

数十回オーダー繰返し载荷を受ける鋼製橋脚の耐力低下メカニズムに関する一検討

関東学院大学大学院 学生員 ○濱野 剛 関東学院大学 正会員 北原 武嗣
 関東学院大学 正会員 岸 祐介 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. はじめに

近年、東海・東南海・南海地震などに代表される、海溝型巨大地震の発生が予想されている。海溝型巨大地震は、継続時間の長い地震動となると考えられる。実際、2012年東北地方太平洋沖地震では3分を越える継続時間の地震動が観測された。しかし、継続時間の長い地震動を受ける鋼製橋脚の耐震性に関しては十分な検討が行われていないのが現状である。

著者らは、海溝型巨大地震のような継続時間の長い地震波による数十回オーダーに及ぶ繰返し载荷が、既設鋼製橋脚の耐荷性能に与える影響について実験的・解析的に検討を行ってきた。本研究では、鋼製橋脚の材料特性が橋脚全体の耐力低下に与える影響について検討することとした。

2. 解析概要

文献1)で用いた既設鋼製橋脚の実験供試体を対象としてモデル化を行った。図-1に解析モデル全体図を示す。

材料非線形性と幾何学的非線形性を考慮した複合非線形解析を行い、载荷実験1)と同じ载荷経路で強制変位を与えた。繰返し変位振幅範囲として、 $1.4\delta_y$ 、 $1.6\delta_y$ 、 $1.8\delta_y$ の3ケースで検討し、繰返し回数は3ケースとも30回とした。図-2に繰返し载荷パターンを示す。

材料特性が鋼製橋脚の耐力低下に与える影響を検討するために、図-3に示すようなトリリニアモデルを用いて検討を行い、バイリニアモデルとの比較も行った。表-1に示す材料特性は引張試験結果から定めた。

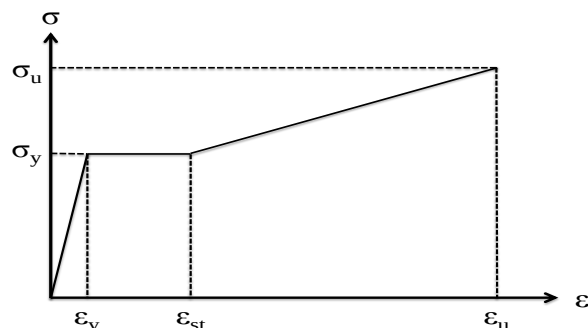


図-3 応力-ひずみ関係

表-1 材料特性

降伏強度 σ_y (N/mm ²)	330
引張強度 σ_u (N/mm ²)	443
ヤング率 E (N/mm ²)	2.06×10^5
降伏ひずみ ϵ_y	0.0016
ひずみ硬化開始ひずみ ϵ_{st}	0.01
終局ひずみ ϵ_u	0.03

3. 解析結果と考察

ここでは結果の一例として、変位振幅範囲 $1.8\delta_y$ の結果を示す。荷重-変位関係の実験・解析結果を重ね合わせたものを図-4に示す。図-4より、実験・解析ともに荷重-変位関係はおおむね一致しており、実験をおおむね再現できていることがわかる。しかし、トリリニアモデルでは最大荷重履歴後の履歴において、実験よりも荷重値が小さくなる結果となった。

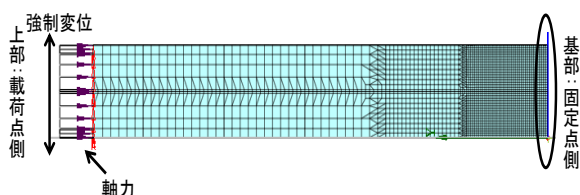


図-1 解析モデル全体図

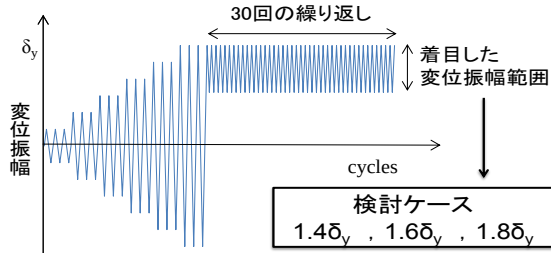


図-2 繰返し载荷パターン

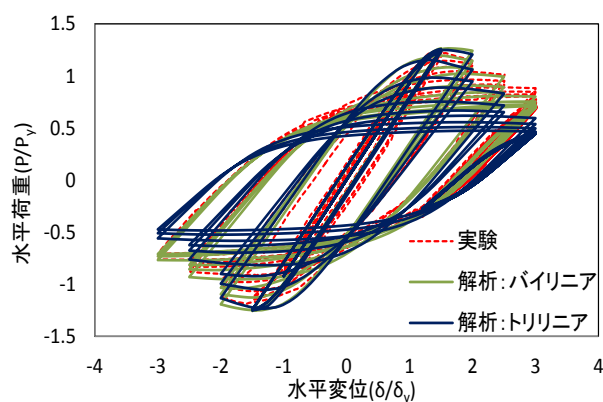


図-4 荷重-変位関係

キーワード 鋼製橋脚 海溝型巨大地震 耐力低下 FEM 解析

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学耐震構造システム研究室 TEL045-786-7857

図-5 に変位振幅範囲 $1.8\delta_y$ の繰返し部分における耐力低下状況を示す。図-5 より、繰返し回数が増加するにしたがって耐力低下の値が大きくなっていること、繰返し回数が 10 回を超えると増加の割合が少なくなっていることがわかる。耐力低下の値は、トリリニアモデルはバイリニアモデルの約 1.5 倍となった。

つぎに応力-ひずみについて考察する。図-6 に局部座屈最大位置の要素表面における応力-ひずみ関係を示す。図-7 には各ケースの繰返し部分を示している。

図-6 より、トリリニア、バイリニアモデルともひずみが 0.005 付近でプラス側にドリフトしていることがわかる。最大ひずみに関しては、トリリニアモデルが 0.062 付近まで増大しているにもかかわらず、バイリニアモデルではひずみが 0.04 付近までしか増大していない。最大応力としては、バイリニアモデルが 511N/mm^2 に対し、トリリニアモデルでは 415N/mm^2 となった。SS400 材の引張強度を超える最大応力となってしまうバイリニアモデルの結果に対し、トリリニアモデルでは妥当な最大応力値となっていると判断できる。

また図-7 より繰返し部分においては 30 回の繰返しの間、ほぼ一定の応力値をとりながら、ひずみは繰返し回数が増えるにつれ徐々に増大する傾向も確認できた。このことが、最大荷重履歴後の数十回に及ぶ繰返し载荷において、耐力低下が生じる原因の一つであると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 用いる材料特性により、荷重-変位関係や局部座屈発生点における応力-ひずみ関係に影響を与えることを確認した。材料試験結果を適切に評価するモデルを用いることが重要といえる。
- (2) バイリニアモデルでは SS400 材の引張強度を超える最大応力が生じる要素も発生したが、材料試験結果をより適切に評価したトリリニアモデルでは最大応力は 415N/mm^2 程度となった。
- (3) 局部座屈発生点において局所的に変形が増大することが、最大荷重履歴後の数十回オーダー繰返し载荷により耐力低下が生じる一因といえる。

謝辞：本研究の実施に際して、平成 23 年度科学研究補助金（基盤研究（B））課題番号：23360195、代表：杉戸真太）の助成を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 北原武嗣，田中賢太郎，山口隆司，岸祐介，濱野剛：数十回オーダー繰返し载荷を受ける鋼製橋脚の耐力低下に関する基礎的研究，第 31 回地震工

学研究発表会講演論文集(CD-ROM)，9Pages，2011.

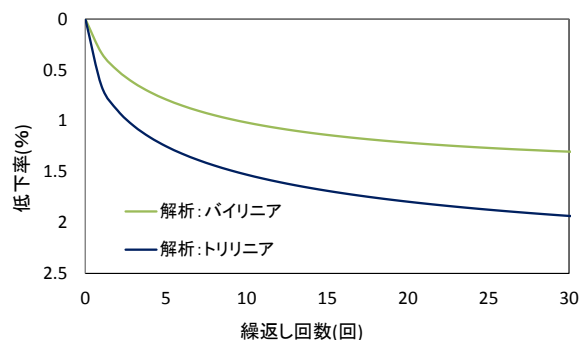


図-5 耐力低下状況(解析結果)

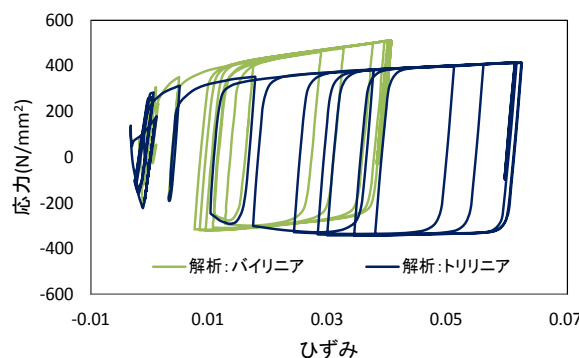
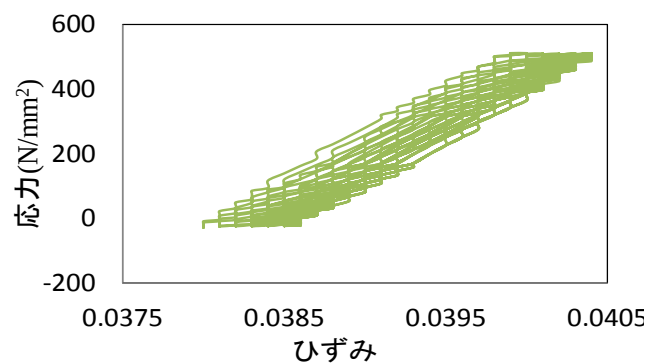
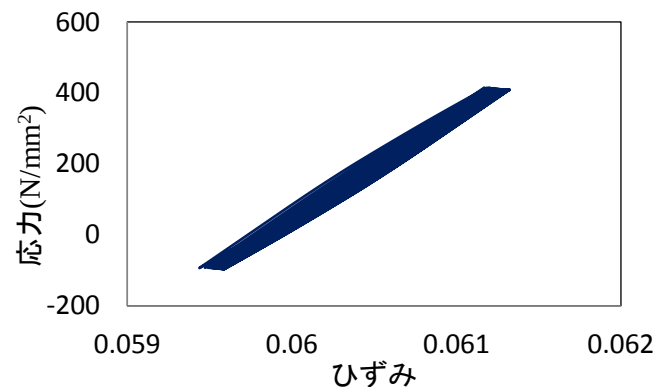


図-6 応力-ひずみ関係



a) バイリニアモデル



b) トリリニアモデル

図-7 応力-ひずみ関係(繰返し部分)