

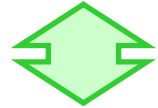
乾湿繰返しが混和材を使用した コンクリートの細孔構造と凍結融解抵抗性 に及ぼす影響に関する検討

住友大阪セメント株式会社 ○宮園雅裕
東京大学 生産技術研究所 岸 利治

研究背景

JIS A 1148 凍結融解試験

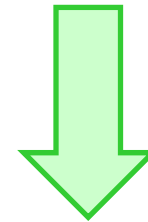
- ・ 標準養生供試体
- ・ 適切な配合(空気量等)
⇒ 高い耐久性指数



曝露供試体 or 実構造物
⇒ 耐凍害性が低下



乾湿繰返しによって、
連続性が高く水分移動
特性の高い毛細管空隙
量が増加、凍結融解抵
抗性が低下 (2017JCI)



研究目的

混和材の使用が乾湿繰返しによる
細孔構造と凍結融解抵抗性に及ぼす影響

使用材料

名称	記号	概要
水	W	上水道水
セメント	C	早強ポルトランドセメント 密度：3.13g/cm ³
混和材	SF	シリカフューム 密度：2.25g/cm ³
	BFS	高炉スラグ微粉末 密度：3.04g/cm ³
細骨材	SF	山砂 表乾密度：2.57g/cm ³ 吸水率：2.27%
粗骨材	G	碎石 表乾密度：2.65g/cm ³ 吸水率：0.64% 最大寸法:20mm
混和剤	AD	AE減水剤 リグニンスルホン酸化合物と ポリカルボン酸エーテルの複合体
	SP	高性能AE減水剤 ポリカルボン酸コポリマー

配合

モルタル	W/C (%)	単位数(kg/m ³)				
		W	HC	BFS	SF	S
HC	55	308	560	-	-	1120
HC+SF		308	448	-	112 20%	1120
HC+BFS		308	280	280 50%	-	1120

コンクリート	W/C (%)	単位数(kg/m ³)						
		W	HC	BFS	SF	S	G	AD
HC	55	168	305	-	-	797	1005	3.360
HC+SF		168	244	-	61 20%	788	994	3.055
HC+BFS		168	153	153 50%	-	796	1003	3.360

① 乾湿繰返しによる細孔構造の変化

実験水準：配合と乾湿繰返し回数

実験水準	前養生	乾湿繰返し工程
乾湿×0	水中 → 14日	
乾湿×1	水中 → 14日	乾燥3日 → 湿潤1日
乾湿×4	水中 → 14日	乾燥3日 乾燥2日 乾燥3日 乾燥2日 → 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日
乾湿×6	水中 → 14日	乾燥3日 乾燥2日 乾燥3日 乾燥2日 乾燥3日 乾燥2日 → 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日 湿潤1日

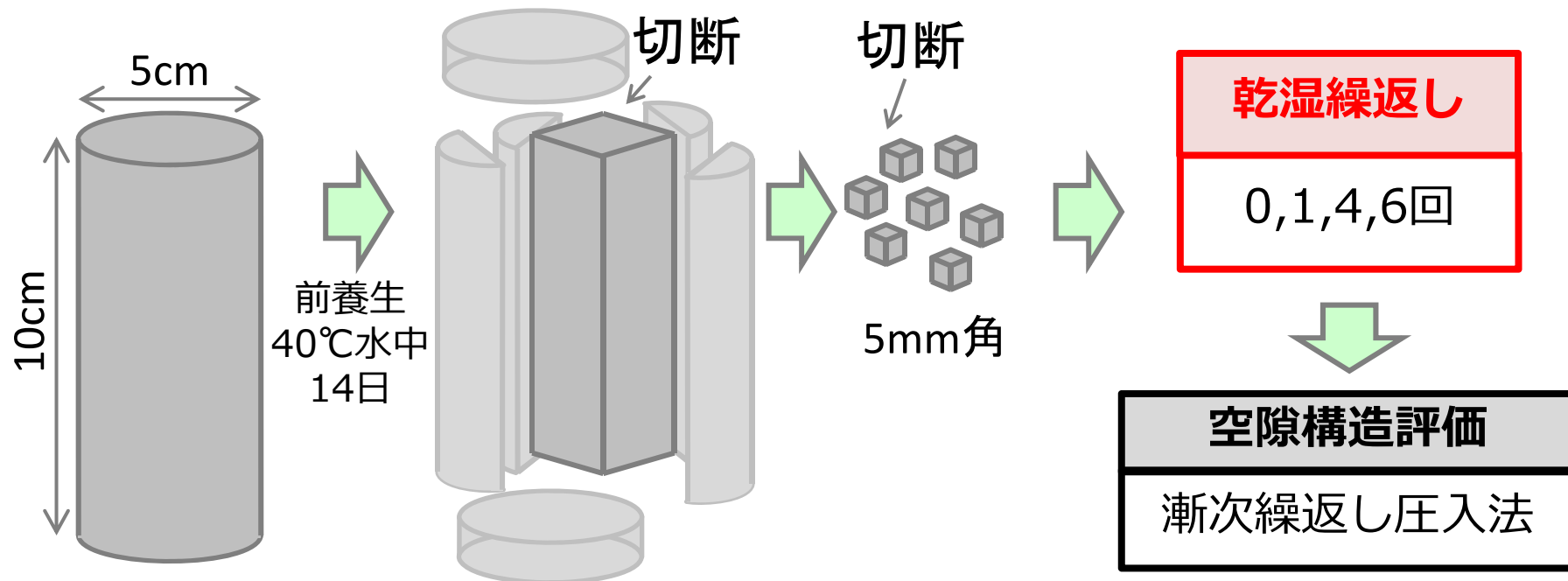
実験方法

毛細管空隙の連続性評価

供試体：5mm角に成形したモルタル

使用機器：水銀圧入ポロシメータ

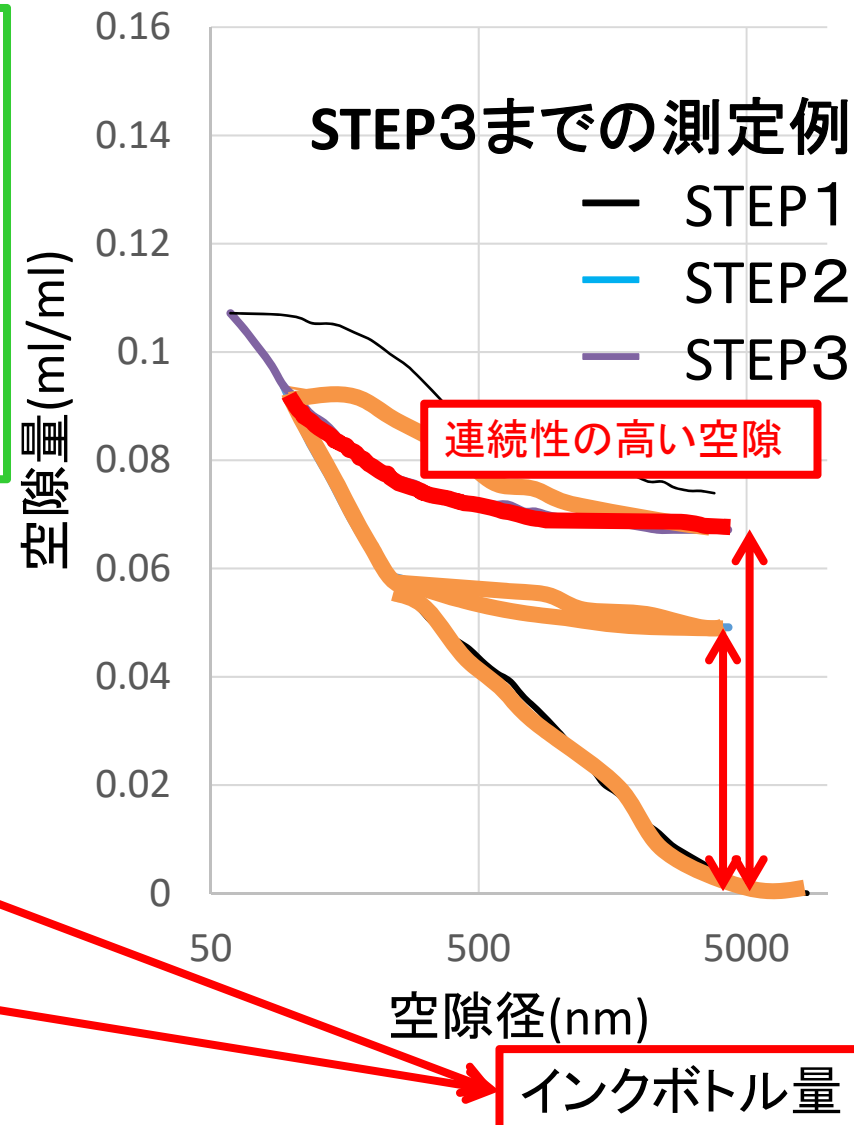
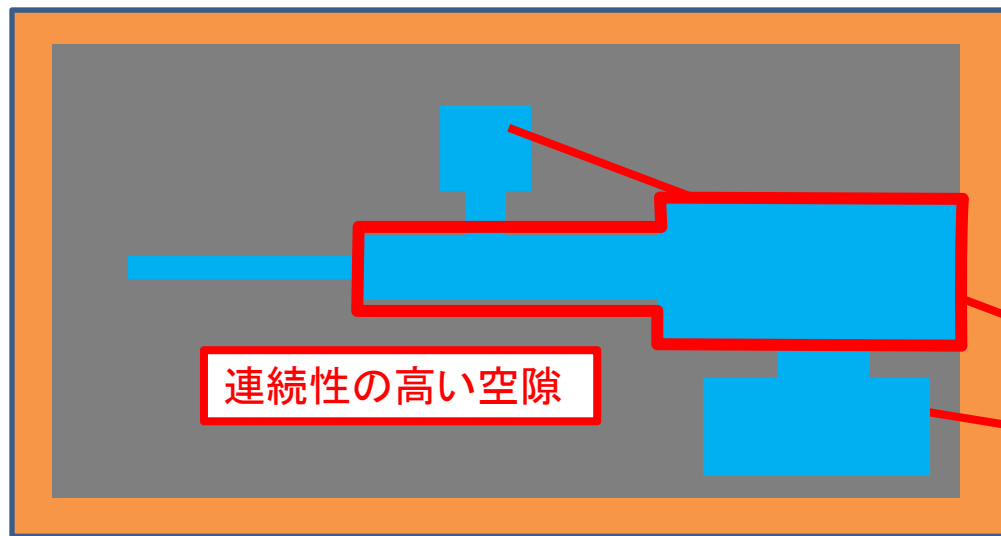
測定手法：漸次繰返し圧入法（吉田2008）



漸次繰返し圧入法

(測定イメージ)

毛細管空隙の連続性評価
水銀の加圧・減圧を7STEP
に分けて空隙径10-3000nm
の範囲で段階的に実施



②乾湿繰返しによる凍結融解抵抗性の変化

7

実験水準：配合と養生方法

実験水準	前養生	乾湿繰返し工程
水中浸漬	水中 14日	湿潤21日
促進乾燥	水中 14日	乾燥21日
乾湿×6	水中 14日	乾燥3日 → 湿潤1日 → 乾燥2日 → 湿潤1日 → 乾燥3日 → 湿潤1日 → 乾燥2日 → 湿潤1日 → 乾燥3日 → 湿潤1日 → 乾燥2日 → 湿潤1日

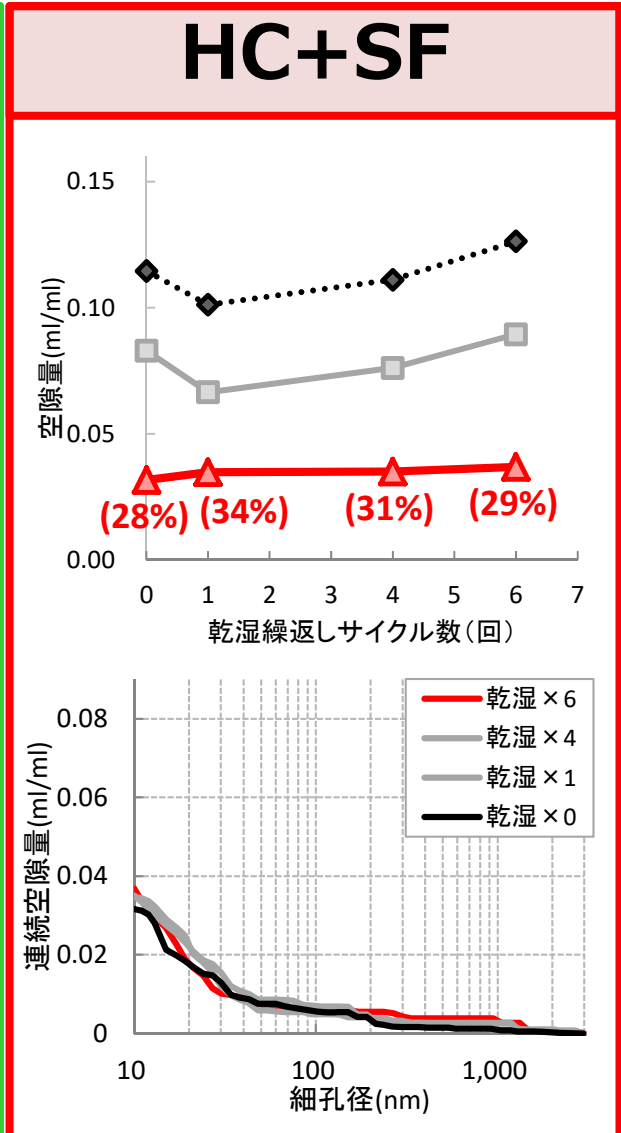
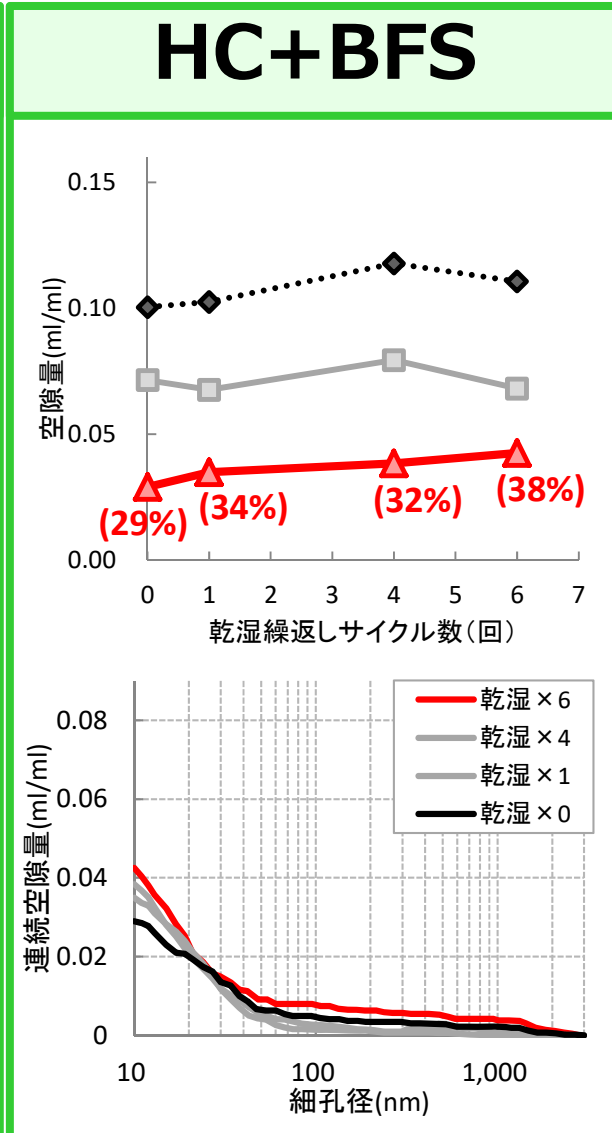
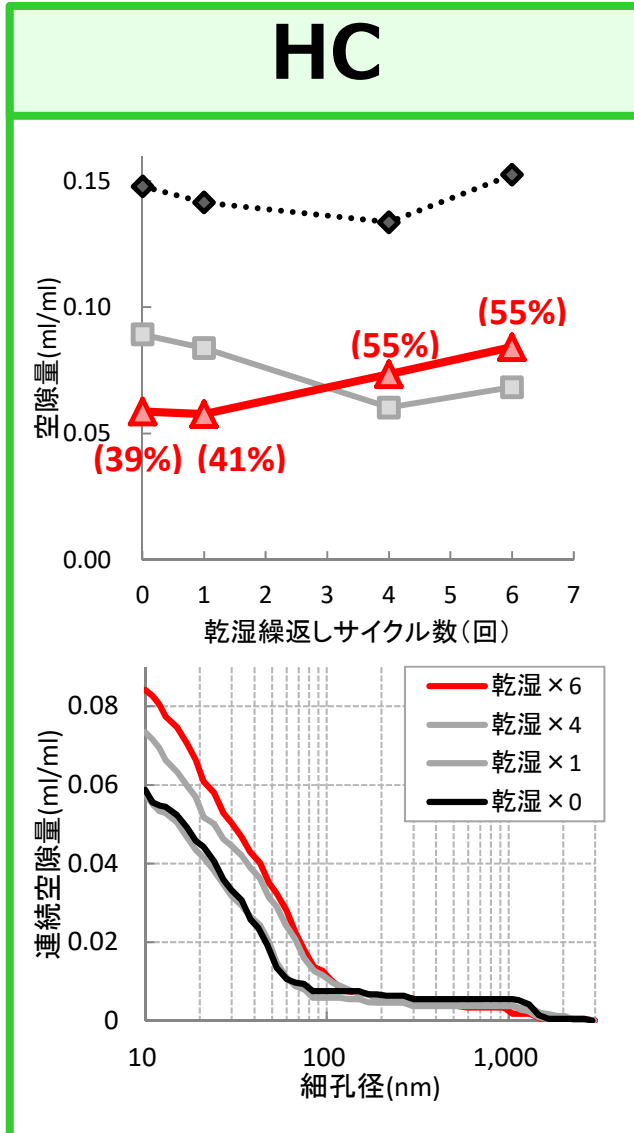
実験方法

吸水量	乾湿繰返しの湿潤工程と乾燥工程の質量差 供試体：10×10×40cmコンクリート
凍結融解試験	乾湿繰返し後の供試体を評価 JIS A 1148 (A法) 供試体：10×10×40cmコンクリート

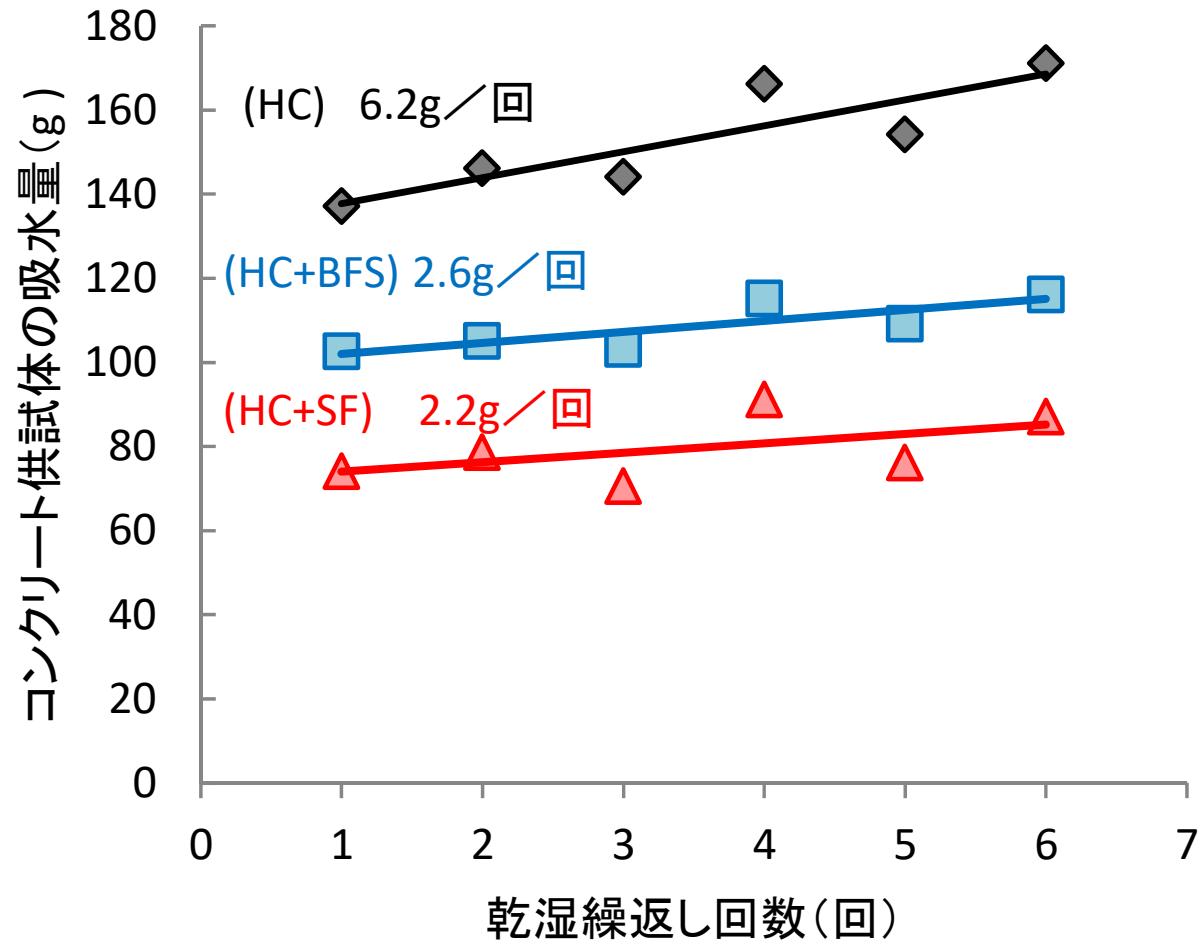
実験結果

① 乾湿繰返しによる細孔構造の変化

- ◆: 総空隙量
- : インクボトル
- ▲: 連続性の高い空隙

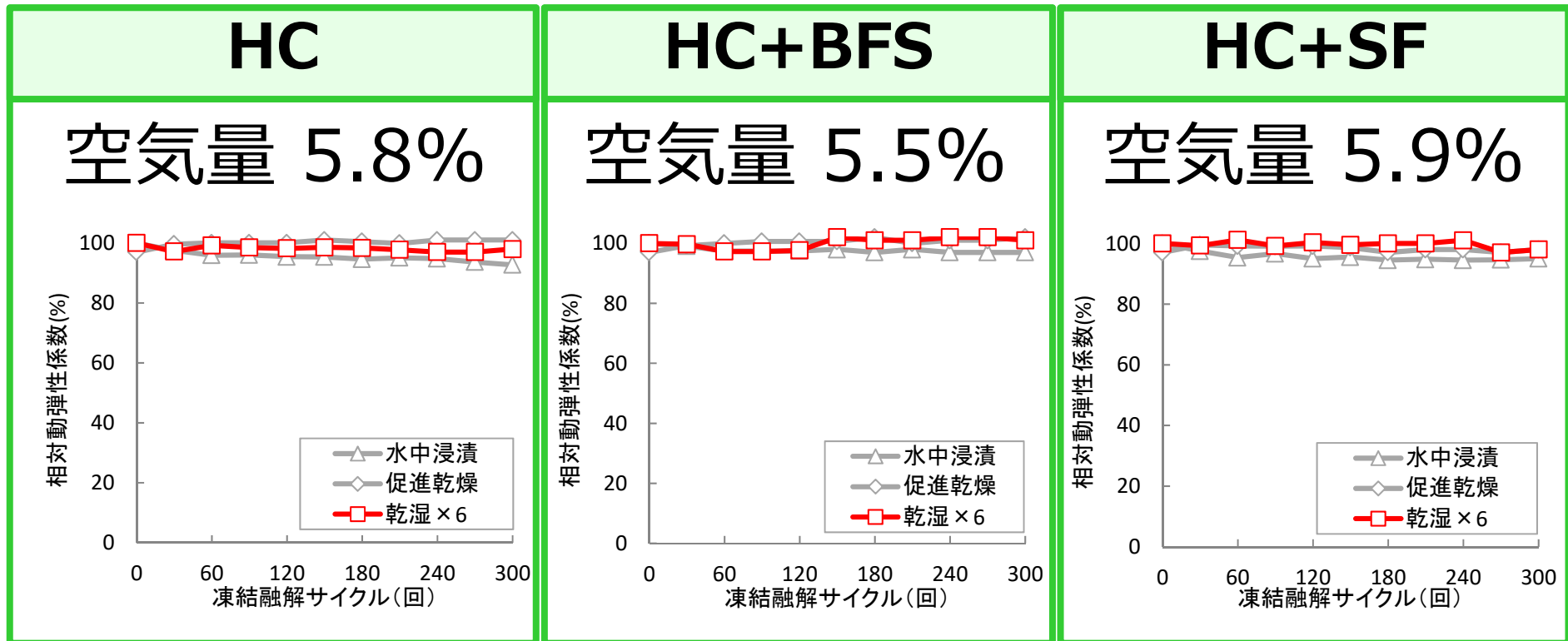


② 乾湿繰返しが吸水量に及ぼす影響



③ 乾湿繰返しが凍結融解抵抗性に及ぼす影響

相対動弾性係数

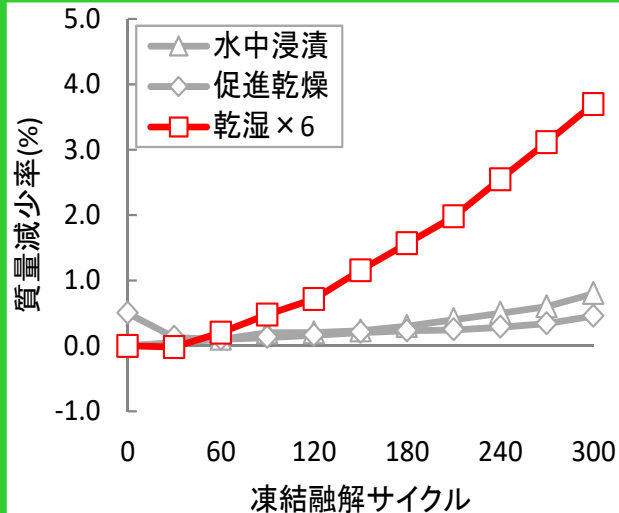


結合材種類、養生方法に拘わらず同程度

→ 乾湿繰返しが耐久性指数に及ぼす影響は僅か

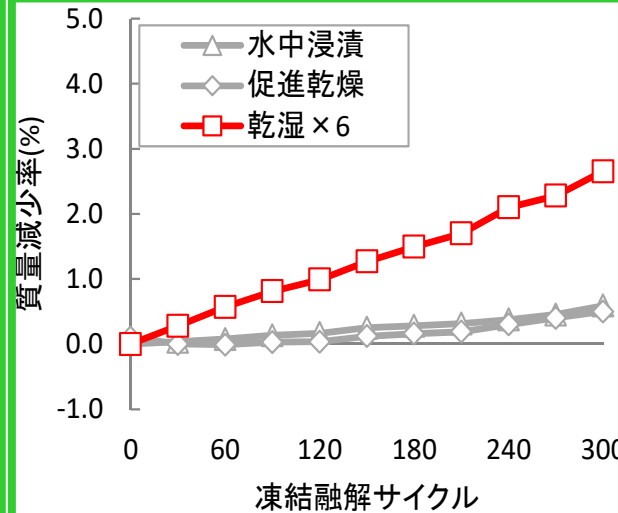
質量減少率および外観状況

HC



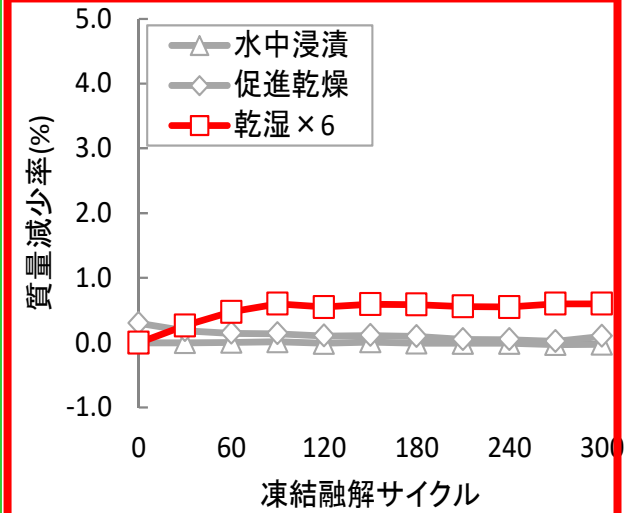
水中浸漬 促進乾燥 乾湿×6

HC+BFS



水中浸漬 促進乾燥 乾湿×6

HC+SF



水中浸漬 促進乾燥 乾湿×6

HC+SFは乾湿繰返しを与えても質量減少は僅か

HCに乾湿繰返しを与えた場合

- 毛細管空隙の連続性増加
- 供試体表層部からの水分移動量が増加
- 凍結融解試験による表層劣化が発生

HC+BFS,HC+SFに乾湿繰返しを与えた場合

- 空隙構造の変化を抑制
- 供試体表層部からの水分移動を抑制
- 凍結融解試験による表層劣化を抑制