

おぼれ谷にかかる RC 連続桁形式橋梁の地震時応答解析

(株) 復建エンジニアリング ○ 正会員 池亀 真樹、井口 光雄

1. はじめに

当社の設計業務である後背地に位置する鉄道橋梁の設計では、当該地盤が腐植土の堆積したおぼれ谷ということで、耐震設計が大きな課題となった。

設計では列車走行性の観点から連続桁を採用し、谷中間部に発生する地盤変位の影響が上部工に伝わらないようにスリ支承を採用し、上部工の水平慣性力を負担する始末端にはその負担を軽減するために、分散支承を採用した(図1参照)。

本稿は、このような特殊な構造形式を有する橋梁の地震時応答解析について、その解析手法およびその結果について報告するものである。

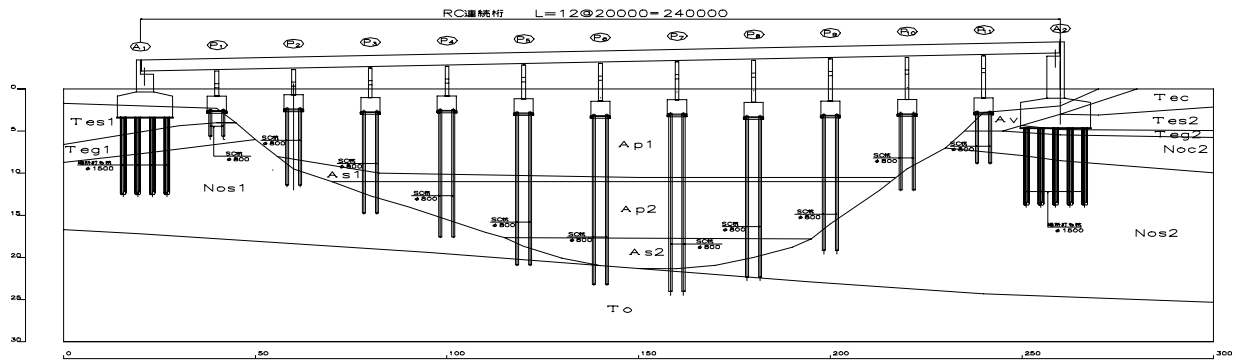


図1 全体一般図

2. 解析概要

本解析において課題となったのは、以下の4点である。

- 1) おぼれ谷の不整形性の影響の評価
- 2) 表層の極めて軟弱な有機質土の動的変形特性および歪み依存特性の評価
- 3) 地盤～構造物の連成系の構築方法
- 4) 支承の動的特性(復元力特性、履歴特性)の評価

以下に各評価方法を示す。

2-1. おぼれ谷の不整形性の影響の評価

不整形性の影響を考慮するために、有限要素法に拠ることとし、谷およびその周辺をモデル化した(図2参照)1)。特に、列車走行性の観点より線路直角方向の応答が重要なため、ソリッド要素により3次元モデルとし、面内に加え面外方向への自由度を設定した。

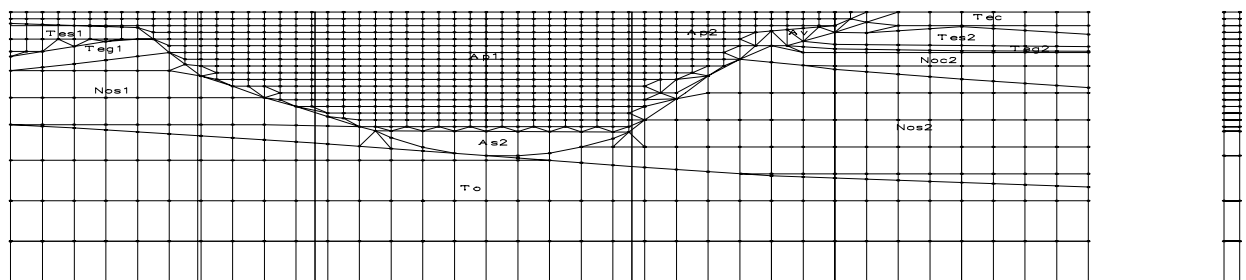


図2 FEM 解析モデル

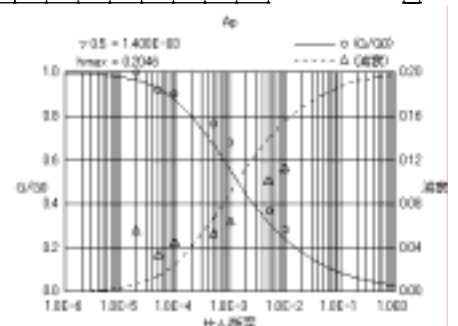
2-2. 表層の極めて軟弱な腐植土の動的変形特性の評価

本検討では地盤に発生する歪みが大きく、一般的な手法である等価線形化法の適用は難しいと判断し、詳細法である直接積分法に拠ることとした。動的変形モデルは修正 RO モデルとし、近傍の腐植土層で実施した動的3軸試験の結果を基に設定した(図3参照)。

2-3. 地盤～構造物の連成系の構築方法

本検討では基礎を支持ばねに置換し、別途実施した FEM 解析より

図3 腐植土層の動的変形特性



キーワード: 耐震設計、おぼれ谷、有限要素法、歪み依存特性、免震設計

連絡先: 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12(株)復建エンジニアリング tel 03-5652-8563

得られた各基礎地点での応答加速度波形に加え、応答変位波形をばね先に入力することにより、地盤変位の影響を考慮できる地盤～構造物間の連成系を構築した。

2-4．支承の動的特性（復元力特性、履歴特性）の評価

支承の動的特性は、水平荷重～変位の関係で表現した。

桁始末端に配置した分散支承は、減衰定数 h および変位に目標値を設け、ゴム寸法、鉛量などをパラメータにしたトライアル計算により、その動的特性を設定した。

中間橋脚に配置したスベリ支承は、水平摩擦係数×桁反力を上限値としたバイリニアモデルとした。

3．解析結果および設計への反映

3-1．下部工と上部工の相対変位

図4に最大相対変位分布図を示す。最大相対変位発生時間は地震開始より3.65s経過した時点であり、最大相対変位はP7橋脚における1.4mである。また、図5にP7橋脚における相対変位の状態を示す。これらの結果より、中間橋脚のスベリ支承の部材諸元を決定し、橋梁全体の地震時の安全性の確認を行った。

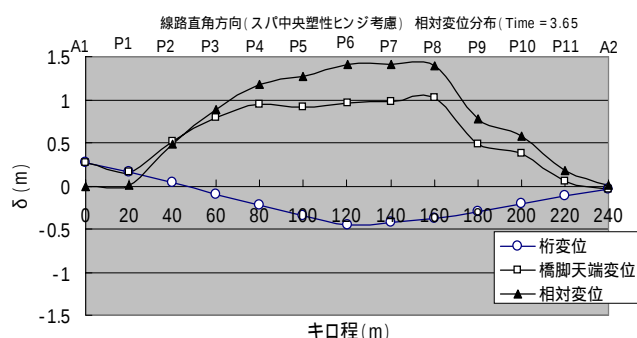


図4 最大相対変位分布(t = 3.65s)

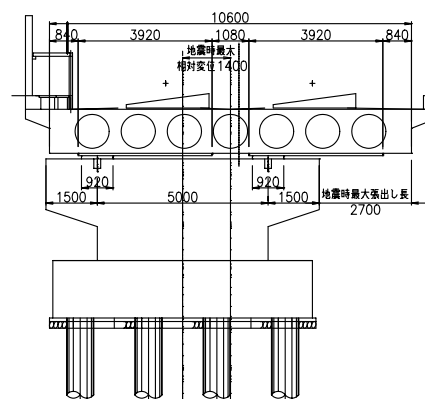


図5 桁と下部工の相対変位図(P7: t = 3.65s)

3-2．分散支承の免震効果

図6に桁と下部工の線路方向の最大応答加速度分布を示す。

同図から分かるように、下部工は800galから500gal程度の応答をしているのに対し、桁は300gal程度の応答となっている。

分散支承を用いなければ、桁は下部工と同等もしくはそれ以上の応答をすると想定されるため、分散支承による免震効果が発揮されたと判断できる。

また、図7に免震支承における荷重～変位関係の履歴曲線を示す。同図より、上記のような免震効果の発現はおおよそ0.20m程度の相対変位を伴うことが分かる。

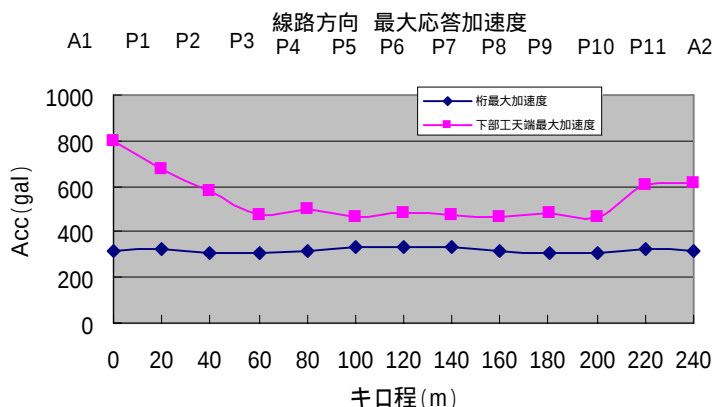


図6 下部工と桁の最大応答加速度分布

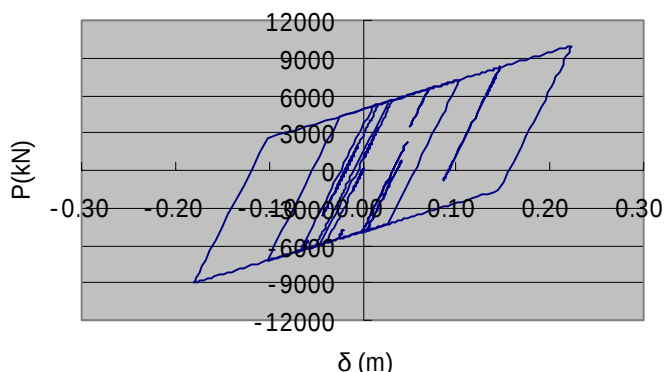


図7 支承部の相対変位波形(A1分散支承)

これらの結果より、免震効果を考慮した桁反力を用いて下部工の設計を行うこととした。また、その免震効果を期待するために、桁～パラペットの遊間を0.30m確保した位置に桁をセットすることとした。

4．さいごに

今後、地震動に対する不整形地盤の影響という観点で、さらに検討を進めていこうと考えています。

参考文献