

補強土橋台の受働抵抗を活用した橋梁の耐震構造計画

鉄道・運輸機構 正 ○米澤豊司 石井秀和 菊地圭介
中央復建コンサルタンツ(株) 正 尾崎良明 中原正人

1. はじめに

本橋梁は、在来線土工区間に並行する現地盤面付近の高さの新幹線複線土工区間にあり、在来線をアンダーパスする道路のボックスカルバートを橋長 33 m で越えている。新幹線本線の縦断線形の制約と、交差している道路ボックス上の離隔の条件により、桁下空頭に制約が生じることから、上部工は同規模の径間長、桁下空頭の橋梁では一般的な、PC下路単純桁で計画した(図1)。

一方、下部工である橋台は、死荷重が大きく地震時慣性力の影響が大きいPC下路単純桁について、耐震性に配慮した構造計画を行う必要があった。その結果、補強土橋台とダンパー式ストッパーを採用し、補強土橋台の受働抵抗を含めて慣性力に抵抗する橋梁を計画したので報告する。

なお、鉄道構造物等設計標準・同解説(以下「設計標準・同解説」)耐震設計¹⁾による現地の地盤種別はG2地盤である。

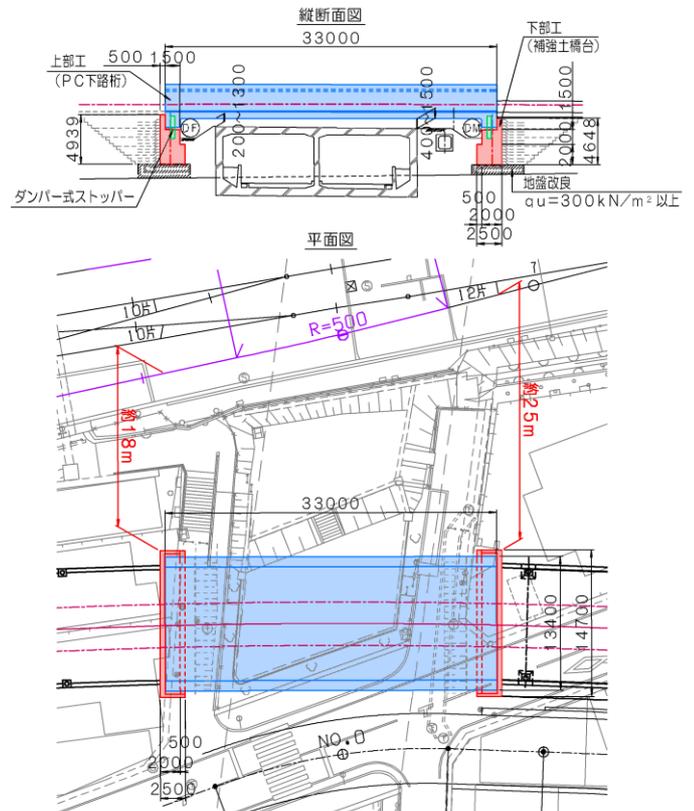


図1 橋梁全体図

2. 下部工の選定

鉄道で用いられる主な橋台は抗土圧橋台と補強土橋台である²⁾。本橋梁は供用中の在来線鉄道および道路のボックスカルバートへの影響を考慮した構造形式を選定する必要がある。

本橋梁の下部工を抗土圧橋台とすると、地震時には背面土圧と上部工の慣性力に抵抗する必要があり、地盤条件から杭で支持する必要があるが、供用中の在来線鉄道および道路ボックスカルバートに近接して大規模な掘削を行う必要がある。一方、補強土橋台は、支承を通じて作用する上部工慣性力に対して、補強材で一体化された背面地盤とともに抵抗することから、大規模なフーチングや杭の施工が不要である。よって本橋梁の橋台は補強土橋台を基本とした。

3. 支承構造の選定

支承条件は、単純桁では固定・可動とすることが一般的である。固定側の支承および下部工は、L2地震時の上部工慣性力の全てを負担することとして設計するため、固定側は地震時の上部工慣性力の影響が大きい。本橋梁では、上部工慣性力が大きいと固定側の橋台は地震時の安定に対する検討が非常に厳しい結果となった。そこで、ストッパーにダンパー式ストッパー²⁾を用いることにより、地震時には上部工がストラットとなり、両側の橋台と上部工が一体となって、地震時の水平力に対して主働側の橋台の背面のジオテキスタイルの引張抵抗と受働側の橋台の背面の受働土圧で抵抗する構造とした(図1, 図2)。

キーワード 耐震設計, 橋梁計画, 構造計画, 補強土橋台, ダンパー式ストッパー

連絡先 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 TEL: 045-222-9082 FAX: 045-222-9102

4. 耐震設計の概要

4.1 耐震設計方針

下部工は橋台であるため、耐震設計は橋軸方向のみ行った。ダンパー式ストッパーは、地震時以外は固定・可動の区別があるストッパーと同等と考えるが、地震時にはダンパー効果を考慮して両端固定と考え、下部工の剛性や地盤バネによる分担を考慮した。今回は、補強土橋台には含まれた単純桁であるため、GRS一体橋梁^{2,4)}に準じて上下部工を一体としたモデルで静的非線形解析を行った。ただし、支承部はピンとして扱った(図2)。

なお、GRS一体橋梁は、主桁と補強土橋台とを剛結することにより一体化することが特徴である。本橋のようなPC下路桁に適用すると、剛結した主桁と補強土橋台との荷重伝達や、主桁のプレストレスやクリープ・乾燥収縮に伴う変形を補強土橋台が拘束することによる検討を要する。下路桁構造のGRS一体橋梁の事例はSRC構造⁵⁾のみであり、PC桁については試設計⁶⁾を行っている段階である。本橋梁は、ダンパー式ストッパーを採用したことによって、地震時以外は固定・可動構造とし、主桁と補強土橋台との変位差は支承部で吸収できる構造となっている。解析モデルは、補強盛土と橋台く体間の作用伝達を主働側は補強材バネ、受働側は土のうバネとした²⁾。

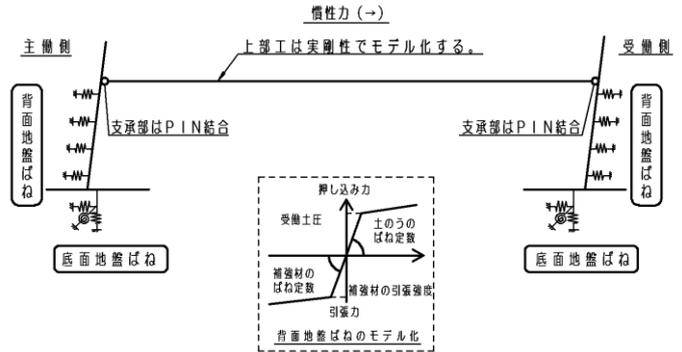


図2 耐震設計のためのモデル化

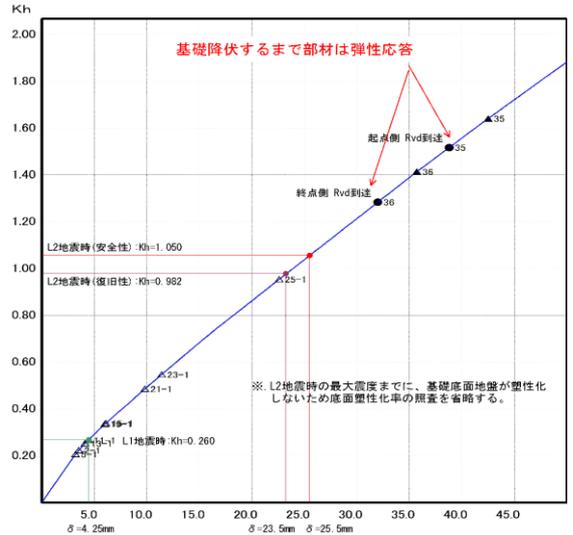


図3 プッシュオーバー解析結果

4.2 設計水平震度

本橋梁の設計水平震度は、補強土橋台が地盤と一体的に挙動すると考え、設計標準・同解説 耐震設計のG2地盤用の地表面設計地震動の最大加速度により設定した。このときの設計水平震度はL1地震動 0.26, L2地震動 1.05である。なお、プッシュオーバー解析で押切ると、L2地震動に相当する設計水平震度以上で基礎が降伏し、橋台く体は塑性化しない(図3)ため、L2地震動の範囲では地盤と一体的に挙動するという仮定は適切であると考えられる。

5. まとめ

本橋梁は、補強土橋台間のPC下路単純桁に、ダンパー式ストッパーを適用することで、GRS橋梁に準じた耐震性をもつ合理的な構造としたものである。ただし、支承部は一般的な橋梁と同様の維持管理が必要である。

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 耐震設計，2012，
- 2) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 土留め構造物，2012，
- 3) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004，
- 4) 玉井・神田・龍岡：補強盛土一体橋梁，コンクリート工学，Vol.52，No.10，2014年10月，
- 5) 高野・徳富・高橋・阿部：三陸鉄道北リアス線ハイペシ橋梁の設計，橋梁と基礎，Vol.48，No.5，2014年5月，
- 6) 古屋・田所・岡本・下津・西・玉井：PC構造を用いたGRS一体橋梁の長大スパン化に関する常時解析検討，土木学会第69回年次学術講演会，2014