大型航空機荷重に対応した合成床版橋のひずみモニタリング

九州大学　学生会員　○堀　陽介　正会員　山口浩平　フェロー会員　日野伸一
成田国際空港株式会社　白井　洋史，武井　雄三，匂阪　興平

1. 目的

成田国際空港内に整備された西側誘導路は，その一部に誘導路形式の鋼－コンクリート複合橋梁（以下，本橋梁）を採用している．本橋梁は，大型航空機荷重（以下，LA-0，6664kN）に対応する特殊な橋梁であるものの，橋梁上の技術基準が存在しないことから，道路橋の技術基準により設計が行われた．その妥当性については，数値解析および本橋梁スケールの供試体を使用した室内実験を実施して確認しているものの，誘導路橋梁供用後も健全性を一定期間モニタリングする必要がある．このため本研究では，供用前に実航空機を用いた静的載荷試験により，活荷重たわみ等の要求性能確認，および維持管理基準の設定を目的とした供用中のひずみ計測によるモニタリングを行った．また，コンクリート床版内に配置した計測器については，合成床版橋のコンクリート床版の内部応力について照査を行い，今後の橋梁設計における技術的知見を得ることを目的としている．今回は，供用中の本橋梁ひずみデータについて発表する．

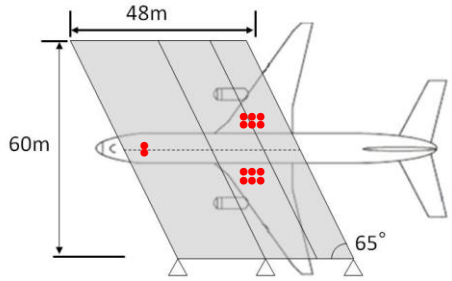


図-1　全体図

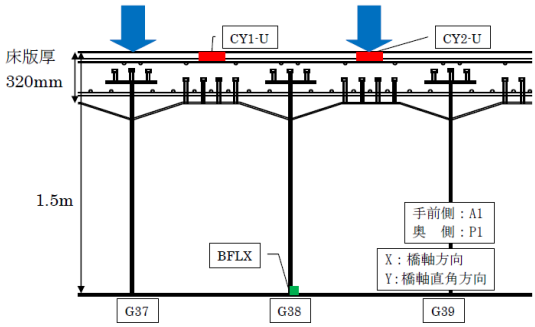


図-2　ひずみ計設置位置図

2. 計測方法および計測データ

本橋梁は，長さ 48m，幅 60m，桁高 1.5m，主桁本数 63 本，主桁間隔 0.95m の 2 径間連続合成床版橋である．全体図を**図-1**，橋軸方向の断面図（一部）を**図-2** に示す．本橋梁に設置しているひずみゲージの数が多いため，今回は 3 つのひずみゲージに着目して照査を行った．対象としたひずみゲージの設置位置を**図-2** に示す．ひずみゲージの設置位置は**図-1** の右主輪載荷部分に設置されている．また，**図-2** の赤で示した部分がコンクリートひずみ計，緑で示した部分が鋼板のひずみ計である．計測データについては，1 秒間に 2 回計測している．また，毎日多数の航空機が通過しているのでデータ数が非常に多い．そのため，供用後各月の 1 日について，データをまとめることとした．今回の計測データは，計測機器，気象の関係により，7 月 1 日，11 日，21 日，31 日，9 月 1 日，10 月 2 日，11 月 1 日，11 日，21 日，30 日，12 月 1 日のデータである．ただし，7 月，11 月分については，4 日分まとめている．これは，対象とした橋梁の床版が非常に厚いため，夏季と冬季のひずみデータの差が出ていないかを比較検討するためである．データの抽出方法は，動画により航空機の通過時間を大まかに特定し，計測データの時間と照合し，ひずみが最大となる時間を特定している．動画から抽出した画像を**図-3** に，計測データから抽出したデータの例を**図-4** に示す．また，成田国際空港株式会社より運航データを頂き，通過した機体の種類を特定している．通過した機体により荷重が異なるため，ボーイング社，エアバス社のホームページより航空機の機種別諸元をもとに，着陸時，離陸時の最小重量を各航空機の荷重としている．モニタリングを行う前に，供用開始前の 2012 年 12 月に実橋梁で実機を用いた載荷試験も行った．これは，モニタリング計測の値の基準とするために行った．この試験では，本橋梁に B777-300ER（以下，B777，燃料込で 1754kN）を静的載荷し，その時の

図-3　航空機通過時画像

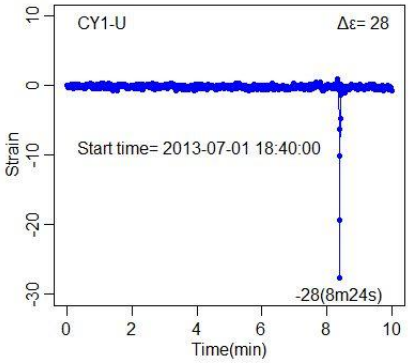


図-4　計測データ抽出図

キーワード　合成床版橋，航空機荷重，ひずみ計測
連絡先　〒819-0395　福岡県福岡市西区元岡 744 番地　ウエスト 2 号館 1104

ひずみを計測している．B777 のタイヤは前輪 2 輪，主輪 12 輪であり，タイヤの位置は**図-1** に示す通りである．また，右主輪載荷部分の断面図を**図-2** に示している．

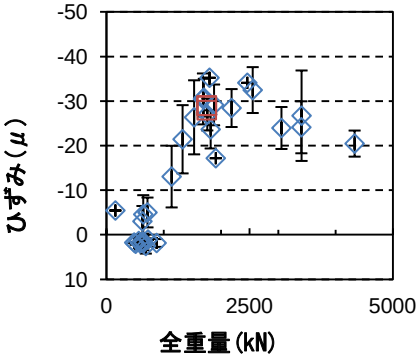
3. 結果

(1) 全重量-ひずみ関係

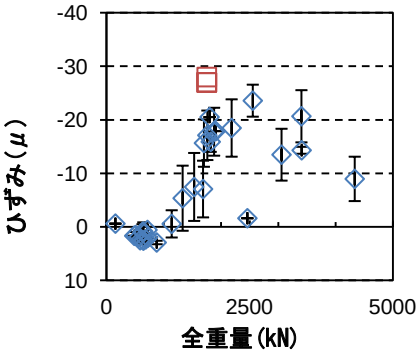
図-5 に航空機の全重量-ひずみ関係の結果を示している．赤い点が実航空機を用いた静的載荷試験の結果を，青い点が供用開始後の計測結果の全重量ごとの平均を示しており，青い点から伸びている線が標準偏差を示している．2500kN までは線形挙動を示しているが，それ以降のひずみがほぼ一定の値に収束していることが確認できる．これは，航空機ごとにタイヤの数や位置が異なるためであると考えられる．また，同一荷重において，標準偏差にバラつきがあるのは，航空機の通過位置にバラつきがあるためであると考えられる．

(2) 脚荷重-ひずみ関係

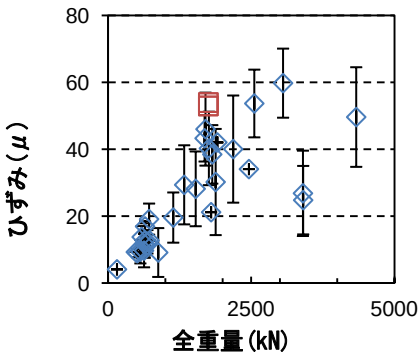
図-5 の結果より，主輪 1 脚あたりの荷重とひずみの関係を比較するために，**図-6** に輪荷重-ひずみ関係の結果を示している．脚荷重-ひずみ関係で比較すると，ほぼ線形挙動を示していることが確認できる．また，載荷状況は違うが，静的載荷試験の結果もほぼ線形領域に入っていると考えられる．しかし，各航空機のタイヤの位置や脚数，航空機の走行位置により多少のずれが生じていることが確認できる．また，1 輪あたりの荷重，1 輪あたりの接地圧でも比較してみたが，一定の範囲の値に収束したため，考慮しなくてよいと判断した．



(a) 床版支間方向(CY1-U)

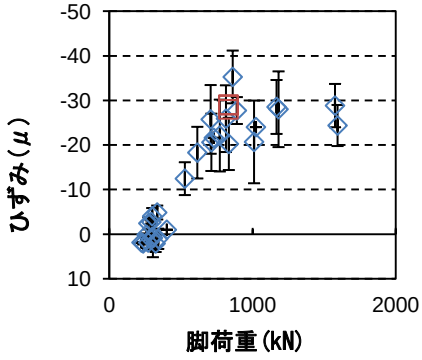


(b) 床版支間方向(CY2-U)

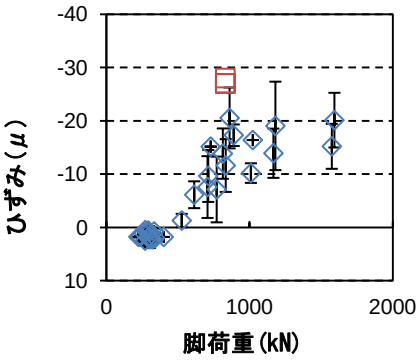


(c) 下フランジ橋軸方向(BFLX)

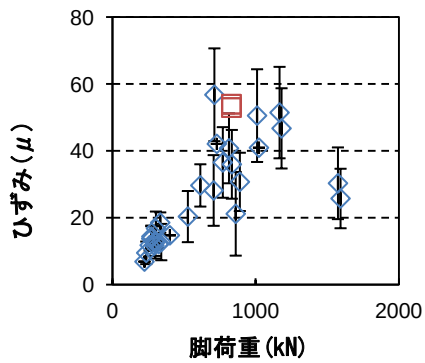
図-5 全重量-ひずみ関係図



(a) 床版支間方向(CY1-U)



(b) 床版支間方向(CY2-U)



(c) 下フランジ橋軸方向(BFLX)

図-6 脚荷重-ひずみ関係図

(3) 全重量-ひずみ関係(7 月，11 月比較)

本橋梁は非常に床版が厚いため，夏季と冬季のひずみ挙動に差が出るのではないかと考え，夏季の 7 月と，冬季の 11 月の計測結果の比較を行った．コンクリートのひずみが大きくなると予測されるため，コンクリートひずみについて照査を行った．結果を**図-7** に示す．図中の青の点が 7 月の結果を，緑の点が 11 月の結果を，赤の点が静的載荷試験の結果を示している．グラフより，夏季と冬季のひずみに大きな差は見られないことが確認出来た．

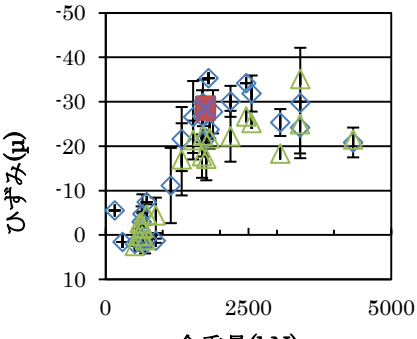


図-7 全重量-ひずみ関係図
(7 月，11 月，CY1-U)

4. 結論

本研究により，静的載荷試験の結果と供用開始後のひずみの結果に大きな差がないことが確認出来た．また，今後もモニタリングを続け，航空機別のデータを増やすことで，例えば，ひずみの異常値をすぐに発見できるなど，ひずみモニタリングは本橋梁の維持管理上の指針とすることができると考えられる．