

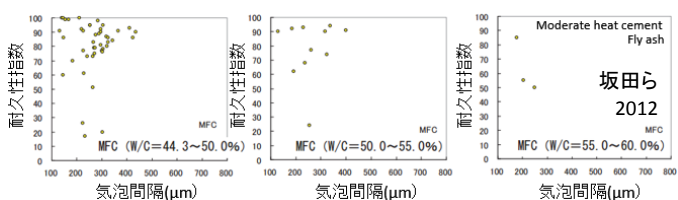
# 凍害抵抗性の支配要因の検討と減圧養生による抵抗性の付与

東京大学 生産技術研究所 酒井雄也

## はじめに

コンクリートが繰り返し凍結融解作用を受けた場合、損傷が生じる(凍害)。これまで、コンクリートの凍結融解に対する抵抗性は、コンクリート中の所定の径を有する気泡の間隔(気泡間隔係数)で評価されてきた。しかしながら、近年では気泡間隔係数で評価しきれないことを示す結果が多く報告されている。そもそも、気泡がどのようにして凍結融解による損傷を抑制しているのか、不明な点が多い。

そこで本研究では、凍結融解によるコンクリートの損傷進行を支配する要因を把握することを目的として検討を実施した。そして、得られた理解に基づいて、コンクリートに凍害抵抗性を付与する方法を検討した。



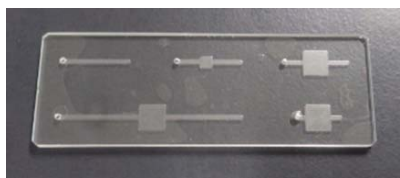
## 検討方法

### ・流路の作製

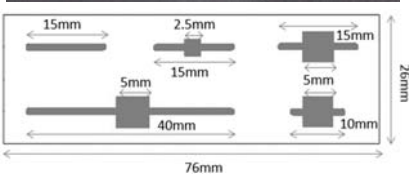
マイクロ流路を用いて、流路の形状や状態と凍結による損傷との関係を検討した。マイクロ流路は、以下の手順により作製した。まず、微細加工機で2枚のガラス上に、下図に示す流路デザインを切削した。そして、過酸化水素水および硫酸でガラス表面を洗浄した後、それらを貼り合わせた(オプティカルコンタクト)。その後、電気炉で焼くことで強固な接合とした。



微細加工機



作製した流路のデザイン



### ・凍結融解試験

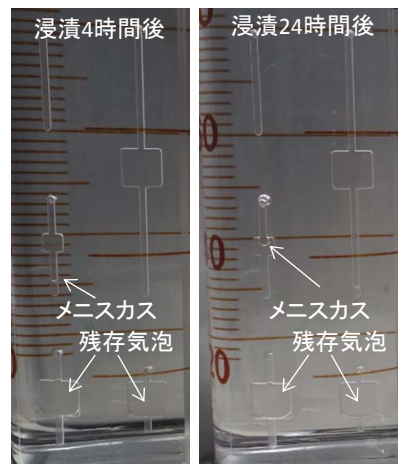
不凍液で満たした低温水槽にステンレス製のトレイを浮かべ、その上に水を満たしたマイクロ流路を並べた。そして、1サイクル12時間として-20~20℃の温度履歴を与えた。試験体に損傷が生じない場合には、上記温度履歴を繰り返し与えた。凍結融解による損傷進行を観察するため、ビデオカメラにより記録した。



## 結果

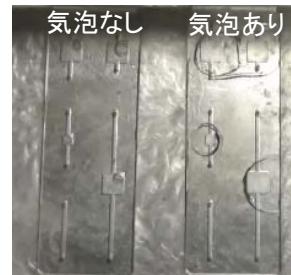
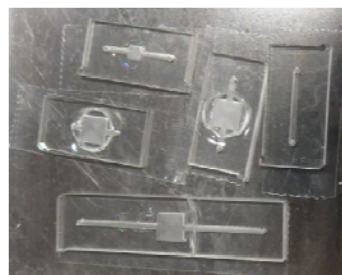
### ・水の導入

作製した流路を水に浸漬したところ、直線流路および拡大部分の小さな流路からは、水の浸潤に伴い空気が追い出され、完全に水で満たされた。一方で、拡大部分の大きな流路には気泡が残存した。1週間が経過した後も、残存した気泡のサイズに変化は見られなかった。



### ・流路の凍結

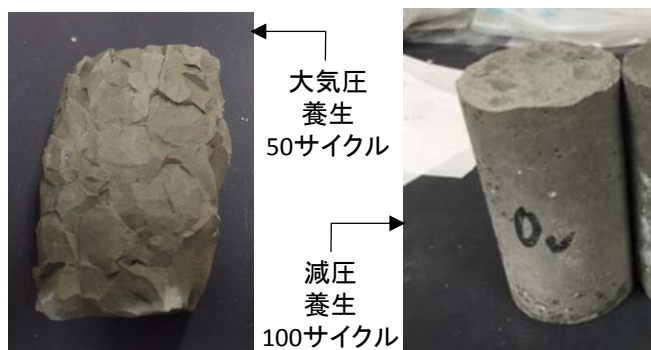
飽水した流路では、拡大部を有する流路はすべて一度の凍結で損傷する一方で、繰り返し凍結融解を与えても直線流路には損傷が生じなかった。また、拡大部を有する流路であっても、拡大部に気泡が残存した流路では、凍結融解を繰り返しても損傷が生じなかった。



気泡なし 気泡あり

## セメントペーストへの応用

流路の拡大部分が大きい場合には、水を導入しても気泡が残存した。また、気泡が残存した流路では、凍結により損傷しなかった。そこでコンクリート中の拡大部分に相当する空隙の拡張を期待して、セメントペーストを減圧下で養生した(減圧による気泡サイズは減圧前の気泡サイズの3/2乗に比例する)。そして当家宇宙会を与えた結果、減圧下で養生した試験体は、大気圧下で養生した試験体よりも高い凍害抵抗性を示し、100サイクル経過後もほとんど損傷が見られなかった。



大気圧  
養生  
50サイクル

減圧  
養生  
100サイクル