

腐食損傷した鋼製橋脚の耐震性能に関する解析的検討

関東学院大学大学院 学生会員 ○河野 洋佑
名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿

関東学院大学 正会員 北原 武嗣
関東学院大学 正会員 大谷 友香

1. 研究目的

近年、国内の社会基盤施設は高度経済成長期に整備されたものが多く存在し、老朽化の時代を迎えている。また自然環境からの影響を受けることによって材料的な劣化が継続的に生じていることも危惧され、特に鋼橋では腐食損傷する事例が多く見られる。

本研究では、腐食損傷を板厚減少によって再現した薄肉橋脚の解析モデルを用いて、過去に生じた複数の地震動における加速度波形を入力し、動的非線形解析を行い、腐食によって損傷した鋼製橋脚の耐震性能を把握することを目的として検討を行った。

2. 解析概要

本研究で参考にした橋脚は図 1 に示すような矩形断面を有する T 型の既設鋼製橋脚¹⁾で、旧耐震基準による設計である。なお解析モデルは実橋梁を 1/2 に縮小した寸法でモデル化を行った。解析モデルを図 2(a) に示す。この橋脚に図 2(b) のような腐食損傷を角部に設定する。損傷箇所は板厚を減少させることによって再現している。左右板幅方向に 15mm の幅に腐食させた場合を想定し、板厚方向の損傷率を 25%、50%とした 2 パターンのモデルを作成する。なお損傷箇所は基部から高さ方向に 750mm のみとした。

材料構成則はバイリニア型モデルとし、材料特性を表 1 に示す¹⁾。数値解析には汎用有限要素解析ソフト DIANA10.2 を使用し、曲面シェル要素を用いた。各モデルの 1 次固有周期は健全、損傷 25%、損傷 50% の順に 0.6079s、0.6083s、0.6091s である。

入力に用いた地震波の諸元を表 2 にまとめる。これらの地震波を解析モデルの X 方向に EW 成分を、Y 方向に NS 成分を入力して応力解析を行った。減衰は Rayleigh 減衰とし、1 次および 4 次固有モードに対する減衰定数を 3%として設定した。

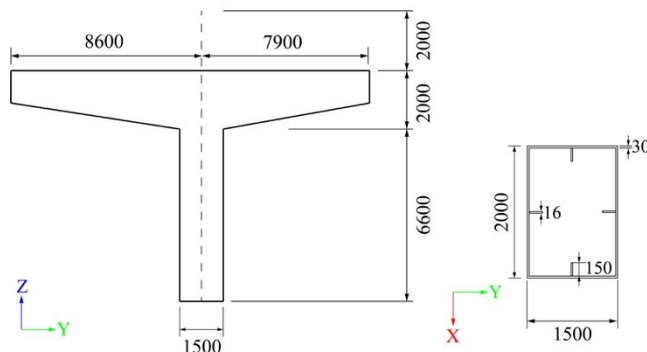
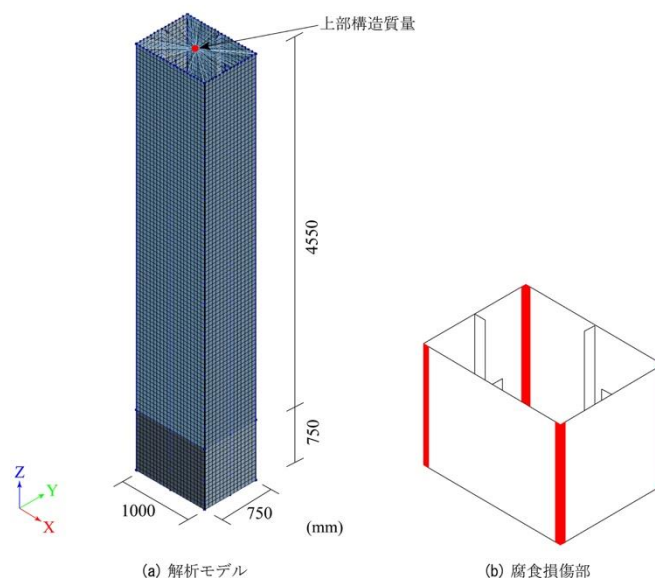
図 1 対象橋脚¹⁾

図 2 解析モデル・損傷部拡大図

表 1 材料特性¹⁾

$E(\text{N/mm}^2)$	$\sigma_y(\text{N/mm}^2)$	ν
2.0×10^5	325	0.3

表 2 各地震波及び各種

地震名	最大加速度(gal)		卓越周期(s)		入力時間(s)
	NS	EW	NS	EW	
JR鷹取駅	686.8	672.6	1.00~1.30		25.0
西原村小森	532.3	341.0	0.35~0.55	0.40~0.65	50.0
築館	2699.9	1268.5	0.20~0.30		150.0

キーワード 鋼製橋脚, 局部座屈, 地震時挙動, 腐食損傷

連絡先 〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学 TEL : 045-786-5809 E-mail : kitahara@kanto-gakuin.ac.jp

3. 解析結果

図3には、最大応答変位と最大荷重を損傷度合いにより比較した図を示す。また図4には、健全時から最大応答変位の増加率と最大荷重の低下率を示す。それぞれ、入力地震毎に色を変えて示している。すべての地震入力に対して同様な傾向として、腐食損傷度が大きくなるにしたがい、最大応答変位の増加率は大きくなる傾向を示し、最大荷重の低下率は大きくなる傾向を示した。

図4より、損傷50%時の最大変位の増加率を各地震波で比較した場合、兵庫県南部地震時は1.76%、熊本地震時は0.38%、東北地方太平洋沖地震時は2.06%となり、海溝型地震である東北地方太平洋沖地震が内陸直下型地震の熊本地震時と比較して約5.42倍となった。また損傷50%時の最大荷重の低下率を比較した場合、兵庫県南部地震が0.23%、熊本地震は1.09%、東北地方太平洋沖地震は1.07%となっている。内陸直下型地震の熊本地震が兵庫県南部地震時と比較して約4.63倍の低下率となった。

つぎに図5に、損傷50%のモデルにおける各地震時の最大応答変位時のMises応力のコンター図を示す。なお表示最大値を降伏荷重の値とした。入力地震によって応力状態に差が見られる結果となった。兵庫県南部地震では降伏応力に近い応力状態が広範囲に広がっているのに対し、熊本地震ではY方向に平行な平面において降伏応力の50%程度以下の応力範囲がかなり広く分布していることがわかる。

4. まとめ

複数の地震動による検討の結果、腐食損傷が進行するに伴って最大応答変位は増加し、最大荷重は減少することが確認できた。また、その割合は地震動により大きく異なることも確認できた。

今後は、腐食箇所が異なる場合や腐食形態の詳細なモデル化などによる影響を検討する予定である。

参考文献

- 1) 永田和寿, 大野桂樹, 杉浦邦征, 北原武嗣: 腐食により断面欠損した鋼製橋脚の地震時挙動に関する検討, 構造工学論文集 A, 第64巻, pp.231-240, 2018.

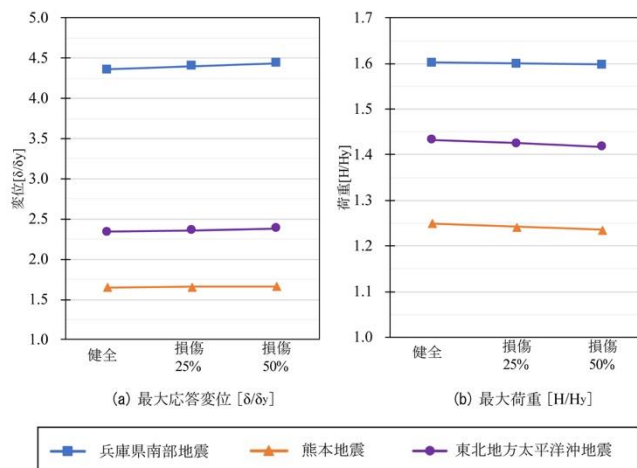


図3 最大応答変位, 最大荷重の比較図

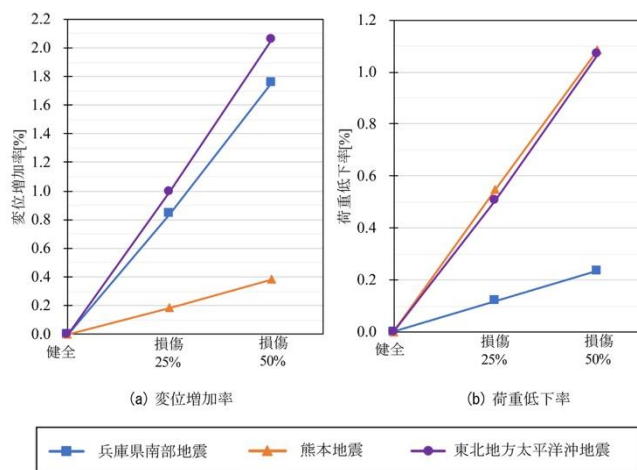


図4 増加率, 低下率の比較図

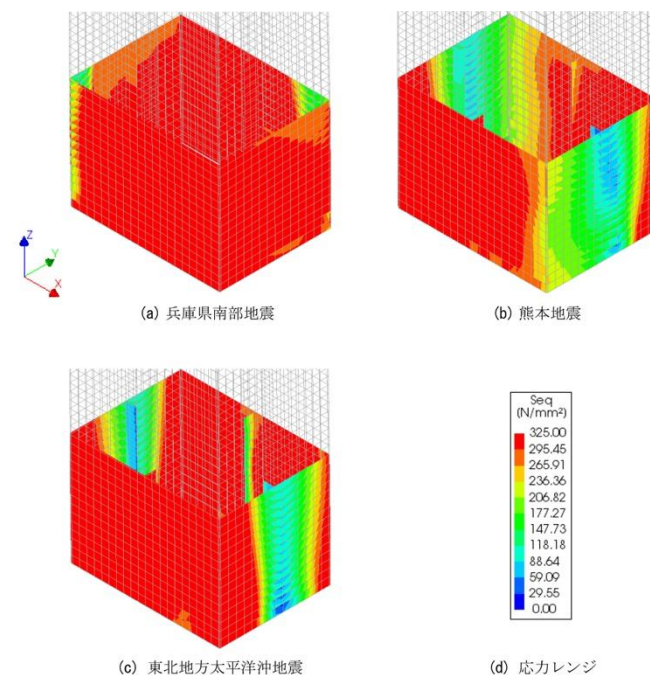


図5 各地震波における応力状態の比較