

I-58 砂土路川橋りょうの設計計画について

（独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構東北新幹線建設局 十和田鉄道建設所 正会員 ○中島 浩哉
 （独）鉄道建設・運輸施設整備支援機構東北新幹線建設局 工事第三課 非会員 青木 重雄

1. はじめに

東北新幹線八戸・新青森間の砂土路川橋りょう（ $L=528\text{m}$ ）は丘陵地と平野・低地部が入り組んだ区間に位置し、非常に軟弱な腐植土層が地表面から深度 20m 付近まで分布している。このため、上部工が橋りょう下部工へ与える負担と地盤変位の影響を考慮する必要がある。また、地震時に地盤が大きく変位することに対する桁の遊間量等の観点から隣接する桁同士の相対変位量を一定量以下に抑える必要がある。本稿は、非常に軟弱な地盤上に架設する砂土路川橋りょうの上部工の選定と採用した支承形式について報告するものである。

2. 地形・地質概要

青森県十和田市を中心にして東部は小川原湖に接した広い面積を有する海成段丘に開析された谷地形であり、分布する主な地質は下位より

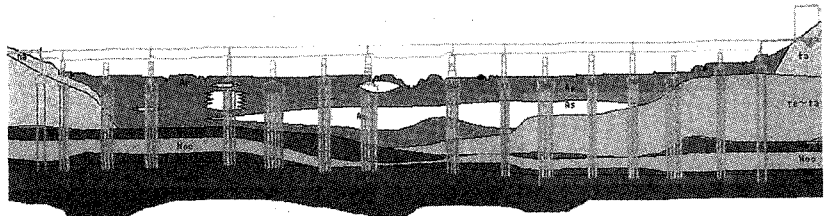


図-1 地質縦断面図

野辺地層（Nos2, Nos1, Noc）、天狗岱段丘構成層（te）、高館段丘構成層（ta）及び沖積河床堆積物層（As, Ap）で構成される（図-1）。低地部では地表から深度 20m 付近までは N 値が 2～10 程度の腐植土層が厚く分布しており、地盤種別別は G4 及び G6 の軟弱地盤に分類される。

3. 橋りょう上部工の選定

橋りょう上部工の選定の際は地盤変位が橋りょう上部工の設計・施工に及ぼす影響、その際の軟弱地盤対策、橋りょう下部工の断面とその形状について考慮する必要がある。

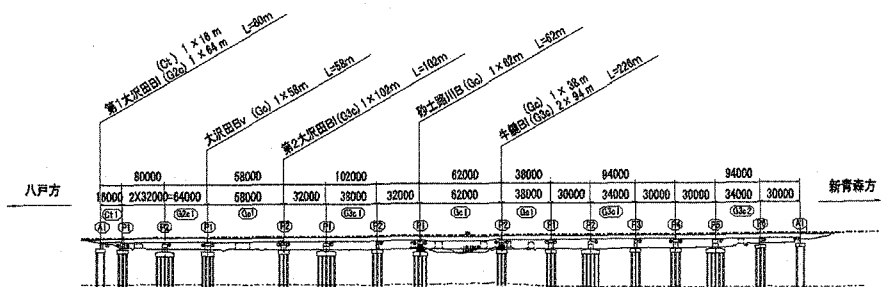


図-2 全体構造の縦断面図

なお、橋りょう下部工は鋼管杭である。これらを踏まえて上部工構造形式を詳細に検討した結果、コンクリート桁形式と比較して鋼桁形式は下部工に掛かる負担が単位長さ（m）当たり約 3 割の重量低減が可能であること、桁の連続化により耐震性が向上すること、径間長を長くし橋脚基数を減らすことで経済性が図れること、全区間が同系種・同桁高であるため景観性に優れること、騒音・振動の対策や防錆処理が必要となるが、騒音に対する障害が発生しないこと、耐候性鋼材を使用することでそれぞれ解決できること、から全体構造の上部工には鋼連続合成桁を主体とした構造形式を選定した。本節で選定した構造形式の縦断面図を図-2 に示す。

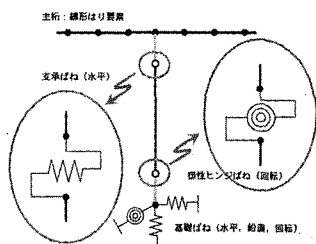


図-3 部材のモデル化のイメージ

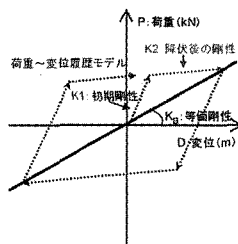


図-4 水平力分散支承のモデル化のイメージ

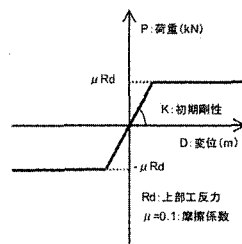


図-5 一点固定式支承のモデル化のイメージ

4. 連続合成桁の支承形式と動的解析

本節では水平力分散支承と一点固定式支承の2つの支承形式について、砂土路川橋りょう全体でモデル化した動的解析により桁の掛け違い部に発生する相対変位量を算出した。

4.1 解析条件

解析モデルは、対象構造物が広範囲であるため、基盤と地盤を支持ばねで置換した集約ばねモデルを採用した。主桁は線形はり要素でモデル化し、支承には減衰効果を見逃した等価剛性を有する線形ばねとしてモデル化した。部材のモデル化のイメージを図-3に示す。次に、支承ばねのモデル化について示す。水平力分散支承では、支承の減衰効果を見逃した荷重～変位履歴モデルから初期剛性 K_1 と降伏後の剛性 K_2 を合成することによって得られる等価剛性 K_g を傾きに持つ線形ばねモデルとした(図-4)。一方、一点固定式支承では上部工反力 (R_d) に摩擦係数 0.1 を乗じた値を上限値として初期剛性は可動支承の一般的な値 ($K=5.0 \times 10^3 \text{ kN/m}$) を傾きに持つ部分と、変位のみが増加する部分を有するバイリニアモデルとした(図-5)。また、入力波形には耐震標準の基盤地震動 (L2 スペクトルⅡ地震動) の加速度波形を基盤に、地盤の2次元 FEM 解析による応答変位波形を支承ばね (水平) にそれぞれ用いた。

4.2 解析結果と支承形式の選定

本橋りょうでは、桁の掛け違い部における遊間量の増減に対し、常時の目地間隔を 240 (mm) 以下に設定している。また、連続桁式橋りょうでは、上部工に作用する地震力を複数の橋脚に分散させて下部工に掛かる負担を軽減させることができるため、水平力分散支承を採用することが有利である。従って、解析ではまず、水平力分散支承について初期等価剛性、初期等価剛性の2倍、5倍、10倍の計4ケースにおける最大相対変位量と目地間隔とを比較し、適用性の検証を行った。その結果、水平力分散支承では目地間隔の条件を満足させるための等価剛性が初期等価剛性の10倍となり、現実的ではない。これは、砂土路川一帯は地盤が軟弱であり L2 地震時に地表面で生じる地盤変位が非常に大きいため、支承の剛性増加による効果が期待できなかったと考えられる。このため、地震力が固定側橋脚に集中し下部工に掛かる負担は大きくなるが、水平力分散支承に代わり一点固定式支承の適用性を検証した。その結果、目地間隔の条件を満足した。以上より、砂土路川橋りょうの支承形式には一点固定式支承を選定した。

5. おわりに

砂土路川橋りょうは非常に軟弱な地盤上の施工となるため、下部工へ掛かる負担及び地盤変位の影響を考慮して上部工重量の低減と隣接する桁同士の相対変位量を一定量以下に抑えることが求められた。これを受けて上部工の構造形式及び支承形式について比較検討した結果、本橋りょうでは上部工には鋼合成桁を、支承形式には一点固定式支承を採用することとした。現在、砂土路川橋りょうは本稿で報告した内容を元に施工計画が進められている。今後は、安全な施工が行えるよう万全を期す次第である。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，運輸省鉄道局監修・鉄道想像技術研究所編，丸善，H11.10