

軟弱地盤上の高架橋設計について

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○井本 佳秀
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 井上 崇

1. はじめに

東日本大震災により、仙石線は東塩釜～石巻間の約 34 km にわたり被害を受け、今もなお高城町～陸前小野間の約 12 km で運転を見合せている。このうち、陸前大塚～陸前小野間の東名駅・野蒜駅周辺については、ほぼ全域にわたって津波により浸水し、線路や車両が流出・埋没するなど、甚大な被害を受けた。仙石線の復旧について各関係自治体と鋭意協議を進めた結果、津波被害の大きかった陸前大塚～陸前小野間については、東松島市の高台移転となるまちづくり計画にあわせて山側へルート移設することとした。本稿では仙石線の移設復旧に伴う軟弱地盤上の高架橋の設計計画について詳述する。

2. 仙石線移設計画の概要

仙石線の移設計画の概要を図-1に示す。仙石線は、高台に造成される新市街地を通るルートとなり、その中に東名駅・野蒜駅を移設する。造成区間内の鉄道敷の高さは T.P. +22m で計画されており、仙台方・石巻方からそれぞれ高台にアプローチする形状となる。従来の仙石線とのすり付け部は、仙台方で概ね T.P. +2m、石巻方で T.P. +9m(既設高架橋)であり、最大で約 20m の高低差があり、仙台方・石巻方ともに高架橋にてアプローチすることとした。

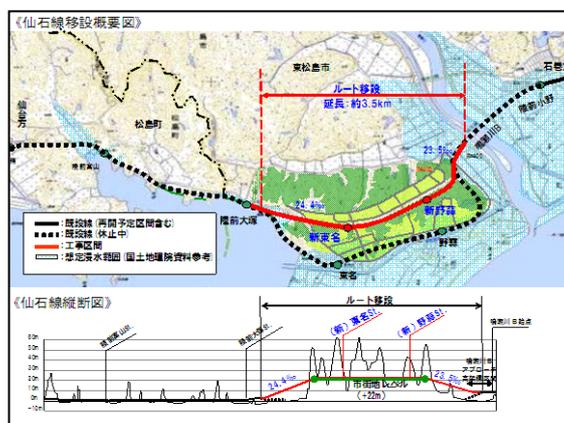


図-1 仙石線移設計画概要図

3. 地質調査結果

高架橋の詳細設計に先立ち、移設区間の地質調査を実施した。地質調査の結果、石巻方については、G.L. -2.0～-3.0m 程度で N 値 50 以上のシルト岩層が現れており、地盤状態が良好であることが分かった。一方、仙台方は、最大で深さ 20m 近くまで N 値 0 の粘性土が存在しており、支持地盤層は図-2に示すような傾斜角約 10° の溺れ谷の地形(色が濃いほど支持地盤層が深い)になっていることが分かった。本調査結果より、特に仙台方の高架橋については軟弱地盤を考慮した設計を行うこととした。

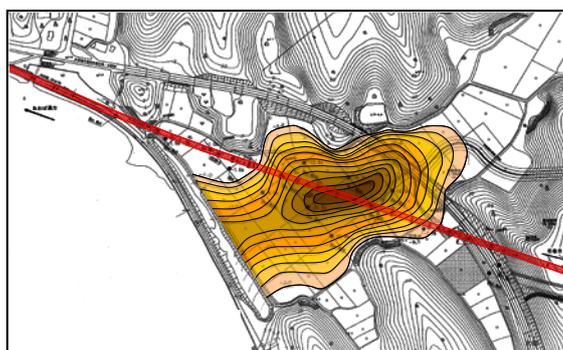


図-2 支持地盤コンター図

4. 仙台方アプローチ高架橋の設計

仙台方のアプローチ高架橋周辺については、東松島市で盛土を施工する計画があるため、構造物に与える影響と対策について検討を行った。

(1) 東松島市の盛土計画

仙台方のアプローチ高架橋周辺では東松島市が盛土として土地利用をする計画となっている。当該箇所は海水面が満潮時に約 T.P. +0.8m となるのに対し、現地盤は T.P. -1.3m 程度と海水面より低くなっており、自然排水

キーワード 高架橋、軟弱地盤

連絡先 〒980-8580 宮城県仙台市青葉区五橋一丁目 1-1 TEL022-208-8310 FAX022-208-8300

が困難で常時ポンプアップにより排水している状況である。東松島市では、堤防高さに合わせ T.P.+4.0m 程度まで盛土を行う計画であり、盛土高としては 5.3m 程度になる。

(2) 盛土による圧密沈下の検討

前述の地質調査位置において、G.L.-5m および-13m の位置でサンプリングし、圧密試験を行った。試験結果より、圧密沈下量と圧密時間を算出した結果を表-1 に示す。

この結果より、圧密沈下には膨大な時間がかかることが分かった。

(3) 圧密沈下等を考慮した高架橋の設計

① 盛土の実施(東松島市施工)

本来東松島市が施工する盛土による圧密沈下が終了してから構造物を施工することが望ましいが工程的に困難である。一方、高架橋施工後に盛土を施工した場合、その影響で構造物に変位が発生する等の懸念がある。そこで影響を最小限にするために、盛土を先に施工し、その後高架橋を施工することで、高架橋構築後の盛土施工による悪影響を抑えることとした。

② 高架橋の設計条件

軟弱地盤や圧密沈下を考慮し、各種設計条件を設定した。

(i) ネガティブフリクションを考慮した設計

圧密沈下に伴うネガティブフリクションにより杭の鉛直支持力の低下が長期に渡って発生することが考えられるため、単杭の設計鉛直支持力はネガティブフリクションにより低減して算出した。ネガティブフリクションの補正係数は杭頭から杭先端までの中間層の沈下の状態や荷重状態から算出され、適宜 0~1.0 の範囲で定められるが、中間層の年間圧密量が 40mm を超えると想定されたことから、今回は設計で考えられる最大の影響があると仮定し、ネガティブフリクションの補正係数を 1.0 と設定した。

(ii) ばね変動を考慮した設計

ネガティブフリクションにより基礎のばね定数が変動することが想定されることから、長期使用限界状態に対する検討において杭の地盤ばね定数を1列ずつ低減させて照査を行うこととした。杭基礎でネガティブフリクションを受ける場合の低減係数 α は、鉄道構造物等設計標準・同解説¹⁾に準じ、 $\alpha = 1.3$ と設定した。その結果、縦梁の支点部に大きな負の曲げモーメントが発生することから、縦梁の支点部は耐久性の照査により桁高を約 2.7m と決定した。

③ 高架橋の一般断面寸法

上述の照査に加え、柱(中間部)をL1地震の降伏震度により、柱(端部)は耐久性の照査により断面寸法を決定した。また、L1地震時における脱線に対する安全性の照査より、杭径ならびに支持層への根入れ深さを決定した。当該区間における高架橋の一般断面寸法の一例を図-3に示す。

5. まとめ

今回は軟弱地盤に位置する仙台方の高架橋の設計について記述した。現在、下部工の施工がほぼ完了し、今後、上部工の施工に着手することになるので、盛土の沈下や高架橋の計測管理等を行いながら、安全確保のもと、早期復旧を目指し、鋭意プロジェクトを進めていく。

【参考文献】

1) 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説(基礎構造物・抗土圧構造物),2000

表-1 圧密沈下量・時間の検討結果

盛土高さ	3.0m	5.3m
圧密沈下量	2.5m	3.8m
圧密時間	136年	221年

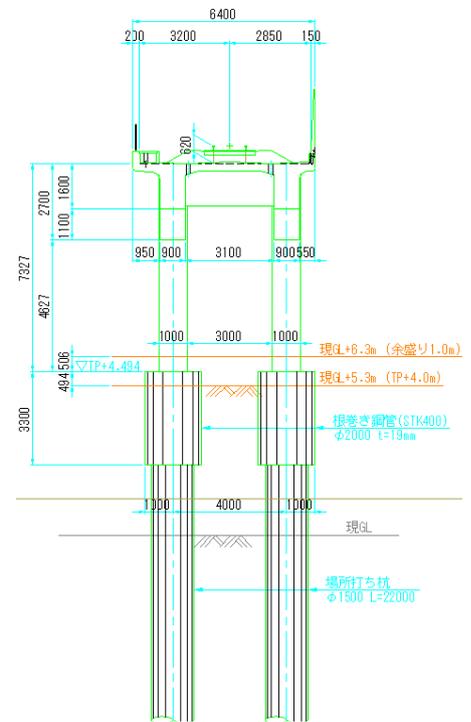


図-3 高架橋の一般断面寸法