高速鉄道における高架橋張出し部設計の基本的な考え方について

東海旅客鉄道株式会社　正会員　大野　政弘

1. はじめに

鉄道の構造物には、盛土・切取等の土工構造物、ラーメン高架橋等のコンクリート構造物、山岳地帯に多いトンネル、河川橋等に主に用いられる鋼橋の４つに大別される。本報告では、ラーメン高架橋の張出し部について、張出し部の作用外力を体系的に整理したうえで、張出し部の設計に関する基本的な考え方等を整理して報告する。

2. 高架橋の張り出し部

一般的な高架橋の概要図を図１に示す。高架橋の張出し部とは、図１の断面図にあるように線路外方に張出した部分であり、鉄道の場合は沿線環境保全の観点から騒音対策として防音壁を設置（写真１）することが通常である。

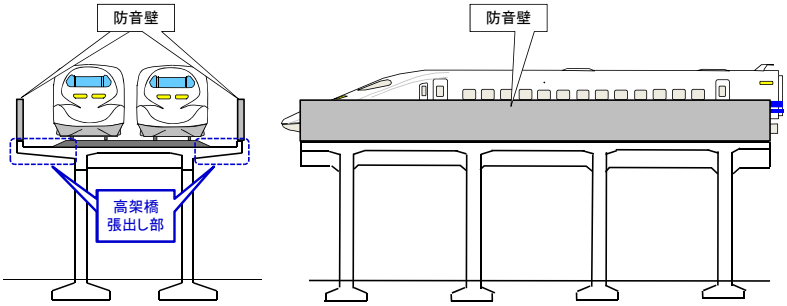

図１　高架橋の概要図（左：断面図、右：側面図）

写真１　東海道新幹線高架橋の防音壁

3. 高架橋張出し部に作用する外力

設計計算にあたっては、設計計算の対象となる構造物に作用する外力を的確に把握することが重要である。本報告の対象である防音壁が設置された高架橋張出し部に作用する主な外力は、図２のとおりである。

① 張出し部の死荷重：D1
② バラスト・まくらぎ・レール等の死荷重：D2
③ 列車通過時の列車荷重：L
④ 列車通過時の衝撃荷重：I
⑤ 列車通過時の列車風圧荷重
⑥ 風荷重：W1（風速 30m/s 程度）、W2（風速 50m/s 相当）

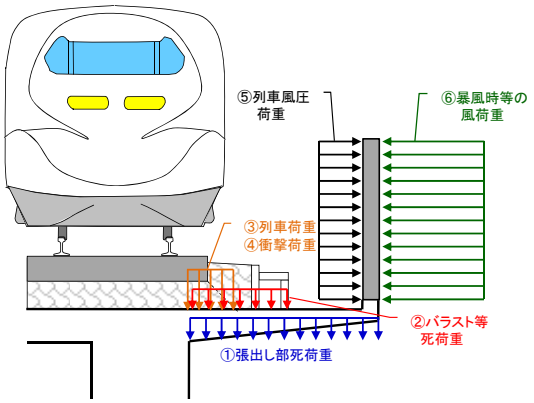

図２　高架橋張出し部に作用する外力

4. 高架橋の張出し部の設計照査の概要

１）設計照査で想定すべき限界状態

構造物の設計照査にあたっては、設計耐用期間中に構造物に期待される機能が果たせなくなる限界状態について検討することが原則である。高架橋張出し部の設計照査においては、下記の限界状態で設計照査を行っている。

・終局限界状態：破壊・転倒・座屈・大変形等を起こし、機能や安定を失う状態
・使用限界状態：過度のひび割れ・変位・変形・振動等を起こし、正常な使用ができなくなったり，耐久性を損なったりする状態

なお、高架橋張出し部の設計照査では、疲労限界状態についての設計照査は省略をしている。疲労限界状態とは、列車荷重等の繰返し荷重により疲労破壊となる状態であるが、高架橋張出し部に作用する繰返し荷重（すなわち列車荷重）は、他の変動荷重（風荷重）に比べて小さい荷重であるためである。

２）設計荷重の考え方

設計照査に用いる設計荷重は、永久荷重と変動荷重を組み合わせることとしている。永久荷重と組み合わせる変動荷重は一つだけを対象とすることは少ないが、同時に考慮すべき変動荷重が複数ある場合、変動荷重の最大値が同時に発生する可能性が小さいため、合理的かつ経済的な設計を行うため、変動荷重の組み合わせを調整している。

上記の考え方に基づき、高架橋張出し部の設計照査に用いる各限界状態の設計荷重は、「**３．高架橋張出し部に作用する外力**」を用いて表現すると、下記のとおりとなる。なお、各荷重に掛けられている数字は荷重係数であり、安全係数の一種である。

・終局限界状態：　① 1.1×D1＋1.2×D2＋W2
② 1.1×D1＋1.2×D2＋1.1×L＋1.1×I＋1.2×W1
※①②のうち、設計荷重が大きくなる組み合わせで照査を行う。
・使用限界状態：　③ 1.0×D1＋1.0×D2
④ 1.0×D1＋1.0×D2＋1.0×L＋1.0×I
※③にて鉄筋の引張応力度、④にてひび割れに対する照査を行う。

３）設計照査の流れ

高架橋張出し部の設計照査方法は、他の構造物と同様であるため、設計照査の詳細については割愛する。

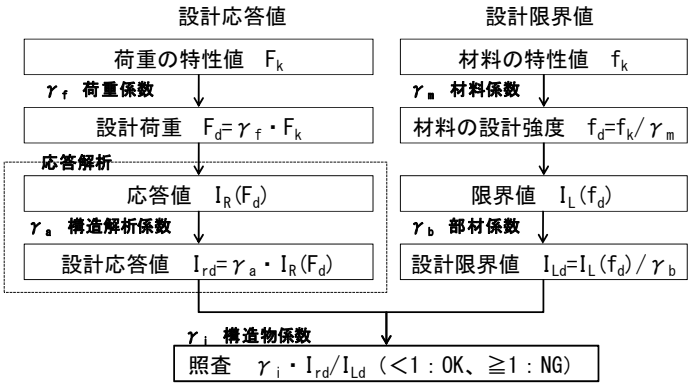

図３　設計照査の流れ

５．おわりに

昨今の気象状況を鑑みると、地球温暖化の影響か否かは不明であるが、超大型台風の上陸や突発的に発生する竜巻等により、終局限界状態の設計照査に用いている暴風時風荷重(風速 50m/s 相当)を上回る風荷重が、防音壁を介して高架橋張出し部に作用する可能性がある。また、また、構造物の経年劣化（中性化による鉄筋腐食等）により、構造物の耐力は少なからず低下していくはずである。

反面、設計照査において考慮しないコンクリートの引張強度が寄与すること、設計照査では材料のばらつきを考慮した安全係数（部材係数）や実際の鉄筋降伏強度が設計に用いる値よりも大きいことなどから、構造物の実耐力は、設計耐力よりかなり大きいと想定される。

したがって、合理的かつ経済的な構造物を設計するためには、構造物を取り巻く環境を十分に考慮するとともに､構造物の実耐力や経年劣化による耐力低下等を考慮した評価手法が､今後求められてくると考える。

（参考文献）鉄道構造物等設計標準　コンクリート構造物　鉄道総合研究所