

複数回連続する地震動を受けた矩形断面鋼製橋脚の耐震性能に関する基礎的研究

愛知工業大学 学生会員 ○飯田智仁 愛知工業大学 正会員 鈴木森晶
 愛知工業大学 正会員 嶋口儀之 愛知工業大学 正会員 宗本 理

1. はじめに

兵庫県南部地震を受け、鋼製橋脚を含む多くの建造物の耐震設計基準の見直しが行われた。これを受け、既存の鋼製橋脚に対し、現行の設計基準を満たすように耐震補強が施されてきた。しかし、近年では、東北地方太平洋沖地震や熊本地震といった、想定外の地震動が発生する事象が増えている。これらに対し、現行の基準で設計された鋼製橋脚が、対応しているかの検討を行っていく必要がある。

そこで本研究では、昭和49年に竣工し、兵庫県南部地震後の平成8年の道路橋示方書の改訂を受けて、耐震補強された既設矩形断面鋼製橋脚の約1/3スケールの供試体を対象とした実験を行った¹⁾。そして鋼製橋脚の補強後の曲げ剛性着目し、モデルを作成する。Pushover および地震応答解析にて、実験結果と解析結果の比較を行う。また、曲げ剛性を変化させたモデルの適応の可能性について検討する。

2. 解析概要

本解析には、有限要素解析プログラム「Abaqus」を用いる。モデルには、はり要素(B31)を使用する。補剛材補強部やコンクリート充填部は、解析にはり要素を用いるため、各部の断面の曲げ剛性が実験供試体と同等となるように、図-1に示すように補剛材やコンクリートを無補剛中空断面に換算した。また、解析モデルの曲げ剛性EIは、図-2に示すように、実験供試体の曲げ剛性EIの比率と同じになるように考慮した。無補強部を1.0EIとした場合、補剛材補強部は1.2EI、コンクリート充填部は1.5EIとなった。

モデルの材料構成則は、図-3に示すようにバイリニア型の応力-ひずみ関係を用いる。ひずみ硬化則は、等方硬化則を適用させる。二次剛性は、一次剛性Eの1/100と設定する。材料定数を表-1に示す。

荷重条件は、はり要素頂部に上部工重量として、Mass要素を作成した。そのMass要素に対し、Pushover解析は、鉛直荷重を作用させ水平方向の変位を増加させるようにした。地震応答解析は、重力加速度および地震動による加速度を慣性力とし、Mass要素に作用させる。境界条件は、橋脚基部に対して、並進、回転方向の6自由度を拘束した。

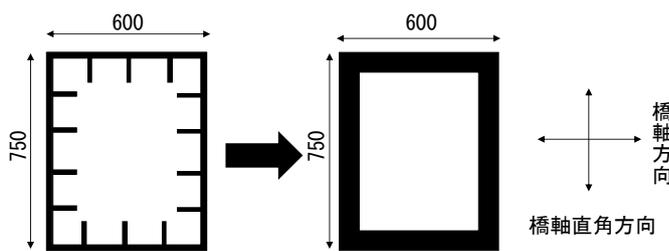


図-1 断面形状
(断面二次モーメントの換算)

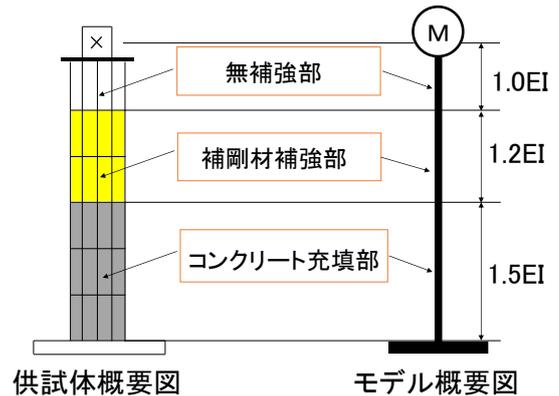


図-2 曲げ剛性比率

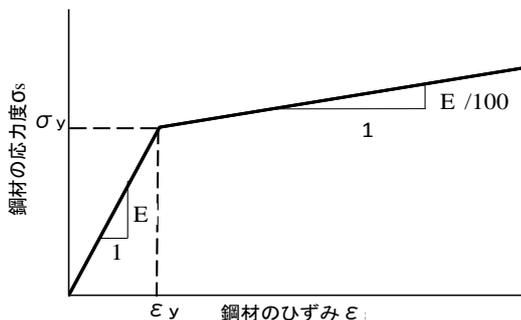


図-3 材料構成則

表-1 材料定数

鋼種	E(GPa)	σ_y (MPa)	ν
SMA490	200	325	0.3

3. Pushover 解析

図-4 に Pushover 解析結果を示す。繰り返し載荷実験により、得られた水平荷重-水平変位関係もプロットしている。

図より、載荷初期の剛性は合っているものの、早い段階で実験と解析の結果に違いが生じている。しかしながら実験の最大荷重値および変位は解析と一致している。このことから、最大荷重および最大荷重時の変位の把握に関しては、十分に妥当であると考えられる。

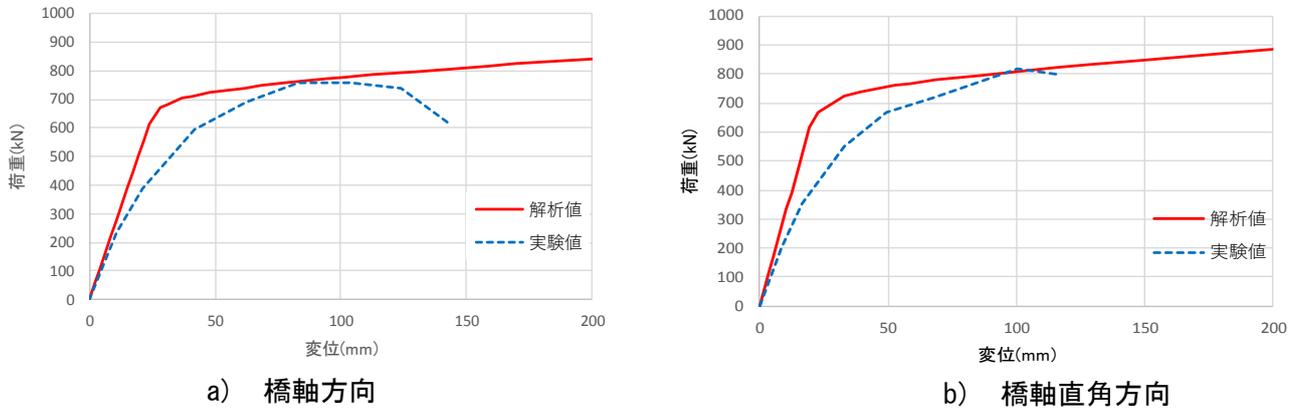


図-4 Pushover 解析結果

4. 地震応答解析

熊本地震のごく短期間に、複数回連続で強震動が発生する場合を想定する。地震により鋼製橋脚に損傷が生じたことを想定し、地震応答解析を行う。図-5 に漸増繰り返し載荷実験の荷重-変位の履歴曲線を示す。最大応答変位、残留変位および除荷域の実験値を参考にモデル化する。

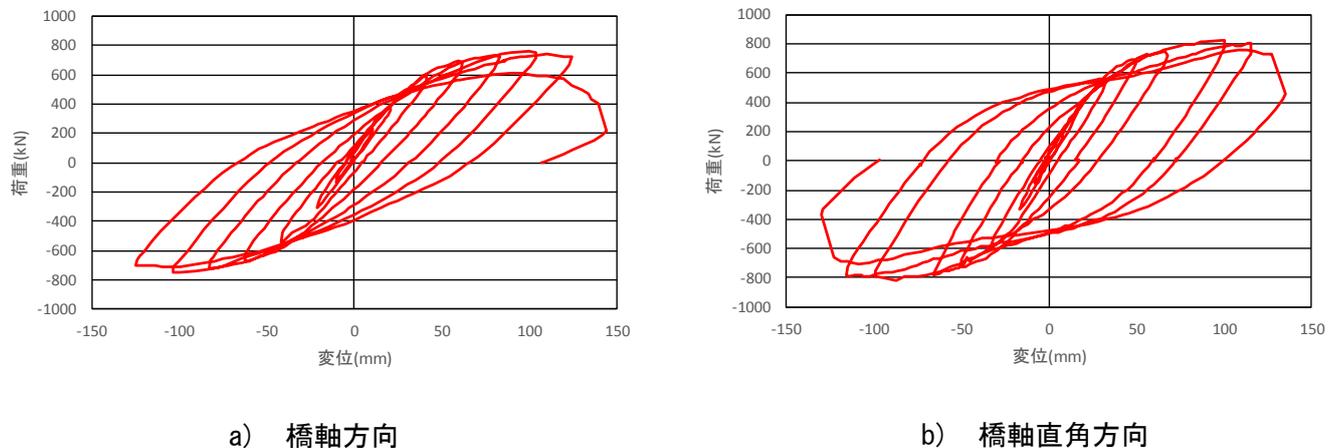


図-5 履歴曲線

5. まとめ

本研究では、実験結果を基に実験供試体の曲げ剛性 EI の比率と同じになるように、曲げ剛性 EI を変化した解析モデルを作成し、Pushover および地震応答解析を行い、モデルの適応の可能性について検討した。

1. 曲げ剛性を変化させることにより、初期剛性、最大荷重が概ね一致する簡易なモデルを作成した。
2. 実験結果の剛性の変化により損傷度を設定し、損傷モデルを作成した。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996.3.
- 2) 嶋口儀之，鈴木森晶，澤田敏幸，田端宜昌：耐震補強された矩形断面鋼製橋脚の地震後の被災度判定に係る基礎データ収集のための実験的研究，土木学会論文集 A2(応用力学)，Vol.71，No.2(応用力学論文集 Vol.18)，I_675-I_682，2015.