震波は当然のことながら3方向の成分を有しており、1方向成分のみによる剥離を考慮した解析だけでなく、実際の地震波の成分全てを受けて剥離が生じた場合の挙動について考えることが必要とされている。

そこで、本研究では、これらの研究を踏まえたうえで、コンクリートを充填した鋼製橋脚柱に様々な地震波の3成分を作用させて、鋼とコンクリートの剥離を考慮した場合と剥離を考慮しない場合のモデルについて解析を行う。

なお、剥離を考慮するモデルの解析は現在進行中であり、ここでは剥離を考慮しない場合の様々な地震波による挙動の結果を載せる。剥離を考慮するモデルの詳細は当日発表する。

2、解析モデル

本研究では、都市部の高架橋等で実際に使用されているコンクリートが部分的に充填されたT型鋼製橋脚柱の中から、一般的な橋脚を取り上げ解析対象とする。図-1に解析モデルの全体図、図-2に断面図を示す。ここでは、柱頭部に上部構造による質量700tを想定している。また、モデルにはコンクリートを充填した充填モデルと、コンクリートを充填していない無充填モデルの2つを解析モデルとして用いる。さらに、それぞれの場合について、無補剛断面および補剛断面の2種類の断面を考慮し、解析を行うものとする。

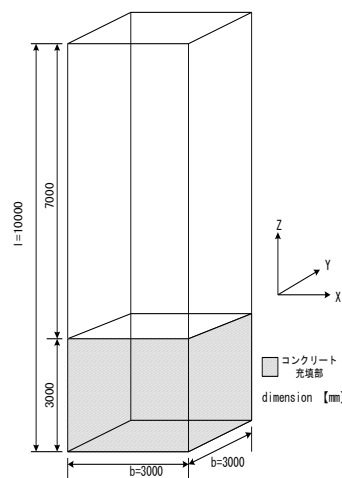
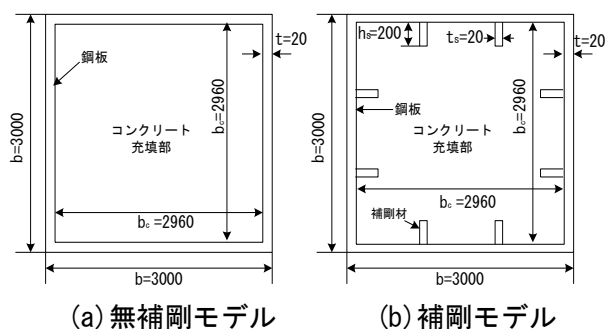


図-1 解析モデル 全体図



(a) 無補剛モデル

(b) 補剛モデル

図-2 解析モデル 断面図

使用鋼材は補剛材を含めSM490材、ヤング係数200 GPa、ポアソン比0.3、降伏応力315MPaとし、自重を考慮するため常に鉛直下方に重力加速度9.8m/sec²

を慣性力として作用させた。コンクリートはモデルの簡易化のため、引張によるひび割れ等を考慮せず、圧縮による耐力を持つようにし、ヤング係数30GPa、ポアソン比0.167、降伏応力20MPaと設定した。

地震応答解析には汎用FEM解析プログラム MSC. Marc mentat 2005 r2を使用する。剥離についてMarcのプログラム上で、コンクリートと鋼材の接している面にContact Optionを用いた。これは、最初1つに固着していた2つの物体が、外力によって分離し、その後は互いに固着せずに動く挙動を再現するために、接触と、接触後の動きを考慮できる機能である。

本研究で用いる地震波は、中越地震、十勝沖地震、能登半島地震、岩手・宮城内陸地震、駿河湾地震、兵庫県南部地震であり、x方向にEW成分、y方向にNS成分、z方向にUD成分の地震加速度を慣性力として入力して解析し、挙動の違いを比較する。

3、解析結果

ここでは、中越地震、能登半島地震、十勝沖地震での無補剛—無充填モデルの解析結果を示す。

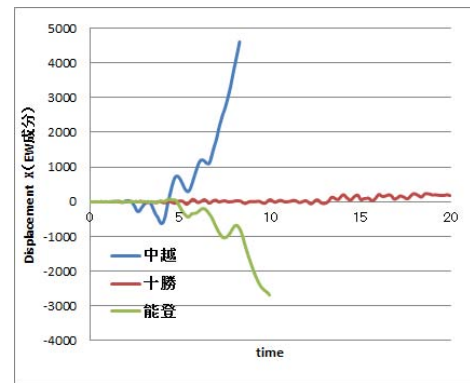
入力地震波について、中越地震のEW成分は低周波成分が卓越しているが、NS、UD成分はEW成分と異なり、際立つ周波数はないものの、高周波成分が多く、能登半島地震は低周波成分が多い地震動となっている。十勝沖地震は高周波成分が卓越しており、また、主要動と思われる箇所が2つあるため、地震入力時間を他の倍とってある。

解析するにあたって、地震波の各成分を2倍して入力した。図3、4、5は、橋脚柱頭部の中央節点における、x方向、y方向、z方向の変位を示したものである。中越地震に対する地震応答解析では、8.305 sec 経過した時点で解析が終了した。能登地震は解が収束したものの、y方向残留変位が2000mmを超え、地震に耐えられず崩壊していることがわかる。

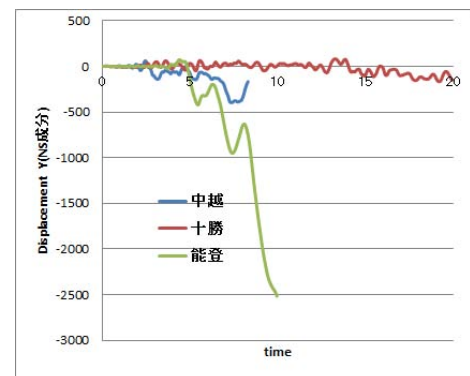
また、鉛直方向に大きな変位がでているが、これは柱頂部に水平荷重を作用させたことによる橋脚柱の曲げ・座屈の変形によって生じたもので、z方向の変位に関して、UD成分のみの影響は小さいことがわかる。

剥離を考慮しないそのほかのモデルの解析、剥離を考慮したモデルの解析、比較検討は現在進行中で

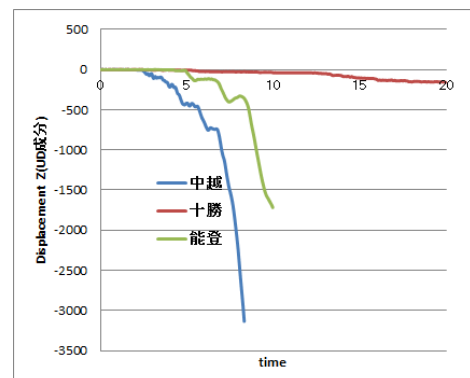
ある。詳細は当日に発表する。



図－3 水平変位履歴 (EW成分)



図－4 水平変位履歴 (NS成分)



図－5 鉛直変位履歴 (UD成分)

【参考文献】

- 1) 岩本直樹，清水茂：鋼と充填コンクリートの剥離を考慮した鋼製橋脚柱の解析, Stability of Structures Xth Symposium, pp.379-384, 2003.9.
- 2) 渡邊哲也，清水茂：鋼と充填コンクリートの剥離を考慮した鋼製橋脚柱の地震応答解析，鋼構造論文集 vol.14, No. 53, pp.49-58, 2007
- 3) 遅沢哲，清水茂：3成分地震動を受けるコンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚柱の地震応答解析，土木学会中部支部研究発表会，2008
- 4) 太田裕之，清水茂：様々な地震動を受けるコンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の地震応答解析，土木学会中部支部研究発表会，2010