

ASR 劣化した PC 桁供試体の緊張力および変形挙動の評価

九州工業大学大学院 学生会員 上園祐太
 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

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、本稿では、打設後約 3 年が経過した供試体を対象に、ASR 劣化が PC 桁供試体のプレストレス量に及ぼす影響について、FEM 解析により検討を行った。具体的には、ASR による材料劣化、および膨張ひずみを考慮した解析を行い、実験により得られた挙動と比較することで、ASR が PC 桁供試体に及ぼす影響について考察を加えた。

2 供試体概要

図-1 に供試体形状を示す。供試体は長さ 4500mm×幅 350mm×高さ 550mm の長方形充実断面とした。PC 鋼線を下側に 4 本配置した偏心構造とし、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。

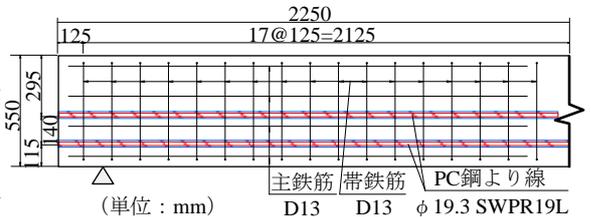


図-1 供試体形状

3 ASR 劣化性状

図-2 に供試体のひび割れ密度 (対象ひび割れ総延長/評価対象面積) の経時変化を示す。材齢 330 日以降、ひび割れ密度は急激に増加し、材齢 690 日時点では、5.14m/m²と大きく劣化が進展した。また、図中にはひび割れ幅の推移も併せて示した。材齢 380 日時点で、幅 0.10mm 以上のひび割れについても確認され、材齢 690 日現在では、40%近くひび割れが幅 0.10mm 以上となっている。以上より、材齢 380 日以降、本供試体は ASR 劣化の進展期であると推察される。

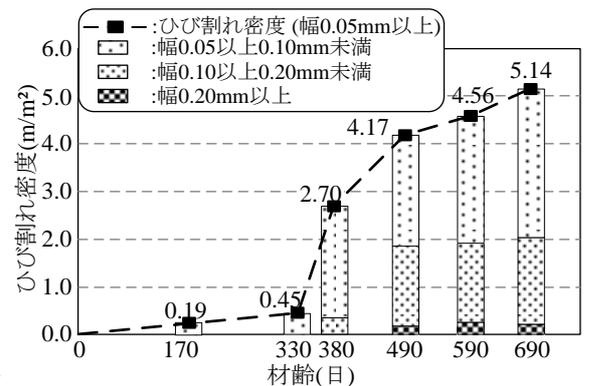


図-2 ひび割れ密度の経時変化

供試体同様に暴露したテストピースによる圧縮強度、および静弾性係数の経時変化を図-3 に示す。材齢 28 日の圧縮強度は 48.0N/mm²となっている。材齢 300 日では 62.9N/mm²となっており、約 1.3 倍の強度増進が認められた。静弾性係数も同様であり、3.23×10⁴N/mm²から 3.70×10⁴N/mm²に増加している。その後、材齢 730 日では、静弾性係数は 42%低下し、圧縮強度についても 29%の低下が認められた。

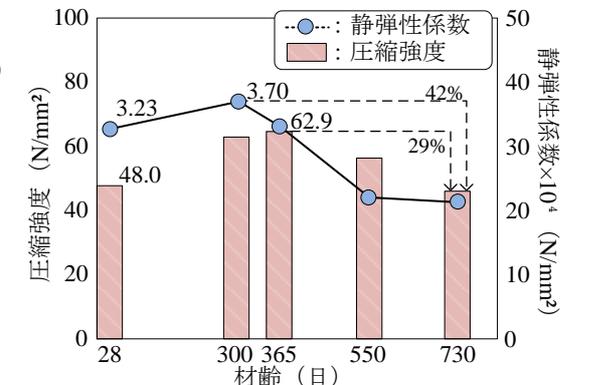


図-3 コンクリート物性の経時変化

4 クリープ解析

図-4 に PC 鋼より線ひずみの経時変化を示す。図中には、ロードセルにより計測した実測値、およびクリープ解析値を示した。実測値は、PC 鋼より線定着後に 5360μ が計測され、材齢 300 日時点では 5020μ となった。その後、材齢 900 日時点では 4990μ となり、実測値は概ね一定の値を保持する傾向が確認された。材齢 300

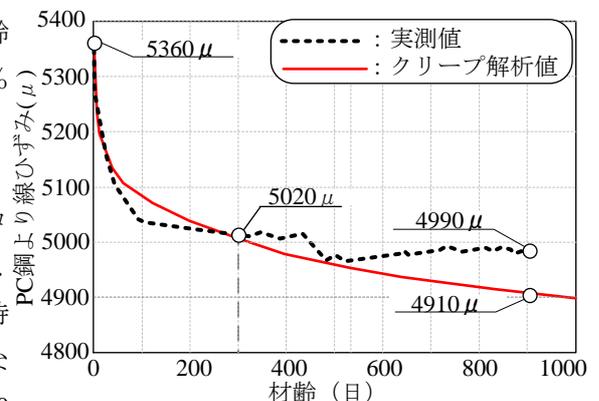


図-4 PC鋼より線ひずみの経時変化

キーワード ASR, PC, FEM, プレストレス, 膨張ひずみ, 材料劣化

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

日以降に着目すると、クリープ解析値は、低下し続け、材齢 900 日時点で 4910μ となり、材齢 900 日時点における実測値とクリープ解析値の間に $80\mu(4990\mu-4910\mu)$ の差が生じた。材齢 300 日以降、差が発生した要因として、図-2 に示したように、材齢 330 日以降から、膨張によるひび割れ発生が加速したことや、図-3 に示したように、材齢 300 日以降、コンクリート物性値が低下していることより、ASR による影響が考えられた。

5 膨張および劣化解析

本節では、材齢 300 日以降のプレストレス変化に着目し、ASR によるコンクリートの劣化、および膨張ひずみの発生を考慮した解析を行った。材料劣化は、圧縮強度試験結果を参考に、図-5 に示すように、応力-ひずみ関係を経時的に変化させた。また、膨張ひずみについては、図-2 に示したひび割れ状況より推定した膨張ひずみ 160μ を温度膨張により一様に増加させた。

図-6 に膨張および材料劣化の解析結果を示す。図中には、実測値、クリープ解析値、膨張解析値(=case1)、膨張+劣化解析値(=case2)を示した。なお、case1、および case2 の値は、クリープ解析とは別途行い、各材齢におけるクリープ解析値を基準に、case1、および case2 の変化量を重ね合わせた値を用いた。材齢 900 日におけるクリープ解析値と各 case のひずみ量を比較すると、case1 では 149μ 引張側へ、case2 では 39μ 引張側へ変化する結果となった。ここで、実測値と case2 を比較すると、経時的に低下する同様の傾向となっており、結果的には、 $41\mu(=80\mu-39\mu)$ の差となった。図-7 に解析による材齢 300 日から 900 日におけるひずみ分布の経時変化を示す。case1 では、 160μ の自由膨張ひずみを与えた場合、実際に生じたひずみは、上縁で 154μ 、下縁で 146μ となり、PC 鋼より線位置では、 149μ であった。case2 では、同じく上縁で 133μ 、下縁で 5μ となり、PC 鋼より線位置では、 39μ であった。case1 と同量の膨張ひずみを与えたにも関わらず、case2 のプレストレスの増加が 39μ に留まった要因として、コンクリートの弾性係数が低下したことにより、コンクリート要素が軸方向への収縮が生じたためと考えられた。

以上より、軸方向への引張、および圧縮ひずみの発生が、プレストレス増減の要因として考えられ、引張ひずみ発生 の 要 因 として は、ASR による軸方向への膨張、一方、圧縮ひずみの要因としては、ASR による弾性係数の低下に伴う軸方向への圧縮ひずみの発生が考えられる。材齢 300 日以降、実測値がほぼ一定のプレストレスを保持しているのは、上記の 2 つの要因による影響である可能性が考えられた。

6 まとめ

- 1) ロードセルにより測定したプレストレスの実測値とクリープ解析値を比較した結果、材齢 300 日以降、クリープ解析値は低下し続けたのに対し、実測値は概ね一定のプレストレスを保持しており、材齢 900 日時点で $80\mu(20N/mm^2)$ の差が生じる結果となった。
- 2) 材齢 300 日以降、プレストレスの実測値がクリープ解析値のように低下せず、概ね一定の値を保持した要因として、ASR 膨張による引張ひずみの発生、および材料劣化による圧縮ひずみの発生の両者が作用していると推察された。

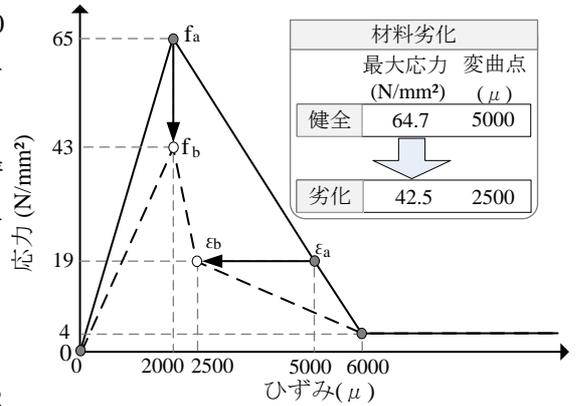


図-5 圧縮側コンクリートの応力-ひずみ関係

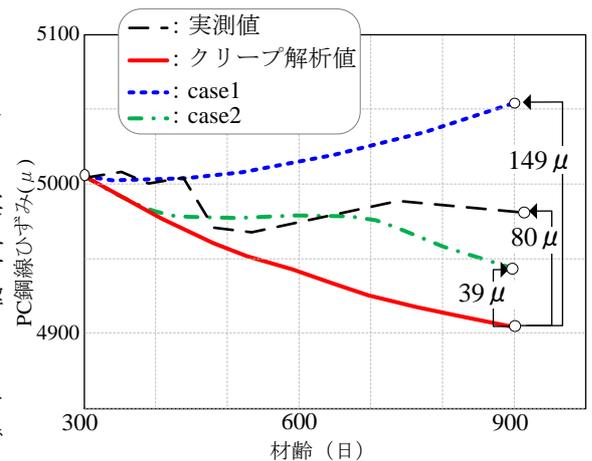


図-6 膨張および材料劣化の解析結果

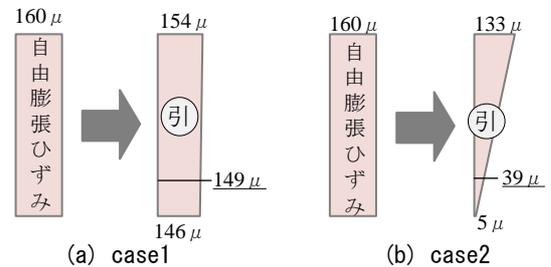


図-7 ひずみ分布の経時変化