上面のみから水分を供給したPC梁のASRによる変形性状に関する研究

九州大学大学院　学生会員　　○田城　亨　　九州大学大学院　学生会員　　阪井　峻
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

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，雨などにより桁上部にASRの促進要因となる水が供給されるため，劣化することが懸念される。そこで本研究では，ASR劣化したPC構造物の診断，維持管理技術向上を目的として，実際にPC橋梁がさらされる環境を模擬し，PC梁供試体に上面のみから給水したときのASRによる変形性状，内部ひび割れ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)を質量比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。PC梁供試体(110×210×750mm)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0.4 N/mm^2)を材齢28日目導入した。比較用に，同寸法の無筋梁供試体と，PCではあるが骨材に反応性骨材を用いずに石灰石砕石のみを使用したPCブランク梁供試体も作製した。また，円柱供試体（φ100×200mm）を作製し，膨張挙動をモニタリングするための基準用供試体とした。

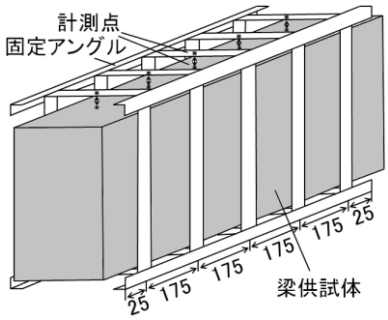

図-1　反り量の計測方法

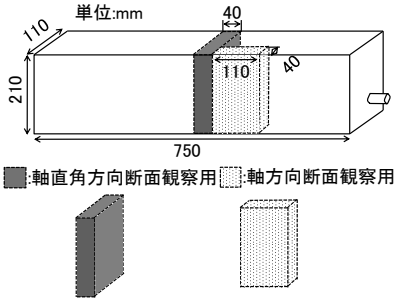

図-2　断面切断箇所

2.2　ASR促進方法

材齢28日まで20℃で湿布養生した後，円柱供試体は100%R.H.で，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，40℃環境下にて促進養生を行った。材齢28日に梁供試体の反り量および超音波伝播速度の初期値を計測した。反り量の計測では**図-1**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梁供試体上面および下面の距離を計測した。膨張量1000μ時で，内部断面観察のために，**図-2**に点線で示すように梁供試体を110×210mm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。

3.　実験結果および考察

3.1　反り量測定結果

図-3に梁供試体スパン中央における反り量の測定結果を示す。PC梁供試体の反り量は単調に増加し，上面・下面の反り量は促進養生75日でそれぞれ0.77mm，0.36mmに達した。梁供試体には上面のみから吸水させたため，梁の上部でASRによる膨張圧が生じ，PCブランク梁供試体よりも，全体的に上方に反り返る挙動となった。無筋梁供試体は上面，下面ともに，拘束があるPC梁供試体よりも大きく反り

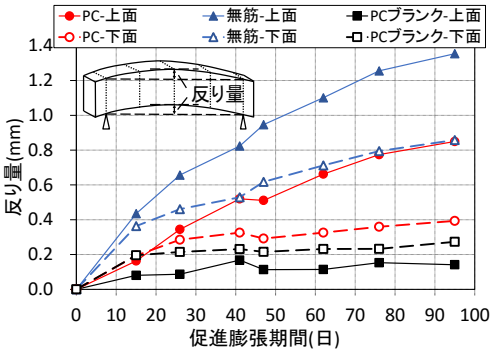

図-3　反り量の計測結果

キーワード：ASR，PC，反り，内部ひび割れ密度
連絡先　〒819-0395　福岡県福岡市西区元岡744　TEL：092-802-3387　FAX：092-802-3387

返り，上面，下面の反り量はそれぞれ 1.26mm，0.80mm に達した。このことより，プレストレスによる拘束力が梁供試体の反り変形を制御していると考えられる。

3.2 超音波伝播速度測定結果

図-4 に示す測定点において測定した超音波伝播速度を**図-5** に示す。**図-5** 中の値は，A~E の 5 箇所で高さ方向に測定した結果の平均値である。基準となる劣化しない PC ブランク梁供試体の超音波伝播速度は変化がないが，PC 梁供試体と無筋梁供試体の超音波伝播速度は大きく低下する結果となった。超音波伝播速度が低下した原因は，ASR によるものであるが，高さ方向の値は梁全体の状態を表すため，プレストレスの影響はなかった。しかし，**表-1** は B の位置において高さごとに 3 箇所で梁幅方向の速度を測定した結果であるが，下面付近から上面付近にいくにつれて超音波伝播速度が低下していく結果となった。これより，上面付近にひび割れが多く，下面付近にはひび割れが少ないといった，高さごとに劣化の進み具合が異なる様子と，劣化した部分を測定する方向によって劣化の進み具合をより詳しく把握できることが分かった。

3.3 内部ひび割れ観察結果

写真-1 に 1000μ で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，ひび割れ幅ごとに内部ひび割れ密度を算出した。**写真-1** より，全ての照射像で上部の方が下部よりもひび割れが多いことが確認できる。**図-6** に 0.05mm～0.25mm のひび割れ幅と内部ひび割れ密度の関係を示す。PC 梁供試体は幅 0.25mm のひび割れが見られた無筋梁供試体と比較して，プレストレスによる拘束があるため，ひび割れ幅は小さく，特に軸方向では，0.01mm のひび割れが 9 割を占める結果となった。軸直角方向においても無筋梁供試体よりもひび割れ幅が抑えられた。しかし，PC 梁供試体と無筋梁供試体でひび割れ密度の合計は，あまり差異はなく，拘束の有無で内部のひび割れ量は変わらないことが分かった。

3. まとめ

(1) コンクリートの水分供給を上面のみに限定することで，PC 梁供試体は PC ブランク梁供試体よりも大きな反り変形挙動を示し，促進養生 75 日で反り量は上面，下面それぞれ 0.77mm，0.36mm に達した。プレストレスによる拘束は反り変形を半分程度に制御することが分かった。

(2) ASR により損傷が生じている梁上部では，超音波伝播速度の低下が見られた。

(3) PC 梁供試体はプレストレスの拘束により，ひび割れ幅が小さくなるが，無筋梁供試体と比較して，ひび割れ密度の合計はあまり差異がなく，拘束の有無で内部のひび割れ量は変わらないことが分かった。

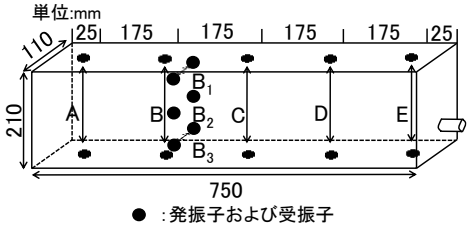

図-4 超音波伝播速度測定位置

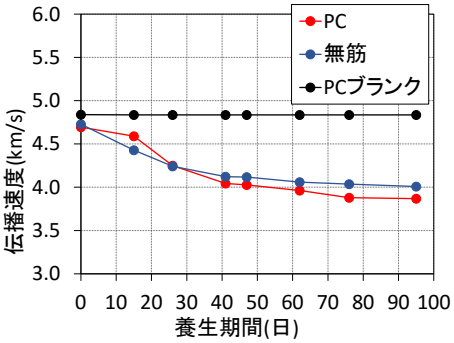

図-5 超音波伝播速度の梁高方向経時変化

表-1 基準円柱膨張量 3000μ 時の測定点 B における高さごとの超音波伝播速度（km/s）

測定箇所	PC	無筋	PCブランク
B_1	3.58	3.89	4.80
B_2	3.74	3.85	4.82
B_3	4.35	4.26	4.76

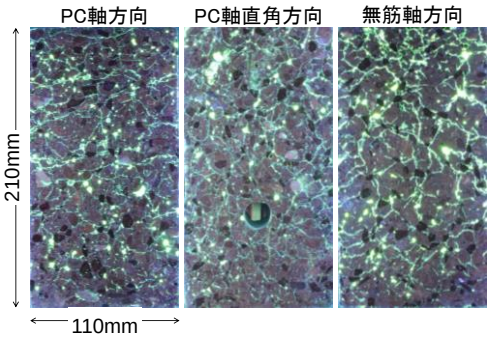

写真-1 内部断面のブラックライト照射像

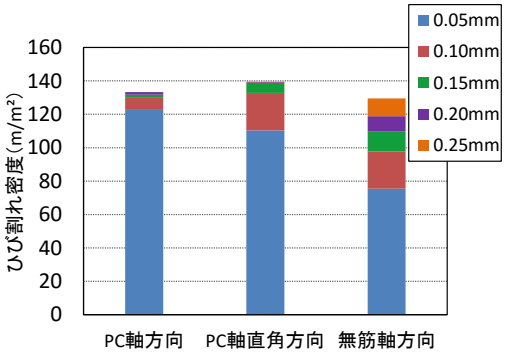

図-6 内部ひび割れ密度