

大型航空機荷重に対応した鋼・コンクリート合成床版橋の誘導路への適用

九州大学大学院 正 会 員 山口 浩平 九州大学大学院 正 会 員 日野 伸一
 日本工営株式会社 正 会 員 友田 富雄 九州大学大学院 学生会員 郭 勝華

1. 背景および目的

空港拡張工事の問題として、施工時に空港土木施設を長期間封鎖し、既存の施設を大きく改修しなければならない点がある。そこで、既存構造物（連絡道路等）に影響を与えない拡張方法が必要となる。

本研究では、これらの課題を解決する新しい拡張方法として、既存の空港土木施設を跨ぐ形で大型航空機荷重に対応した橋梁（誘導路）を設置して、拡張する方法を提案する。この拡張計画には、航空機の輪荷重に耐え、既存の構造物に影響を与えない桁高の低い橋梁形式が必要である。そこで、本研究では試設計解析を行い、大型航空機の輪荷重に対応した橋梁形式の提案を試みた。

2. 航空機対応橋梁の設計条件

提案する橋梁の設計条件、対象となるLA-0 区分に属する航空機荷重の諸元および誘導路の設計条件¹⁾を表-1、表-2、図-1、図-2 に示す。

設計条件を満たす橋梁形式として、既存の設計事例から経済性を考慮して合成桁橋と合成床版橋を取り上げた。両タイプの構造とも航空機荷重に対応できることが判断できたが、合成床版橋の方が、

(1) 外形構造が単純なため、防食性能等を含めた維持管理面で有利である。

(2) 施工時、足場や交通規制が不要であるため、供用中の空港設備への影響が少ない。

という点から、設計条件に適切であると判断した。

提案する合成床版橋の構造寸法を図-3 に示す。

表-1 設計条件

項目	性能
荷重	大型航空機の輪荷重
寸法	60m×40m
桁高	支間の1/20 (2.0m)
施工性	既存施設を封鎖しないこと

表-2 航空機荷重

総質量 (kN)	前輪荷重		後輪荷重	
	脚荷重 (kN)	接地圧 (N/mm ²)	脚荷重 (kN)	接地圧 (N/mm ²)
6664	436	1.52	1557	2.71

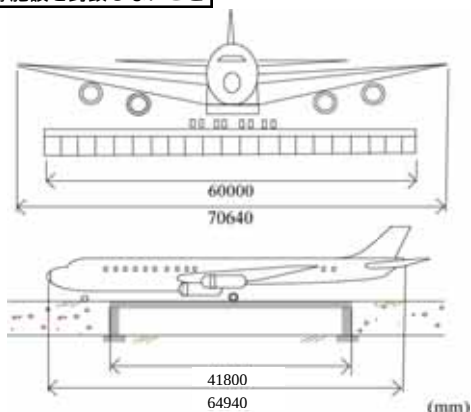


図-1 航空機・橋梁寸法

3. FEM 解析概要

FEM 解析は汎用 FEM アプリケーションソフト LUSAS13.7 を用いて、力学的基本特性であるたわみ、応力について設計条件と対比し、提案した大型航空機に対応する鋼・コンクリート合成床版橋の誘導路への適応性について検討した。解析モデルは、支間 41.8m、幅員 60m の橋梁の対称性を考慮した 1/2 モデルとした。載荷する航空機荷重は、橋梁に最も不利な状況を考慮して、橋梁中央部に載荷させる。この場合、前輪は橋梁部分上ではないが、後輪荷重に振り分けて載荷する。また、航空機対応の橋梁に関する基準が存在しないので、材料の設計許容値は道路橋示方書²⁾を準用し、たわみの許容値は支間の 1/800 とした。

載荷荷重は、死荷重と活荷重 2 つにわけてモデル化した。死荷重は図-4 に示すように自重、橋面にかかるアスファルト舗装および均しコンクリートによる荷重の 3 種類である。航空機の輪荷重による活荷重のモデル化は、図-4 に示すように橋梁に最も不利な状況を考慮した床版中央位置と桁真上位置に載荷する 2 パターンを解析した。コンクリートはひび割れ発生後直接ひずみ軟化するモデルで 20 節点 3D ソリッド要素とした。また、鉄筋・鉄骨はひずみ硬化係数を E/1000 と

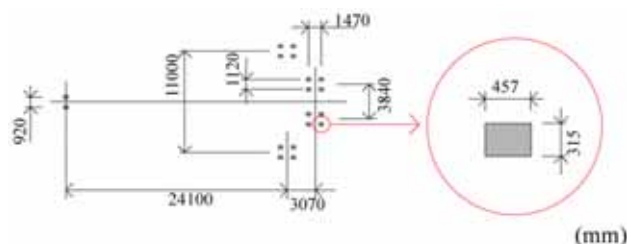


図-2 輪荷重配置

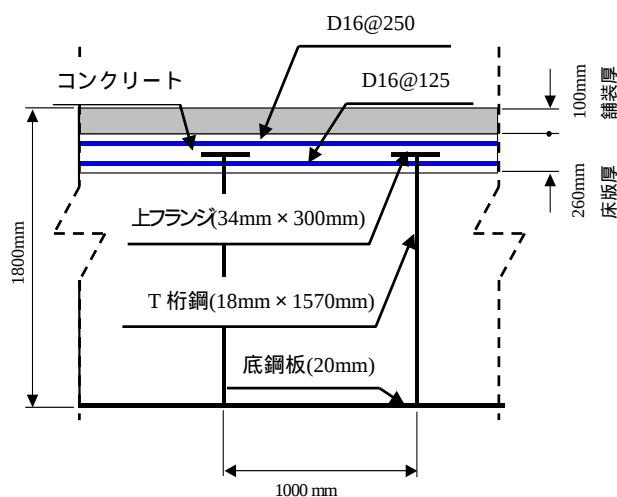


図-3 提案構造寸法

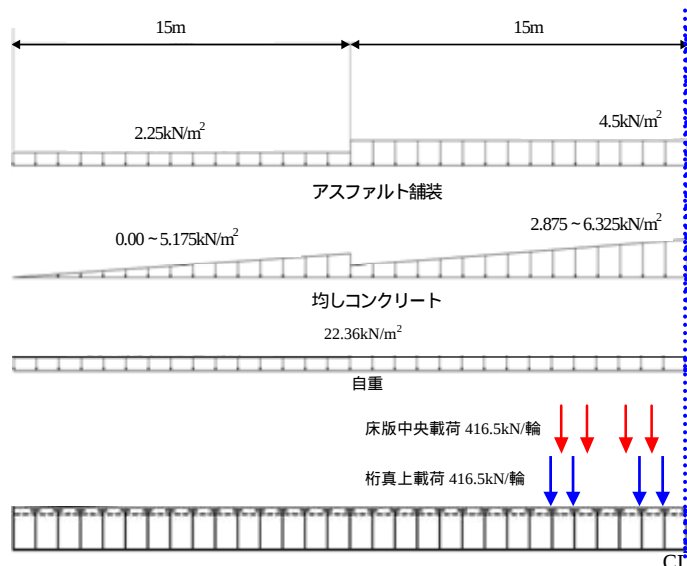


図-4 荷重荷重のモデル化

したバイリニアモデルで8節点薄肉シェル要素とした。材料係数は、コンクリートは圧縮強度 30 N/mm^2 、ヤング係数 30 kN/mm^2 、鋼材（SM490Y）は降伏強度 400 N/mm^2 、ヤング係数 210 kN/mm^2 とした。

4. FEM 解析結果および検討

表-3, 4 に床版中央載荷と桁直上載荷の結果を示す。同表より、たわみおよび各部位の発生応力は許容値以下になることがわかった。また、その発生応力は構造自重の影響を含めて考慮しても安全であることがわかった。

しかし、底鋼板の発生応力は他の部位に比べて大きいことがわかった。そこで、床版コンクリートの軽量化を図ることにより、底鋼板の発生応力の低減について検討した。コンクリートは、軽量コンクリートの弱点である引張、せん断強度の低下を補うために、繊維補強された軽量2種コンクリート(単位重量 1.6)³⁾の適用を試みた。

図-5 に解析結果を示す。軽量コンクリートを用いることにより底鋼板の発生応力は約7%低減することがわかった。さらに、底鋼板厚を 18mm と薄くした場合でも、その発生応力は普通コンクリートを用いた場合と同程度であり、コンクリートの軽量化は有用であることがわかった。

5. まとめ

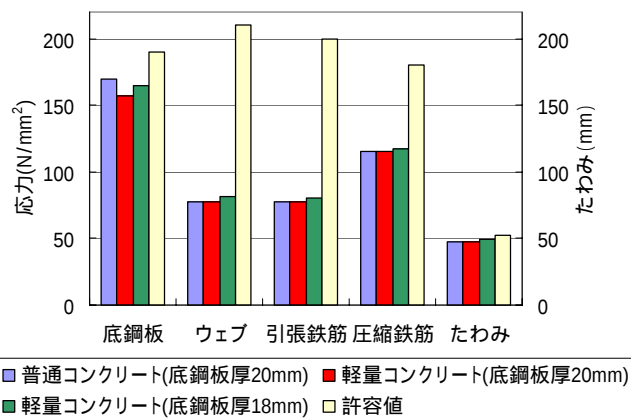
解析検討の結果、提案構造は大型航空機荷重に対応できると判断できる。しかし、局部的に大きな集中荷重が作用する部分の床版と T 桁鋼とのずれ止め、繰返し載荷する航空機荷重に対する床版の耐久性については、今後検討する必要がある。また、今回は RC 床版を対象としたが、PC 床版を使用した場合の適用性、桁高と主桁径間の変化による最適寸法やウレタンや発砲スチロールなどの充填材使用によるたわみ抑制効果、コ

表-3 床版中央載荷

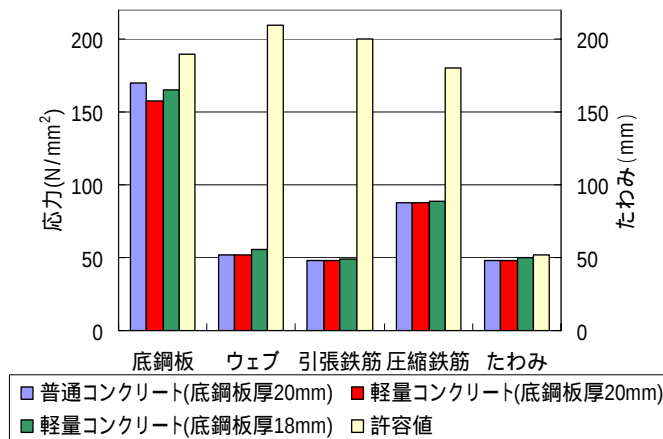
項目	活荷重	死荷重			計	許容値
		アスファルト	均しコンクリート	自重		
底鋼板(N/mm ²)	77.7	17.1	18.1	51.5	164	190
ウェブ(N/mm ²)	-13.1	-33.2	-35.5	-9.90	-81.8	-210
引張鉄筋(N/mm ²)	77.7	1.20	1.20	-	80.1	200
圧縮鉄筋(N/mm ²)	-66.4	-24.5	-26.0	-	-117	-180
たわみ(mm)	49.8	104	111	72.8	49.8	52.0

表-4 桁直上載荷

項目	活荷重	桁中央載荷			計	許容値
		アスファルト	均しコンクリート	自重		
底鋼板(N/mm ²)	78.5	17.1	18.1	51.5	165	190
ウェブ(N/mm ²)	-22.4	-33.2	-35.5	-9.90	-55.6	-210
引張鉄筋(N/mm ²)	46.8	2.70	3.80	-	49.5	200
圧縮鉄筋(N/mm ²)	-63.1	-25.3	-27.1	-	-88.4	-180
たわみ(mm)	50.0	104	111	72.8	50.0	52.0



(a) 床版中央載荷



(b) 桁直上載荷

図-5 解析結果の比較

スト面について検討を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省航空局監修：空港土木施設設計基準，平成 13 年 4 月
- 2) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 共通編 鋼橋編，平成 14 年 3 月
- 3) 山口浩平ほか：短繊維補強された超軽量コンクリートを用いた RC はりのせん断耐力評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，pp.1489-1494，2006.7.