

上路式鋼トラス橋の津波時挙動に関する数値的検討

Numerical Study on Behavior of Upper Deck Type Steel Truss Bridges Subjected to Tsunami

塚田 健一*

Kenichi TSUKADA

*構造強度学研究室（指導教員：斉木 功 准教授）

近年の津波災害により、下部構造や支承の破壊によって橋梁が流出する被害が数多く報告されている。そのため、それらが十分な耐荷力を有していた場合の上部構造そのものの被害に関する知見は十分とは言えない。橋梁の中でも、トラス橋はその桁高から津波により損傷しやすいと考えられる。特に上路式では桁高が高くなるが、一方で対傾構により横荷重に抵抗することができる。本研究では、上路式鋼トラス橋の津波時挙動を数値解析により明らかにし、効率的な補強方法を提案した。

Key Words : steel truss bridge, nonlinear finite element analysis, tsunami load, sway bracing

1. はじめに

近年の津波被害の調査¹⁾より、橋梁被害の特徴として支承部や下部構造の破壊により桁が流失するということが明らかになってきた。そのため、それらが健全であった場合、上部構造の津波耐荷力に関する知見は十分とは言えない。トラス橋はその桁高から津波による被害を受けやすく、特に上路式では桁高が高いために大きな転倒モーメントが発生しうると考えた。そこで本研究では上路式鋼トラス橋の津波時挙動を数値解析により明らかにし、それをもとに耐荷力を向上するための補強方法を提案する。

2. 対象橋梁及び数値解析モデル

橋長 70 m, 幅員 8.6 m, 桁高 10 m, 主構間隔 8 m の単径間上路式プラットトラス橋を道路橋示方書²⁾に準じて設計した。有限要素モデルの作成にあたり、RC 床版を板要素、鋼部材を梁要素によりモデル化し、格点間は剛結、床組と床版間は剛体要素で結合した。鋼材はすべて SM400 を想定した弾塑性体として、線形等方硬化則及び von Mises の降伏条件を用いて、Young 率 2.1×10^{11} N/m², 初期降伏応力 235 N/m², 塑性係数を Young 率の 10^{-2} 倍とした。RC 床版は弾性体とした。この有限要素モデルを基本モデルとし、**図-1**に示す。数値解析モデルとして、基本モデル、引張型モデル、アウトリガーモデル、ラティス型モデルを用いた。引張型モデルは、圧縮側端対傾構及び圧縮側端下横構が座屈したと想定し同部材を取り除いたモデルである。アウトリガーモデルは、端ストラットを延長し、その端点と端垂直材上端部を接続した主構面外に張り出すモデルである。ラティス型モデルは、**図-2**に示すように端対傾構及び端下横構の骨組を格子状に組んだモデルである。

各数値モデルの解析には、幾何学的小および材料非線形を考慮した汎用ソフト NX NASTRAN を用いた。

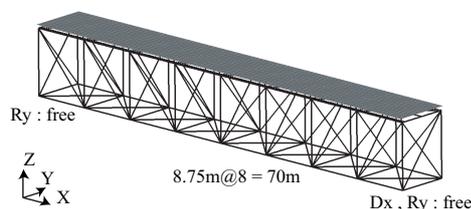


図-1 基本モデル

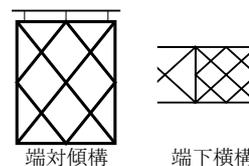


図-2 ラティス型モデルにおける端対傾構及び端下横構

3. 津波外力モデル

津波外力を横方向力と上揚力が作用するものとして考えた。横方向力は、道路橋示方書の風荷重に準じた水平圧力から求め、流速 5.0 m/s のときの主構片面の単位部材長あたりの荷重 W_H とした。流速の変化を考慮するため、荷重パラメータ f を導入し、 $f \times W_H$ として主構片面へ載荷する。上揚力は、静水面と下弦材下面との距離が 3 m, 津波高さが上弦材まで達するとして、幸左³⁾の桁橋への上揚力モデル算定式を用いて橋軸方向単位部材長あたりの荷重 W_V とした。 W_V は流速に依存せず一定とし、橋軸方向まわりの転倒モーメントを増加させる W_H と同じ主構面下弦材のみへ載荷した。

死荷重による橋軸方向単位長さあたりの荷重 D と W_V は流速に依存しないため、 D と W_V を先行載荷した後に、 W_H を f によりゼロから漸増載荷させることとした。よって荷重の大きさを $D + W_V + f \times W_H$ とした。

引張により相当塑性ひずみが 2% となるときを、もしくは座屈により荷重が極大となることを橋梁の崩壊と定義し、このときの f を耐荷力 f_{max} とする。

