

蒸気養生を施したコンクリートの位置による凍結融解抵抗性の違いについて Differences in Freeze-Thaw Resistance of Steam-Cured Concrete Depending on Location

○桑原 慎太郎*, 河野 栞*, 周藤 将司**, 山崎 康史***, 緒方 英彦****

Shintaro Kuwahara, Shiori Kawano, Masashi Suto, Koji Yamasaki and Hidehiko Ogata

1. はじめに

プレキャストコンクリートは、最終的に使用される場所以外で製作されたコンクリート部材または製品のことを指す。プレキャストコンクリート作製の際に行われる蒸気養生は、コンクリートの耐凍害性を低下させる要因となることが知られている。例えば石原らは、蒸気養生時に蒸気が直接触れる面は凍結融解抵抗性が劣ることを示している¹⁾。すなわち、凍結融解抵抗性の評価において、評価対象とするコンクリートの位置により結果が異なることが懸念される。そこで本研究では、蒸気養生時のコンクリート温度を確認したうえで、供試体における測定位置と凍結融解抵抗性の評価結果の関係について超音波法によって検討を行った。

2. 概要

本研究で用いるコンクリートの使用材料を表 1、配合表を表 2 に示す。練り上がり直後のスランプは 8.0cm、連行空気量は 5.8%、コンクリート温度は 32℃であった。蒸気養生は前養生時間を 77分とした。

本研究では、試験用の供試体寸法を 10×20×40cm の角柱供試体とした。コンクリートの温度測定も同寸法の供試体で T 型熱電対によって行った。養生中のコンクリート温度は、蒸気養生開始時から測定を行

表 1 使用材料
Table1 Materials

使用材料	記号	性質
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
		密度 3.16 g/cm ³
細骨材	S	加工砂
		密度 2.58 g/cm ³ 粗粒率 3.05
粗骨材	G	碎石 1505
		密度 2.72g/cm ³ 粗粒率 6.40
混和剤	Ad	AE 剤 マイティ AE-03

表 2 配合表
Table2 Mix Proportions

W/C (%)	単位量(kg/m ³)				Ad (×C%)
	W	C	S	G	
46	175	381	730	1023	0.04

い、打設面、打設面から深さ 1cm および 10cm の 3 点を測定位置とした。蒸気養生では、供試体型枠を二段に重ね、上段の供試体 (Over Surface ; OS) と、下段の供試体 (Under Specimen ; US) に区分した。この際、OS と US の間に垂木を挟んで 5cm 程度の隙間を設けた。これは、一般的に実製品でも隙間を設けて蒸気養生を施すためである。

蒸気養生後は脱型後材齢 21 日まで気中養生を行い、その後 7 日間の水中養生を施した後、材齢 28 日から凍結融解試験を開始した。凍結融解試験は、JIS A 1148 (A 法) に準拠し、10×10×40cm の供試体で

*松江工業高等専門学校専攻科生産・建設システム工学専攻 Advanced Production and Construction Systems Course, Advanced Engineering Faculty, Matsue College **松江工業高等専門学校環境・建設工学科 Department of Civil and Environmental Engineering, National Institute of Technology, Matsue College ***鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科国際乾燥地化学専攻 Department of Dryland Science Graduate school of Sustainability Science, Tottori University ****鳥取大学大学院連合農学研究科 The United Graduates School of Agricultural Sciences, Tottori University キーワード：プレキャストコンクリート、蒸気養生、凍結融解抵抗性、表面走査法

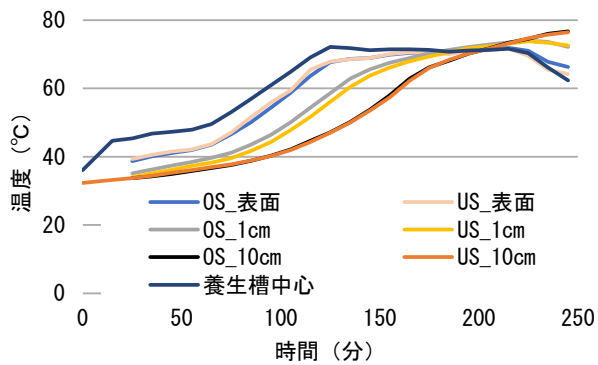


図1 温度履歴
Fig.1 Temperature History

温度管理を行った。測定項目は表面走査法による超音波伝播時間とした。超音波の測定には、端子径 50mm の機器を用いた。

表面走査法では発振子を固定し、端子間距離 50~350mm まで 50mm 間隔で移動させ計 7 点の測定を行った。得られた伝播時間と端子間距離の関係から一次式を求め、超音波伝播速度を算出した。相対超音波伝播速度は、速度を 2 乗した値を初期値の速度を 2 乗した値で除すことで求めた。

3. 結果と考察

温度測定の結果を図 1 に示す。グラフは、蒸気養生を開始する段階からのデータで示している。測定は、OS, US 双方の供試体で行った。OS と US の測定値は同等であることが確認できる。別途用意した $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体で材齢 28 日の圧縮強度を確認したところ、OS が 20.2N/mm^2 , 20.8N/mm^2 であった。強度試験の結果からも OS と US で型枠を重ねることによる違いがないことが伺える。

表面走査法による相対超音波伝播速度を図 2 に示す。図 2 のデータは、2 本の供試体の平均値で示している。打設面の値は 30 サイクル時点で上昇しているが、サイクル数の進行につれ低下している。これは、初期値の測定時に打設面のレイタンスを処理することなくそのまま測定したこと起因していると考えられる。表面の薄層が剥がれた 30~45 サイクル付近で最大値を取り、

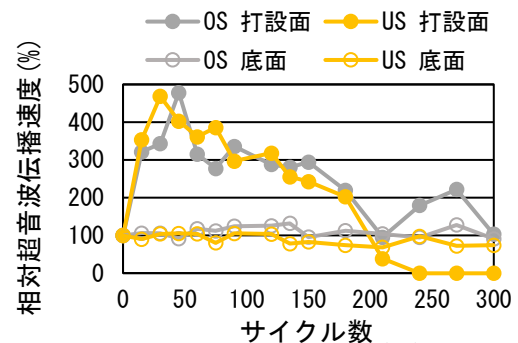


図2 相対超音波伝播速度
Fig.2 Relative Ultrasonic Pulse Velocity

その後は凍結融解試験の影響で値が低下していると考えられる。また、底面は 100% 付近で推移していることから、打設面のほうが凍結融解抵抗性に劣ると言える。これは、蒸気養生時に蒸気に直接接触したか否かの違い¹⁾に加えて、底面部のコンクリートの方が、温度変化が緩やかであった可能性が示唆されることが要因として挙げられる。

図 2 より、OS と US では概ね同等な経過を示しており、本研究では高さ方向の供試体位置による影響は確認されなかった。本研究における高さの違いは 20cm 程度である。高さの違いがさらに大きくなった場合に、本研究と同様な結果となるのかは、今後検証する必要があると言える。

4. まとめ

蒸気養生を施した供試体の打設面は、底面と比較して凍結融解抵抗性に劣るという結果が得られた。今後は、温度計測の測点を増やして、温度履歴と凍結融解抵抗性について更なる検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 石原ら：コンクリート構造物の製造条件と凍結融解抵抗性の関係に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.44, No.1, pp.550-555, 2022
- 2) 谷口円ら：JIS A 1148 凍結融解抵抗性試験の指標値（測定項目）に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.43, No.1, pp.580-585, 2021