

摂南大学理工学部

学生員 ○後藤 稜平

摂南大学理工学部

正会員 田中 賢太郎

神戸大学大学院工学研究科

正会員 橋本 国太郎

1. 研究の背景

1995 年に発生した兵庫県南部地震において、鋼製橋脚や基礎構造に大きな被害が生じた。この被害を受け、鋼製橋脚についても鉄筋コンクリート橋脚と同様に、塑性域での耐力・変形性能を考慮した耐震設計法の導入の必要性が改めて認識され、基本的な構造である単柱式の鋼製橋脚を対象としての研究⁽¹⁾が実施されてきた。現在の鋼製橋脚の耐震補強工法としては、つぎのものが挙げられる。1 つ目は、柱部材にコンクリートを充填する工法がある。2 つ目としては、縦補剛材を追加する補強方法がある。しかし、この方法には少し問題点がある。コンクリート充填補強工法では、変形性能が落ち高強度になりすぎ、さらに橋脚の重量が増大するので、基礎構造に対して地震時慣性力による負担が増してしまう。一方、縦補剛材を追加する工法では、新たに追加する縦補剛材は溶接しなければならず、柱内での狭小な場所では施工性が悪い。そこで本研究では、都市部で一般的に使用されている単柱式鋼製橋脚を研究対象として、巨大地震振動による影響について解析的に調べる。どの程度の耐震性能を有しているのか把握するため、有限要素法解析により耐荷性状を調べ、簡単に耐震補強が可能な補強方法を提案し、変形抑制や座屈防止を可能にする耐震補強法を検討する。

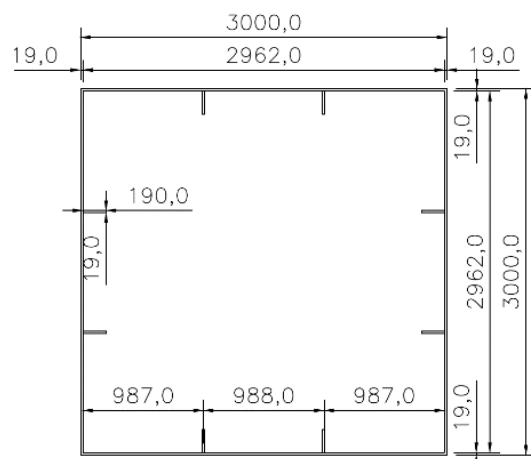


図-1 基本モデルの断面図

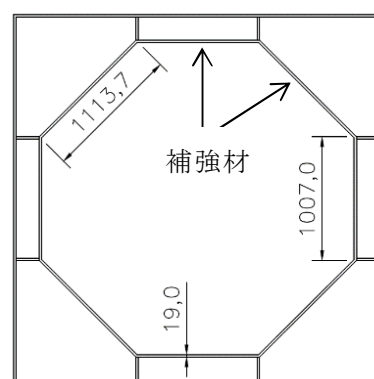


図-2 補強モデルの断面図

2. 鋼製橋脚の FEM 解析

本研究で対象とする橋脚は、断面高さ 3000mm、幅 3000mm とし、橋脚高さ 11m を仮定する。また、補剛材の寸法は、補剛材高さ 190mm、板厚は 19mm とし補剛材本数は 2 本とする。基本モデルの断面図を図-1 に、補強モデルの断面図を図-2 に示す。

2. 1 FEM 解析

有限要素法解析ソフト ANSYS14.5 を用いて、有限要素法解析 (FEM 解析) を行う。橋脚上端に強制変位を繰り返して与えることにより、長周期地震動を受ける時と同じ条件と仮定し、FEM 解析を実施する。橋脚上端に $\pm 0.5 \delta_y$, $\pm 1.0 \delta_y$, $\pm 2.0 \delta_y$, $\pm 3.0 \delta_y$ の強制変位を 3 回ずつ与えることとした。この強制変位量は、別途非線形時刻歴応答解析を実施し、その結果を参考にした。また、材料特性は SM400 材の公称値を設定した。

2. 2 解析結果

a) 荷重-変位関係を図-3 に示す．横軸に変位を，縦軸に荷重を示している． $2\delta_y$ の強制変位を受けてから荷重低下が始まる．さらに，繰り返して強制変位を受けるごとに荷重低下がおきており，耐力が低下していることがわかった．基本モデルの最大荷重を 100%耐力とし，各強制変位の最終ステップ時の耐力を表-1 に示す．補強したことにより，耐力低下を 12%程度改善できた．

b) 基本モデルの座屈状況を図-4，補強モデルの座屈状況を図-5 に示す．基本モデルでは，橋脚基部が全体座屈していたが補強したことにより，中央の座屈が減少し全体座屈が抑えられた．座屈範囲は基本モデルより補強モデルのほうが小さくなっており，橋脚の損傷を減らすことができたと考えられる．座屈の中央部と左右との座屈量の比較を表-2 に示す．中央の座屈と左右ともに座屈量を抑えることができている．基本モデルで座屈が最大の場所での座屈-変位関係を図-6 に示す． $2\delta_y$ の強制変位が始まると座屈が大きくなっていき，同じ強制変位でも繰り返し与えることにより座屈量は増加していった．

3. 研究の成果

本研究で得られた結果を以下にまとめる．

- ① 補強を行うことにより，柱基部に起きる全体座屈を防ぐことができ，座屈量を抑えることにより橋脚本体への損傷を減らすことができる．
- ② 繰り返し変形による耐力低下率を抑えることができており，大規模地震に対しての補強案としては適していると考えられる．

参考文献：1) 宇佐美勉，坂野茂，是津文章，青木徹彦：鋼製橋脚モデルの繰り返し弾塑性挙動におよぼす荷重履歴の影響，構造学論文集 Vol.39A,pp.235-247,1993.

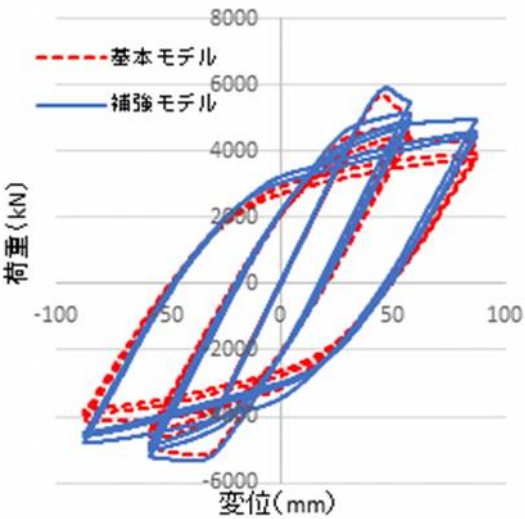


図-3 荷重-変位関係

表-1 繰り返し変形による耐力低下

	基本モデル	補強モデル
最大荷重	5725.6kN (100%)	5905.6kN (103%)
+ 2 δ_y	4465.9kN (78%)	4933.9kN (86%)
+ 3 δ_y	3780.1kN (66%)	4479.6kN (78%)

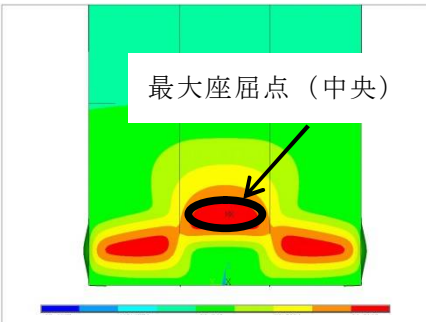


図-4 基本モデルの座屈状況

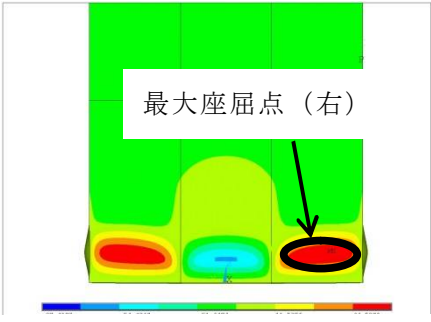


図-5 補強モデルの座屈状況

表-2 座屈量の比較

	基本モデル	補強モデル
中央の座屈量	83.3mm	8.8mm
右の座屈量	78.5mm	61.0mm

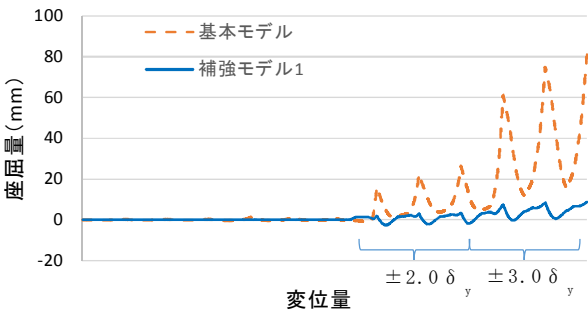


図-6 座屈-変位関係