

大型 UFC 床版の製作実験の結果と評価

大成建設株式会社技術センター	正会員	○武者	浩透
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
大成建設株式会社東京支店	正会員	横井	謙二

1. はじめに

羽田空港D滑走路の栈橋部のうち、滑走路及び誘導路の外側のエリアは、床版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た。UFC を栈橋部床版に適用することによって床版の軽量化が図られ、栈橋ジャケット鋼材量および杭重量の低減を実現している。また、高耐久性の材料であるため維持管理費の低減が期待できる。

今回の採用に際して、これまで UFC によるプレキャスト床版を大量に製作した実績がないことから、実物大床版の製作実験を実施した。また、製作した床版を用いて載荷実験を行い、設計の妥当性の検証と耐荷性能の確認を行っている。ここでは、実物大床版の製作実験の概要とその結果について報告する。

2. UFC 床版の構造

UFC 床版は、長辺：7835mm×短辺：3630mm の長辺 2 辺を単純支持された PC 床版であり、短辺方向にはリブ（H=250mm）が配置されている。また、UFC の優れた力学特性を活用することにより、部材の厚さを非常に薄くすることが可能となり、リブ厚は 82mm、床版厚は 75mm である（図-1 参照）。PC 鋼材は長辺方向及び短辺方向の 2 方向に配置され、プレストレスはプレテンション方式により導入される。

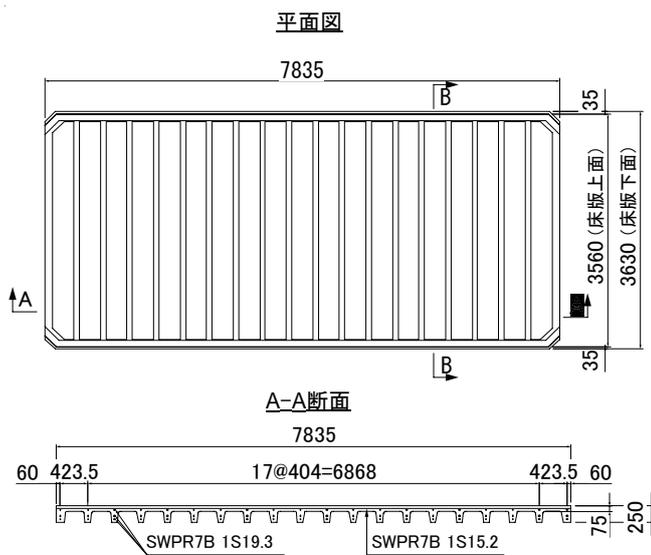


図-1 UFC 床版構造図

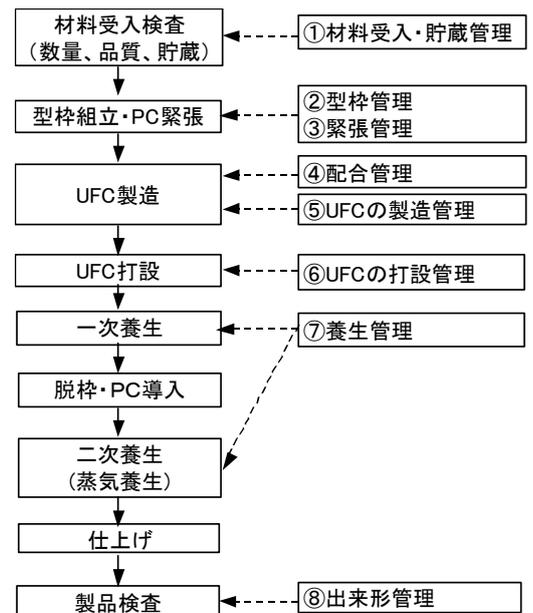


図-2 UFC 床版製作 品質管理

3. 製作実験の概要

(1) 実験の目的

土木学会の超高強度繊維補強コンクリート設計・施工指針（案）（以下、UFC 指針）に基づいた UFC 床版用の品質管理基準を作成した。本実験は、この品質管理基準の妥当性の検証を目的とし、実物大の UFC 床版を 3 枚（S1～S3 床版）製作して、強度や寸法精度等のばらつきを把握した。

(2) 実験の概要

図-2 に UFC 床版の製作フロー図および品質管理項目を示す。1 床版（約 4m³）の打設に際しては、強制練り水平 2 軸ミキサーを用いて、1.15m³ を 4 バッチ練混ぜる。本実験の目的である「ばらつき」を把握するため、その全てのバッチにおいてフロー試験等のフレッシュ性状を確認する試験を実施するとともに、バッチ毎に各種強度試験用の供試体を作成して、各床版のみならず 1 床版の製作過程におけるばらつきを把握すべくデータを採取した。

また、出来形精度においても、各床版に多くの計測ポイントを設置して、その各寸法を確認した。

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート、床版、プレキャスト、プレテンション、実物大製作実験

連絡先：〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター土木技術開発部 TEL 045-814-7219

3. 実験結果

ここでは、打設、製品強度、出来形寸法について述べる。

(1) UFC 打設

羽田空港D滑走路の工事では、このUFC床版を約7,000枚製作する予定であるため、品質を確保するための良好な作業性および効率性が必要となる。本実験では、UFCの優れた高流動性（自己充填性）と型枠振動機の使用により、表-1に示すように1床版（約4m³）のUFC打設に要したのは、わずか15分程度の時間であり、均しを含めた時間でも平均で23分と極めて良好な作業性を確認した。

表-1 UFC 打設所要時間

床版No.	単位:分		
	S1	S2	S3
打込み作業	16	13	13
均し作業	6	14	7
打設所要時間	22	27	20
平均所要時間	23		



写真-1 UFC床版の打設状況

表-2 強度試験結果

床版No.	強度	圧縮強度 (N/mm ²)	ひびわれ発生強度 (N/mm ²) ^{※4}	引張強度 ^{※4} (N/mm ²)
		管理値:180以上	管理値:8.0以上	管理値:8.8以上
S1 ^{※1}		211	10.0	13.5
S2 ^{※1}		208	10.4	14.9
S3 ^{※1}		200	10.2	14.8
平均値 ^{※2}		206(194)	10.2(11.7)	14.4(11.3)
標準偏差 ^{※2}		7.7(7.7)	0.95(1.3)	2.20(1.5)
変動係数 ^{※2}		3.7%(4.0%)	9.4%(11.1%)	15.3%(13.4%)
最大値 ^{※2}		223	12.0	18.1
最小値 ^{※2}		194	8.6	9.6

※1:各床版の強度は、床版毎に採取した供試体12本の平均値
 ※2:平均値以降の数値は、全供試体数36本を基に算出した値
 ※3:括弧内の数値は、指針(案)に記載された集計データに基づく値
 ※4:ひび割れ発生および引張強度については、UFC指針に準拠して算定

(2) 製品強度

床版製作時に採取した供試体を、実床版の近傍に設置して全くの同一条件で養生した後、各種の強度試験を行った（表-2および図-3~5）。

各種の強度試験においても、3床版で採取した全供試体（36本）の全てで管理値を満足している。ばらつきに関しては、UFC指針に示されている標準偏差や変動係数と同等の値を示しており、3床版とも品質が確保されていることを確認した。また、圧縮強度においては指針同様にばらつきが少ない値を示している。

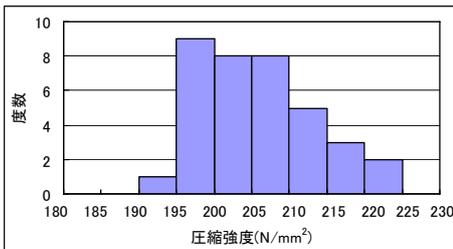


図-3 圧縮強度分布

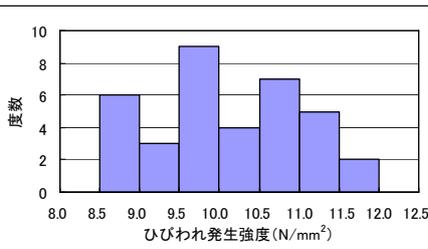


図-4 ひび割れ発生強度分布

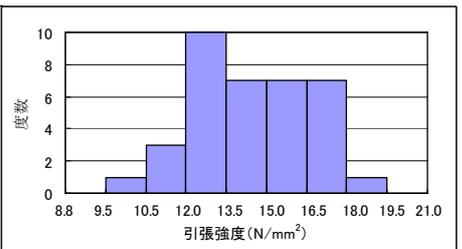


図-5 引張強度分布

(3) 出来形寸法

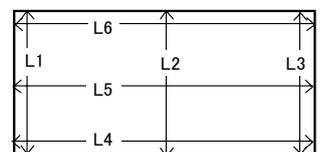
粗骨材を用いず反応性粉体を多く配合しているUFCは、通常のコンクリートと比べて自己収縮量が多い。また、本床版はプレストレスにより大きな圧縮力が導入されるため、弾性短縮量も出来形寸法に影響する。

そのため本床版では、過去の実績等から推定される自己収縮量と設計より得られる弾性短縮量を予め考慮し、型枠寸法を設計寸法より1200μ（0.12%）分大きめに設定した。床版製作完了後に計測した出来形寸法を表-3に示す。鋼製型枠の採用により型枠の設置精度が高かったことと、短縮量が想定していた値に近かったことにより、非常に高精度な床版が製作できたことを確認した。

また、床版厚（設計値250mm）においても0~+4mm、スラブ厚（設計値75mm）では-1~+3mm、リブ厚（設計値82mm）においては0~+3mmの精度であり、高い精度管理が確認された。

表-3 出来形寸法（床版上面）

項目	設計寸法	型枠寸法	出来形		誤差	
			各寸法	平均	各寸法	平均
S1床版	3560.0	3564.4	3560.0	3560.3	0.0	-0.3
			3561.0		-1.0	
			3560.0		0.0	
	7835.0	7844.4	7835.0	7834.3	0.0	0.7
			7834.0		1.0	
			7834.0		1.0	
S2床版	3560.0	3564.4	3560.0	3559.7	0.0	0.3
			3560.0		0.0	
			3559.0		1.0	
	7835.0	7844.4	7834.0	7834.7	-1.0	0.3
			7834.0		1.0	
			7834.0		1.0	
S3床版	3560.0	3564.4	3561.0	3560.7	-1.0	-0.7
			3560.5		-0.5	
			3560.5		-0.5	
	7835.0	7844.4	7835.0	7834.8	0.0	0.2
			7835.0		0.0	
			7834.5		0.5	
短辺方向平均値			3560.2		-0.2	
長辺方向平均値			7834.6		0.4	



4. まとめ

UFCは新しい材料であり、高流動や高強度・高靱性さらには高耐久性と優れた性能を持つ反面、その性能を確保するための練混ぜや打設管理には十分な注意が必要である。本製作実験では、策定した品質管理基準により、十分な品質・精度の床版の製作が可能であることが確認でき、ならびに大量生産に向けての効率化の基礎データを得ることができた。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。