

大型航空機を対象とした誘導路橋梁コンクリート床版の使用性能の評価

成田国際空港(株) 正会員 ○金子雅廣 成田国際空港(株) 武井雄三 出山裕樹  
九州大学大学院 正会員 山口浩平 九州大学大学院 正会員 崔 智宣  
九州大学大学院 学生会員 堀 洋介 九州大学大学院 フェロー会員 日野伸一

1. 目的

成田空港では、空港容量の拡大の一環として新たな誘導路を整備した。その際、既設構造物に影響を最小限とし大型航空機荷重 LA-0 (以下、設計荷重) に対する耐荷重性能を確保する必要があったことから、橋梁形式として低桁高を実現でき、かつ床版部の疲労耐久性が相対的に高い鋼コンクリート合成床版橋を採用した<sup>1)</sup>。床版設計では、道路橋設計荷重の約4倍に相当する輪荷重1輪あたり390kNを対象とし、床版厚は320mmと一般の道路橋のそれよりはるかに厚い。設計では、航空機荷重に特化した設計体系が未整備であることから道路橋の設計手法を採用し、更にこれを検証するためのFEM解析を実施している<sup>1)</sup>。LA-0という大きな輪荷重が作用した際には材料の非線形性の影響や予期せぬ応力集中が発生する可能性がある。耐荷性能については、4-1に概要を示すが、先に実規模大供試体を用いた実験により検証しており、押抜きせん断耐力算定法について明らかにしている<sup>1)</sup>。よって、本研究では航空機を橋梁に載荷する実機載荷試験を行うことで、使用状態での床版の支間方向の応力レベルの照査を行った。

2. 実機載荷試験概要

誘導路橋梁の形状、寸法を図-1、構造断面、床版詳細を図-2に示す。本橋には、航空機荷重の安全な走行を確保すること、橋下に位置する県道の建築限界を侵さないことが求められ、合成床版形式を採用した。A1、P1間の支間中央付近には埋め込み型コンクリートひずみ計等を設置した。計測器設置位置は、航空機の走行においてメインギアが通過する確率の高い位置を考慮し選定している。コンクリートひずみ計は、版厚方向に上面から30mm、160mm、290mmの位置に設置した。載荷用に使用した機材はメインギア1脚に6輪を有するB-777-300ERであり、総重量は約1754kNである。試験はトーイングトラクターを用い実機を計測位置まで牽引し、静止後各種計測を計4回実施した。当日の載荷位置及び実施状況は図-3、4のとおりである。

表-1、表-2に床版コンクリートの力学特性及び鉄筋の力学特性を示す。

表-1 コンクリートの力学特性

材齢 (載荷試験日)	強度 (N/mm <sup>2</sup> )		弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
	圧縮	引張		
179	55.9	3.4	40.8	0.23

表-2 鉄筋の力学特性

種別	強度 (N/mm <sup>2</sup> )		弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
	降伏	引張	
SD345 (D19)	387	573	181

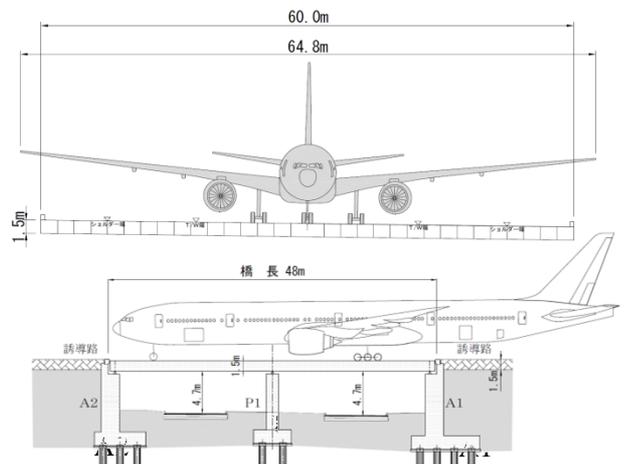


図-1 誘導路橋梁の形状、寸法

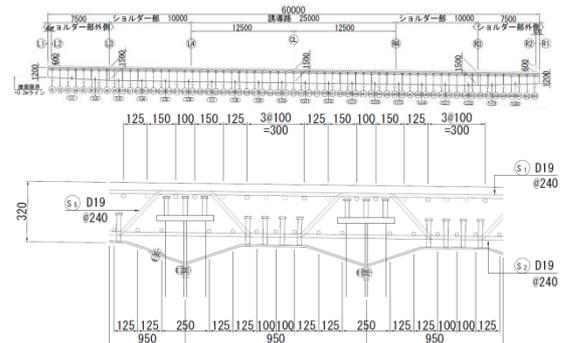


図-2 構造断面、床版寸法



図-3 載荷位置



図-4 実施状況

キーワード 合成床版, 航空機荷重, 実機載荷試験, 曲げひび割れ

連絡先 〒282-8601 成田市成田国際空港内 NAA ビル Tel : 0476-34-5096

### 3. 検討の概要

コンクリート床版はRC断面として設計されており、曲げひび割れ発生の有無について明確でない。そこで、載荷試験に使用した航空機の輪荷重 131kN を基に、道路橋示方書<sup>2)</sup>により床版支間方向のモーメントを算出し、床版全断面有効とし橋軸直角方向の応力を算出し評価することとした。計算には表-1, 2 に示される物性値を用いた。同様に、設計荷重及び死荷重によってコンクリート床版引張側に生じる応力と曲げひび割れ強度を比較することでこれを評価した。曲げひび割れ強度の算出は、コンクリート標準示方書(設計編)<sup>3)</sup>に基づき、強度特性については表-1 に示す値を用いた。

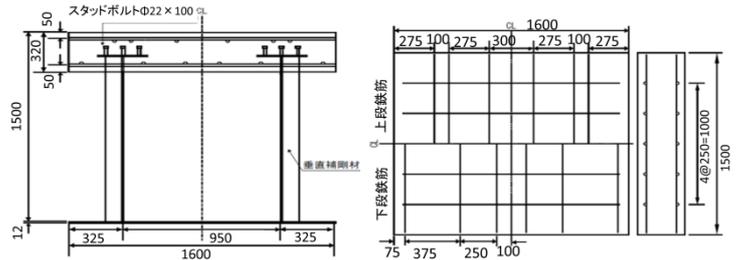


図-5 供試体概略図

### 4. 結果および考察

#### 4-1 耐荷性能

疲労性能に影響を与える床版の押抜きせん断耐力に着目し実施した室内実験では、本橋が十分な耐荷性能を有することを確認し、道路橋に比べ厚い床版に対しても松井式を適用することが可能であることを確認している<sup>1)</sup>。実験に用いた供試体及び材料の力学特性を図-5及び表-3, 4 に示す。実験では、LA-0 を模した載荷板 (315×457mm) により供試体中央に載荷した。押抜きせん断耐力 602kN に対し鉄筋 2 方向を考慮した松井式<sup>4)</sup>による計算値は 565kN であり、計算値に対し誤差 5.3%、安全側の評価となった。

表-3 コンクリートの力学特性

材齢	強度 (N/mm <sup>2</sup> )			弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
	圧縮	引張	せん断		
28	18.5	1.98	4.88	26.3	0.2

表-4 鉄筋の力学特性

種別	強度 (N/mm <sup>2</sup> )		弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
	降伏	引張	
SD345 (D13)	384	613	200

#### 4-2 使用状態における床版の発生応力

床版に生じる応力について、実測ひずみから求めた値と計算値を図-6 に示す。床版下面から 290mm の上段ひずみ計位置における応力度は、実験値平均 1.11N/mm<sup>2</sup> に対し計算値 0.93N/mm<sup>2</sup>、床版中央部実験値平均、計算値ともに 0N/mm<sup>2</sup>、床版下面から 30mm 位置では、実験値平均 1.04N/mm<sup>2</sup> に対し計算値 0.90N/mm<sup>2</sup> となっている。計測ひずみから求めた応力値と計算値は概ね一致し、中立軸もほぼ同位置であることが読み取れる。これは、道路橋の床版に対するモーメント算出手法が航空機を対象とする床版においても準用できることを示している。また、LA-0 による床版下面曲げ引張応力度は、3.39 N/mm<sup>2</sup> となり、曲げひび割れ強度を下回ることから LA-0 により、曲げひび割れは発生しない結果となった。合成床版橋である本橋にとって、曲げひび割れが生じないことは安全性を担保するうえで重要であり、実験からこれを確認できたことは貴重である。

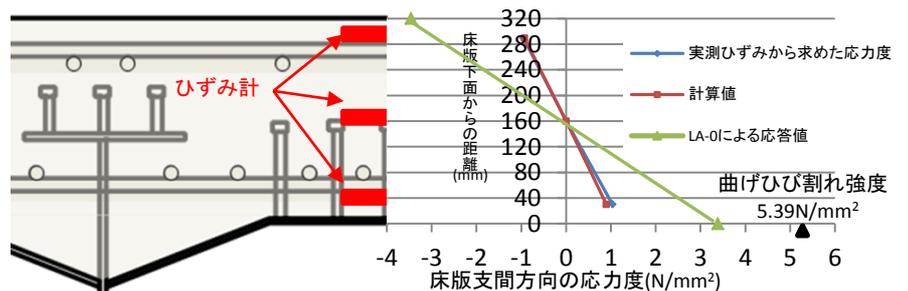


図-6 床版支間中央の床版支間方向の応力分布図

### 5. まとめ

本研究では、1) 実機載荷試験から、載荷時におけるコンクリート床版内のひずみ分布は計算値と概ね一致し、航空機を対象とした発生モーメント算出において道路橋において用いられる手法が準用できることが確認できた。2) 対象とした合成床版橋のコンクリート床版は、設計荷重が載荷した場合において曲げひび割れを生じることが無く、航空機荷重を支える誘導路橋の床版として十分な構造であることが確認できた。

参考文献 1) Masahiro Kaneko, Kohei Yamaguchi, Tomoo Tomoda, Shinichi Hino : Development of the Steel-Concrete Composite Deck Bridge of Taxiway

For hypothetical aircraft load, IABSE-IASS symposium, Ref. No 0139, 2011.9

2) 社団法人日本道路協：道路橋示方書・同解説（平成 24 年 3 月），2012 年

3) 公益社団法人土木学会：コンクリート標準示方書（設計編 2012 年制定），2012 年

4) 前田幸男他：鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の評価式，土木学会論文集，第 348V-1, pp.113-1471, 1984.8