

FWD 試験による空港誘導路橋梁の変形・振動特性の検討(その 1)

成田国際空港(株) 正会員 ○ 金子雅廣・出山裕樹・尾関将克
清水建設(株) 正会員 稲田 裕

1. はじめに

著者らは、成田国際空港誘導路の合成床版橋梁について、施工中から約 6 年間にわたりひずみ、温度等の計測を継続し、長期的な材料特性の変化や航空機载荷に伴う部材応答の検討を行ってきた¹⁾。また供用開始後には振動計測を導入し、振動特性の季節変動やたわみ変化に着目した検討を進めている²⁾。これらは主に航空機が橋梁を通過する際の応答や長期的なひずみ等の変化を継続的に計測し、維持管理に適用を計ることを目的としている。一方、定期点検時や地震や台風等の被害発生後に、従来の目視による検査に加えて、簡易な計測によって性能変化の有無を検出することができれば、経年劣化の監視や災害後の利用再開の可否判断に有効な情報が得られる。本報では、その手法として舗装の健全性評価のための FWD 試験を用いることを想定し、その適用性評価の基礎的な資料の蓄積を目的として、衝撃载荷に伴うたわみや振動特性の評価を行った結果を示す。

2. FWD 試験と計測の概要

本研究の対象である誘導路橋梁は図 1 に示すように、長さ 48m、幅 60m、桁高 1.5m の 2 径間連続合成床版橋である。図中には後述の FWD 载荷位置や計測装置の設置位置を併せて示した。

FWD (Falling Weight Deflectometer) は、重錘を落下させた際の舗装のたわみを計測する装置であり、主に舗装内部の損傷や路盤の剛性を求めるために用いられている。しかし、最近になって RC 床版の健全性評価に用いるような

研究も進められ³⁾、FWD により得られるたわみ量と RC 床版のひび割れ劣化との関係が確認されるなど、劣化損傷評価への適用可能性が広がっている。著者らは、定期的に FWD 試験を実施することにより、たわみや振動特性の長期的な変動特性に注目した検討を行った。

本検討で用いた FWD 外観の写真を図 2 に示す。载荷方式は複重鎮式で、载荷荷重は 50, 100, 200, 250kN である。また、たわみ計測は LVDT タイプの直接変位計測で、図 1 中に示すように、たわみセンサを载荷点 D0 の前後に、後方-D2 (-450mm) から前方 D6 (2500mm) までの 9 点に設置し、载荷時のたわみ曲線の評価を可能としている。

表 1 に示すように、昨年度は FWD 試験を 4 回実施した。各回とも、航空機の運航が終了した深夜に橋梁上に FWD 装置を牽引し、100kN の衝撃载荷を行った。载荷位置は図 1 に示すように、ターミナル側の第一径間として、橋軸中央部と側径間中央部の 2 側線について、支承から径間長の 1/4 と 1/2 の計 4 点 (LP1~LP4) とした。

本橋梁には図 1 に示すように、航空機の主脚の通過が想定される位置に当たる箱桁内にコンクリートと鋼板のひずみ、温度計、さらに各径間 3 箇所に 6 個のサーボ型加速度計を設置している。FWD 試験時には、試験装置によるたわみ計測に加えて、これらの既設の計測システムを用いた計測をサンプリング周波数を 100Hz として行った。

表 1 FWD の実施状況

No.	実施日	舗装温度(°C)	気温(°C)
1	2017/6/15	19.0~20.3	17.0~17.4
2	2017/12/23	3.1~4.8	1.9~4.2
3	2018/2/1	3.8~4.5	1.9~3.2
4	2018/3/2	9.3~10.2	8.3~9.3

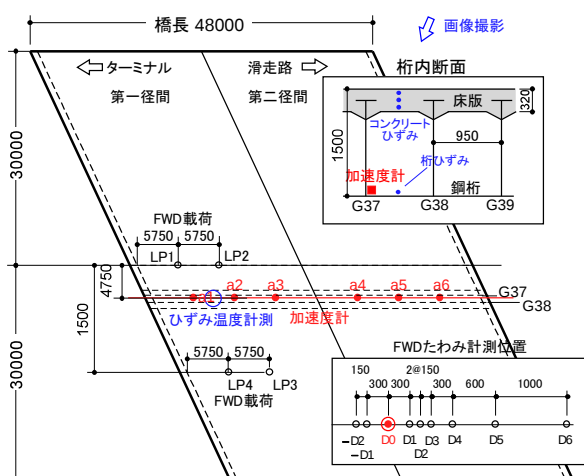


図 1 計測機器の配置



図 2 FWD の载荷状況

キーワード 合成床版, FWD 試験, 振動計測, たわみ評価

連絡先 〒282-8601 千葉県成田市成田国際空港内 NAA ビル 成田国際空港(株) 滑走路保全部 Tel 0476-34-5677

3. 計測結果

(1) 衝撃载荷によるたわみ量の算定

本報（その1）では、FWD 装置により得られた衝撃载荷時のたわみ計測結果について示す。重鎮の落下に伴い、図1の9点のセンサ位置における鉛直下向きのたわみの時間波形が図3のように得られる。そして、たわみの最大値と発生時間を記録し、各载荷位置での4回の打撃のデータから3回の平均を求め、以下の各点のたわみ量として用いる。

载荷位置毎の载荷点直下 D0 のたわみについて、舗装温度との関係を図4に示す。径間中央の計測点 LP2, LP3 のたわみは径間 1/4 の LP1, LP4 に比べて大きく、橋軸方向の位置がたわみに及ぼす影響は大きい。一方、橋軸中央部、側径間側の結果には大きな差は見られない。どの载荷点の結果についても、舗装温度が高くなるとたわみ量が線形に増大していることが分かる。各データとも相関は高く、今後のデータの蓄積により、両変数の関係を明らかにすることが可能である。ただし、得られたたわみは舗装の剛性に加え、床版や桁、支承の影響も考慮することが課題である。

(2) たわみ分布の評価

次に、载荷点からの各計測点までの距離に対するたわみ量の分布を求め、たわみ曲線の評価を行う。载荷点からの距離に対するたわみ分布の例として、载荷位置 LP1 と LP2 のたわみ曲線を図5に比較する。両結果とも载荷点からの距離に伴いたわみが減少するが、その変化は径間の 1/4 に载荷した LP1 の方が大きい。図中の破線は各日のたわみ曲線について、载荷点直下の D0 から線形関係が見られる 900mm

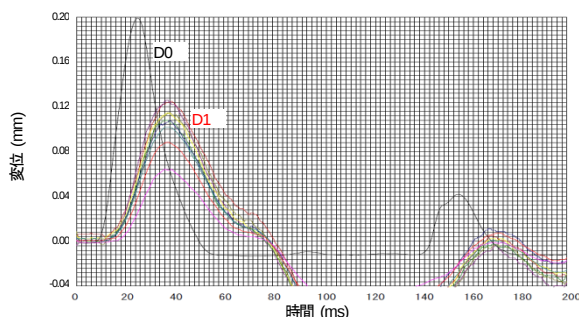


図3 载荷時のたわみ変動データ

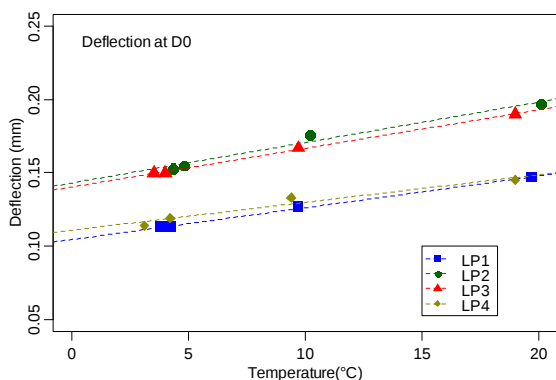


図4 舗装温度と载荷位置のたわみの関係

のD4までの5点のたわみ量を線形回帰してたわみ曲線の勾配を求めた結果を表す。舗装温度の増大に伴い、たわみ量とともにたわみ曲線の勾配も増大している。

上記のたわみ曲線の勾配は床版劣化度との関連性を持つことも指摘されているが³⁾、ここでは载荷位置毎に舗装温度に対するたわみ曲線の勾配を図6のように求めた。载荷位置によりややばらつきも見られるが、たわみ曲線の勾配は舗装温度に対して線形に減少し、载荷点たわみと同様に変状や劣化検出の指標としての可能性が確認できる。今後は、データの蓄積とともに、たわみ量や勾配等の指標と床版の剛性等の構造特性との関係の検討が求められる。

参考文献

- 金子ら：大型航空機を対象とした鋼コンクリート合成床版橋の実挙動とモニタリングシステムを用いた橋梁の常時計測，土木学会論文集 A1, Vol.72, No.5, 2016..
- 稲田ら：誘導路橋梁の長期計測と構造解析による振動特性の検討，構造工学論文集, Vol.64A, 2018.
- 山口ら：FWD を用いた既設 RC 床版の健全度評価手法に関する一提案，構造工学論文集, Vol.61A, 2015.

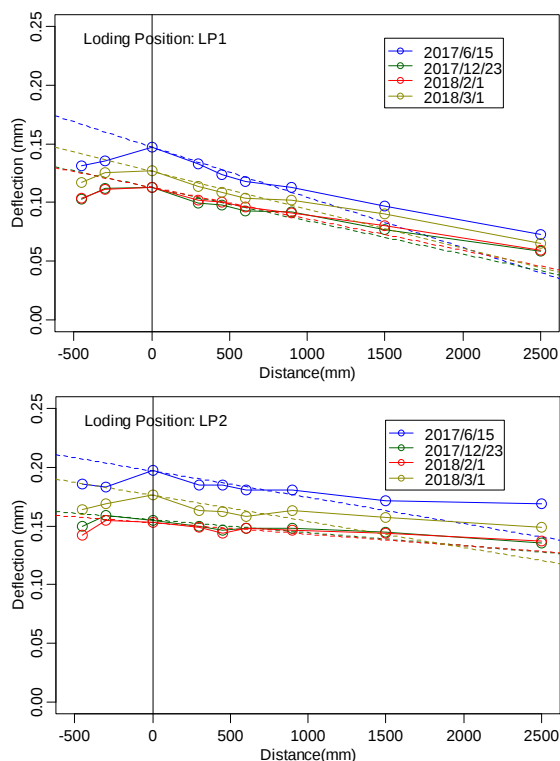


図5 たわみ曲線（上 LP1, 下 LP2）

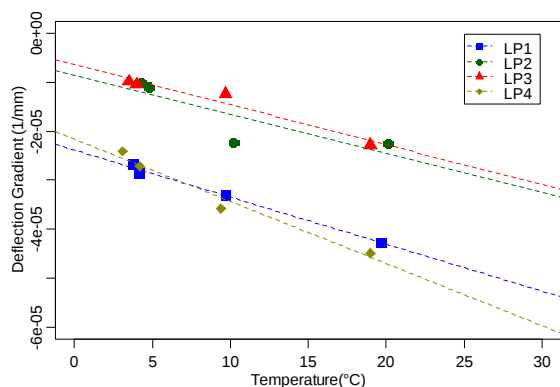


図6 舗装温度とたわみ曲線の勾配の関係