

基部が腐食減肉した鋼製橋脚の地震時応答性状に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○六谷 拓真
京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

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

1. 研究の背景と目的

高度経済成長期に建設された鋼構造物は、建設から 50 年以上が経過し、老朽化の時代を迎えており、鋼製橋脚においては図-1 に示すような根巻きコンクリートの境界部に腐食が確認されている。

これまでに、矩形断面を有する鋼製橋脚を対象とした地震応答解析によって、角部の腐食損傷が、鋼製橋脚の耐震性能を低下させることが確認されている。

そこで本研究では、矩形断面を有する鋼製橋脚を対象とし、基部の腐食損傷が構造物の地震時応答性状に与える影響を明らかにすることを目的とした。



図-1 基部が腐食減肉した鋼製橋脚

2. 解析概要

本研究で対象にした橋脚を図-2 に示す。対象橋脚は兵庫県南部地震以前の耐震基準で設計された矩形断面を有する T 型鋼製橋脚である。橋脚の主な構造諸元を表-1 に示す。幅厚比パラメータ R_F 及び縦補剛材比 γ/γ^* は現行の基準を満たしておらず、腐食損傷が生じていなくても、耐震性能が低い橋脚であると考えられる。

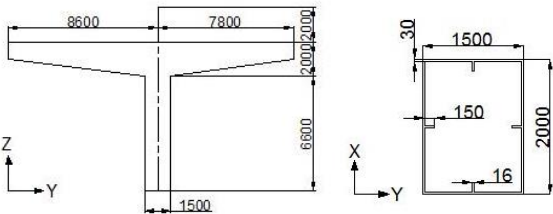


図-2 対象橋脚と対象橋脚断面図(mm)

表-1 構造諸元

	X 軸方向	Y 軸方向
初期降伏変位 δ_y (cm)	6.58	8.59
降伏荷重 H_y (kN)	3.89×10^3	3.34×10^3
幅厚比パラメータ R_R	0.511	0.685
幅厚比パラメータ R_F	0.584	0.688
縦補剛材の剛比 γ/γ^*	0.697	0.988

本解析では、汎用構造解析プログラム ABAQUS を使用した。解析モデルを図-3 に示す。ダイヤフラムで区切られた矩形断面柱のうち、基部から 1500mm 高の柱脚（1 パネル分）を、4 接点のシェル要素（S4R）で要素分割し、残りの部分は、はり要素（B31）を使用した。橋脚の下端を完全固定し、慣性力の作用位置に上部構造を考慮した集中質量 $4.82 \times 10^5 \text{kg}$ を与えた。

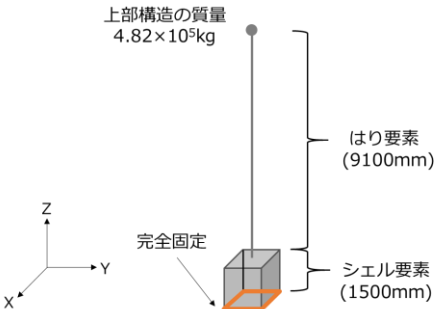


図-3 解析モデル

解析で用いた鋼材の材料特性を表-2 に示す。鋼材の応力-ひずみ曲線にはバイリニアモデルを採用し、二次勾配は $E/100$ とした。また、鋼材の硬化則には移動硬化則を使用した。

腐食量の設定においては、橋脚柱基部の板パネルの下端に外側からの腐食減肉を模擬した。腐食高さは 30mm で統一し、腐食率を 0%, 25%, 50%, 75% とした。

地震波形には、平成 7 年兵庫県南部地震時に JR 鷹取

表-2 材料特性

ヤング率 E (GPa)	降伏応力 σ_y	ポアソン比 ν
200	325	0.3

キーワード 鋼製橋脚, 腐食損傷, 地震時挙動

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052(735)5482

駅構内で観測された波形を使用した。解析モデルの X 軸（橋軸）方向に EW 成分を、Y 軸（橋軸直角）方向に NS 成分を入力した。地震動の特性として、最大加速度が EW 成分で 672.64gal、NS 成分で 686.83gal であった。近年 2000gal を超える地震動が発生していることから、地震動の入力加速度は、その振幅を 1 倍、1.5 倍、2 倍、2.5 倍、3 倍と設定した。入力地震動の継続時間は 40 秒とし、その後 10 秒間は振幅 0 の加速度とし、構造物は自由振動するとした。

減衰の設定においては、Rayleigh 減衰を採用し、1 次モードと 2 次モードにおいて減衰定数を 3% に設定した。

解析手順としては、はじめに固有振動解析を行い、腐食減肉が固有周期等に与える影響を確認した。その後、地震応答解析を行い、腐食減肉が地震時応答性状に与える影響について、座屈形状や残留変形に基づき検討を行った。

3. 解析結果及びその考察

3.1 振動特性

固有周期は腐食率が増加するにつれて増加したが、わずかであった。また振動モードにも大きな変化は見られなかった。よって、本研究の解析ケースの範囲では、腐食が振動特性に及ぼす影響は小さいと考えられる。

3.2 座屈形状評価

地震動加速度 2 倍における腐食率 0% 及び 50% の Y 軸方向最大応答変位時の変形図を図-4、図-5 にそれぞれ示す。腐食率 0% 及び腐食率 50% の両方において板パネルの局部座屈が生じていることが確認できた。腐食率 0% においては、板パネル全体で座屈が生じているが、腐食率 50% では腐食損傷部付近のみで局所的に座屈が生じていることが確認できた。よって、腐食率の増加が座屈形状に影響を及ぼすと考えられる。

3.3 地震時応答性状

ここでは、地震動加速度 2 倍についてのみ記載する。水平変位と水平荷重の関係については、腐食率の増加による挙動の差異は確認できなかった。Y 軸方向の最大荷重については、腐食率 0% に対して腐食率 50% では約 16% 低下し、腐食率 75% では約 46% 低下した。Y 軸方向の吸収エネルギーを図-6 に示す。Y 軸方向の吸収エネルギーについては、腐食率 0% に対して腐食率 50% では約 10% 低下し、腐食率 75% では約 28% 低下した。最

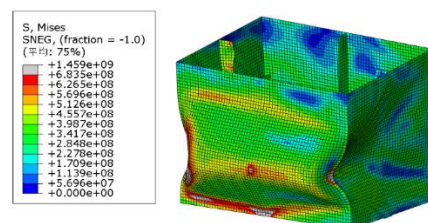


図-4 腐食率 0% の Y 軸方向最大応答変位時

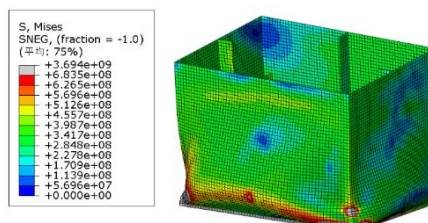


図-5 腐食率 50% の Y 軸方向最大応答変位時

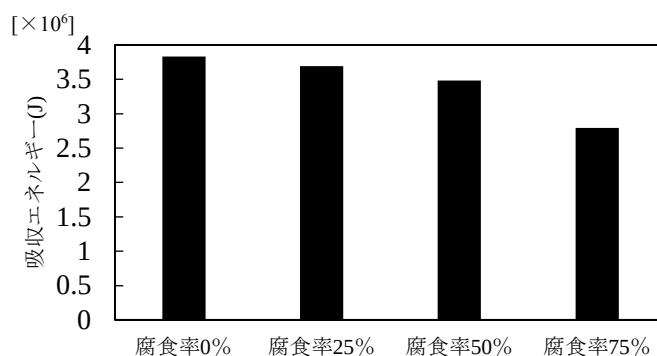


図-6 Y 軸方向吸収エネルギー

大荷重及び吸収エネルギーにおいて、腐食率が 75% では腐食率 50% までの低下率を上回る低下が生じることから、腐食率 50% を超えると耐震性能が大きく低下すると考えられる。

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 今回対象とした腐食減肉の範囲では、橋脚基部の腐食が固有周期や振動モードなどの基本的振動特性に与える影響は小さい。
- 2) 脚柱基部が腐食減肉することによって、座屈形状が、板パネル全体での座屈から、脚柱基部での局所的な座屈へと変化する。また、腐食率が増加すると、その特徴は顕著に表れる。
- 3) 腐食率が増加することによって最大荷重及び吸収エネルギーは低下し、腐食率 75% では腐食率 50% までと比べて大きく低下した。このことから腐食率が 50% を超えると耐震性能が大きく低下すると考えられる。