

共振現象が発生した橋りょうに対する既設防音壁補強工法による補強効果の検討

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 荻原 裕貴, 湯浅 啓司, 品田 卓也

1. はじめに

新幹線橋りょうにおいて、特定の速度域の列車走行に伴い、桁の共振現象が生じた。共振現象により、桁のたわみが生じ、乗り心地の悪化が懸念された。このような場合、桁下に支点を追加することで支間を短縮し、固有振動数(剛性)を増加させることでたわみを低減する事例がある¹⁾。しかしながら、桁下に道路などが横断するような箇所では新たに支点を設けることは困難である。そこで H 鋼を支柱とした支柱式防音壁を有効活用しながら補強する既設防音壁補強工法の試験施工を行った。そして、桁の剛性を迅速かつ効果的に向上させることが可能かの検討を行った。

2. 補強対象構造物の概要

図-1 に補強対象構造物の桁断面図、図-2 に概況を示す。上部工は支間長 29.2m の PRC 単純 T 形 4 主桁(複線桁)であり、下部工は橋脚高 6.9m、基礎形式は場所打ち杭形式である。桁下は道路が横断しており、道路幅員は約 9.0m、桁下空頭は約 5.9m である。図-3 に既設防音壁の概況を示す。既設防音壁は H 形鋼 (H-150) を支柱とし H 形鋼のウェブに PC 板を挿入しゴムくさびで固定する構造である。

3. 補強構造の概要

図-4 に既設防音壁補強の構造図を示す。本施工では可能な限り早期に補強が完了することを対策方針にした。そこで既設防音壁をそのまま活用し、支柱 H 形鋼間に H 形鋼と等辺山形鋼で補強し、桁剛性を向上させる構造とした。各鋼材サイズは上弦材 H-150、下弦材 H-125、斜材 L-100 とし、支柱 H 鋼と補強鋼材はワンサイドボルトで接合した。桁全長に対して、上下線の両側の防音壁内側に設置した。

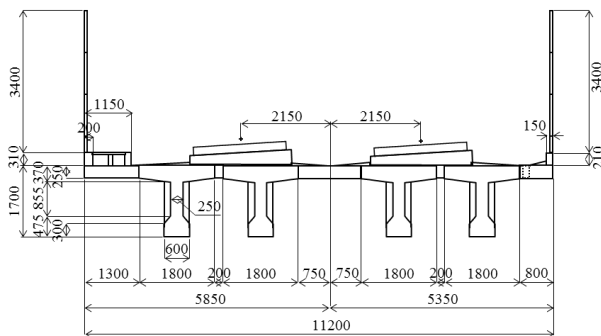


図-1 桁断面図



図-2 橋りょう概況



図-3 既設防音壁の概況

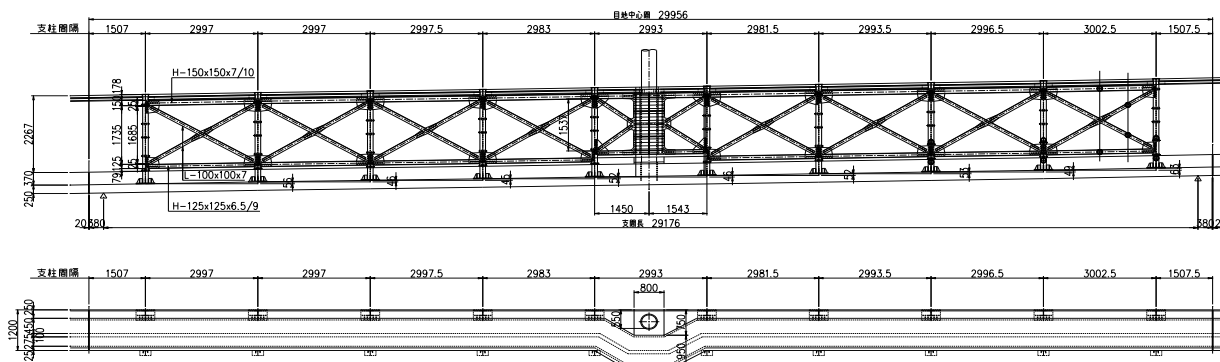


図-4 既設防音壁補強の構造図

キーワード 新幹線, PRC 桁, 共振現象, たわみ, 剛性向上, 防音壁

連絡先 〒163-0231 東京都新宿区西新宿 2-6-1 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL : 03-6851-0086

4. 固有値解析結果

施工前に固有値解析を行い、既設防音壁補強による剛性向上効果を確認した。補強前の桁剛性は実測のたわみと同程度となるように断面 2 次モーメントを修正し計算した。その結果、補強前の固有振動数は 2.59Hz で、補強後の固有振動数は 2.82Hz（補強前の 1.1 倍）となった。

5. 施工方法

図-5 に補強後の概況を示す。補強材は桁下からクレーンで補強材を吊上げて、H 鋼支柱に取付けた。取付けは夜間の作業間合い（約 3.5h/日）で施工し、施工延長 60m（上下線の既設防音壁延長）を 15 日間で完成させた。

6. 補強後の効果確認

図-6 に補強前後のたわみ測定結果を示す。縦軸は補強前の最大たわみを 1 とした比率（以下、たわみ変化率）である。横軸は通過列車速度を示す。補強前の共振速度は約 220km/h で、これから逆算した固有振動数は $n=2.44\text{Hz}$ であった。補強後はたわみ変化率が 0.98、共振速度が約 230km/h となり、逆算した固有振動数は $n=2.56\text{Hz}$ となった。補強後の共振速度は 10km/h 程度上昇し、逆算した固有振動数は補強前の 1.05 倍となるため、施工前に実施した固有値解析の結果と同程度となった。今回の検討では既存構造を活かせること、かつ支障移転が必要ないように補強材サイズを選定したが、この仕様では共振現象対策として十分ではないことが分かった。

7. 補強材の剛性と桁剛性の関係について

補強材の剛性と桁剛性の関係を把握するために、補強材の剛性と桁の固有振動数（剛性）をパラメータにして数値解析を行った。補強材の剛性を今回施工した補強材の 1～5 倍の範囲で変化させ、無補強状態の桁の固有振動数を 2.5～3.5Hz の範囲で変化させた場合の効果検証を行った。図-7 に解析結果を示す。青線の補強材剛性 1 倍の固有振動数が実施工した結果と同程度である。当該橋りょうのようにすでに共振現象が発生しているような桁剛性では、補強材の剛性を 5 倍にしても、補強後の固有振動数は 3.0Hz を下回る。この場合の共振速度は 260km/h 未満となり、設計最高速度以下となる。従って、今回と同様な補強構造で既設防音壁を補強した場合、単独で共振現象対策として十分ではないと考えられる。

8. まとめ

桁下空間に制約のある環境下で共振現象が発生している桁に対して、既設防音壁補強工法を検討し、多少の効果があるが、それ単独では共振現象対策として十分ではないことがわかった。そのため、本対策に加え、桁下道路に支障せず、既設橋脚付近に追加支点を設けた際の効果検証などを実施する必要がある。

参考文献

- 1) 神谷弘志，荻原裕貴ら：北陸新幹線 PRC 単純桁の桁振動対策，土木学会年次講演会，2018



図-5 既設防音壁補強の概況

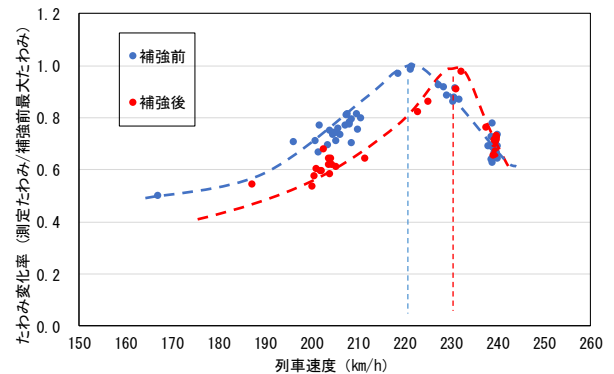


図-6 補強前後のたわみ

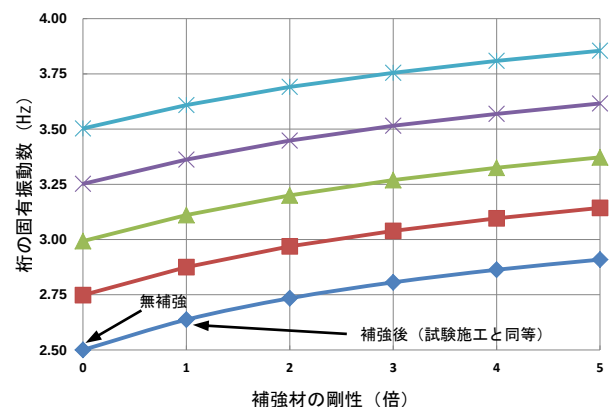


図-7 補強材の剛性と桁剛性の関係