移動走行荷重による経年劣化した橋梁構造物の損傷推定に関する実験的研究

山口大学大学院 学生会員 〇内藤慎也 山口大学大学院 学生会員 友廣郁也 山口大学大学院 正会員 江本久雄 山口大学大学院 正会員 渡邊学歩

1. はじめに

社会インフラ施設の維持管理の重要性が認識される中,財政状況の悪化により,国や地方自治体の建設費は 抑制されている.このため、社会インフラ施設の維持・管理において最も重要となる点検作業の簡素化および コスト縮減が求められている.本研究では,橋梁構造物のメンテナンス戦略に重要となる構造物の健全度評価 を精度良くかつ円滑に行うために、走行車両(バス)による強制加振実験によって得られた加速度応答から構 造部材の劣化度を評価するバスモニタリングの開発を行っている.ここでは、実橋を対象として車両走行時の 動的挙動の実験結果を解析によって再現しいくことで、本橋の健全度を評価する.

2. 対象橋梁と実験概要

本研究では、山口県山陽小野田市埴生の前場川に架橋されている, 橋長 16m, 支間 8m, 幅員 4.5m の 2 径間 RC 単純 T 桁橋の前場橋(写 **真-1**参照)を対象に実験を行った.本橋は,昭和13年に建設され,47 年後には補修が行われたが、防潮堤の改良工事に伴い撤去されること が決まり、小規模橋梁の対象として実験を行った.



写真-1 前場橋と実験風景

本実験では、車重量15tのバスを用いて走行加振実験を行った.また、 橋梁上3点とバスの車軸位置および車体(後部座席の足元)に設置した加速度センサー,橋桁中央の桁下に設置 したレーザー変位計を用いて、それぞれ、桁の鉛直加速度およびたわみを計測した、安全面を考慮しながらも、 出来る限り通常の走行スピードに近い時速 30km/h で走行実験を行った.

3. 実験結果

図-1 には車軸位置で計測した加速度を2 階積 分により求めた変位を示す. 大型バスの場合タ イヤの変形は小さく無視できることから、この 変位は車軸位置で推定した任意の位置での桁の たわみを表している.しかし、後述する数値解 析結果とは明らかに異なることが分かる.これ は、今回計測に用いたピエゾ型の加速度センサ ーは1Hz 以下の振動を計測出来ないため、橋桁 の挙動で支配的な低振動成分が観測出来なかっ たためである.

図-2には、レーザー変位計で計測した桁中央

位置で桁の変位(たわみ)を示す.バスの後輪が桁中央点を通過する 0.7 付近で桁のたわみが最大値 0.349mm に達している.バスの重量 15t が桁中央一点に作用したとして,橋桁が健全時の桁のたわみδを推定すると 0.185 mm となることから、本橋では老朽化により橋桁の剛性が著しく低下していることが分かる.

4. 解析結果との比較

本研究では、構造計画研究所で開発された三次元動的構造解析プログラム Dalia を用いて解析を行った.こ の解析プログラムでは、車両と橋梁構造物を図-3に示すようにモデル化し、それらの相互作用をサブストラ クチャー法を用いて解くことで、車両と構造物の連成解析を含む橋の挙動の再現が可能である. 図-3 に示し たように、橋桁や橋脚は弾性はり要素でモデル化し、ばねと質量でモデル化して、前場橋でのバスの走行シミ



ュレーションを行った.

図-4 には、橋桁の全断面が有効(以後, 健全時と呼ぶ)としてモデル化した場合の 剛性を用いて解析を行った際の、桁中央位 置(2径間目)での桁の鉛直変位(たわみ) を示す.前輪が中央橋脚を越えて第2径間 に侵入すると(t/t_{max}=0.1)、桁がたわみ始め, 後輪が第2径間桁中央に達するt/t_{max}=0.75 の時に最大変位0.123mmとなる.実験値が 0.349mmであることから、桁2の曲げ剛性 を逆算すると前場橋の現状での曲げ剛性は、 健全時の曲げ剛性の64.8%程度であること が分かる.

バスが走行する際の桁中央での変位を, 現状の曲げ剛性を用いて,改めて示すと図 -5の通りとなる.同図には図-2に示した実 験も示すが,解析結果は実験値を高い精度 で再現している.

図-6には実験で計測した加速度から求め た,車体位置での変位を示す.変位の最大 値は約39mmとなっており,図-7に示す解 析における車体での変位を見ると、最大値 は約36mmとなり,若干の変位の差が見られ た.これは、バスが橋梁に侵入する際の段 差のモデル化やバスのモデルのばね乗数等 が正確ではないためだと考える.また、図 -7 では1径間目と2径間目の変位の最大値 の大きさが等しいが、図-6では1径間目と 2 径間目で変位の大きさと挙動に違いが見 られた.15回分の実験での変位を見ると、 変位の時刻歴の多くで1径間目の方が2径 間目に比べ変位の大きさが小さかった.よ って、1径間目の方が2径間目より曲げ剛 性が高いと考えられる. 解析における損傷 時の曲げ剛性については、2 径間目に設置



したレーザー変位計で計測した変位を用いて算出した.よって,1径間目は2径間目と同様の曲げ剛性を用いてモデル化されているため、変位の大きさの違いは曲げ剛性の違いによるものだと考える.また、実験では解析のようにバスを 30km/h の一定の速度で走行させるのは困難であり、この誤差により挙動の違いが生じている.

5. まとめ

移動走行車両を用いた車両の加速度応答の計測により桁のたわみを推定し,車両走行シミュレーションと比較すると,橋梁上部構造の損傷程度が実用的なレベルで評価できることが分かった.