FWDによる床版たわみ測定手法の検討

東京都土木技術研究所 正会員 関口 幹夫

1. はじめに

床版の健全度調査において、舗装用のFWD(フォーリングウエイトデフレクトメータ)を活用して床版上面から簡便にたわみ量を測定し、健全度を把握する方法が有効であることを示した¹⁾.しかし、FWDのたわみ量には支持桁の変位成分を含んで測定されることがあり、支持桁間の下面たわみと一致しない場合がある²⁾.このような場合の合理的な測定方法について検討を行った.

2. 調査概要

(1) たわみ測定位置

調査橋梁の代表的な床版パネルを選定して,図-1に示すように 床版中心位置に FWD の落下衝撃荷重を作用させたときの床版上面 と下面のたわみ計設置位置の関係を示している.FWD のたわみセ ンサの D0 は,下面変位計の直上の図 - 1に示す■Cの位置にある. (2) たわみ測定機器

使用した FWD は、東京都で舗装の診断に使用している実績のある表 - 2に示す仕様の2機種を使用した.また、下面の

変位計は、ひずみゲージ式のリング変位計を使用した.

3. 測定結果

(1) 上・下面たわみ量の整合性

FWDのD0たわみ量と下面たわみ量の整合性は、図-

2に示す高井戸陸橋ではよく一致したが,図-3に示す多摩 水道橋では一致しない結果が得られている.同一径間内では, 荷重とたわみ量の関係には高い相関がある.しかし,図-3 に示したように FWD 上面たわみ量と下面たわみ量は一致せ ず誤差を生じる場合がある.5橋の調査実例の結果,フェニ ックス FWD は,いずれも下面たわみとある程度の誤差を生 じ,コマツは2橋では正確な値を示し,3橋ではやや誤差を 生じた.誤差を生じる橋梁の共通した橋梁形式の特徴は, FWD の衝撃荷重によって床版を加振したときに床版だけで なく橋全体が振動することである.したがって,橋全体の振 動が FWD 測定システムに影響を及ぼしていると推察される.

(2) 合成波形方法

FWD たわみ測定装置は,ジオ フォンをセンサに使用している フェニックス FWD,リニアゲー ジを用いているが変位計の支持 にバネを用いているコマツ FWD であり,いずれも床版の変位以外 に床版を支持している桁の変位 成分も計測されている可能性が 高い.そこで,同時に振動計を



図-3 多摩水道橋の例

キーワード:RC床版,FWD, 衝撃荷重,たわみ,健全度評価法 連絡先:〒136-0075 東京都江東区新砂 1-9-15 TEL 03(5683)1520 FAX 03(5683)1515





表-2 FWD の仕様

No.	FWDタイプ	質量 (kg)	計測方式	最大測定 たわみ量	荷重 (kN)
1	フェニックス	2,700	ジオフォン	5mm	49, 78, 98
2	コマツKM150	740	リニアゲージ	2mm	29, 49, 67



図-2 高井戸陸橋の例

セットし振動も測定して合成波形方法の適用性を検討した. 一般に、上下振動に関係する主な橋梁の振動モードは、 曲げ振動(面内振動)とねじれ振動が卓越する. それぞれの 一次振動モードは図-4のようにモデル化される.曲げ振動 は橋軸直角方向に位置する主桁上の2つの測定点LとRの 上下振動の位相は同位相になり、ねじれ振動は逆位相にな る.この関係を利用すると地震や交通振動などによって生



じたランダム振動波形から曲 げ振動を求める場合は、L と R の上下振動波形の和の2分の1 すなわち((L+R)/2)となり、ね じれ振動はLとRの差の2分の 1, ((L-R)/2) ± tack((R-L)/2)となる.したがって3成分を測 定することによって合成波形 を分解し,床版のたわみ振動波 形を求めることができると考 えられる.

(3) 合成波形法の適用結果

葛西橋において合成波形法 の適用性を検討した結果を図-5に示す.床版中央(実際は FWD の直径 30cm の載荷板横 で載荷板中心位置から約 20cm)と主桁上(LとR)の3ヶ所 に振動計センサを設置し,加振 時の振動(床版のたわみ振動+ 橋全体の振動)を測定した.図

中の上面の波形は上段から図 -1 に示す C.L.R の各記録波 形であり、(L+R)/2 は橋全体の曲げ振動波形である.また C-(L+R)/2 は床版のたわみ振動である. なお, ねじれ振動成 分を除去していないため、わずかにねじれ振動と思われる 低い振動数成分が含まれている.また、下面 no.1 は床版中 央下面のリング変位計のたわみ波形である.これらの波形

1.000 m 1 MARAMARAMAN С -1.000 mm L mannanan -1.000 mn F mmmmmm 面 R -1.000 m 1.000 m (L+R)/2 -1.000 mm C-(L+R)/2 TITU 0.065 0.060 0.061 -0.100 mm 0.061 0.200 下 面 0.074 0.075 0.080 -0.200 0.075 図 — 5 合成波形 (葛西橋の例)



図-6 (C-(L+R)/2)の合成波形拡大図

から下面たわみ 0.075mm に対して合成波形の上面たわみは 0.065mm と計算される. 振動計センサ位置 が中央から約 20cm ずれていることやねじれ振動成分を除去していないことを考えれば,十分正確な値 が得られている.

図-6に示す床版上面のたわみ振動拡大波形(C-(L+R)/2)の合成波形は、載荷用ウェイトが数回はね ている状況も忠実に再現しており、下面たわみ波形に含まれる2波目以降の振動の影響もない.これ らのことから、波形合成に加えてねじれ振動成分も除去すれば、合成波形方法は、現状の下面たわみ 測定方法と同精度で床版のたわみ振動を測定することができるものと考えられる.

4. おわりに

振動測定による合成波形方法は、橋梁の振動現象に対応可能であり、橋梁の振動モードの影響を理 論的に分解することができる. したがって FWD の床版たわみ測定上の問題に対しては, 合成波形方法 を適用することにより正確なたわみを計測することが可能と考えられる.

[参考文献]

1) 関口幹夫: RC 床版補強工法の評価について, 第22回日本道路会議論文集, pp. 1034-1035, 1997.

2) 関口幹夫: FWD による床版の健全度評価手法の検討, 土木学会第3回道路橋床版シンポジウム論文集,2003.