

大型 UFC 床版の載荷試験の結果と評価

大成建設株式会社土木設計部	正会員	○渡辺 典男
国土技術政策総合研究所	正会員	宮田 正史
国土交通省東京空港整備事務所	正会員	野口 孝俊
大成建設株式会社技術センター	正会員	武者 浩透

1. はじめに

羽田空港D滑走路では、棧橋部の滑走路及び誘導路の外側のエリアに超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）を用いたプレキャスト床版を採用している。床版製作時のばらつきを把握するため、実物大床版による製作実験を実施し「大型 UFC 床版の製作実験の結果と評価」で報告している。本稿では、この実物大床版を用いた載荷実験の結果について述べる。載荷実験は、自動車荷重と航空機荷重を対象とし、結果のばらつきを把握するために2体の床版について載荷を実施した。その結果、本床版が設計で想定した荷重に対し十分な耐力を有すること、および2体の床版の載荷試験結果にほとんど差がないことが確認できた。

2. UFC 床版の概要

UFC 床版は、長辺2辺を単純支持したプレキャスト PC 床版である。図1に示すように平面形状は矩形であり、短辺方向はリブを設けている。床版厚は75mmであり、通常のPC床版より薄い。PC鋼材は長辺方向及び短辺方向の2方向に配置し、これらのプレストレスはプレテンション方式により導入する。UFC 床版は、土木学会：「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」に基づき、限界状態設計法により設計した。UFC 床版を設置するエリアは、常時において航空機は往来せず、緊急時に走行する可能性がある着陸帯等の区域である。そのため、航空機は終局限界状態の荷重として扱っている。使用限界状態では、自動車荷重が設計対象となる。

3. 実験概要

(1) 実験の目的

本実験では、各限界状態において設計計算通りの応答や耐荷性能を検証するために、以下の内容を確認した。

- ①使用限界状態：自動車荷重を載荷し、ひび割れが生じないこと。荷重に対する応答（変位、ひずみ）が線形で、計算値と同程度であること。
- ②終局限界状態：航空機荷重が載荷された場合、PC鋼材が降伏しないこと。

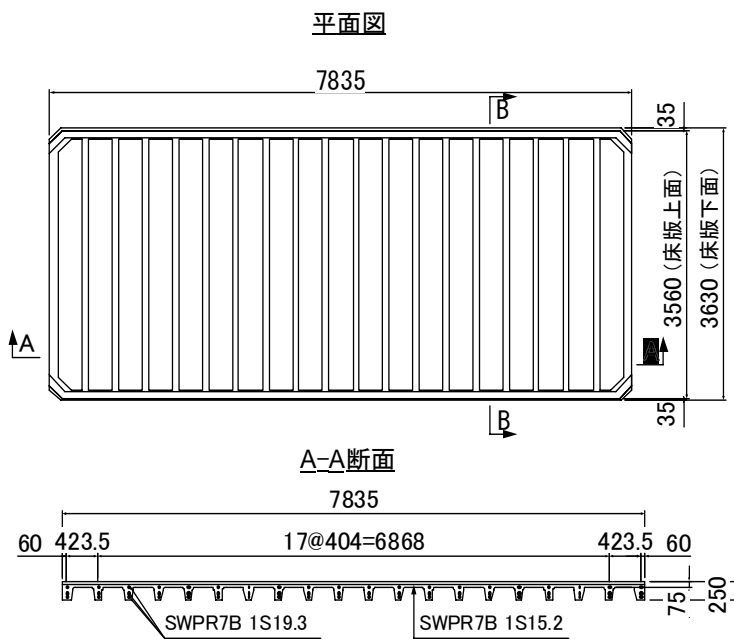


図1 UFC 床版 実物大実験供試体

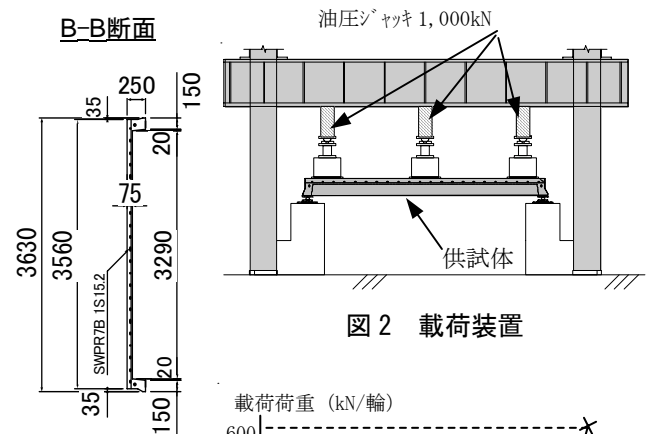


図2 載荷装置

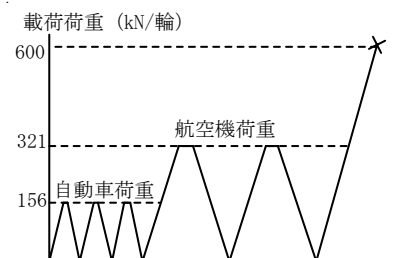


図3 載荷ステップ

キーワード 床版構造、プレキャスト、超高強度繊維補強コンクリート、実物大載荷実験

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設株式会社 TEL03-5381-5297

その指標として、荷重が複数回繰り返されたとき、変形の増加が顕著にならないこと、ならびに除荷時の残留変形が小さいこと。③**最大荷重状態**：航空機荷重を超える荷重を載荷し、荷重と変位の関係が単調増加の範囲にあること、航空機荷重時に対して十分な余裕があることを確認する。

(2) 実験供試体

実験供試体は実物大寸法のものを使用し、UFC の耐荷性能のバラツキの程度を検証するために2体実施した。

(3) 載荷装置及び載荷ステップ

図2及び図3に、それぞれ実験の載荷装置、載荷ステップ図を示す。実験では、まず自動車荷重を3回載荷し、その後、航空機荷重を2回繰り返した。そして最後に、航空機荷重を超える載荷を行った。なお、荷重作用位置は、終局状態において主たる荷重となる航空機荷重の車輪位置に合わせた。そのため、自動車荷重を再現する場合、航空機と車輪配置が異なるため、自動車荷重で発生する最大引張応力度 29 N/mm^2 になるように載荷荷重を 156 kN/輪 に設定した。



写真1 実験載荷状況

4. 実験結果と評価

図4及び図5に示す荷重—鉛直変位曲線は、航空機荷重載荷の1回目と最大荷重まで載荷したときの結果を示した。同図には、実験値のほか、FEM解析値を同時にプロットした。また、同図右側に、自動車荷重付近を拡大したグラフを掲載した。以下に、一体目について、各限界状態における実験結果とその評価を述べる。

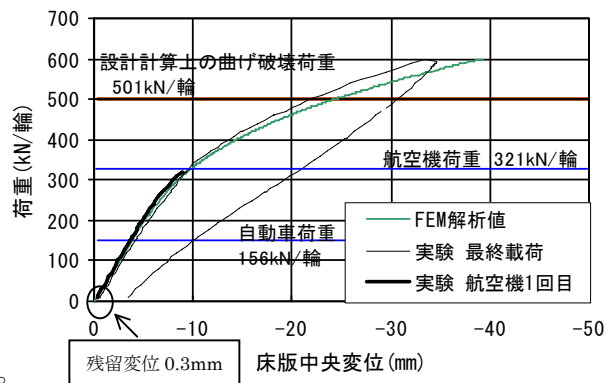


図4 荷重—鉛直変位曲線（一体目）

①使用限界状態

自動車荷重の載荷では、ひび割れが生じないことを確認した。3回の繰り返し載荷においては、実験値はほぼ同じ直線上を動いており、線形挙動を確認した。なお、最初のひび割れは、荷重が 200 kN を超えた段階で短辺方向の梁に発見された。

②終局限界状態

航空機荷重について1回目と最終の載荷を比較すると、鉛直変位は 8.8 mm から 9.0 mm へ 2.5% の増加にとどまり、有意な差がないことを確認した。また、航空機荷重による残留変位は約 0.3 mm であり、1回目の航空機載荷時変位 8.8 mm に対して 4% 以下であり、有意な残留変位が生じていないことを確認した。

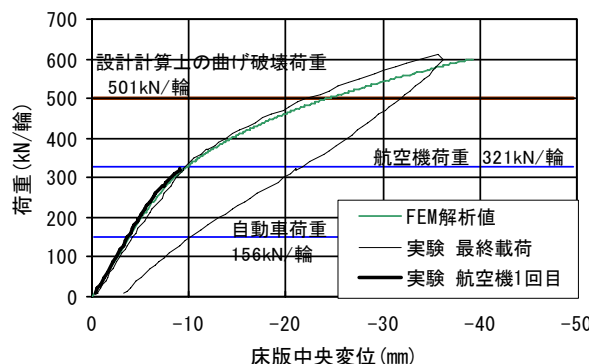


図5 荷重—鉛直変位曲線（二体目）

③最大荷重状態

設計計算上の曲げ破壊荷重 (501 kN/輪) を超える荷重 (600 kN/輪) を載荷した場合のひび割れ幅は概ね 0.1 mm 以下であり、床版にはまだ耐力の余裕があるように見受けられた（載荷設備の制約のためこの荷重で載荷を終了した）。また、厚さ 75 mm の床版の押し抜きせん断についても、航空機荷重を超える 600 kN/輪 までの載荷に対して顕著な損傷はなかった。二体目の供試体に対する実験結果も概ね同様であり、2 ケースにおける航空機荷重時の鉛直変位の差は 1.8% 程度であった。

4. まとめ

UFC は優れた力学性能や耐久性能を有する材料である。羽田空港D滑走路では、載荷実験の結果が示すように、従来のPC構造では考えられない薄い版厚で、荷重強度の大きい航空機に対して所定の耐荷性能を確認し、またバラツキの少ない安定した耐荷性能が確認できた。また、上部工の重量を押さえることにより下部構造全体への負担軽減にも寄与している。本工事のUFC床版が、今後のPC技術の一助になれば幸いである。なお、本報告は東京国際空港D滑走路建設工事の設計業務の一環として実施した成果の一部である。