

## 本牧ジャンクションにおける避難階段の歩行者による振動対策

首都高速道路公団 正会員 ○津野 和宏  
 首都高速道路公団 正会員 松崎 久倫

## 1. はじめに

首都高速道路公団で施行した本牧ジャンクション改良事業は、高速狩場線の横浜中心部と高速湾岸線の磯子・金沢方面を接続する連結路(以下、新設連結路)を建設するものであり、平成16年12月22日に供用開始した。首都高速道路の高架橋には、災害時等の避難のため約1kmに1箇所の非常口が設置される。新設連結路の延長は約1.2kmであり、連結路の中央付近に非常口として避難階段を設置した。避難階段完成後、歩行による共振現象が確認された。本稿は、避難階段の振動状況とその原因推定、および対策方法とその効果を述べるものである。

## 2. 振動の状況と原因推定

避難階段構造一般図を図-1に示す。高さ約24.7m、平面寸法4.9m×2.7mの柱状構造物である。一般的に用いられる螺旋型からのコスト削減を狙い、型鋼を多く用いることが出来る今回のデザインとした。避難階段は、一般構造用角型鋼管4本の支柱材、それを繋ぐH鋼による水平材や階段歩廊を形成する縞鋼板等で構成される。構造設計は橋軸方向と橋軸直角方向の2方向平面解析で行い、風荷重等により支柱基部に生じる曲げモーメントやせん断力を設計作用力とした。構造物の総重量は約25トンである。

供用前に40～50人の関係者が階段を昇降した際、橋軸直角方向に天端で振幅約5cmの揺れが確認された。この振動現象を確認した直後、階段の振動調査を以下の通り実施した。

- ① 避難階段を10名程度で昇降、
- ② 天端付近で振動を目視して10回揺れる時間を計測して振動周期を算出、
- ③ 階段の振幅は、予めセットしておいた目盛りにて目視確認。

この振動調査の結果を表-1に示す。「立体横断施設技術基準・同解説」<sup>1)</sup>や小堀ら<sup>2)</sup>によれば、歩行者活荷重の固有振動数は鉛直方向で約2Hzであり、左右方向の振動数は約1Hzであると考えられる。これに対し、避難階段の振動方向の水平固有振動数は、調査結果から約1Hzであった。このため、この振動現象は歩行者荷重との共振であると判断した。

## 3. 振動を抑制する方法

避難階段と並列の橋脚との剛結、またはダンパーによる接続を検討したが、前者は設計地震時の橋脚の水平変位が大きく、地震時における避難階段の損壊や活荷重振動による疲労破壊が懸念されることから、また後者は、今回のような小さな振動を制御するような製品が無く、また一般的なオイルダンパー等の流用はPL法により制限されることから、断念した。避難階段単独で対策を行う場合、振動特性を変化させることが望ましい。振動特性を変化させるには、構造物の重量又は剛性を変えることが必要であるが、前者は基礎への影響が懸念されるため、剛性を上げる方法を選択した。

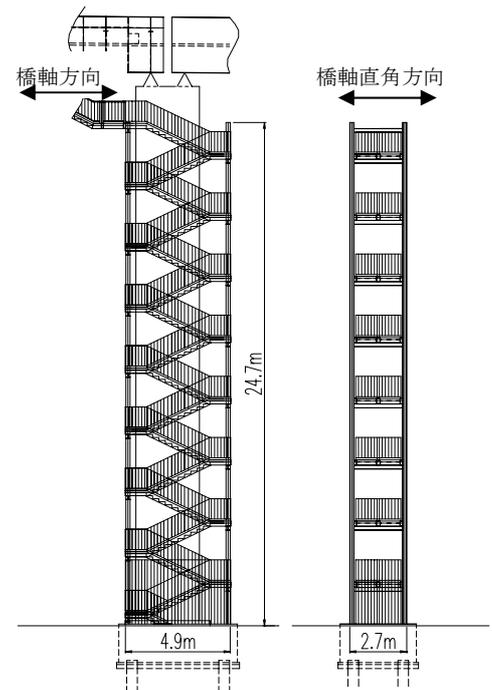


図-1 避難階段構造一般図

表-1 振動調査結果査結果

検査項目	人の移動	施工前
振 幅 量	昇り	20 mm
	降り	60 mm
振 幅 周 期	昇り	1.25 sec
	降り	1.13 sec
振 動 数	昇り	0.80 Hz
	降り	0.88 Hz

キーワード 首都高速道路，鋼構造，振動，避難階段

連絡先 〒221-0013 神奈川県横浜市神奈川区新子安 1-2-4 首都高速道路公団神奈川建設局 TEL 045-439-0734

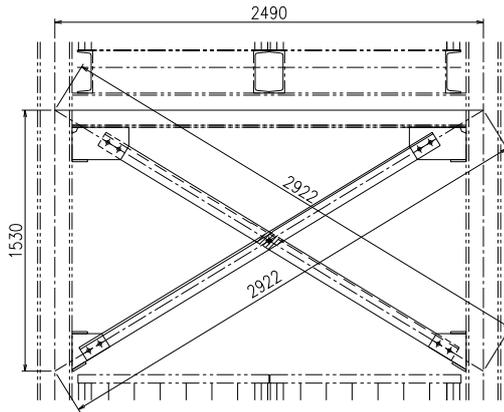


図-2 振動対策として設置した斜材説明

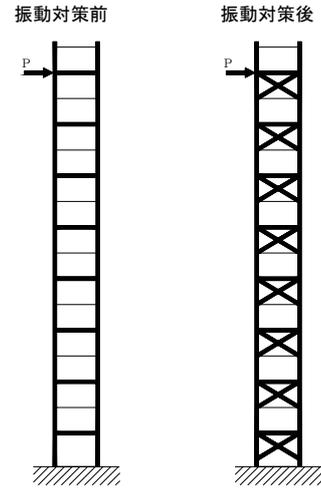


図-3 平面解析モデル

表-2 斜材設置前後の振動調査結果

検査項目	人の移動	施工前	施工後
振 幅 量	昇り	20 mm	4 mm
	降り	60 mm	4 mm
振 幅 周 期	昇り	1.25 sec	0.53 sec
	降り	1.13 sec	0.55 sec
振 動 数	昇り	0.80 Hz	1.89 Hz
	降り	0.88 Hz	1.82 Hz



写真-1 斜材設置部



写真-2 斜材設置後の避難階段

振動方向に対する構造物の剛性を上げるため、図-2 に示す斜材の設置を検討した。この部材の有無による剛性の差は、図-3 に示すモデルを用いた平面解析により推定し、斜材を設置することにより構造物の固有振動数が約6割増加するとの解析結果を得た。これにより、歩道橋の振動対策としての固有振動数の調整（1.5Hz から 2.3Hz を避ける）と同等以上の効果を得ることができると判断し、斜材の設置を採用した。斜材設置の状況を写真-1、2 に示す。

施工後に、斜材設置による振動抑制効果を確認するため設置前と同様の調査を行った結果、振動特性の変化により対策前よりも格段に揺れにくいことがわかった（表-2）。意図的に橋軸直角方向へ揺らすことも試みたが、この際の天端変位は約2cmと以前よりかなり小さかったため、共振防止だけでなく剛性のアップによる振幅の軽減効果も確認できた。なお、対策前は気づかない程だった橋軸方向への揺れは、相対的に目立つようになったが、それでも歩行者が恐怖を感じる揺れではないと判断した。

4. おわりに

避難階段が活荷重により共振する現象を供用前に確認したため、迅速に振動対策を実施し、その効果をほぼ計算通りに確認することができた。今回の報告が、当該避難階段と同様の歩行者荷重が支配的な軽量構造物の振動対策の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本道路協会：立体横断施設設置基準・同解説
- 2) 小堀，梶川，城戸：振動感覚を考慮した歩道橋の設計，橋梁と基礎 74-12, p. 23-29