

アルカリ骨材反応による劣化を受ける プレストレストコンクリート構造物の耐久性評価に関する研究

香川大学大学院 学生会員 ○村田 勇樹
 香川大学工学部 正会員 吉田 秀典
 香川大学工学部 正会員 松島 学
 (株) 四国総合研究所 正会員 横田 優

1. はじめに

近年、プレストレストコンクリート(以下 PC)構造物にアルカリ骨材反応(以下 ASR)の発生が報告されている。ASR による劣化を受けた PC 構造物は、図 1 に示すような PC 鋼材に沿ったひび割れやプレストレスの変動などの現象が発生する。力学的に複雑な PC 構造物は、ASR 劣化の解析事例がほとんどなく、解析手法の提案が急務である。本研究は、劣化したコンクリートのマクロな挙動に着目した数値解析モデルを用い、既往の ASR を発生させた PC 構造の試験体に対する数値解析手法の構築を行い、有用性の検証を行った。

2. 解析手法

ASR による膨張挙動を再現するため、等価ひび割れ要素を用いた。等価ひび割れ要素は、図 2 に示すように、コンクリート部材を粗骨材よりも大きな寸法の膨張する要素と膨張しない要素の 2 つでモデル化する。膨張要素に熱ひずみを与えることでコンクリートに圧縮と引張の応力場を形成させ、巨視的な応力状態を再現する方法である。

3. 解析対象構造物

解析対象は、城代ら¹⁾が行った ASR 劣化の観測実験に用いられた PC 梁試験体である。解析対象の PC 梁試験体を図 3 に示す。PC 鋼材は梁両端に設置され



図 1 ASR の劣化を受けた PC 構造物のひび割れ

た定着具によって固定されている。実験は、反応性骨材を混入させた試験体を屋外自然暴露により ASR を発生させて観測が行われている。

4. 解析モデル

対象とした PC 梁試験体の解析モデルを構築した。コンクリート部材は、引張によるひび割れを表現できるソリッド要素を使用し、コンクリートの材料特性を与えた要素モデルとした。PC 鋼材、軸方向鉄筋にはビーム要素、せん断補強筋にはトラス要素を用いている。PC 鋼材の端部には定着具要素を設置している。実際の PC 鋼材がシース内を通っていることを表現するため、PC 鋼材要素は定着具要素とのみ節点を共有する解析モデルを作成した。プレストレスは、PC 鋼材に温度応力を与えて収縮させ、定着具要素を介してコンクリート部材に伝達させた。

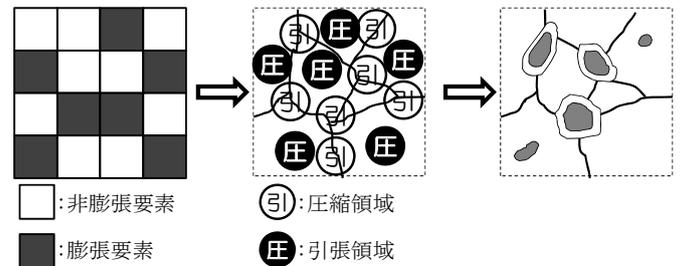


図 2 等価ひび割れ要素

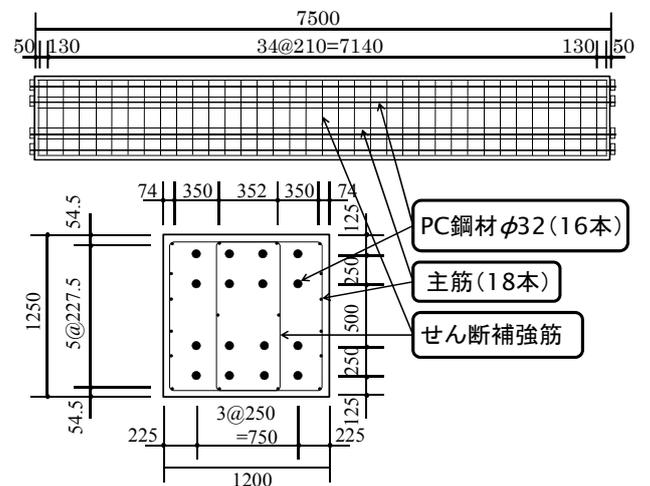


図 3 解析対象構造物の寸法

ランダムに配置したコンクリートの膨張要素を図4に示す。解析対象としたPC梁試験体は屋外暴露による劣化観測が行われており、表面は乾燥していると考えられる。ASRによる膨張とコンクリートの含水率と相関があり、乾燥しやすいコンクリート表面では膨張量が小さくなる。本研究は膨張要素に熱ひずみを与えることでASRを模擬しているため、膨張量の違いをコンクリート要素の熱膨張係数で表すことにした。コンクリート表面の膨張要素を外部膨張要素、コンクリート内部の膨張要素を内部膨張要素と定義し、外部膨張要素の熱膨張係数が内部膨張要素の1/10に設定した。

5. 結果評価

数値解析の妥当性を検証するため、解析結果を観測実験の結果と比較した。図6に示したひび割れ性状の比較をみると、解析結果は実験に比べてひび割れが進行しているものの、プレストレスの拘束方向にひび割れが卓越しており、ASRにより劣化したPC構造物のひび割れ性状を再現することができた。に軸方向鉄筋のひずみ推移の比較を図7示す。解析と実験の結果は、材齢150日以降、上端側鉄筋の引張ひずみが増大するという点で共通している。実験では乾燥収縮が生じていることを考慮すると、解析は実験の劣化挙動を精度よく再現しているといえる。PC鋼材の緊張力の推移を図8に示す。材齢365日における実験値が500kNであるのに対し、解析結果は4000kNを超えている。等価ひび割れ要素は、膨張要素を等方的に膨張させており、プレストレスがASRによる膨張を押戻す機構が再現できておらず、プレストレスの拘束方向にも膨張しようとするため、緊張力増大が発生したと考えられる。図9に示したスターラップのひずみ推移を比較するとひずみの大きさ推移の傾向ともによく似ている。以上のことから、本研究の解析は、実験の特徴を概ね再現できていたが、プレストレスの方向にも膨張が進行する点を改良する必要がある。

参考文献

1)城代和行, 西村一紀, 中村健一, 三田建大, 宮川豊章: ASRによる劣化を受けるPC部材の長期性状と補強効果に関する実験報告, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第9巻, pp.203-210, 2009.10

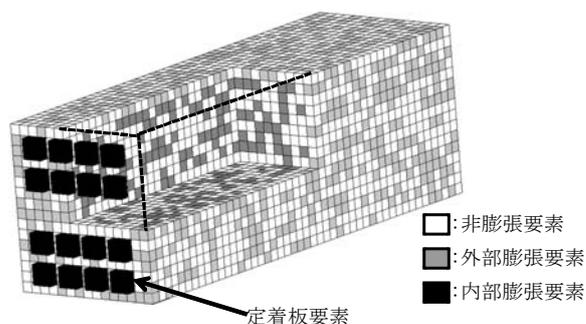
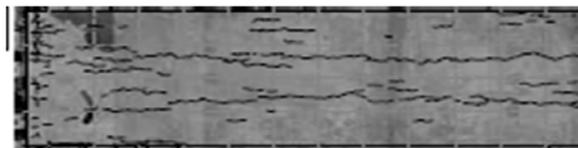
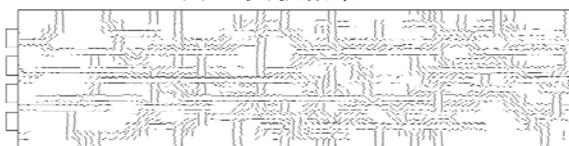


図5 膨張要素の配置図



(a) 実験結果



(b) 解析結果

図6 ひび割れ性状比較

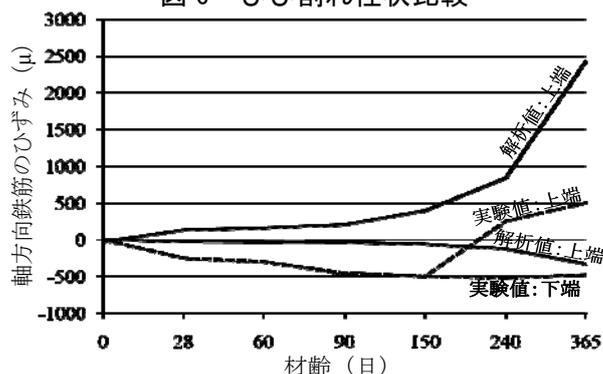


図7 軸方向鉄筋のひずみ推移

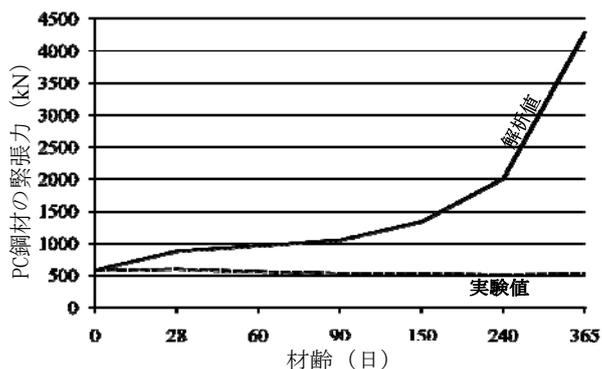


図8 軸方向鉄筋のひずみ推移

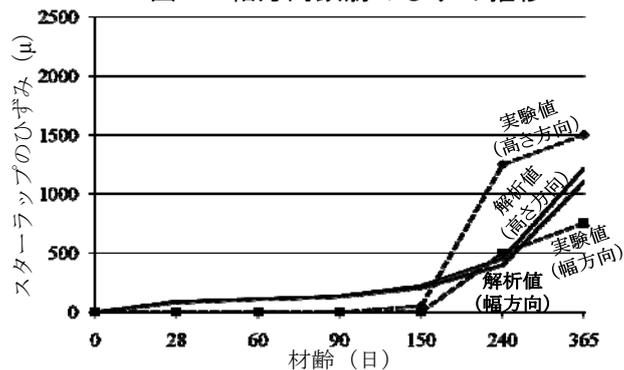


図9 スターラップのひずみ推移