

海水練りHPCの関西万博河森館適用時の試作段階で生じた初期表層異常の原因解明に関する研究

馬 里 騫

背景



大阪・関西万博2025「河森館」淡水資源の節約および耐久性向上を目的として大阪湾の海水を用いた**海水練りHPC**を適用した。



ただし、工場製作段階（未出荷）で一部パネル表面に**薄層表面剥離**を確認した。

研究目的

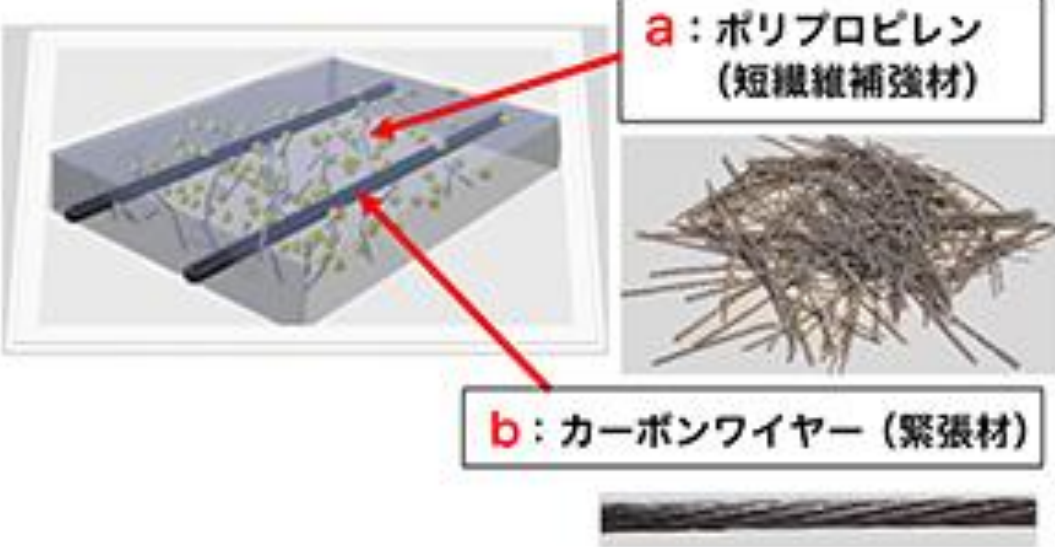
② SEM、TG-DTAで
実試料の剥離片を
分析すること

① 施工条件を再現
し、剥離発生条件
を明らかにすること

③ **剥離の発生要因**
を検討すること

本研究では、製造段階未出荷の海水練りHPCパネルに確認された薄層表面剥離を対象として、再現実験、SEM、TG-DTAを行って、**剥離の発生要因**を検討する。

HPCとは



HPCは高強度繊維補強コンクリートに炭素繊維緊張材などを組み合わせ、高耐久性をもつ超薄肉コンクリートである。

再現実験

万博での製造条件を可能な限り再現

実験室製作



養生剤噴霧

コテ押え

蒸気養生

工場製作

表面養生剤: **主成分が水性パラフィンワックス**である



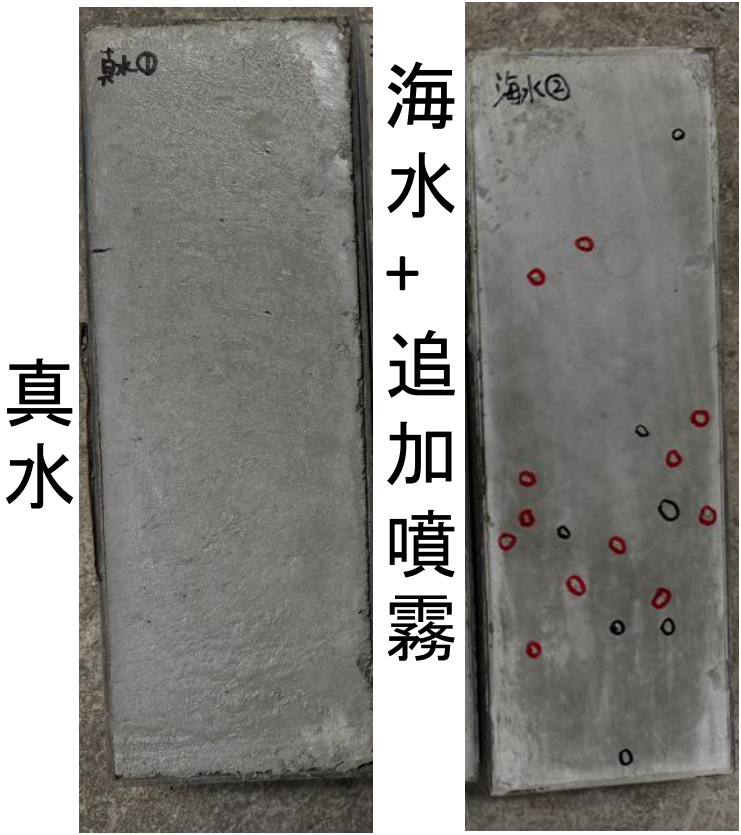
プレストレス
海水練り

養生剤噴霧+コテ押え

蒸気養生

着目因子: 用水、養生条件、養生剤追加（追加噴霧）
蒸気養生（45℃）養生下では**海水+追加噴霧**の組み合わせが再現した。黒丸が膨れ**赤丸がひび割れ**

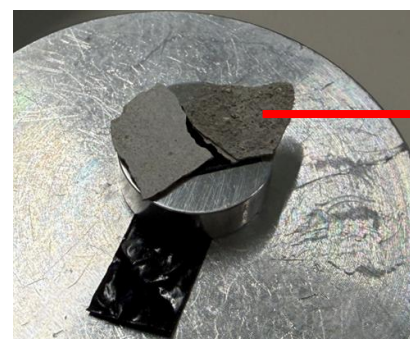
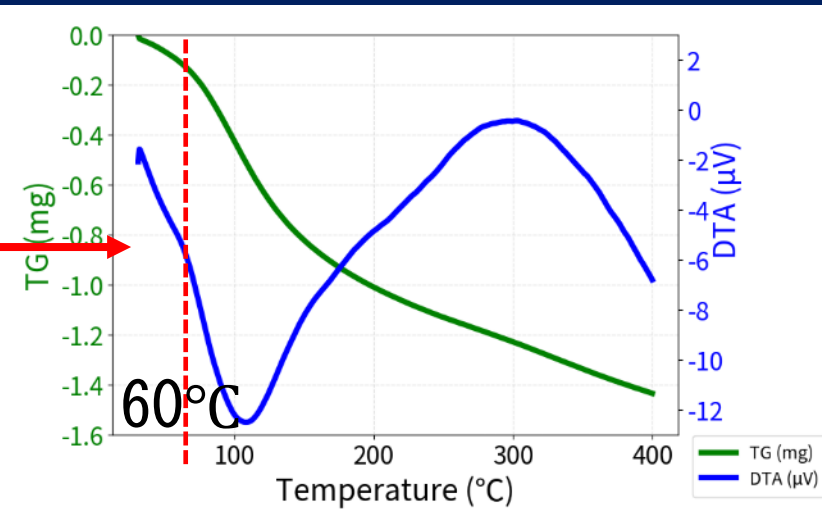
用水	養生条件	追加噴霧
真水	蒸気養生（45℃・4時間）	あり
	常温養生（20℃）	なし
海水	蒸気養生（45℃・4時間）	あり
	常温養生（20℃）	なし



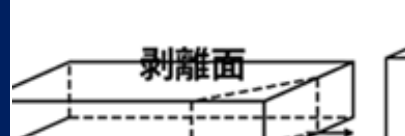
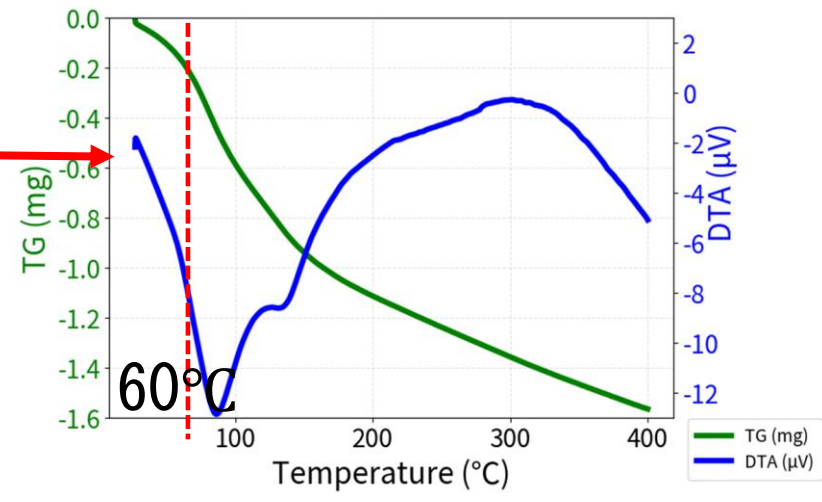
真水

海水 + 追加噴霧

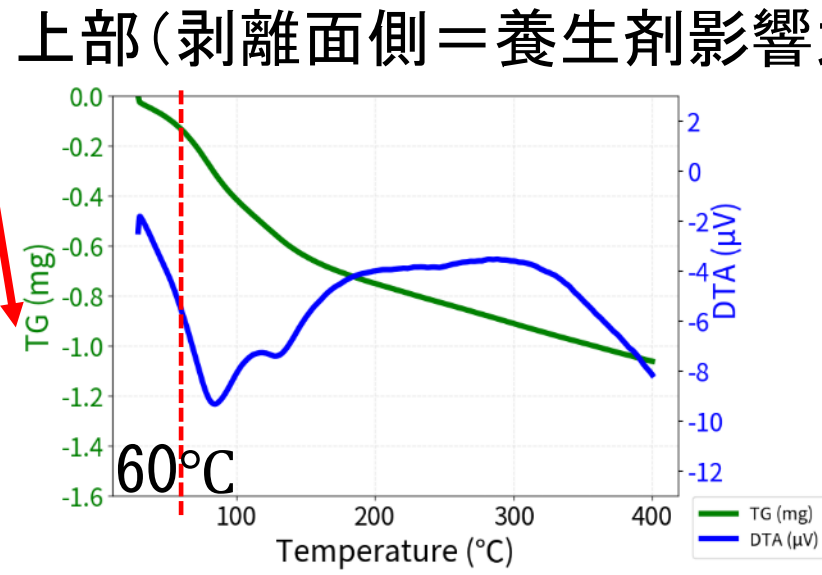
TG-DTA



表層（剥離片）



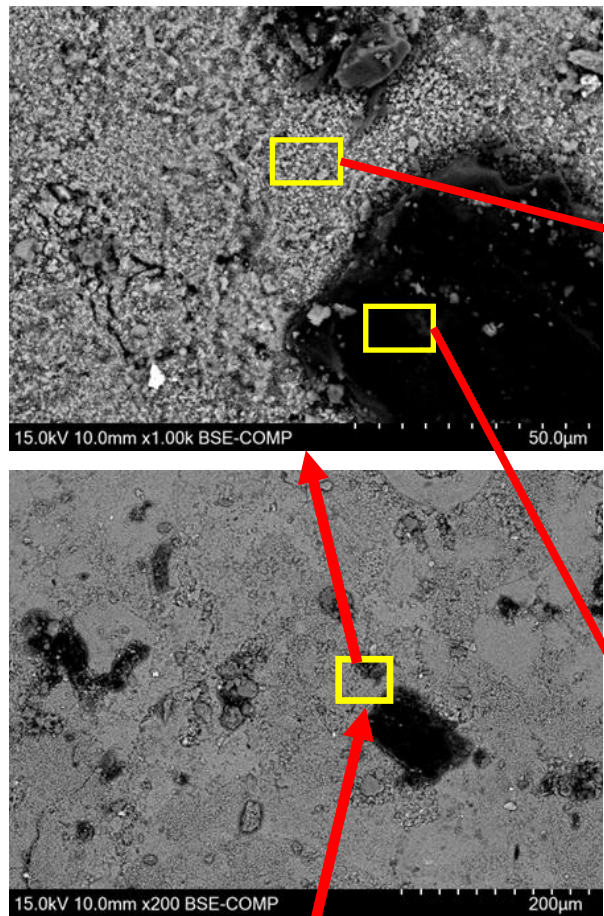
60℃:
表層と上部では、
パラフィンの融点である60℃付近で変曲点がみられ、下部では見られていない。



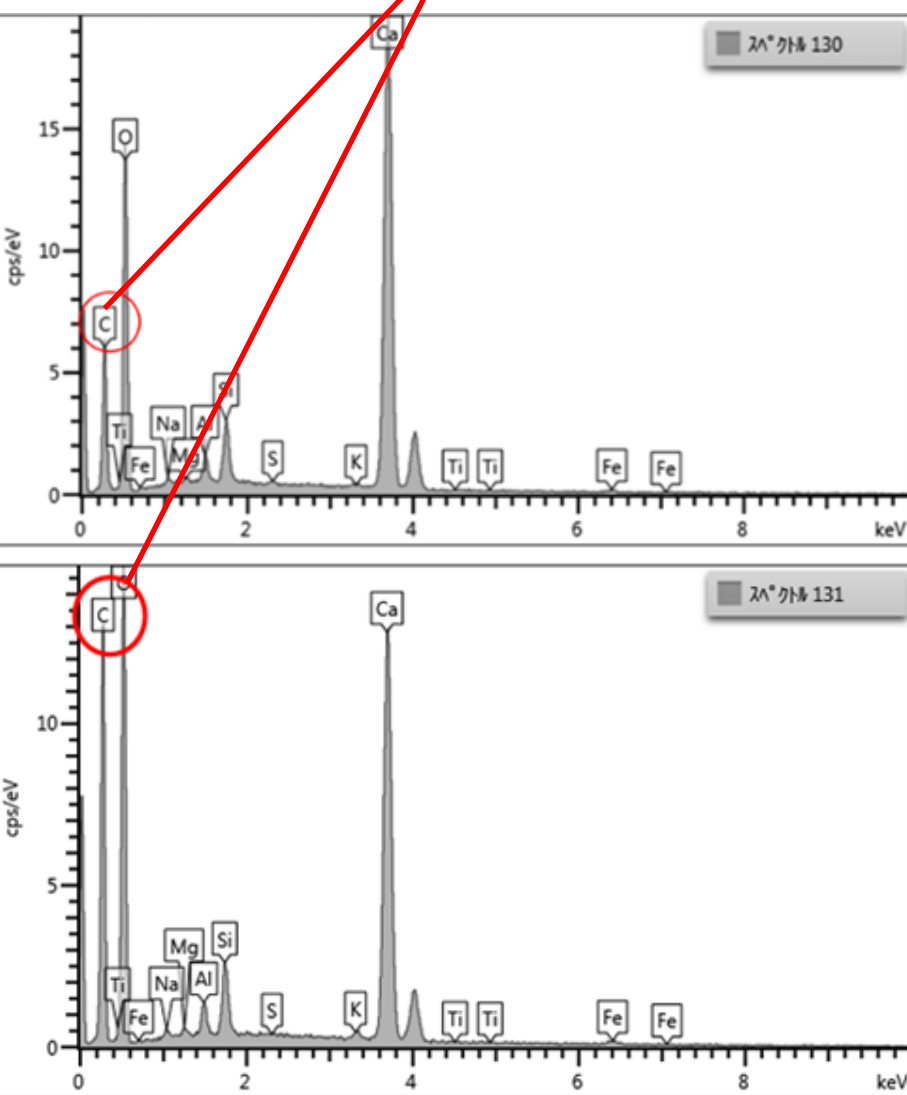
下部（底面側＝影響小）

SEM観察

走査型電子顕微鏡（SEM）
SEMは、電子線を試料に照射し、試料表面の形状や微細構造を高倍率で観察する装置である。



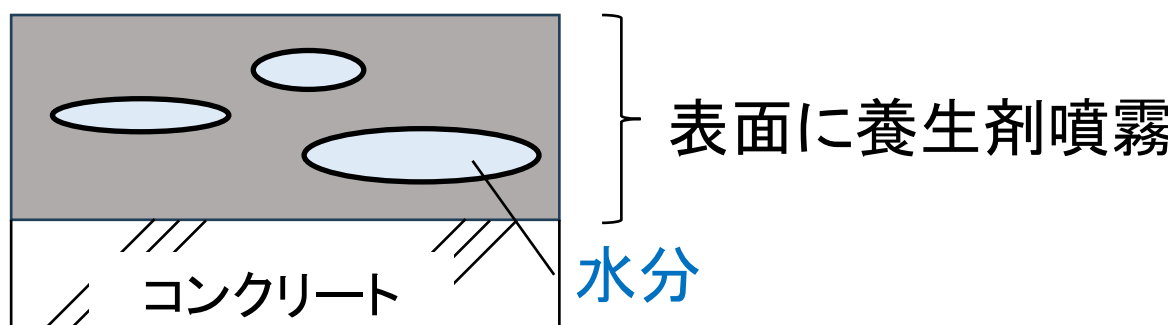
黒い部分のC元素が高い
剥離片表面に有機物の付着物
を確認された。



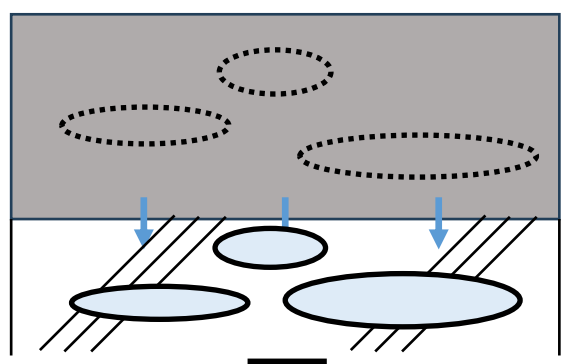
海水(NaCl)練りなのに**Cl**は検出されなかった。
剥離片は養生剤の残留物である可能性が高い

まとめ

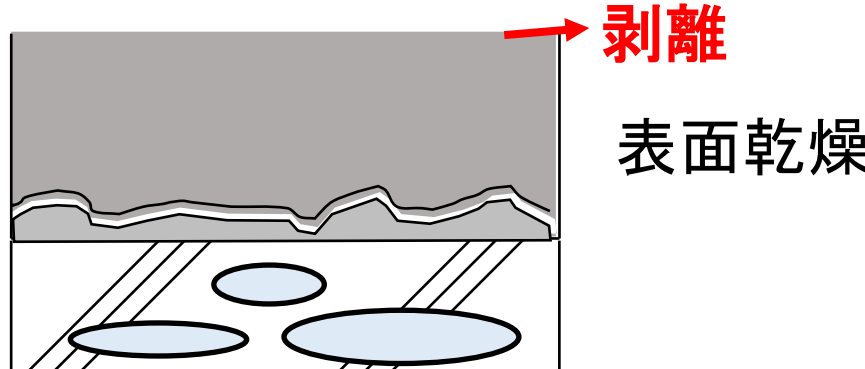
① 噴霧直後



② 海水条件で吸水
海水塩分条件で
水分が内部へ移動



③ 表面乾燥により
パラフィン層が孤立
→ **剥離**



既往研究に踏まえて、剥離要因を推測します。コンクリートに養生剤を噴霧すると、表面に水分を保持する層が形成されます。内部が海水練りで塩分条件にある場合、吸水挙動により水分が内部へ移動しやすく、表面では乾燥が進みます。その過程で、表面のパラフィン成分が孤立し、膨れやひび割れを経て表面剥離に至った可能性が考えられます。

剥離面

剥離片