

羽田空港 D 滑走路 UFC 床版製作における AFt 系 UFC の製造・品質管理結果

鹿島建設株式会社東京土木支店 正会員 ○渡邊 有寿, 葭葉 雅弘

国土交通省関東地方整備局 正会員 野口 孝俊

羽田再拡張D滑走路建設工事共同企業体 正会員 南 浩郎

鹿島建設株式会社土木管理本部 正会員 大野 俊夫

鹿島建設株式会社技術研究所 正会員 柳井 修司

1. はじめに

羽田空港 D 滑走路の栈橋部のうち、外周部の着陸帯には超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を使用したプレキャスト PC 床版 (以下、UFC 床版) が敷設されている。

約 20 万 m² の UFC 床版のうち、約 2 万 m² (797 枚、約 2,600m³) には日本国内の材料と技術で開発されたエトリンガイト生成系超高強度繊維補強コンクリート (以下、AFt 系 UFC)¹⁾ が使用された。本報では、UFC 床版製作工場における AFt 系 UFC の製造および品質管理について報告する。

2. AFt 系 UFC の製造と品質管理の概要

(1) 製造概要

AFt 系 UFC の製造は、「UFC 指針：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)、土木学会」および「マニュアル：サクセム設計・施工マニュアル (案)、サクセム研究会」に準じて行った。AFt 系 UFC の配合を表-1 に、製造フローを図-1 に示す。製造は専用のバッチャープラ

ントを用い、1 バッチあたりの練混ぜ量は 2.4m³ を標準とし、1 日あたり 25 バッチ程度 (約 60m³) の練混ぜを行った。

(2) AFt 系 UFC の品質管理

- 本工事では、プラントで大量製造する AFt 系 UFC において、以下の 3 点を重点的に管理した。
- ①表面水を有する骨材の表面水率の管理
 - ②鋼繊維の分散性確保
 - ③強度発現と季節を考慮した適切な養生

3. 品質管理結果

(1) 骨材の表面水率の管理

AFt 系 UFC に使用する骨材 1 は通常の生コンクリートと同様、表面水を有する状態で計量・混合する。そのため、骨材 1 の表面水率を適切に把握して計量に反映することが、AFt 系 UFC の品質安定化を図る上で最も重要となる。本工事では、表面水率自動測定機を用いて、全バッチ (約 1,100 バッチ) の骨材 1 の表面水率を測定し、計量・練混ぜに反

映した。図-2 に表面水率の測定結果とモルタルフローおよび圧縮試験の結果を示す。骨材 1 の表面水率は 3.5~7.9% の範囲で変動したが、これを適切に反映する (補正する) ことでモルタルフロー (規格値：250±20mm)、

圧縮強度 (N/mm ²)	モルタルフロー (mm)	W/B (%)	Air (%)	単位量(kg/m ³)							鋼繊維
				水※	セメント	高強度 混和材	骨材1	骨材2	高性能 減水剤	消泡剤	
180	250±20 (打設時)	15	2.0	195	927	360	725	180	32.2 (2.5%)	6.4	137.4

※水195kg/m³は高性能減水剤の水分と消泡剤を含む重量

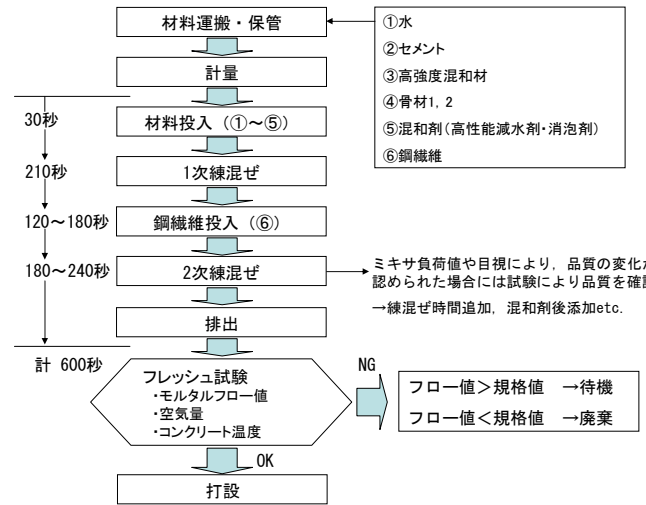


図-1 AFt 系 UFC 製造フロー

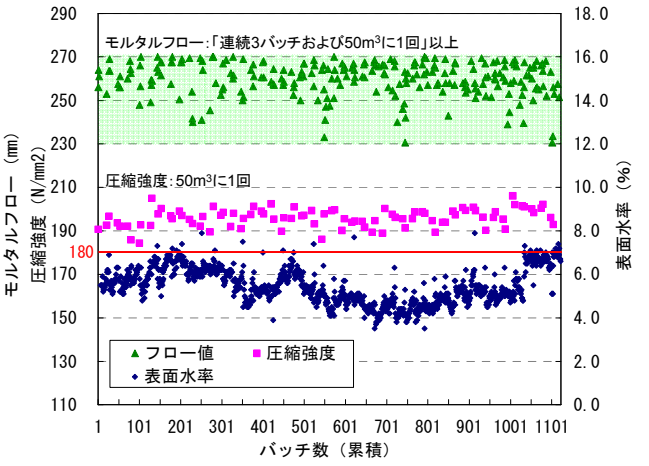
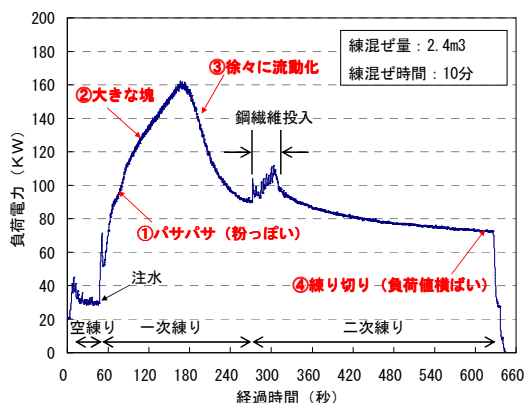


図-2 表面水率の変動と AFt 系 UFC の品質変化

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート、UFC 床版、エトリンガイト、品質管理
連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL042-489-7060

表－２ 練混ぜ性能試験結果（稼動時）

計測項目	規格値	試験結果		
		排出始め	排出中間	排出終わり
鋼繊維量の差	5.0%以下	1.7%	1.2%	1.4%
モルタルの単位容積質量の差	0.8%以下	0.13%	0.08%	0.13%



図－３ ミキサ負荷値

圧縮強度（規格値：180N/mm²以上）とも品質の安定したAFt系UFCの製造・供給を達成した。

（２）鋼繊維の分散性の管理

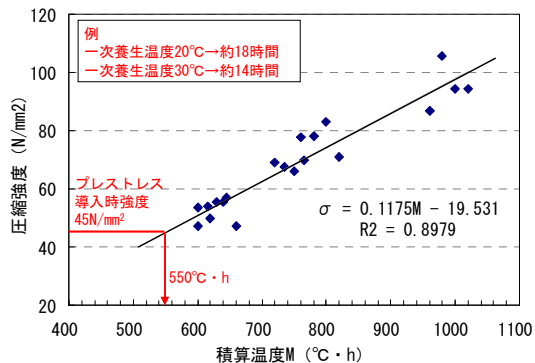
UFCの優れた靱性を発揮させるためには鋼繊維を均一に分散させる必要がある。鋼繊維はドラム缶（容量200L）にて搬入するため、運搬過程で締め固められ塊状になることが懸念された。そこで、専用の鋼繊維ほぐし装置をプラントに設置し、これを用いた実機練混ぜ性能試験（JIS A 1119）を実製作に先立って実施した。試験では、練り上がった試料をミキサからの排出始め・中間・終わりに採取し、モルタルの単位容積質量および鋼繊維量の差を測定した。表－２に練混ぜ性能試験の結果を示す。表に示すように、練混ぜ時の鋼繊維の分散性（均一性）は良好であった。

図－３に練混ぜ中のミキサ負荷値の変化を示す。練混ぜの進行に伴い、初めは粉状であったものが、徐々に粒状から大きな塊となり、ミキサ負荷値が上がっていく。負荷値がピークを超えると塊状からスラリー状へ流動化し、負荷値も下がっていく。ここで、鋼繊維の投入は、分散性確保の観点から、モルタルの粘性で繊維の塊を引きちぎる効果も期待し、完全に軟らかくなる前に投入することとした。投入はミキサ負荷値（フレッシュ性状）で管理し、性状が変化した際は適宜タイミングを調整し、モルタルの粘性が一定の時に投入することで、分散性のばらつきを抑えた。

（３）強度管理

本工事では、50m³に1回の頻度でテストピースを作製し、床版と同じ条件で養生した後に強度試験を行い、圧縮、ひび割れ発生、引張の3項目の強度について品質を確認した。

本工事では、プレストレスを導入するまでの一次養生と、



図－４ 積算温度と圧縮強度の関係

表－３ 強度試験結果

統計値		記号	単位	圧縮強度	ひび割れ発生強度	引張強度
試験結果	標本数	N	—	91	91	91
	平均値	f _m	N/mm ²	195.9	10.4	14.2
	最大値	Max	N/mm ²	206.0	13.3	17.4
	最小値	Min	N/mm ²	184.3	8.4	10.9
	標準偏差	σ	N/mm ²	4.2	1.0	1.5
	変動係数	δ	%	2.1	9.4	10.4
規格値		f _k	N/mm ²	180.0	8.0	8.8

その後85°Cで24時間の二次養生を実施した。特に一次養生は打設翌朝の脱型・プレストレス導入時に必要となる初期強度を製造サイクルに合わせて得るために重要な工程である。そこで、工場稼動時に積算温度と圧縮強度の関係式（図－４）を作成し、これを用いて養生時間と一次養生温度を調整した。実製作では、季節によって外気温が変動しても、関係式に基づいて養生温度と養生時間を管理・調整することにより（20～30°C、12～16時間）、所定の強度を満足し、製造サイクルを保つことができた。

第1回製造（2009年11月）から最終製造（2010年3月）までの強度試験結果を表－３に示す。本工事における試験値は全て規格値を上回る結果であり、かつ各強度の標準偏差もUFC指針およびマニュアルに示されている値よりも小さく、適切な管理によって品質のばらつきを抑制できた。

４．まとめ

本工事は、羽田空港D滑走路という大規模な工事へAFt系UFCを大量に使用した事例である。約4ヶ月という短期間ながら、797枚（約2,600m³）の床版を不良率ゼロで製作・出荷することができた。今回の製作を通じて、AFt系UFCは強度や施工上の品質のばらつきは非常に小さく、大量生産にも十分対応可能であることが示された。

本報告は東京国際空港D滑走路建設外工事の一環として実施した工事の成果の一部である。

参考文献

- 1) 日紫喜ほか：超高強度繊維補強コンクリートの強度特性と耐久性、日本材料学会、2006年学術講演会、pp.291-292、2006年5月