

反応性骨材を使用した大型 PC 桁供試体の劣化性状評価

九州工業大学 学生会員 ○上園 祐太
住友大阪セメント(株) 正会員 上原 伸郎

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
九州工業大学 学生会員 原口 政仁

1.はじめに

ASR 劣化は PC 構造物のメンテナンス上の重要な問題の一つとされている。そこで、本研究では ASR 劣化が生じた PC 部材の長期的な性状を評価するために、反応性骨材を使用した大型 PC 桁供試体を屋外暴露することで、緊張力の経時変化、ひび割れ性状、および部材変状を計測し、PC 桁供試体の劣化性状を評価した。

2. 供試体概要

図-1 に PC 桁供試体の状況、および計測面の位置を示す。供試体は長さ 4500、幅 350、高さ 550mm の長方形充実断面とした。PC 鋼線は下側に 4 本配置された偏心構造とした。また、PC 鋼線端部に設置したロードセルによって PC 鋼線の緊張力を直接計測した。さらに、図-2 に示すように、設置したアングルと供試体間の距離を計測することで、ASR 劣化による供試体の変形量を計測した。なお、計測面は図-1 に示した A~E の 5 断面とした。

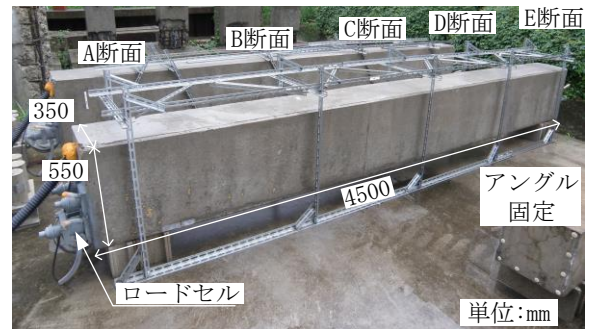


図-1 供試体形状と計測位置

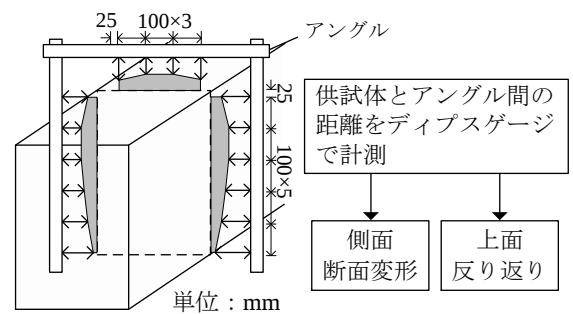


図-2 計測方法

3. ASR 劣化性状

(1) ひび割れ状況

図-3 に示す暴露後 390 日における西面のひび割れ状況を概観すると、緊張力導入方向のひび割れが卓越しており、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、ひび割れは供試体上部に多く発生する傾向が見られる。図-4 にひび割れ密度(対象ひび割れ総延長/評価対象面積)の経時変化を示す。暴露後 230 日の観察では、幅 0.10mm 以上のひび割れは認められなかったが、2 ヶ月後の 280 日の観察では、幅 0.10mm 以上のひび割れ密度は 0.35m/m^2 、390 日の観察では、さらに増加し 1.84m/m^2 となった。幅 0.05mm 以上を対象としたひび割れ密度に着目すると、230~390 日の期間で、急激にひび割れ密度が増加している。以上より、本供試体は現在、ASR 劣化判定における状態Ⅱ(進展期)に相当すると考えられる。

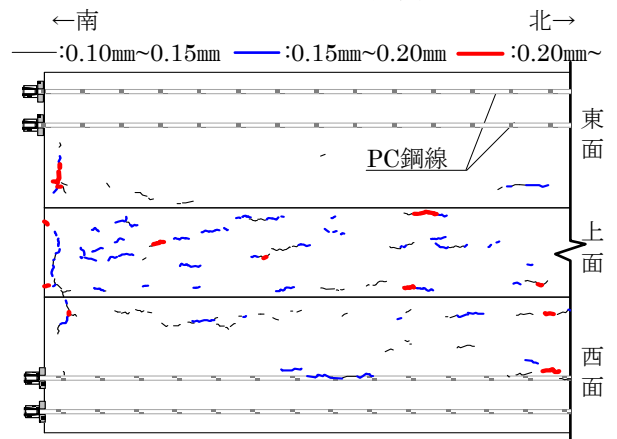


図-3 ひび割れ発生状況

(2) 断面膨張量

図-5 に断面変形の計測結果を示す。計測結果より、供試体側面は丸く膨らむような変形状態となっていた。しかし、本研究の PC 桁供試体では、上部で 0.25mm、下部で 0.1mm 程度の膨張が計測されており、わずかな変化量ではあるものの、傾向としては、上部付近が最も膨張していると考えられる。供試体の上下で差異が認められたことは、ひび割れ性状と同様に、

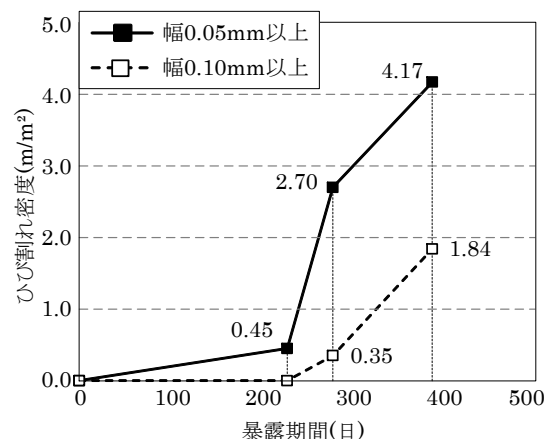


図-4 ひび割れ密度の経時変化

緊張力が下側に偏心し、ASR 膨張に対する拘束力が下部と比較し上部のほうが小さいことが要因の一つとして考えられる。

(3) 反り返り量

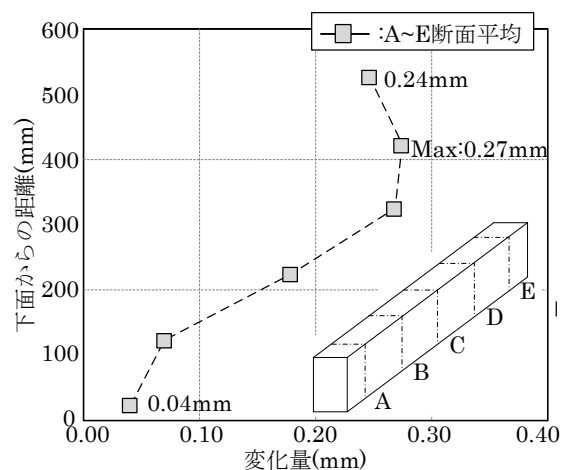
図－6に反り返りの計測結果を示す。図より、供試体軸方向の中央部で 1.0mm、端部で 0.2mm 程度の膨張が計測された。側面の変形と同様に、現状ではわずかな変化量ではあるものの上に反り返っている傾向があると考えられる。ひび割れ性状、および変形性状に現れているように、供試体上部と下部における ASR 膨張に対する拘束力の相違があり、下部と比較し上部の膨張量が大きく生じたことが、図－6のような反り返りが発生した要因の 1 つとして考えられる。ここで、本供試体のモデルとした PC 軌道桁で計測された反り返り量の結果を参考にとると、反り返りがスパン長に比例すると仮定した場合、供試体は最終的に 8mm 程度反り返りが発生すると推察される。現在、本供試体の反り返り量は 1.0mm 程度であり、今後、さらに反り返り量が増大することが考えられる。

(4) 緊張力の経時変化

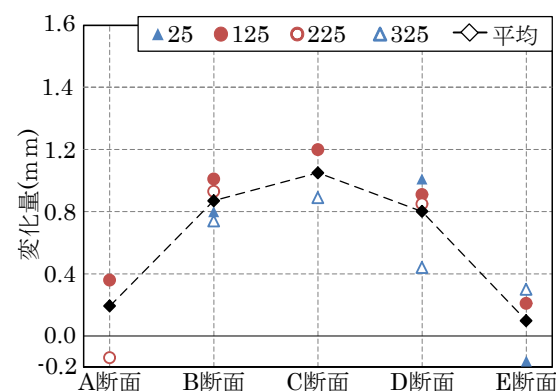
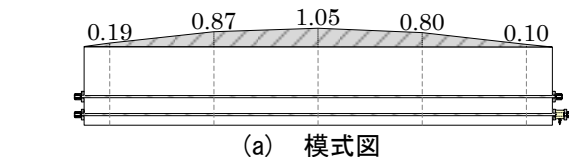
図－7に緊張力導入から約 1 年半後までの緊張力の経時変化を示す。なお、プレストレストコンクリート標準方書の式により算出した予測値を併せて示した。図より、緊張作業終了後に 250.2kN の緊張力が計測された後、約 100 日間で 6.7%(16.5kN)の低下が確認された。その後、緊張力の低下は比較的落ち着いており、材齢 600 日程度の現在では、7.6%(19.0kN)の低下が計測された。実測値と予測値を比較すると、緊張力導入直後から差が生じ、その後徐々に差は広がっている。緊張力導入直後に差が生じた要因としては、PC 鋼線のリラクセーションや設計上の安全率が盛り込まれていることで予測値が大きくなったことによると推察される。また、材齢 200 日程度以降、予測値が低下傾向を示しているのに対し、実測値がほぼ一定になっている。ここで、図－7に示したひび割れ密度の経時変化を見ると、暴露期間 230 日(材齢 330 日)程度から供試体表面にひび割れが生じ始めていることと、図－5、6に示した供試体の変形状況から、断面変形や部材の反り返りが認められたことから考えると、ASR 膨張によって、見掛け上緊張力の低下が小さくなったと考えられる。

4. まとめ

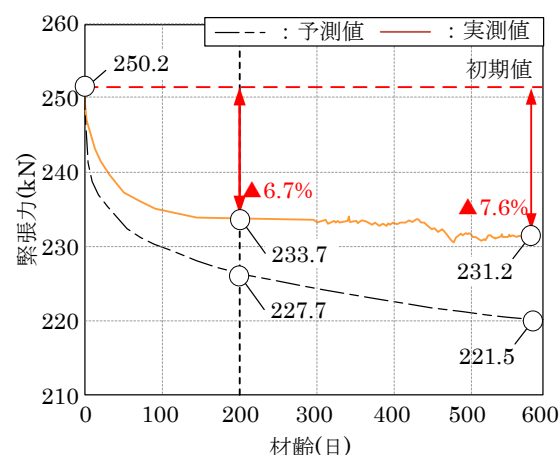
- 1) ひび割れ、および部材変状の計測結果より、ASR による劣化は、供試体上部で顕著になっており、PC 鋼線が偏心していることが主な要因であると考えられる。
- 2) 材齢 200 日以降、緊張力の予測値は低下し続けているのに対し、実測値はほぼ一定の緊張力を保持している。この要因としては、ASR による供試体軸方向の膨張が考えられる。



図－5 断面膨張量



図－6 反り返り計測結果



図－7 緊張力の経時変化