

(ご記入日) 令和 5年 4月26日

公益信託NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：高速道路跨道橋における過剰たわみ発生の原因機構解明と対策の立案

研究代表者：東京工業大大学 環境・社会理工学院 准教授 千々和 伸浩

共同研究者：日本建設機械施工協会施工技術総合研究所 部長 小野秀一

昭和設計株式会社 技術センター長 吉野通範

はじめに

静岡県富士市内に位置する東名高速跨道橋群において、多数のひび割れが確認されるとともに、中央スパン部が大きくたわんでいることが発見された。これらの橋梁は東名高速道路の初期に建設されたものが多く含まれ、それらは建設から約50年が経過している。これらの橋梁群が跨ぐ東名高速道路は日本の大動脈路線であり、さらに同様の橋梁は日本のみならず世界各地に存在していることから、跨高速道路橋の変状の発生原因機構を解明し、その安全性を明らかにすることは急務である。

1. 対象とする橋梁の概要

本検討で対象とした橋梁は図-1に示した馬乗石橋である。本橋は1968年に架設された、桁長38.7m、有効幅4.5mの標準斜 π 橋である。図-2は馬乗石橋において、地覆路面、地覆天端の高さ計測した結果である〔1〕、〔2〕。橋梁の両端を結ぶ直線に対して、中央スパン部付近の路面高が48mm下がった状況になっている。なお同図からわかるように橋脚位置よりも桁端部の位置の方が高く、桁端が跳ね上がっているような状態となっている。

2 解析によるたわみの再現結果

本検討では東京大学コンクリート研究室で開発されてきた材料-構造応答連成解析システム DuCOM-COM3〔3〕を用いて分析を行った。図-3に解析から得られたたわみの経時変化と実測値を示す。解析の結果、基本条件における60年後のたわみは42.800mmとなり、実測値に近い値が得られた。図-4は基本条件での変形(倍率200倍)を示したものである。スパン中央でのたわみが生じるとともに、桁端部に鉛直の跳ね上がりが生じているのがわかる。この時の端部跳ね上がり量は橋脚上端部に対して16.585mmであり、実測値の15mmとほぼ一致する。この解析結果から、本橋は設計図通りに厳密な施工を行ったとしても、設計計算で算定されたたわみ(10.5mm)を大きく上回るたわみが発生しうる構造であったものと考えられる。

3. 各種要因がたわみに与える影響の分析

20年後時点のたわみを考えると、「基本条件」が42.479cmのたわみであったのに対し、死荷重による変形やクリープによる変形だけを考慮した「外力作用のみ」の場合に23.229mm、乾燥による影響だけを考慮した「乾燥作用のみ」の場合には22.696mm、斜材の初期プレストレスを半分にした「斜材PC半分」で45.216mmとなった。改めて図-4を見てみると、乾燥による変形では特に橋脚が大きく内側に曲がっていることがわかる。上部工が乾燥し、軸方向に収縮変形した結果、橋脚は

内側を拜むような形に変形することになり、それに伴って剛な橋梁端部は三角形形状を保持したまま変形し、その結果として上部工の端部は鉛直に跳ね上がるようになったと考えられる。斜材の導入プレストレスがたわみに与える影響は、数 mm 程度であった。

3. 実測による検証

解析による分析結果の妥当性を検証するため、実施計測を行った。その結果、斜材のプレストレスは設計値並みのものが残っており、解析と同等の状況であることが確認された。しかし橋脚間の相対変形を見てみると、橋脚同士が捩じれるような形で変形をしており、解析で予見されたものとは異なる変形が生じていることがわかった。上部工に路面勾配があることによって、橋脚に不均一な変形が生じた可能性や、もともとの橋脚の表面が完全な鉛直でなかった可能性などが考えられる。また上路面の傾きの日変動を確認したところ、解析予測値と概ね同じオーダーの変化が生じていることが確認できた。

● まとめ、今研究で得られた成果、今後の課題等

本検討から上部工の乾燥収縮に由来した全体変形によって、設計時の想定を超えるたわみが発生する可能性があることが明らかになった。ただし検証として行った実測からは想定と完全には一致せず、更なる継続検証が必要である。



図-1 馬乗石橋

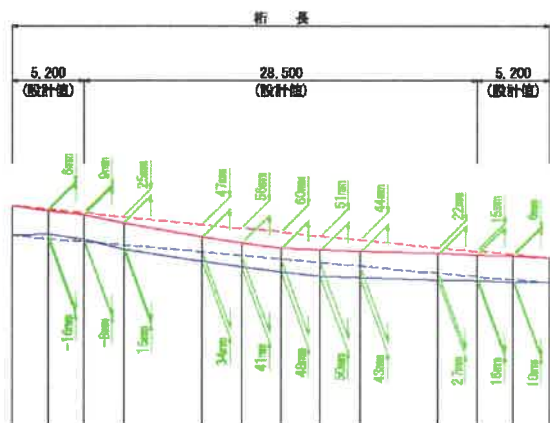


図-2 馬乗石橋地覆天端，路面高(名古屋側)

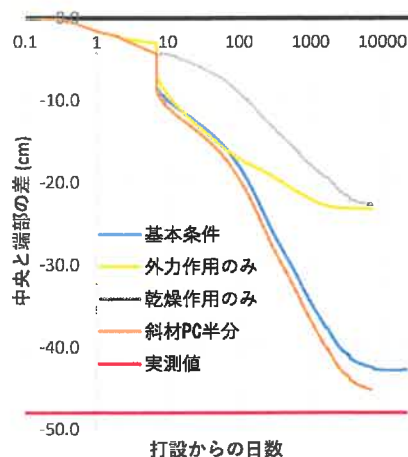


図-3 たわみの経時変化

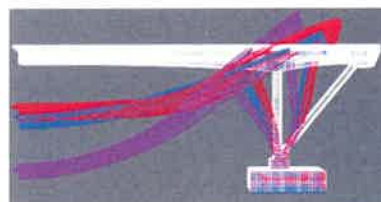


図-4 変形図(紫:全体、赤:乾燥作用のみ、青:外力作用のみ)

[1] 東名高速道路跨道橋定期点検追加調査業務委託報告書 令和3年 富士市 昭和設計株式会社

[2] 令和3年度 馬乗石橋ほか1 詳細調査業務委託報告書 令和4年 富士市 昭和設計株式会社

[3] Koichi Maekawa, Tetsuya Ishida, Toshiharu Kishi: Multi-Scale Modeling of Structural Concrete, Taylor and Francis, 2008