

フライアッシュコンクリート部材の蒸気養生により発生する表面ひび割れ防止に関する検討

愛媛大学 坂根 悠祐

愛媛大学 正会員 氏家 勲 愛媛大学 正会員 河合 慶有

1. はじめに

近年、高品質コンクリートの安定生産や作業環境の改善などを目的にプレキャスト PC 製品の需要が高まっている。また、フライアッシュを混和することにより耐久性向上を図ることができることが一般に言われている。高強度 PC 桁製造時には、早期のプレストレス導入強度確保の観点から蒸気養生を行うのが一般的である。一方、プレキャスト製品において、蒸気養生中にコンクリート表層部温度が養生層内温度より高くなると蒸気圧勾配が生じ、コンクリート表層部が乾燥することで品質が低下することが指摘されている¹⁾。さらに、フライアッシュ混和により強度発現が遅くなるため、早期の乾燥により表層部に生じる引張応力が品質に与える影響が大きくなる可能性がある。実際にプレキャスト PC 製品製造時に FA を混和して蒸気養生を施した際、蒸気養生終了後のコンクリート打ち込み面に亀甲状の微細ひび割れが発生することが報告されている²⁾。そこで本研究では小型供試体でひび割れの発生を再現し、ひび割れの発生原因について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 配合

表 1 に早強ポルトランドセメントのみ、フライアッシュを混和したコンクリートの配合

表 1 コンクリートの配合

	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)						
		W	C	FA	S	G	減水剤	AE 剤
HSC	29	147	507	0	688	1029	4.06	0.15
FAC	27	152	450	113	630	978	6.47	0.17

をそれぞれ示す (以下 HSC、FAC と呼ぶ)。なお、セメントは早強ポルトランドセメントを用い、混和剤には減水剤と AE 剤を使用した。

(2) 供試体概要

実験には図 1 に示す一辺 300mm の立方体供試体を用いた。実製品の温度履歴を再現するために、蒸気養生終了後に観察面以外には断熱材を設置した。また、熱電対を上から 30mm と 150mm の 2 箇所に取り付け、温度変化を測定し、上部と中心の温度変化を比較した。

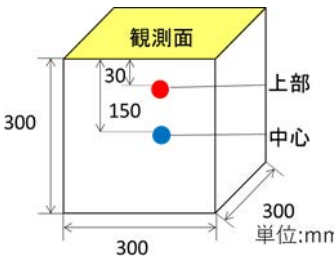


図 1 供試体

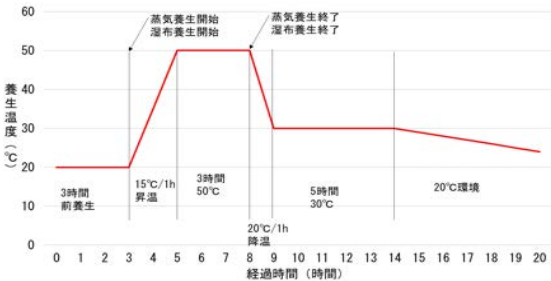


図 2 養生温度

(3) 養生方法

設定した養生温度を図 2 に示す。本実験では蒸気養生は図 3 のように水を溜めた容器を密封し、雰囲気温度を上げるにより行った。打設後に前養生を 3 時間行い、15°C/h で昇温し、50°C 環境で 3 時間保持した。蒸気養生



図 3 養生方法 (養生シート無し)



図 4 養生方法 (養生シート有り)

の終了後直ちに、容器から供試体を取り出すと共に型枠の周囲に断熱材を設置し 20°C/h で降温し、30°C 環境で 5 時間、その後は 20°C 環境に静置した。この温度履歴は実製品での温度履歴を参考に行っている。HSC は 1 体、

FACは2体作製した。また、FACの1体は図4のように蒸気養生中に供試体の観測面に水を含ませた養生シートを被せた。

3. 実験結果及び考察

図5に実験結果を示す。図中の破線は実製品の製造時に計測された温度履歴を示す。HSCにおける温度履歴は実製品における温度履歴と比較するとやや高くなっているが、最高温度あたりでの上部と中心との温度差は実製品とほぼ同じであり、再現できたと考えられる。また、FACにおける温度履歴も最高温度は実製品よりやや高くなっているが、再現できたとと思われる。ひび割れ発生状況に関しては、HSCではひび割れが発生せず、養生シートが無いFACで観察面に亀甲状のひび割れを20℃環境に静置する際に確認した。一方、養生シートを被せた供試体はひび割れが発生せず、ひび割れ発生状況も実製品の状況を再現することができた。

そこで、図6に上部の温度から中心の温度を引いた温度差を示す。蒸気養生中は上部のほうが中心より高く、蒸気養生終了後にFAC（養生シート有り）の場合の上部と中心の温度差は4.9℃であった。これは、ひび割れが入らないHSCの上部と中心の温度差（5.5℃）とほぼ変わらないため、結果的にひび割れが発生しなかったと考えられる。一方、FAC（養生シート無し）の温度差は9.1℃とHSCの温度差よりも大きい。その後は中心部のほうが高くなり全ての供試体でほぼ同じ温度差となっている。このことから表面部近くと中心部の温度差の変化が大きい場合にひび割れが発生すると考えられる。

4. まとめ

フライアッシュコンクリート部材において蒸気養生中に部材表面にシートを施すことによって表面ひび割れの発生を防ぐことができるが、これは表面近傍と内部との温度差を低減させることによるものと考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、極東興和株式会社の河金甲氏には、材料などの提供に加えて、実験実施などに関する貴重な意見を頂いた。ここに謹んで謝意を表す。

参考文献

- 1) 鳥海秋他：蒸気養生中の散水がコンクリート表層部の品質および強度特性に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.40、No.2、2018
- 2) 河金甲他：フライアッシュ混和の高強度PC桁の蒸気養生方法に関する検討：第28回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、2019

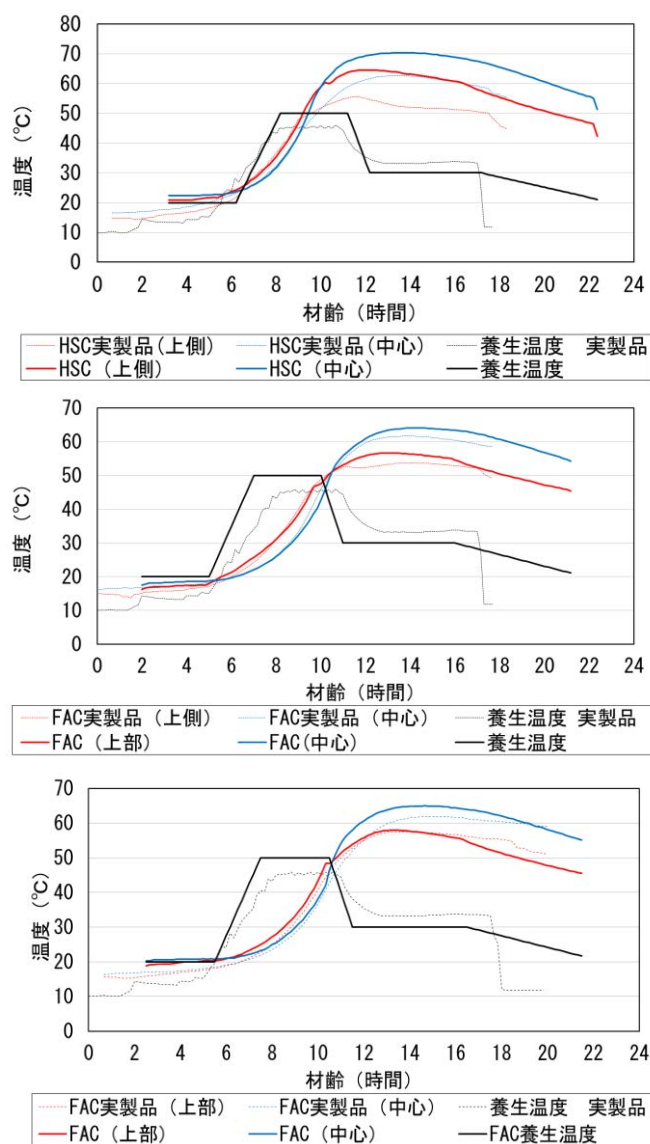


図5 実験結果

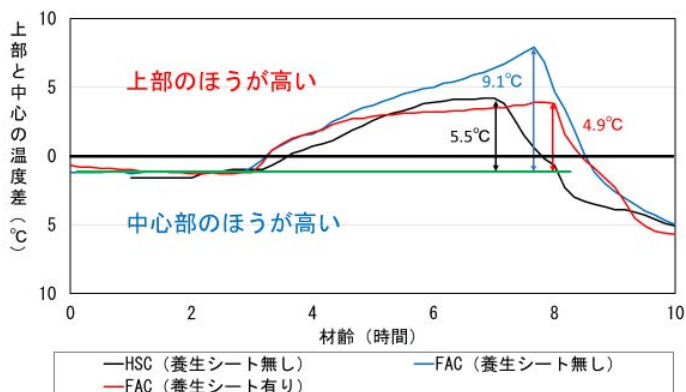


図6 上部と中心の温度差