



# 単純鋼(鉄)リベットトラス橋3連の耐震対策

— 橋梁構造や地盤の特性を考慮した既設橋の耐震性能評価 —

株式会社荒谷建設コンサルタント

## 概要

対象の単純鋼(鉄)リベットトラス橋3連は、斜角45°を有する鋼トラス構造であり、地震時の挙動が複雑となる橋に分類され、レベル2地震後、早期の復旧が求められるため部材を弾性域内に留めることが求められた。そのため、地震時応答解析を実施し、既設の耐震性能を把握した上で必要な耐震対策を設定する必要がある。

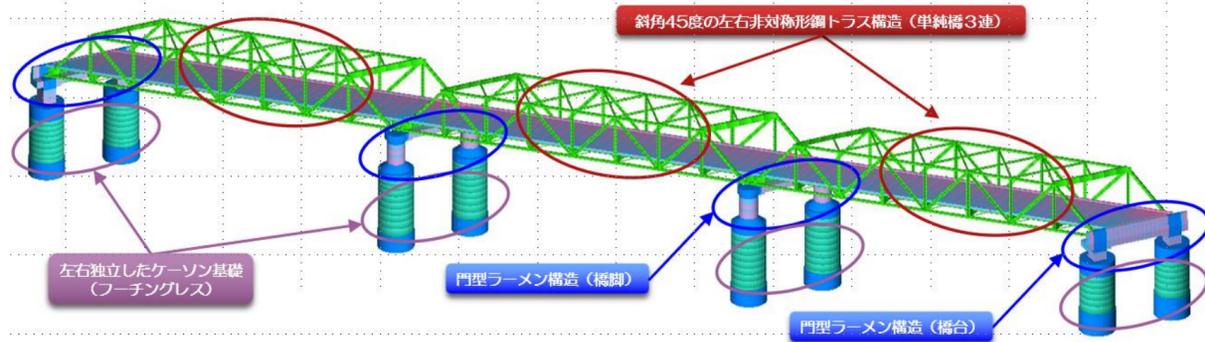
以下に、本橋の耐震設計を進める上で整理すべき課題/対応を列記する。

- 解析モデルは、上部構造は鋼トラス橋、下部構造は門型ラーメン構造(独立)、基礎工はオープンケーソン基礎(独立)であることから、三次元フレームモデルにて設定(地震時の挙動及び応答状況の把握)
- 斜角45°のため、橋軸/橋直方向、斜角/斜直方向に地震波を作用させ、厳しい応答状態における既往の耐震性能の評価(厳しい応答状態の把握)
- 追加土質調査により判明した耐震設計上の土質定数を零とする土層を含む液状化層の存在、ケーソン基礎の支持層への不定着及び最大2.4mの洗掘に伴う基礎構造の不安定要因の影響評価(基礎構造の不安定要因の検証)

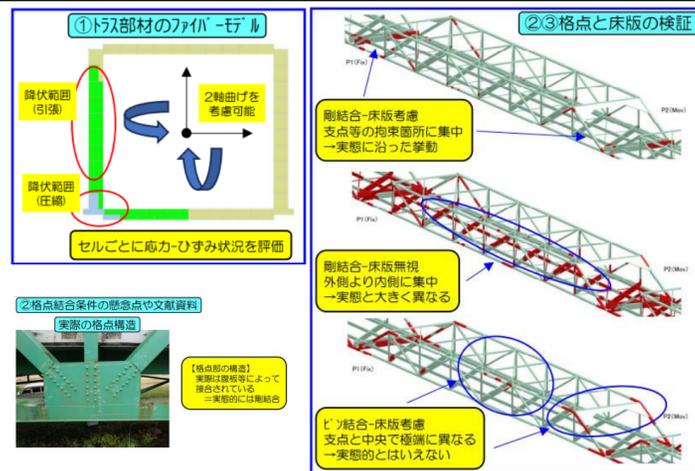
なお、本橋は特殊橋梁に分類される橋梁であり、耐震対策事例も少ないため、鋼橋設計や構造解析分野の学識者へのヒアリングを実施し、解析手法や条件設定、解析結果の妥当性を確認しながら検討を実施した。

## 構造諸元・解析モデル

- ・ 上部構造は斜角45度を有する左右非対称形の鋼トラス構造
- ・ 下部構造は橋台・橋脚ともに上梁断面の小さい門型ラーメン構造
- ・ 基礎構造は脚柱ごとに独立したオープンケーソン基礎



- ① トラス部材は軸力部材であり、地震による軸力変動の影響を無視できない。また、非対称形トラスであり、2軸曲げを考慮する必要から「ファイバーモデル」を採用
- ② 格点の結合条件は、懸念点や論文報告等をもとに、結合条件による影響の検証を行い、解析上の応答状態を適切に評価できる「格点部を剛結合」を採用
- ③ 既設の床版と縦行は非合成構造であるが、スラブ止めが作用せん断力以上の耐力があり、また、ズレ止め効果を考慮した床版モデルでの検証を行い、解析的に実態に近い応答を示す「床版剛性を考慮したモデル」を採用



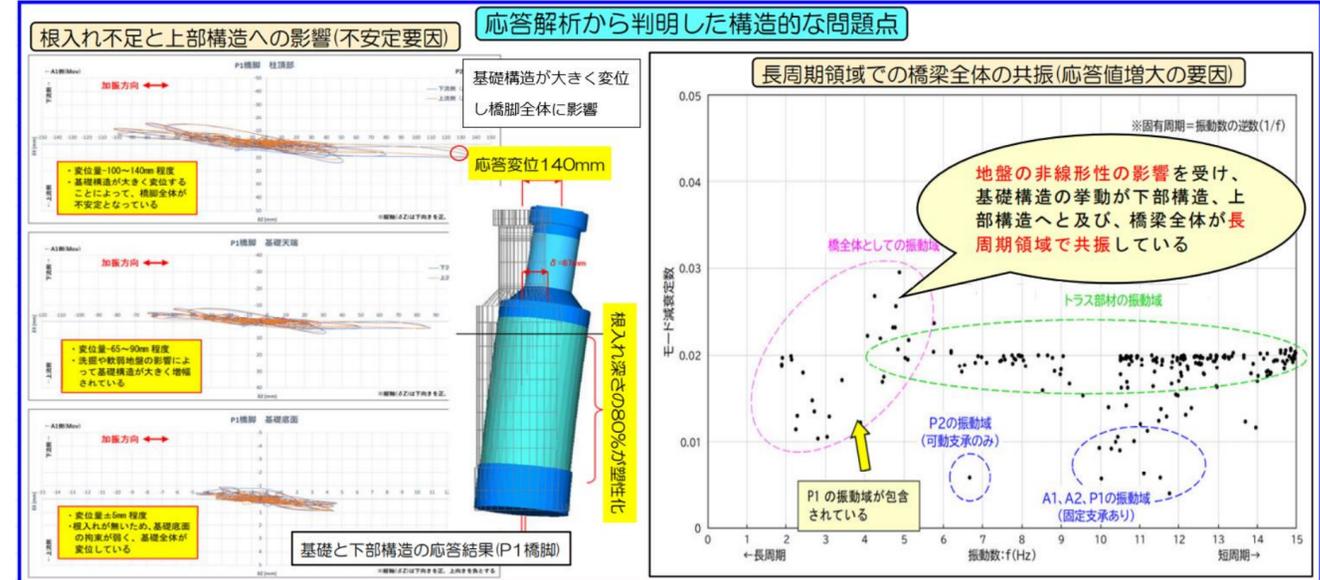
## 既設結果

本橋は、現況の基礎構造や地盤条件が竣工当時の設計条件と大きく異なり、基礎構造の不安定さや、橋全体の地震時挙動への影響が懸念された。このため、P1橋脚基礎の洗掘部分では地盤抵抗を考慮しない、基礎周面の地盤抵抗を弾塑性ばねにて評価し、基礎底面の抵抗特性については水平方向の応答への影響を確認する目的から弾性ばねによる評価とした解析モデルにより、基礎と地盤の非線形挙動を考慮した応答解析実施し、以下の結果を得た。

- ・ 全ての基礎で前面地盤の大半が塑性化し、既設基礎は根入れ不足によって構造的に不安定となった。
- ・ 基礎と地盤の固有周期が上部構造に近いために共振し、橋全体の応答が増大している。

### 【対応策】

本橋では、ケーソン基礎の補強による安定化が必須であり、また、上部構造と下部構造及び基礎構造の周期差に伴う応答荷重の吸収させる支承構造を設置するとともに、上部構造と共振させない対策が必要であることが判明した。



## 補強提案結果

橋梁構造や地盤の特性を考慮した既設橋の耐震性能評価の結果、下図に示すようにケーソン基礎補強対策として『鋼管矢板基礎工法』を採用し、上部構造との位相差を設けつつ地震力の低減が期待できる『免震支承への交換』により、難易度の高い鋼リベットトラス橋や下部構造の補強規模を抑えた耐震対策を提案することができた。

