

# MRIによるコンクリート中の水分分布の非破壊三次元観察

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 酒井研究室

## はじめに

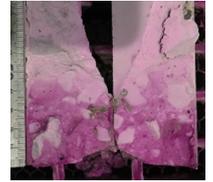
コンクリート構造物への水分の侵入は、内部の鉄筋腐食に重要な役割を果たすことが近年認識されるようになった。コンクリート構造物への水分作用として最も多いのは雨水であるため、水分は乾湿を繰り返しながら浸入していく。2018年からはコンクリート構造物の設計において水分浸入による鉄筋腐食が考慮されるようになった。しかし、乾湿繰り返し条件での水分浸入を予測することは、現状の知見では困難である。

コンクリートへの水分の侵入を評価する最も簡単な方法としては、水分の侵入したコンクリートを割裂し、その割裂面を観察することが挙げられる。しかしこの手法は破壊試験のため、経時的な浸入挙動を把握するには大量の試験体を作成する必要がある。また得られる情報は二次元的である。本研究ではこれらの欠点を解消するため、MRIを用いてコンクリート中の水分分布の非破壊三次元観察を試みた。

松田2013



雨水による鉄筋腐食と剥落

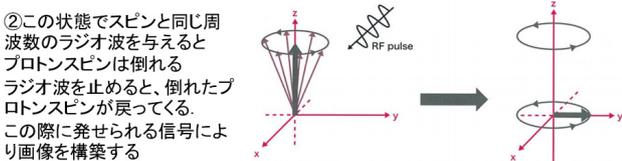
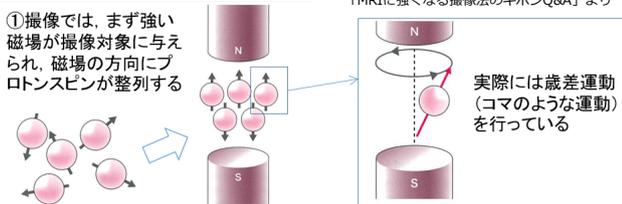


割裂による水分浸透測定

## 方法

### MRIでの撮像の仕組みについて

山田哲久監督 扇 和之編著  
『MRIに強くなる撮像法のキホンQ&A』より



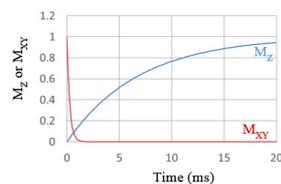
### 使用装置

東京大学進化認知科学研究センターの所有するSIEMENS社製の3T-MRI装置 MAGNETOM PrismaMRIを用いた。撮像の際に設定する重要なパラメータとしてTEとTRが挙げられる。ここでTEとは、ラジオ波を与えてから信号を受信するまでの時間であり、TRとはラジオ波を与える時間間隔である。本研究ではTE=0.08ms、TR=2.4msと設定して撮像した。



使用した3T-MRI装置

### ラジオ波で倒れたスピンからの信号



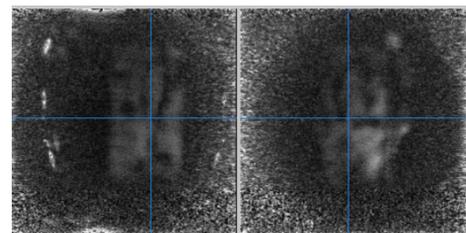
信号の減衰が非常に速い

### 試験体について

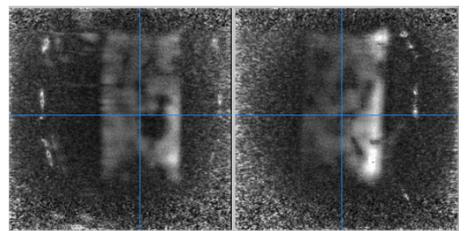
予備実験において、コンクリート試料のプロトンから発せられる信号の減衰が非常に速いことを確認した。これは、材料中に含まれる鉄の影響によるものと考えられる。特に砂と砂利に含まれる鉄の影響が顕著であり、水分を検知することが困難であった。そこで本研究では、鉄分の少ない石灰石から製造された砂や砂利を用いた。水セメント比50%、 $\phi 10 \times 20$ cmのコンクリートを作製し、材齢28日まで気中、封緘、水中で養生してMRIにより内部の水分分布を確認した。

## 結果

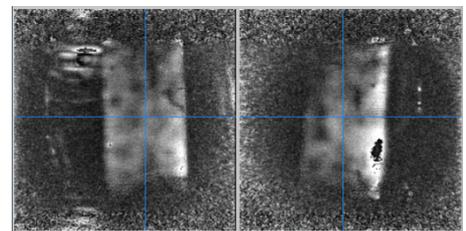
異なる養生を与えた供試体をMRIで撮像した結果を示す。中央の白くなっている部分が、コンクリート中の水分を有する領域である。養生によって含水量が異なること、砂利の部分には水分が含まれていないことが確認できる。



気中養生した供試体



封緘養生した供試体



水中養生した供試体

## 今後の課題

コンクリートの設計で水の浸潤が考慮されるようになったが、乾湿繰り返しによる水の浸潤挙動を適切に評価するには至っていない。MRIによる検討を進めることで、湿潤時および乾燥時の水の挙動を表現する式の提案を試みる。

謝辞：東京大学進化認知科学研究センターの中谷裕教氏と、シーメンスヘルスケア株式会社の村田勝俊氏にはMRI撮像のプロトコル設定で多大なご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。