

プッシュオーバー解析による鋼トラス橋の 津波時挙動に関する一考察

松本安弘
構造強度学研究室

2012年2月22日

§1 はじめに

2004年スマトラ島沖地震

津波の襲来：海岸線近くの橋梁

- 基礎や支承の破壊
- 桁の水平移動や完全流失

などの被害が発生。



写真：桁の移動 (出典：幸左ら, 2010)
桁の損傷が軽微なまま支承が破壊

被害の一方で、

橋梁の津波防災に関する
研究 (幸左ら, 2010)

=

桁の移動に着目した安定解析
巨視的な損傷および流失の被害予測

今後の津波では桁の流失を回避するために、
まず下部工や支承などが補強される

これを踏まえ、

目的：津波時の橋梁上部工の変形挙動を解明し、補強案を示す

§2 解析方法 基本モデル

桁高大だが軽い：トラスは津波に弱い

基本モデル

- 道路橋示方書の基準で設計
- スパン約 70m：三重県木曾川大橋と同規模
- 有限要素モデル：格点剛結の骨組モデル

汎用ソフトによる有限要素解析

材料および
幾何学的非線形性

+

津波荷重を
漸増させる



部材の損傷過程・全体的な変形挙動を再現

表：基本モデル諸元

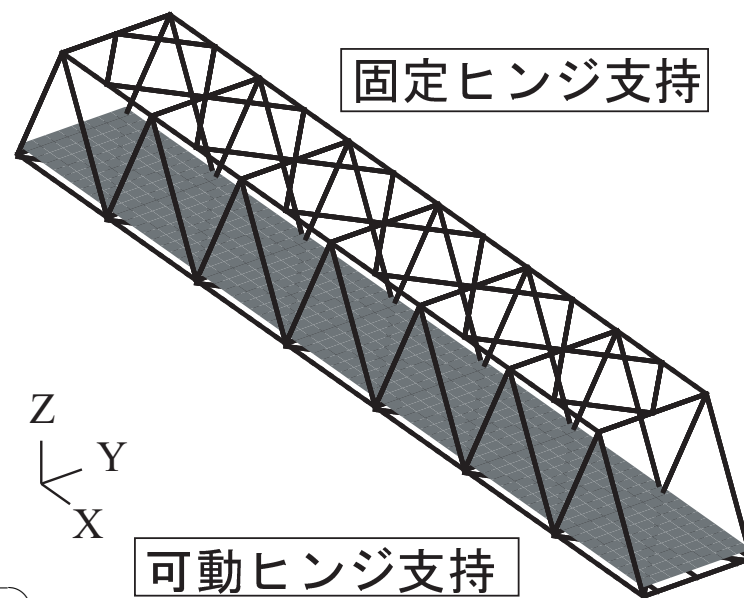
単径間下路式鋼ワーレントラス橋

全長：70.63 m

幅員：8.6 m

桁高：10 m

鋼材重量：1.6 MN



図：基本モデル概形

§3 荷重パラメータ f と載荷方法

津波荷重：風荷重に準じて設定

$f \times (\text{基準作用力}) = \text{津波荷重の合力}$

$$(\text{基準作用力}) = C_d (2.8) \times \underbrace{v (5.0 \text{ m/s})^2}_{\times(\text{流体密度})} \times (\text{面積})$$

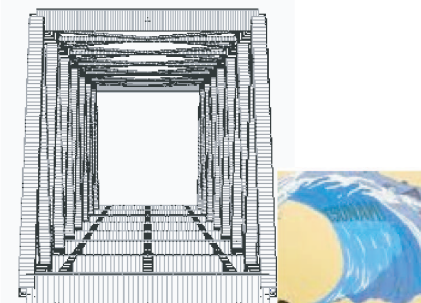
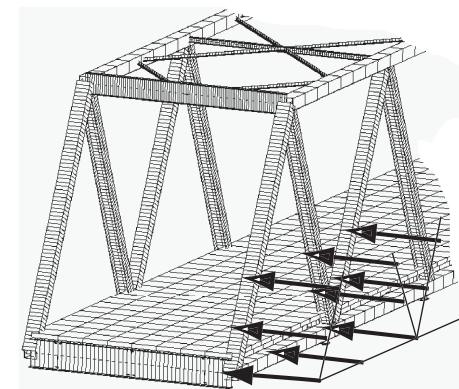
- C_d は抗力係数， v は津波流速
- 片側の主構のみへの，真横からの線分布荷重
- 死荷重のかけた後 f を漸増させて解析

2つの荷重載荷パターン

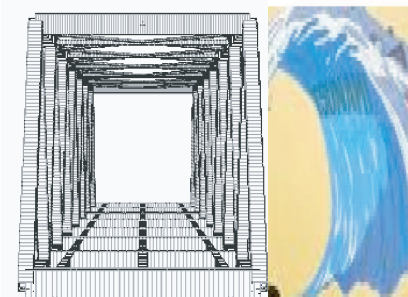
$\frac{f=1.0\text{の津波荷重の合力}}{\text{水平震度}1.0\text{の慣性力の合力}}$ の比

半載：桁高の半分 ; 半載：59%

全載：桁高のすべて ; 全載：113%

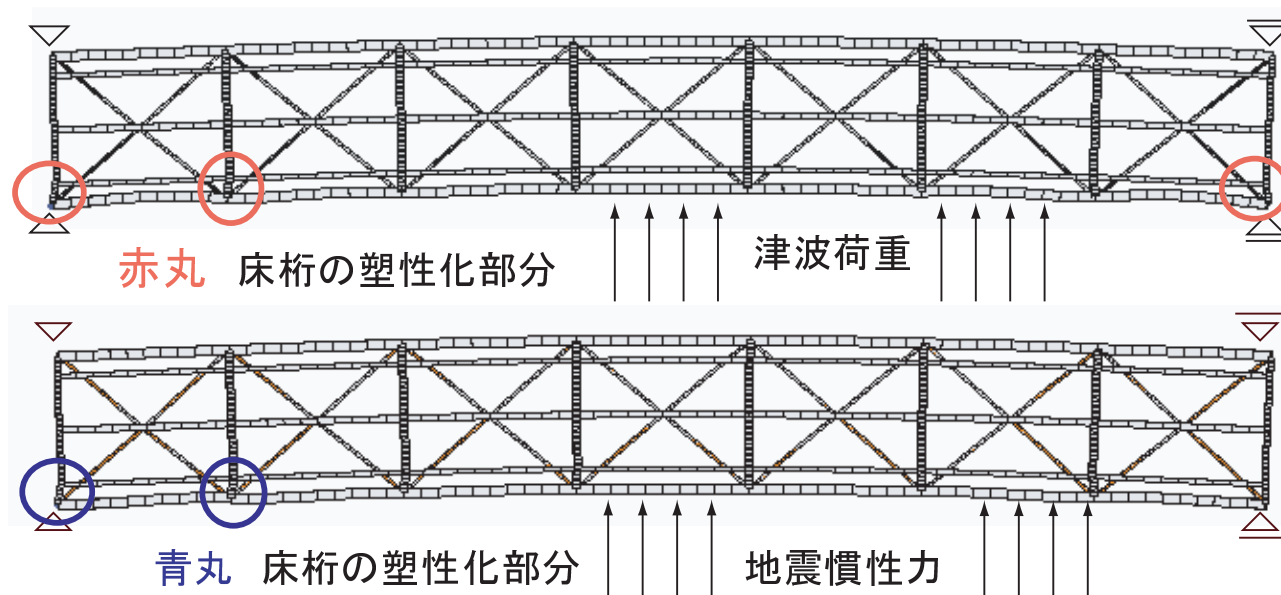


図：半載のイメージ



図：全載のイメージ

§4 半載パターン $f = 1.0$ と水平震度 0.6 との比較 (床組)

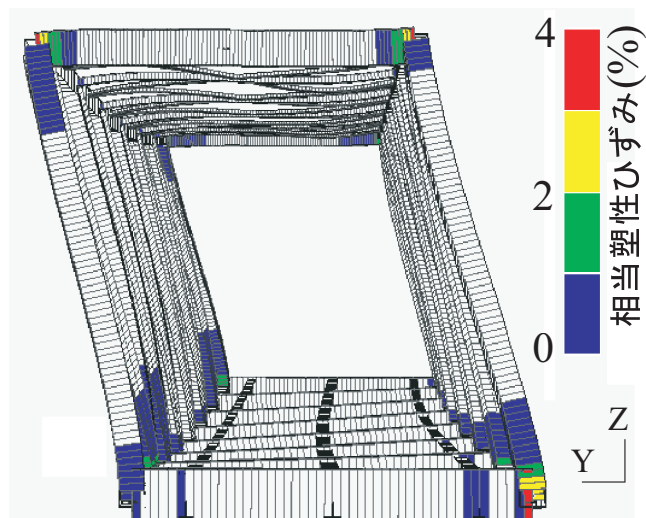


津波荷重
半載 $f = 1.0$

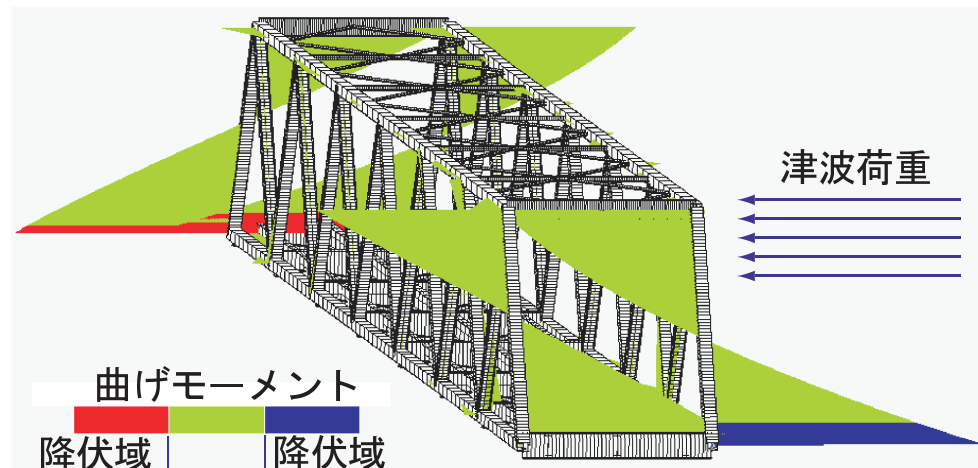
地震動
水平震度 0.6

- 半載 $f = 1.0$ と水平震度 0.6 とでかかっている合力はほぼ同じ。
- 両者とも床桁のみが塑性化し、その相当塑性ひずみは 0.11% 以下。
- 塑性化の主な原因は両者とも床組面内の曲げによる降伏だった。
- 塑性化の箇所とその原因において、両者は似ている。

§4 全載の荷重パターンでの变形挙動



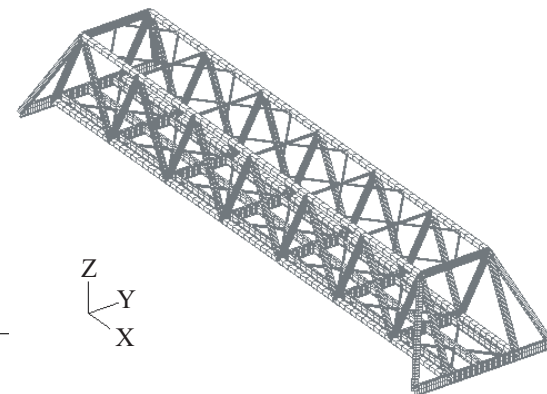
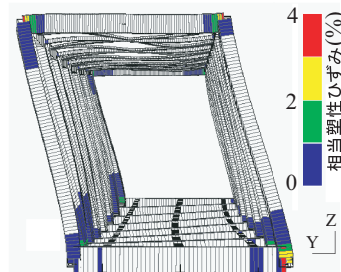
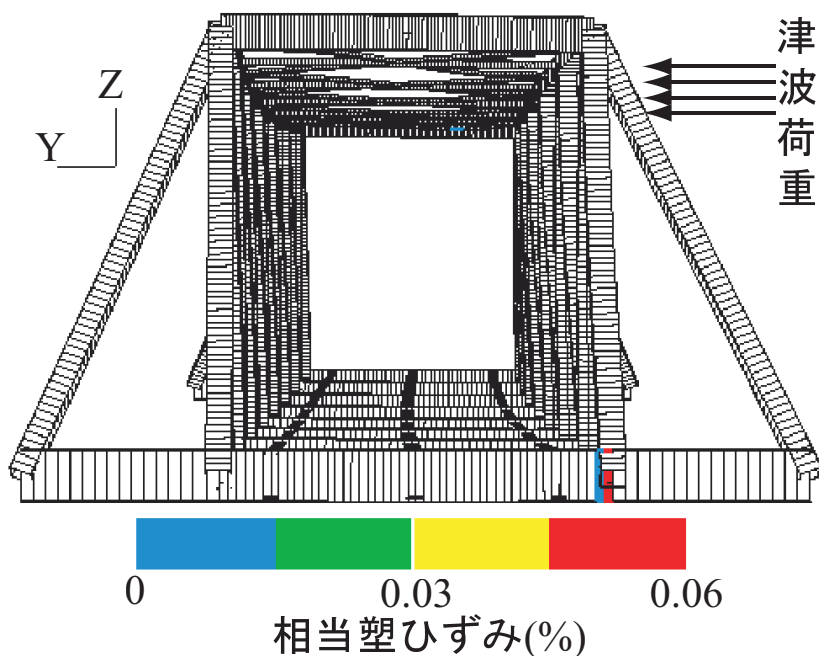
全載, $f = 0.9$



端柱の曲げモーメント図, 全載, $f = 0.9$

- 桁全体の横せん断と, 橋軸まわりのねじりの重ね合わせの变形
- $f = 0.4$ から $f = 0.6$ にかけて降伏が始まり, 広範囲化した.
- それ単体で端柱を降伏させる曲げモーメントが生じた.

§5 補強モデル (鋼材量は6%増)



補強モデルの
変形図
全載, $f = 0.9$

- 端柱と橋門構の断面強化では床桁や他の斜材が降伏した。
- トラスを構成するように端柱の上端と下端に新しい部材を接続。
- 塑性化したのは上横構と床桁のみになった。
- 最大の相当塑性ひずみは0.07%以下。⇒ 無補強モデルより改善

津波荷重を受ける下路式鋼トラス橋上部工の非線形挙動を有限要素解析を用いて検討した。得られた知見は次の通りである。

- 鋼トラス橋の全桁高に津波が作用する場合，腹材や橋門構などの主要部材が降伏する水準の橋軸方向まわりのねじりが発生し，それにより桁全体が横せん断変形する。
- 橋梁全水没規模の津波による作用への対策として，新たな部材による補強を行い，桁全体の横せん断変形の抑制と，主要部材の降伏防止に一定の効果があること確認した。