

型枠の表面積の違いが温度履歴および熱伝達係数に与える影響

東海大学大学院
東海大学大学院
佐藤工業株式会社
東海大学

学生会員
学生会員
正会員
正会員

○平岡 音衣
佐藤 空翔
宇野 洋志城
伊達 重之

1. はじめに

近年、建設業界では就業者数の減少や少子高齢化に伴う人手不足の解決策の1つとして、プレキャストコンクリート(以下、PCa)製品の活用による生産性向上を目指している。既往の研究¹⁾より蒸気養生後すぐに脱型を行うと製品内部と外気温度に温度差が生じ、温度応力ひび割れの発生確率が高くなることが報告されている。そのため、供試体の温度履歴を制御することによって温度応力ひび割れの制御につながると考えられる。また、実際のPCa製品は大きさ・形状は異なることから、表面積も異なると考えられる。そこで本研究では、型枠の表面積の増大に伴う蒸気養生温度の取込み量の違いが脱型時の強度および熱伝達係数に与える影響についての検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 実験条件

本研究では、普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、川砂(密度:2.69g/cm³)、高性能減水剤を用いてモルタル供試体を作製した。配合は実際のPCa製品工場で用いられる配合を模擬し、W/C=40%、S/C=2.0とした。また、型枠の表面積に差をつけるため、図-1のように既成のアルミ製型枠に同じ材質のフィンを取り付けた。表-1に本実験で使用したフィンのサイズを示す。フィンサイズは型枠の寸法に関わらず、大小の2種類を使用した。なお、それぞれ2枚と5枚の計4水準とした。また、全ての水準においてフィンを取り付けていない供試体との比較を行った。

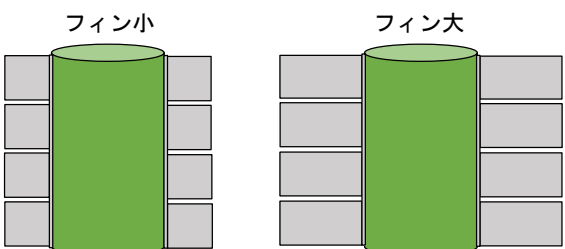


図-1 フィン取り付け後のイメージ
(フィン2枚の場合)

表-1 フィンサイズ

寸法 (mm)	サイズ	横(mm)	縦(mm)	厚さ(mm)
50×100	大	16	31	1
	小	38	31	
100×200	大	30	48	
	小	75	48	
150×300	大	45	57	
	小	115	57	

2. 2 養生条件

蒸気養生条件は前置き時間1.5時間、蒸気養生温度65℃、最高温度の保持時間は4時間とした。また、二次養生として室温20℃、湿度60%の環境下で2.5時間の気中養生を施し、所定の材齢に至るまで、同様の環境下で保管を行った。

2. 3 試験項目

本研究では供試体寸法φ50×100、φ100×200、φ150×300の3水準について、超音波伝搬速度試験および温度履歴の測定を行った。超音波伝搬速度試験では、8時間、1日、3日、7日、14日で測定を行った。温度履歴の測定では、供試体の中央、側面に熱電対を埋設し、データロガーを用いて接水後1分毎に測定を行った。また、この結果から、既往の研究²⁾を参考に型枠と供試体との熱伝達係数の算出を行った。

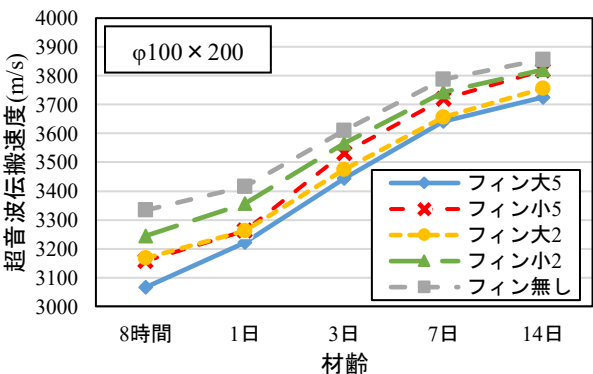


図-2 超音波伝搬速度の経時変化

3. 試験結果および考察

図-2に超音波伝搬速度の経時変化、表-1に表面積の増大量と

キーワード：プレキャストコンクリート，熱伝導率，温度履歴，温度応力ひび割れ
連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1 東海大学大学院 Tel：0463-58-1211

熱伝達係数の関係を示す。図-2 より脱型直後において、表面積が増大するほど超音波伝搬速度の値は小さくなることを確認された。これは、蒸気養生後の蓄熱量が減少することで通常よりも供試体の温度が冷めやすくなったためと考えられる。また、表-2 より表面積が増大するほど熱伝達係数も大きくなることを確認された。しかし、図-2 より PCa 製品の出荷目安である材齢 14 日では、表面積の増大量が超音波伝播速度に及ぼす影響が小さくなるため、強度増進への影響は少ないと考えられる。図-3 よりフィンの有無で比較した場合、フィンを取り付けることで、降温過程では短時間で冷却されることが確認された。また、表-3 に表面積の増大量の差とフィンの枚数の差による供試体中央と側面の脱型時の温度差を示す。表面積の増大に伴い、供試体中央と側面の温度差が小さくなることを確認されたことから、表面積の増大およびフィンの取り付け枚数の増加により供試体中央と側面の温度差が小さくなり、温度応力ひび割れの制御に有効であると考えられる。併せて、図-4 に各供試体寸法における供試体中央と側面の温度差を示す。φ150×300 では、表面積が約 3 倍大きくなった場合、フィンなしと比較して約 3℃の差を確認した。しかし、φ50×100 と φ100×200 では有意な差は確認されなかった。その為、供試体寸法が大きいほど、表面積の増大に伴う供試体中央と側面の温度差が小さくなり、その差も確認されやすいため、実際の PCa 製品ではフィンによる温度応力ひび割れの抑制効果が有利にはたらくと考えられる。

4. まとめ

- 本研究の範囲において以下の知見を得た。
- 1) 表面積が増大するほど超音波伝搬速度の値は小さくなるが、PCa 製品の出荷目安である材齢 14 日では、表面積の増大量が超音波伝播速度に及ぼす影響が小さくなるため、強度増進への影響は少ないと考えられる。
 - 2) 表面積の増大およびフィンの取り付け枚数の増加により供試体中央と側面の温度差が小さくなることから温度応力ひび割れの制御につながると考えられる。また、供試体寸法が大きいほどその傾向が強いことから実際の PCa 製品にも有利にはたらく可能性が考えられる。

参考文献

- 1) 遠藤友雄ほか：蒸気養生下におけるコンクリートの諸性状について、コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18，No.1，pp.1305-1310，1996
- 2) 筒本隆博ほか：冷却法による表面熱伝達係数の推定，広島県立総合技術研究所西部工業技術センター研究報告，No.63，pp.1-4，2020

表-2 表面積の増大量と熱伝達係数の関係

φ100×200 の場合	表面積 (mm ²)	倍率※	熱伝達係数 (W/m ² K)
フィン無	70685	—	0.3452
フィン小5	128285	1.8	0.4600
フィン大5	214685	3.0	0.5236

※フィン無を基準とした型枠の表面積の増大量

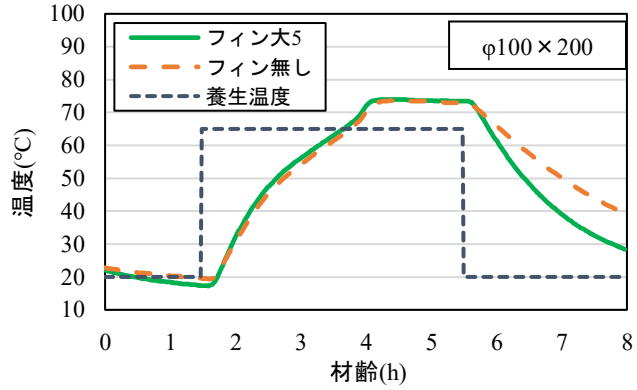


図-3 フィンの有無で比較した温度履歴

表-3 表面積の増大量の差による温度差

φ150×300 の場合	表面積 (mm ²)	供試体		温度差 (°C)
		中央(°C)	側面(°C)	
フィン無	0	59.4	54.3	5.1
フィン小5	102600	56.8	54.3	2.5
フィン大5	262200	53.9	52.0	1.9

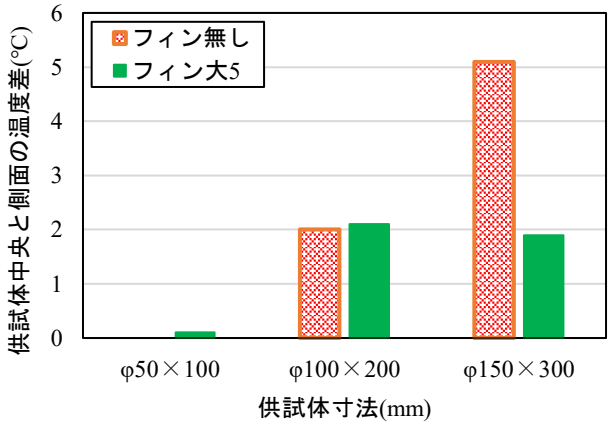


図-4 各供試体寸法の供試体中央と側面の温度差