

上面から水分供給を受ける小型 PC 梁の ASR 膨張による変形性状に関する研究

九州大学 学生会員 ○田城 亨 九州大学大学院 正会員 山本 大介
九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則 九州大学大学院 学生会員 阪井 峻

1. はじめに

現在, ASR により劣化が生じた PC 構造物の維持管理が重要な課題となっている。特に防水層の無い PC 桁では, 桁上部に ASR の促進要因となる雨水が供給されるため劣化することが懸念される。本研究では ASR によりひび割れが生じた PC 構造物の診断技術, 維持管理技術の向上を目的として, ASR 損傷が生じた小型 PC 梁供試体の内部湿度変化, 内部ひび割れおよび変形挙動について実験的に考察を行った。

2. 実験方法

2.1 コンクリートの配合および供試体概要

水セメント比 $W/C=40\%$ とし, セメントに普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm^3), 細骨材に石灰石砕砂(表乾密度 2.65g/cm^3), 粗骨材に混合率 30% でペシマム現象を起こす反応性骨材(表乾密度 2.68g/cm^3)と非反応性骨材である石灰石砕石(表乾密度 2.70g/cm^3)を重量比 $3:7$ で用いた。練混ぜ水に NaCl 試薬を添加し, 等価 Na_2O 量を 8kg/m^3 とした。供試体形状寸法は図-1 に示すように小型 PC 梁供試体($110\times 210\times 750\text{mm}$)とした。小型 PC 梁供試体には PC 鋼棒を中立軸より 35mm 下方に偏心させて配置し, ポストテンション方式にてプレストレス(導入応力度: 下縁 13.8N/mm^2 , 上縁 0.4N/mm^2)を導入した。比較のために, 同寸法の無筋小型梁供試体と石灰石砕石のみを用いたブランク小型梁供試体も作製した。また膨張挙動の比較用に, 円柱供試体($\phi 100\times 200\text{mm}$)を作製した。

2.2 ASR 促進方法

材齢 28 日まで 20°C で湿布養生した後, 40°C 環境下で円柱供試体は $100\%\text{R.H.}$, 小型 PC 梁供試体は側面にエポキシ樹脂を塗布し, 上面のみから給水させる条件で促進養生を行った。材齢 28 日を膨張量の初期値 0μ と定義し, 円柱供試体の膨張量を基準とし, 経時的に小型梁供試体の内部湿度および反り量を計測した。湿度計測用に小型梁供試体の側面高さ 35mm , 105mm , 175mm の位置に図-1 のように孔を設けた。促進養生中は粘土で栓をし, 計測時には湿度センサーを差し込み, 隙間を粘土で埋めて密閉した状態で計測を行った。反り量の計測では図-2 のように固定アングルを用い, デプスゲージを用いてアングルと小型梁供試体上面の距離を計測した。膨張量 2000μ 時で, 軸方向および軸直角方向の内部断面観察のために, 図-1 に点線で示すように小型梁供試体を $110\times 210\text{mm}$ に切断し, 断面に蛍光樹脂を含浸させ, 内部ひび割れの観察を行った。

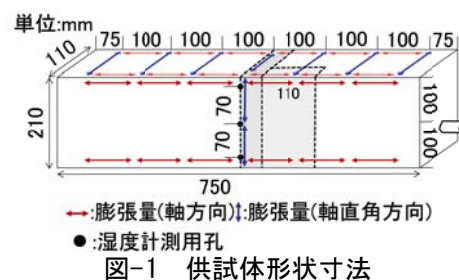


図-1 供試体形状寸法

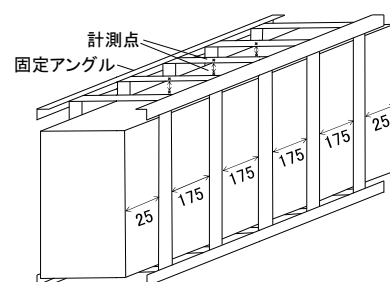


図-2 反り量の計測方法

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリート内部相対湿度の測定結果

図-3 に小型梁供試体のコンクリート内部相対湿度の経時変化を示す。膨張量 2000μ までの膨張促進期間では各供試間に大きな差異は見られなかったが, 供試体の高さごとでは上部が最も高く, 次いで, 中部, 下部の順に内部の相対湿度が高い状況が確認された。

3.2 促進膨張試験の測定結果

図-4 に小型梁供試体の促進膨張試験の測定結果を示す。図-4 に円柱供試体の結果も併せて示す。円柱供試体は 16 日で 1000μ , 50 日で 2000μ に達した。小型 PC 梁供試体は軸方向の拘束により上面は軸直角方向の膨張が卓越し, 下面はどちらの方向も乾燥による収縮を示した。無筋小型梁供

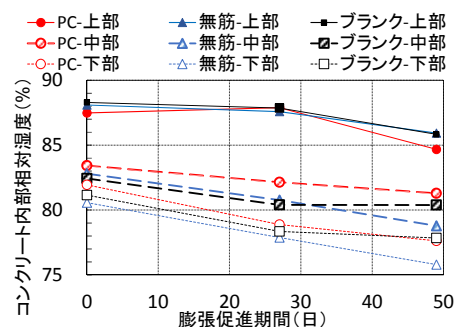


図-3 コンクリート内部相対湿度

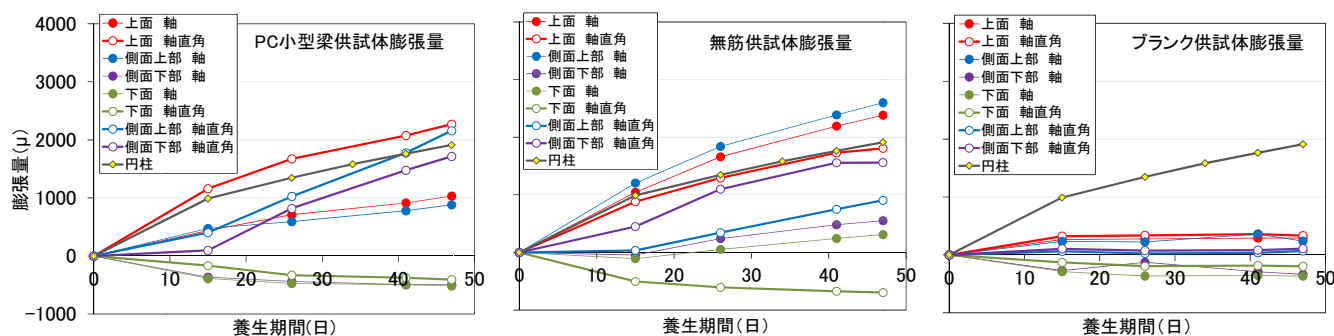


図-4 促進膨張試験の測定結果

試体は上面、側面軸方向の膨張が卓越し、下面軸方向も僅かに膨張した。

3.3 反り量

図-5 に小型梁供試体スパン中央における反り量の測定結果を示す。小型 PC 梁供試体は単調に増加し、上面の反り量は促進養生 40 日で 0.51mm に達したが、その後停滞した。無筋小型梁供試体は、上面、下面ともに拘束がある小型 PC 梁供試体よりも大きく反り返り、上面の反り量は 0.95mm に達した。このことは、図-4 で示す無筋小型梁供試体の促進膨張試験結果で上面および側面の軸方向膨張が卓越し、下面の軸方向膨張が小さかったことに整合する。ブランク供試体は ASR ひび割れが発生しないので上面の変化は少なく、下面が乾燥収縮により上面と比べて変形したと考えられる。

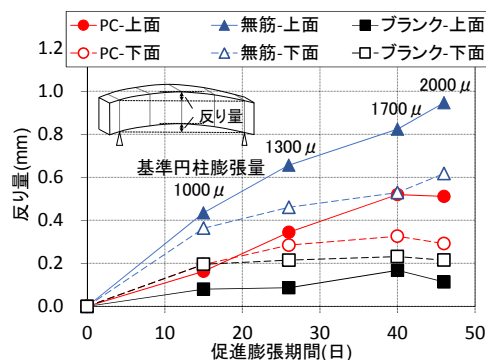


図-5 反り量の測定結果

3.4 ひび割れ観察結果

写真-1 に基準供試体が 2000μm の内部断面のブラックライト照射像を示す。この目視できるひび割れ総延長を断面積で除し、内部ひび割れ密度を算出した。なお、無筋小型梁供試体では軸、軸直角方向において、ひび割れ性状はほぼ同様であったので軸方向のみを示す。写真-1 より、全ての照射像で上面付近の方が下面付近よりもひび割れが多いことが確認できる。図-6 に上面より 70mm, 140mm と高さ方向で 3 等分したときの内部ひび割れ密度を示す。ひび割れ密度の合計は各断面で差異は見られなかった。小型 PC 梁供試体の軸直角方向と無筋小型梁供試体では斜めひび割れが最も多いのに対して、小型 PC 梁供試体の軸方向では拘束のため、水平ひび割れが 92m/m^2 と半分以上を占める様子が確認された。

4. 結論

- (1) 小型 PC 梁供試体で上面のみから給水させた場合、促進養生 40 日で上面は 0.51mm 反り返り、変形することが確認された。無筋小型梁供試体は上面の反り量が 0.95mm と、拘束がある小型 PC 梁供試体よりも大きく反り返り、上面、下面ともに変形することが分かった。
- (2) 本実験では、内部ひび割れ密度の高さごとの合計は、各断面で差異は見られなかった。特に小型 PC 梁供試体軸方向では、拘束により水平ひび割れが多くなり、異方性ひび割れの発生が確認された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 15K18101 の助成を受けたものです。ここに謝意を表します。

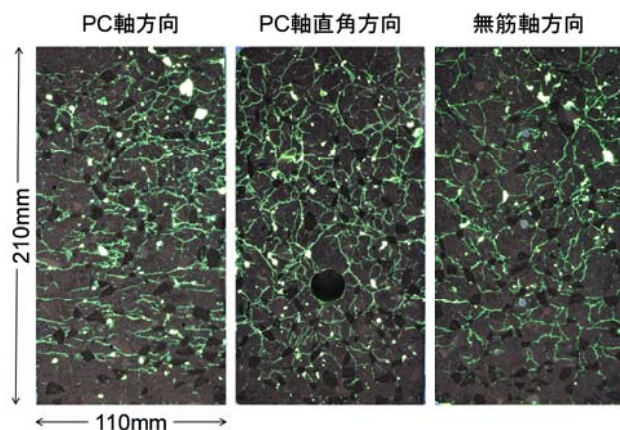


写真-1 内部断面のブラックライト照射像

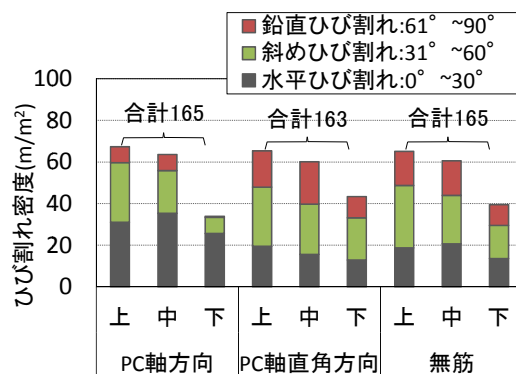


図-6 内部ひび割れ密度