

温度変化を受ける UFC 埋設型枠の付着力に関する検討

太平洋セメント(株) 正会員 ○杉山 真悟, 美谷 潤, 小早川 真, 田中 敏嗣

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC）の高強度・高耐久性を活かした用途の一つとして、埋設型枠への適用が挙げられる。UFC 埋設型枠は、後から打込まれるコンクリート（以下母体コンクリート）と一体化されるが、母体コンクリートと線膨張係数が異なるため、日射等により生じる温度変化にともなうひずみ差が発生することが懸念される。そこで、本検討では、温度変化にともなうひずみを載荷試験で模擬し、温度変化によるひずみが UFC 埋設型枠と母体コンクリートの付着力に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料ならびに配合

表 1 に本検討で使用した UFC 埋設型枠模擬体（以下 UFC パネル）に用いた配合を示す。使用材料として、標準配合粉体（PM, 太平洋セメント社製, 密度: 2.82g/cm^3 ）、鋼繊維（FM, $\phi 0.2 \times 15\text{mm}$, 密度: 7.85g/cm^3 ）および混和剤としてポリカルボン酸系高性能減水剤（SP）を用いた。表 2 に母体コンクリートの配合を示す。練混ぜ水に水道水（W）、セメントに普通ポルトランドセメント（C, 太平洋セメント社製, 密度 3.15g/cm^3 ）、細骨材に山砂（S, 静岡県掛川市産, 表乾密度: 2.56g/cm^3 ）、粗骨材に砕石（G, 茨城県桜川市産, $5\text{mm} \sim 20\text{mm}$, 表乾密度: 2.65g/cm^3 ）を使用した。また、混和剤としてリグニンスルホン酸系の AE 減水剤（Ad）を使用した。

(2) 試験体概要

本検討で使用した試験体概要図を図 1 に示す。試験体は、既報の文献¹⁾を参考に、 $100 \times 100 \times 200\text{mm}$ の母体コンクリートの側面に $95 \times 45 \times 15\text{mm}$ の UFC パネルを合成する形状とし、UFC パネルの合成面には凹部（ $\phi 10\text{mm} \times$ 深さ 3mm , 4.2 個/ 10cm^2 ）を一様に設けた。試験体作製の際は、あらかじめ型枠の側面部に UFC パネルを設け、母体コンクリートを打ち込んだ。図 2 に試験体作製概要を示す。なお、母体コンクリートの圧縮強度は標準水中養生 49 日で 41.0N/mm^2 であり、UFC の圧縮強度は 208N/mm^2 であった。

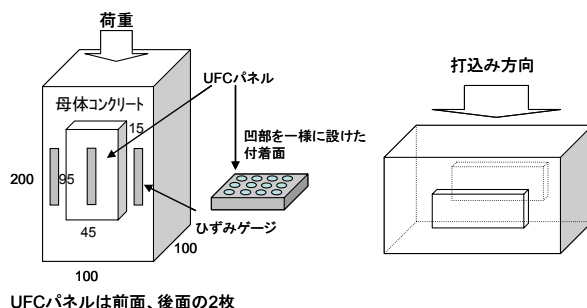
表 1 UFC パネルの配合

目標フロー (mm)	単位量 (kg/m^3)			SP 添加量 (kg/m^3)
	W	PM	FM	
250 ± 10	180*	2254	157	20

*W の中に SP を含む

表 2 母体コンクリートの配合

最大粗骨材 寸法(mm)	W/C (%)	スランプ (cm)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)				Ad (ml/m^3)
				W	C	S	G	
20	55	12 ± 2.5	4.5 ± 1.5	167	304	814	987	760



UFC パネルは前面、後面の2枚

図 1 試験体概要図

図 2 試験体作製概要

(3) 実験水準ならびに実験方法

静的載荷試験および繰返し載荷試験を行うことで、温度変化によるひずみを模擬した。UFC パネルの線膨張係数を $13.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、母体コンクリートの線膨張係数を $11 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ とし、UFC パネルと母体コンクリートの線膨張係数の差を $2.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ と仮定した。上述より、母体コンクリートと UFC パネルの間で発生するひずみ差は、 20°C 温度変化するごとに 50×10^{-6} 発生する。本検討では、 20°C 、 40°C および 60°C の温度変化が発生した場合を想定し、UFC パネルと母体コンクリートの間で発生するひずみ差が 50×10^{-6} 、 100×10^{-6} および 150×10^{-6} となる水準で検討を行った。また、UFC パネルの剥落が生じるまで載荷する水準についても検討を行った。表 3 に試験水準を示す。

①静的載荷試験

UFC パネルの剥落が生じるまで載荷を行う場合、載荷速度を毎秒 $0.6 \pm 0.4\text{N/mm}^2$ とし、母体コンクリートのひずみと UFC パネルのひずみを測定するとともに、UFC パネルの付着状況を目視により確認した。 20°C 、 40°C および 60°C の温度変化を想定した載荷を行う場合、所定のひずみとなる荷重を 3 分間載荷し、除荷後、建研式付着試験により UFC パネルと母体コンクリートの付着力を測

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 埋設型枠, 温度変化, 線膨張係数, ひずみ, 付着強度

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL. 043-498-3902

定した。

②繰返し載荷試験

40℃および 60℃の温度変化が発生した場合について検討を行った。所定のひずみとなる荷重を、母体コンクリートに繰返し載荷した。繰返し回数は、5年間の日間温度変化を想定して1825回とし、繰返し載荷速度は6秒/サイクルとした。サイクル終了後、建研式付着試験により UFC パネルと母体コンクリートの付着力を測定した。

3. 実験結果

(1) 静的載荷試験時の UFC パネルと母体コンクリートのひずみ挙動

図 3 に UFC パネルの剥落が生じるまで載荷した試験体の、UFC パネルと母体コンクリートのひずみ挙動ならびに付着状況を示す。載荷初期より、UFC パネルは、母体コンクリートから伝達されたひずみの影響を受けており、母体コンクリートのひずみが大きくなるほど UFC パネルのひずみは大きくなった。しかし、UFC パネルは、想定した温度変化によるひずみでは剥離せず、母体コンクリートのひずみが約 400×10^{-6} (約 160℃の温度差に相当) となると剥離することが分かった。

(2) 静的載荷試験後の付着強度

図 4 に静的載荷試験後の付着強度を測定した結果を示す。この図より、付着強度のばらつきは大きい、無載荷の試験体と比べ、ひずみを与えたことによる付着強度の低下は認められなかった。

(3) 繰返し載荷試験後の付着強度

図 5 に5年間の日間温度変化を想定した繰返しひずみを与えた結果を示す。この結果より、無載荷時と比べ、繰返しひずみを与えたことによる付着強度の低下は認められなかった。

4. まとめ

本検討では、温度変化に伴うひずみを載荷によるひずみで模擬し、温度変化によるひずみが UFC パネルと母体コンクリートの付着力に及ぼす影響について検討を行った。以下に、本検討の範囲内で得られた結論を示す。

(1) 静的載荷試験より、一般に想定される温度変化に相

表 3 試験水準

試験項目	載荷方法	試験数	試験条件				
付着強度 (母体コンクリート-UFC パネル間)	静的載荷試験	2 面×2 本 ×5 水準	0×10^{-6}	50×10^{-6} (20℃)	100×10^{-6} (40℃)	150×10^{-6} (60℃)	剥落する まで
	繰返し載荷試験	2 面×1 本 ×2 水準	—	—	100×10^{-6} (1825 回)	150×10^{-6} (1825 回)	—

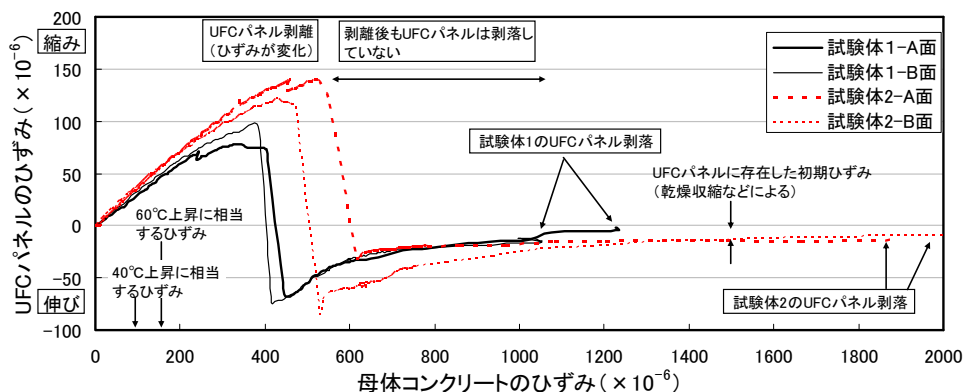


図 3 母体コンクリートと UFC パネルのひずみ挙動ならびに付着状況

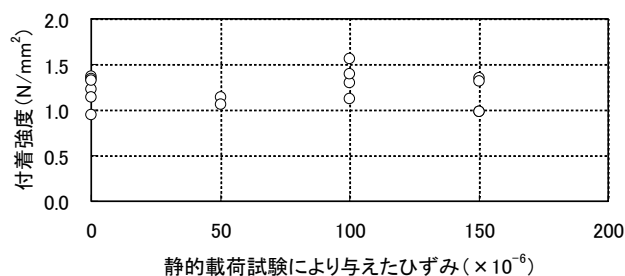


図 4 静的載荷試験によるひずみと付着強度の関係



図 5 繰返し載荷試験によるひずみと付着強度の関係

当するひずみでは、UFC パネルは剥離せず、母体コンクリートのひずみが約 400×10^{-6} (約 160℃の温度差に相当) で剥離した。

(2) 静的載荷試験後の付着試験より、60℃の温度上昇を想定した際に発生するひずみを与えても、付着強度の低下は認められなかった。

(3) 繰返しひずみ載荷試験後の付着試験より、5年間の日間温度変化に相当するひずみを繰返し載荷により与えても、付着強度の低下は認められなかった。

【参考文献】

- 渡辺健治ほか：産業廃棄物起源合板のコンクリート型枠への適用性，コンクリート工学年次論文集，vol.31，No.1，pp.2179～2184，2009