

角部に腐食損傷を有する矩形鋼製橋脚の耐荷性能に関する考察

名古屋工業大学 学生会員 ○大竹 輝 名古屋工業大学 正会員 永田 和寿
 名古屋工業大学 学生会員 加藤 慶太郎 京都大学 正会員 橋本 国太郎
 京都大学 正会員 杉浦 邦征 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土木構造物の老朽化の時代を迎えており、これらの構造物の地震時における耐震安全性を確保することは極めて重要である。本研究では、矩形断面を有する鋼製橋脚を対象とし、角部の腐食損傷の有無がねじりと静的2方向水平力が同時に作用するような厳しい荷重下における力学的挙動に与える影響を、解析により明らかにすることを研究目的とした。

2. 実験および解析概要

2.1 解析モデル

実験結果の妥当性を確認し、また実験結果を補完する目的で、載荷実験で使用した供試体を対象として解析を行った。本解析では、汎用構造解析プログラム ABAQUS を使用した。その解析モデル概略図を **図 1** に、解析モデルの断面図を **図 2** に示す。これらの図に示すように、腐食損傷の高さ方向は、完全固定部分から3パネルまでとし、すべての角部に与えた。また、橋脚部はシェル要素で要素分割し、載荷部は剛体のはり要素を使用してその上端を載荷点とした。

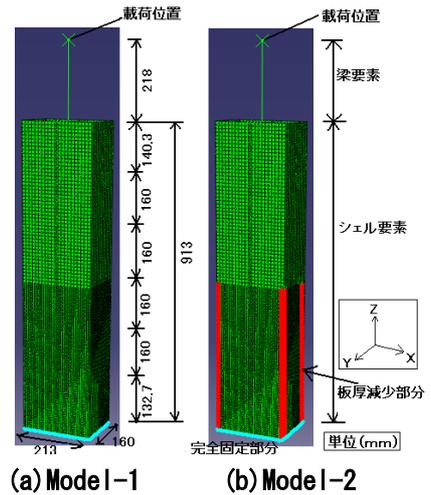


図 1 解析モデル概略図

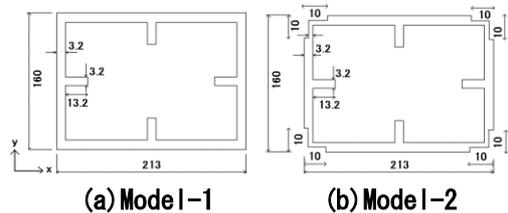


図 2 解析モデル断面図

2.2 材料特性

解析モデルの材料特性と各種パラメータをそれぞれ **表 1** に示す。材料特性の値は、鋼種 SM490 の引張試験の結果から算定したものである。なお、鋼材の構成則には移動硬化則を使用した。

表 1 材料特性

E (N/mm ²)	σ_y (N/mm ²)	ν
2.09×10^5	403	0.282

表 2 初期降伏変位および荷重

	δ_y (mm)	H_y (kN)
X軸方向	6.53	47.7
Y軸方向	8.69	40.6

2.3 載荷方法

載荷方法は、はじめに一定軸力（降伏軸力の 15%）を作用させた状態で、降伏ねじり量の約 80% を変位制御で与えた。その後、**図 3** の載荷パターンに示すようなダイヤモンド型水平 2 方向繰り返し載荷を変位制御で行った。ダイヤモンド型載荷の基準となる初期降伏変位 δ_y および降伏荷重 H_y を **表 2** に示す。水平 2 方向のそれぞれの初期降伏変位 δ_{y0} を基準として初期降伏変位の 3 倍まで順次漸増させた全 4 サイクルの載荷を行った。

ここでは、健全な断面のみを有するモデルを Model-1 とし、角部に腐食による断面欠損を有するモデルを Model-2 とする。

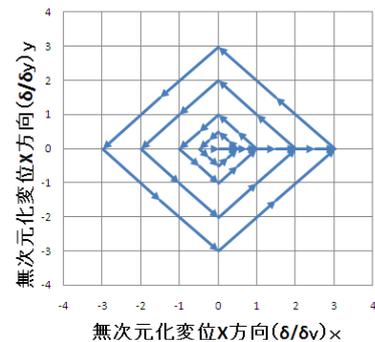


図 3 載荷経路

キーワード 腐食損傷, 矩形鋼製橋脚, 水平 2 方向, 耐荷性能

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 TEL 052-735-5482

3. 実験と解析結果の妥当性の確認

健全なモデルである Model-1 の実験結果および解析結果の X 軸方向を **図 4** に示し、腐食損傷を有するモデルである Model-2 の実験結果および解析結果の X 軸方向を **図 5** に示す。これらの図において実験結果と解析結果の挙動は概ね一致しており、载荷実験ならびに数値解析の妥当性が確認できる。また、 $2\delta_y$ の 3 サイクル目で最大荷重を迎え、 $3\delta_y$ の 4 サイクル目で耐荷力が低下しており、腐食損傷を有する Model-2 で顕著であることがわかる。

4. 解析における結果と考察

図 6 に解析で得られた X 軸方向の荷重の包絡線を示す。この図についてみると、2 サイクル目の δy までは、Model-1 と Model-2 において大きな変化はみられないが、最大荷重を迎える 3 サイクル目の $2\delta y$ において、Model-1 は Model-2 に比べ荷重が大きく、4 サイクル目の $3\delta y$ ではその差が顕著にみられる。最大荷重後の低下率は、Model-1 は約 35%、Model-2 は約 60% であり、Model-2 が Model-1 に比べ大きいことがわかる。これらの傾向は、Y 軸方向でも同様である。

実験と解析における Model-1 と Model-2 の载荷終了時における基部の座屈形状をそれぞれ **図 7** と **図 8** に示す。健全なモデルである Model-1 では板パネルの座屈損傷が支配的であるのに対し、腐食損傷を有するモデルである Model-2 では板パネルの座屈損傷に加え、腐食損傷部である角部にも座屈が生じていることがわかる。

5. 結論

- 1) 角部に腐食損傷を有する橋脚は健全な断面を持つ橋脚に比べて、耐力の差異は最大荷重を迎えるまではその差は小さいものの、最大荷重後の差は大きかった。
- 2) 角部に腐食損傷を有する橋脚は、座屈の進行が早く、座屈が角部で拘束されず、著しい耐力低下が確認できた。

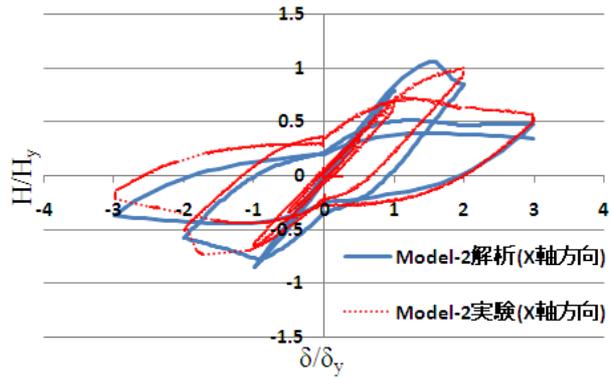


図 4 実験と解析の荷重-変位曲線
(Model-1, X 軸方向)

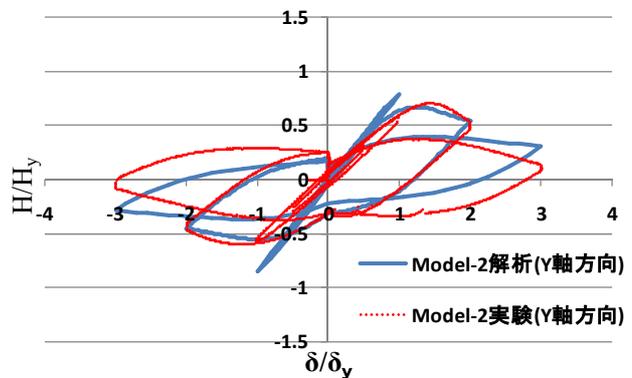
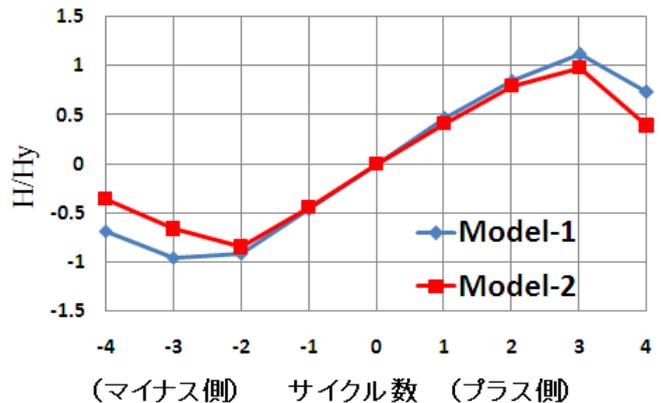
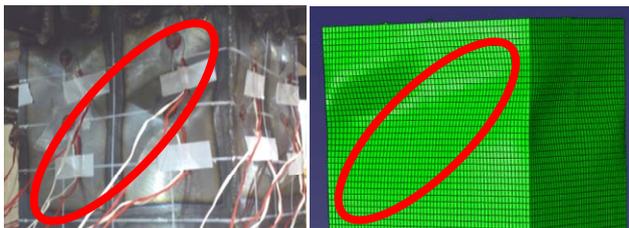


図 5 実験と解析の荷重-変位曲線
(Model-1, Y 軸方向)



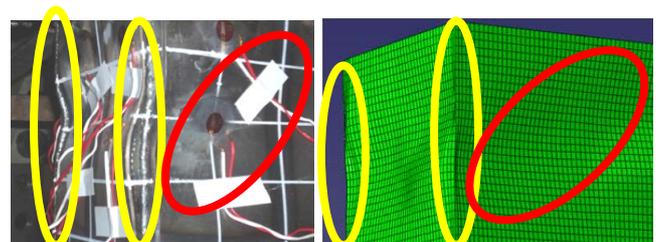
(マイナス側) サイクル数 (プラス側)

図 6 解析の包絡線
(Model-1, Model-2, X 軸方向)



(a) 実験 (b) 解析

図 7 载荷終了時 (Model-1)



(a) 実験 (b) 解析

図 8 载荷終了時 (Model-2)