

課題番号 : 2015B-E14  
 利用課題名 (日本語) : X線 PDF 解析による混和材を混合したセメント硬化体のナノ構造変形挙動の解明  
 Program Title (English) : Nanostructural Deformation Analysis of Cement clinker paste containing supplementary cementitious materials using X-ray Pair Distribution Function  
 利用者名 (日本語) : ペソンチョル<sup>1)</sup>, 兼松学<sup>1)</sup>  
 Username (English) : S. Bae<sup>1)</sup>, M. Kanematsu<sup>1)</sup>  
 所属名 (日本語) : 1) 東京理科大学理工学部建築学科  
 Affiliation (English) : 1) Tokyo University of Science, Faculty of Science and Technology, Department of Architecture and Building Engineering  
 キーワード :

### 1. 概要 (Summary)

セメント硬化体はコンクリートの強度発現、化学特性、物質浸透抵抗性、収縮特性、寸法安定性などに対して支配的であるため、そのコンクリートの巨視的な特性を理解するためには、セメント硬化体のひずみおよび変形挙動について分子レベルの評価が不可欠である。本研究では、セメントの主成分であるケイ酸三カルシウム(C3S)に着目し、X線回折原子対相関関数(PDF)解析法によるカルシウムシリケート(CSH)相のみの圧縮変形挙動の定量的な評価を目的とする。さらに、混和材であるフライアッシュ(FA)を混合したC3S-FA硬化体のナノ構造の変形挙動を解明し、CSHの構造の違いが変形挙動に与える影響について検討を行った。

### 2. 実験(目的,方法) (Experimental)

申請者らのこれまでの成果(セメント硬化体の場合)を踏まえ、本研究ではPDF解析の精度向上のため、純粋なC3S硬化体及びC3Sの一部をFAで置換したC3S-FA硬化体を(5×5×10mm<sup>3</sup>)用いた。試験片は各々10本制作し水中養生中である。Water/C3S及びWater/(C3S+FA)=0.5を用いた。C3S-FA試験片はC3SをFAにて50wt.%置換した。

試験片は小型圧縮試験機にセットし、最大33MPaまで2~3MPa間隔で圧縮応力を負荷した圧縮試験を行った。ビームラインはBL22XUを利用し、検出器にはイメージングプレートを用い、入射ビームサイズは0.5mm×0.5mmとした。試験片からの距離Lを300mmおよび700mm、X線の露光時間をそれぞれ90秒および30秒とした。特に、L=300mmで測定した回折パターンはPDF解析に用い、

L=700mmで測定した回折パターンは回折ピークのシフトによるひずみ解析に用いた。

### 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

図1に今回の研究で得られたX線回折PDF結果を示す。それぞれ、圧縮荷重0N, 450N, 900N下での純粋なC3S硬化体のPDF変化である。比較として以前の研究<sup>1)</sup>から得られた純粋なセメントペーストのPDF解析結果を図1に示した。C3Sはセメントを50%以上占めており、セメントを構成する鉱物の中でも最もセメントの水和反応及びコンクリートの力学挙動に影響を与えると知られている。他のビームラインで得られた既往の研究<sup>2)</sup>の結果と比較してみると、ほぼ同様なPDFパターンを示しており、今回の試験体の準備及び実験過程は妥当であることが確認できた。さらに、圧縮荷重に対してC3SのPDFパターンが移動することが定量的に確認できた。今後、PDF移動挙動分析を行い、以前得られたPC硬化体と比較する予定である<sup>3)</sup>。

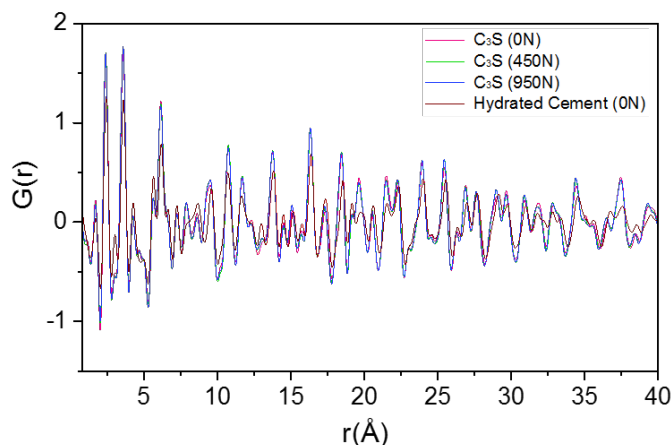


図1 圧縮荷重下のC3S硬化体及びPC硬化体のPDF結果

#### 4. その他・特記事項 (Others)

共同実験者:鈴木 裕士<sup>2)</sup>, 菖蒲 敬久<sup>3)</sup>、城 鮎美<sup>2)</sup>

所属名:2) (独) 日本原子力研究開発機構

3) (国) 日本原子力研究開発機構

参考文献

(1) H.Suzuki, M. Kanematsu and S. Bae, *Advances in Materials Science and Engineering*, Accepted (2016)

(2) L. Skinner, S. Chae, C. Benmore, H. Wenk, P. Monteiro, *Physical Review Letters*, 104 (2010) 195502.

(3) S.Bae 他, *Cement and Concrete Research*, (2016 投稿予定)