

ASR 劣化した PC 部材の長期変形の実験的検討

九州工業大学大学院 学生会員 ○矢野佑輔
九州工業大学 正会員 幸左賢二
住友大阪セメント(株) 正会員 上原伸郎

1. はじめに

供用 30 年が経過したモノレール PC 軌道桁において、ASR による劣化が認められた。現在までに反り戻り量は、桁長 20m に対して 40mm 以上に達しており、耐荷性能、及び使用性能の低下が懸念されている。そのため、本研究では、反応性骨材を使用した大型 PC 桁供試体(No.1~4)を用いて、長期暴露試験による劣化性状、载荷試験による耐荷性能の検討を行っている。No.1, 2 供試体については、ASR 劣化初期における载荷試験を実施した。その後、屋外暴露を実施し、再び载荷試験を予定している。No.3, 4 供試体については、ASR 劣化度中、大における载荷試験の実施を予定しているが、現在は長期暴露中であり、経時的な PC 部材の ASR 劣化性状評価を行っている。本稿では、計測面をより多く設けている No.4 供試体を対象に、ASR が PC 桁供試体の変形挙動に及ぼす影響、特に反り戻り変形、および円弧変形の発生要因について推察を行った。

2. 供試体概要

図-1 に No.4 供試体の暴露状況、および計測面の位置を示す。形状は、幅 350×高さ 550×長さ 4500mm の長方形充実断面とし、PC 鋼線を下側に 4 本配置した偏心構造とした。また、図中に示すディプスゲージを用いて、固定アングルから供試体の距離を計測した。なお、長さ方向の断面を反り戻り変形、幅方向の断面を円弧変形と定義した。

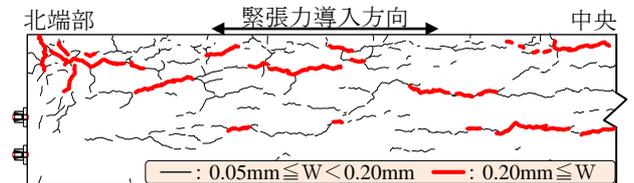
図-2(1)に材齢 1300 日のひび割れ図を示す。ひび割れは、緊張力導入方向に卓越しており、ASR 劣化した PC 部材に生じるひび割れの特徴が現れている。また、図-2(2)からひび割れ密度(対象ひび割れ総延長/評価対象面積)は、材齢 300 日以降急激に増加し、材齢 1300 日までに 10.78m² と大きく劣化が進展し、全体の 30%程度が幅 0.20mm 以上のひび割れとなった。

3. 反り戻り変形

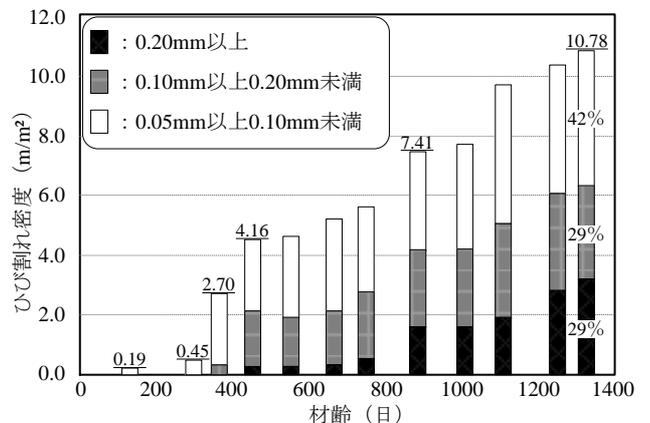
図-3に材齢 1300 日における長さ方向の変形量を示す。供試体端部で 1.46mm, 1.48mm の変形量に対し、中央部で 3.98mm の変形量と、2.51mm ほど供試体が上方に湾曲す



図-1 暴露状況および計測面の位置



(1) ひび割れ図 (西面)



(2) ひび割れ密度の経時変化

図-2 ひび割れ状況(劣化性状)

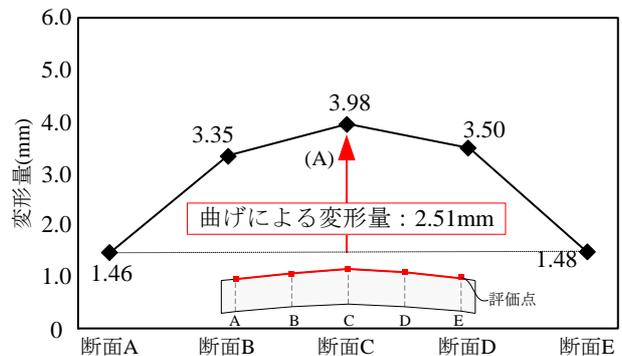


図-3 各断面の変形量(長さ方向)

キーワード ASR, PC, 変形, 反り戻り, 円弧変形

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL 093-884-3123

るような反り返り変形の発生が確認された。

反り返り発生要因の模式図について、図-4 に示す。ASR により一様な膨張力が発生する(図中(A))が、偏心構造のため供試体上下で拘束力に差が生じ(図中(B)), 拘束の小さい上部で膨張力が卓越し、拘束力の大きい下部で膨張力が拘束された(図中(C))と考えられる。以上より、反り返りは、供試体上下で膨張差が発生したことが要因と推察される。

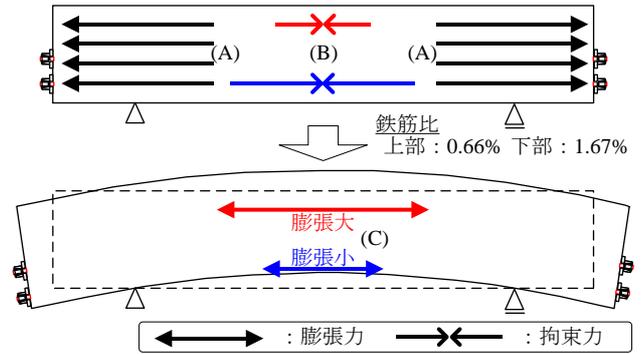


図-4 反り返りの発生要因

4. 円弧変形

図-5 に代表例として断面 A と C の材齢 1300 日における幅方向の変形量を示す。断面 C において、前述した反り返り分 2.51mm が計測値に含まれるため、変形量の絶対値が大きくなっている。いずれの断面においても、端部(25, 325mm 位置)の変形量より中央部(125, 225mm 位置)の変形量と、上面は丸く膨らむような変形(以下、円弧変形)が確認された。端部の変形量を一様変形量とし、一様変形量から中央部の変形量までを円弧変形量とすると、断面 A では一様変形量 1.33mm, 円弧変形量 0.27mm が確認された。

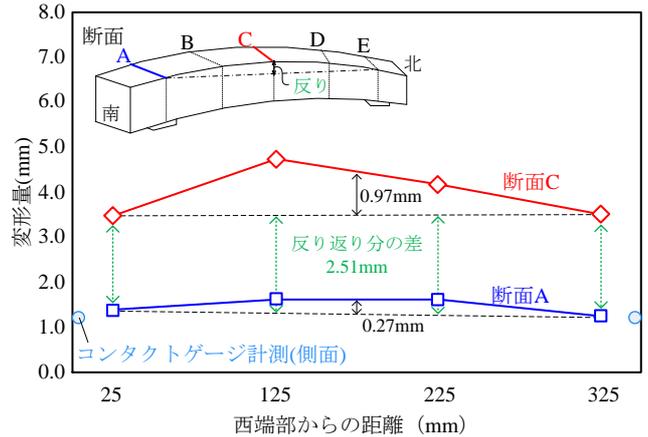


図-5 各断面の変形量(幅方向)

図-6 に反り返りの影響が少ない断面 A と E を平均した変形面積率の経時変化を示す。各変形面積率は、ほぼ単調に増加し続け、材齢 1300 日までに一様変形面積 0.20%, 円弧変形面積 0.04%と増加した。比率としては、ASR 膨張により概ね一様変形面積 80%, 円弧変形面積 20%の割合で変形が進展していることが確認された。

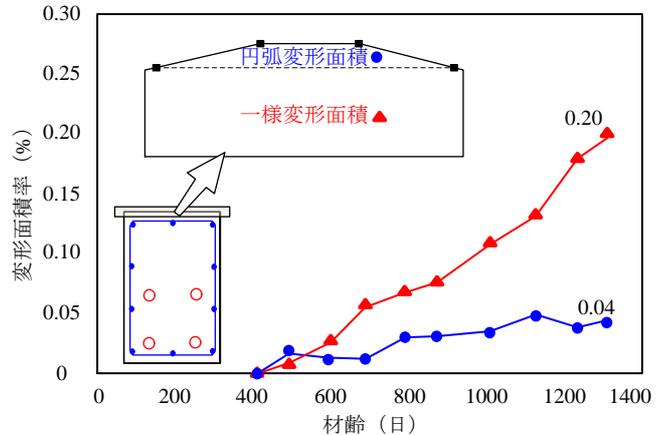


図-6 変形面積率の経時変化

円弧変形発生要因に関して、図-7 に示す模式図で説明する。ASR により一様な膨張力が発生する(図中(A))が、断面端部と中央部で帯鉄筋の拘束力に差が生じ(図中(B)), 拘束の小さい中央部で膨張力が卓越し、拘束力の大きい端部で膨張力が拘束された(図中(C))と考えられる。以上により、円弧変形は、断面端部と中央部で膨張差が発生したことが要因と推察される。

5. まとめ

- 1) 材齢 1300 日が経過した No.4 供試体において、 10.78m^2 のひび割れ密度が確認された。
- 2) 長さ方向の変形としては、2.43mm の反り返りが確認された。これは、PC 鋼線の偏心により、供試体上下で膨張差が発生したことが要因と考えられる。
- 3) 幅方向の変形としては、断面 A で 0.27mm の円弧変形量が確認された。これは、帯鉄筋の拘束により、断面の端部と中央部で膨張差が発生したことが要因と考えられる。

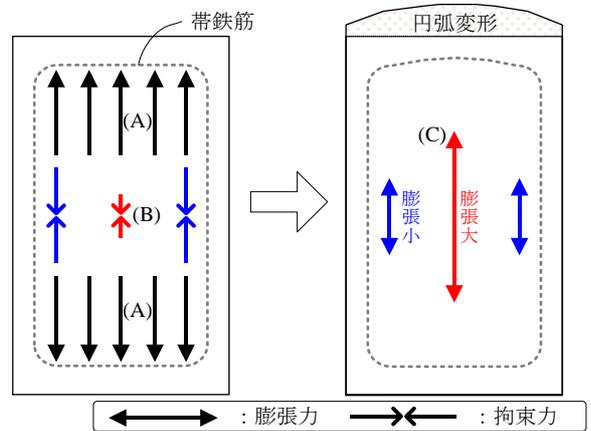


図-7 円弧変形の発生要因