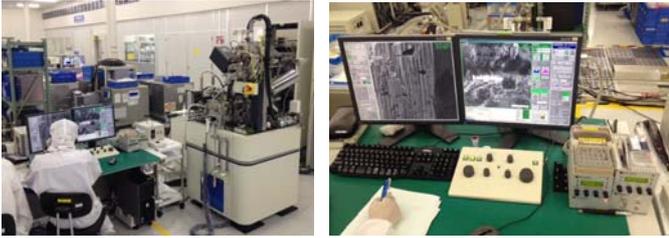


FIB-SEMによるコンクリート中の微細空隙の三次元構造観察

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 酒井雄也

はじめに

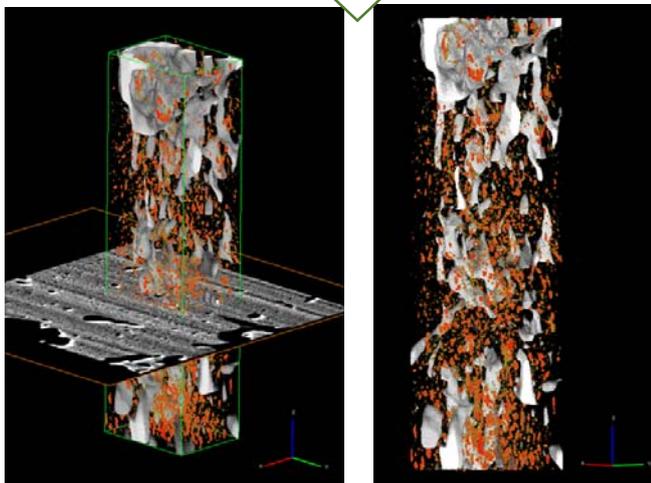
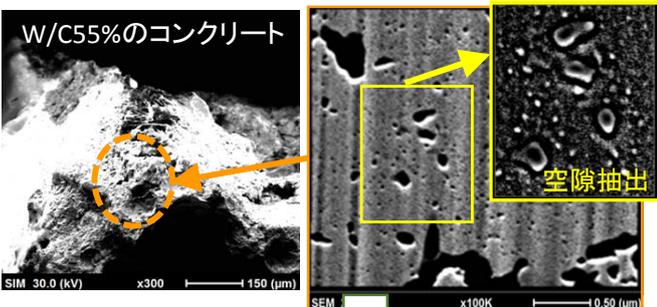
コンクリート構造物の劣化の原因となる二酸化炭素や水、塩化物イオンなどは、全てコンクリート中の空隙を経路として浸入する。そのため、空隙構造を理解すれば、コンクリート構造物の高度な劣化予測が可能になると考えられる。多孔質体であるコンクリートの空隙ネットワークは三次元的に複雑なため、観察は容易ではない。また物質移動に支配的な空隙径は数十nmのオーダーであると考えられるため、そこでFIB-SEM(集束イオンビーム-走査型電子顕微鏡)を用いて空隙観察を実施した。



方法

日立ハイテクサイエンス技術部のご協力を得て実施

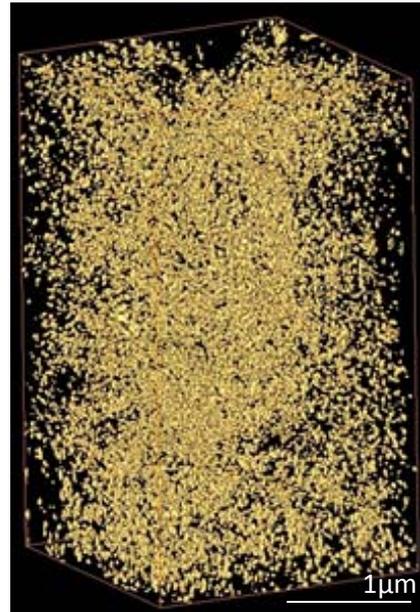
コンクリート試料のセメントペースト部分に対して、FIBで3nm削り、SEMで観察するという手順を1000回繰り返すことで連続画像を得た。その後、画像解析により空隙を抽出して3次元構築することで、三次元的な空隙構造を把握した。抽出した最小の空隙直径は10nmである。



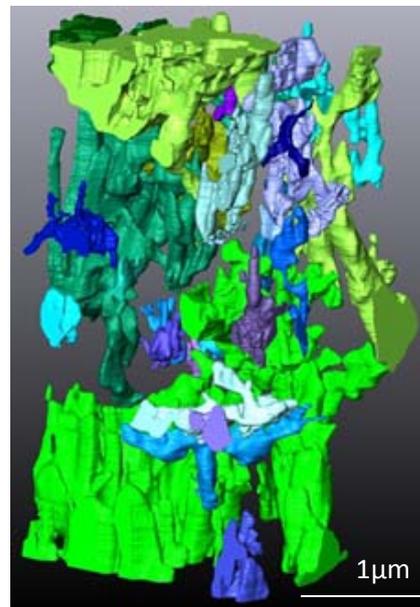
抽出した空隙の例

結果

今回の観察では30nm以下の空隙同士の連結はほとんど確認されなかった。一方、30nm以上の空隙では連結が確認された。図中では、視野内で連結の確認された空隙を同じ色で表現しているが、1μm程度の粗大な空隙を数十nm程度の空隙が連結している様子が確認できる。



10nm以上30nm以下の空隙のみを抽出した結果



30nm以上の空隙を抽出した結果

今後の課題

観察視野数が限られているため、今回の視野内で観察された結果が、他の部位でも見られることを確認する必要がある。データの蓄積を進めるとともに、得られた空隙構造情報に基づいて、コンクリートへの物質侵入挙動の評価を行う。