

屋外暴露された RC・PC 部材の長期変形と応力に及ぼす

コンクリートの収縮・クリープの影響

コンクリート研究室 志賀 暢
指導教員 下村 匠

1. はじめに

自然環境下における鉄筋コンクリート (RC) 構造およびプレストレストコンクリート (PC) 構造の時間依存性変形と応力を精緻にかつ汎用的に予測するためには、条件が与えられた時のコンクリートの乾燥収縮、クリープなどを精度よく表現する構成モデルが必要であると同時に、対象構造物への荷重環境作用を入力値として適切に与えることが必要である。本研究は、後者に焦点を当て、検討を行うものである。

本研究では、屋外に暴露されたコンクリート供試体の長期乾湿挙動の数値解析をコンクリートの乾燥収縮、クリープを考慮した RC・PC 部材の時間依存性変形解析プログラムに導入する。そして RC はり試験体と PC はり試験体の屋外環境下での持続曲げ荷重試験を行い、環境作用がコンクリート部材の長期変形と応力に与える影響を実験的に確認するとともに、数値解析により再現する。

2. RC および PC はり部材の屋外持続荷重試験

2.1 試験環境と試験体

以下に示す 2 つの条件下 (図-1) で RC はりおよび PC はり試験体の持続荷重試験を行った。

Case A: 屋外に設けた百葉箱状の通気性のある箱内に設置する。日射、降雨を直接受けず、外気温度、相対湿度の変動の影響を受ける

Case B: 一般的な屋外構造物が経験する環境条件であり、外気温度、相対湿度の変動、降雨、日射等の影響を受ける。

試験体は RC はりと PC はりであり、Case A, B それぞれの環境用に 1 体ずつ計 4 体作製した。試験体は寸法が幅 100mm×高さ 100mm×長さ 3000mm で、有効高さ 75mm の位置に RC はり試験体は D10 の異形鉄筋を 1 本、PC はり試験体は PC3 本より線を 1 本それぞれ配置している。

RC および PC はり試験体と同時に 100×100×400mm の自由収縮試験体も作製し、Case A, B の環境と恒温恒湿室 (20℃50%RH) の 3 条件下において、自由収縮を試験した。

2.2 持続荷重試験

Case A, B のそれぞれの実験条件下において、図-2 に示す試験装置を用いて持続荷重試験を行った。

3. 環境作用と持続荷重を受ける RC および PC はり部材の時間依存性変形挙動解析法

コンクリート中の水分移動、乾燥収縮はこれまでの研究で開発したセメントペーストの細孔構造モデルと細孔中の水分の微視的挙動ならびにセメントペーストと骨材の相互作用を考慮した解析法を用いた。今回実験を行った RC はり PC はりの解析は、以下の仮定によった。

- 1) 試験体内の水分の移動は部材軸直交方向の断面内の 2 次元移動とする。熱伝導解析も同様とする。
- 2) コンクリートと鋼材 (RC では鉄筋、PC では PC 鋼より線) は完全付着とする。
- 3) コンクリートの応力、ひずみは部材軸方向の成分のみを考慮する。
- 4) 部材の変形は平面保持に従うとする。
- 5) RC はりでは曲げひび割れ発生後引張側のコンクリートの負担する応力を無視する。
- 6) コンクリートのクリープは、骨材とセメントペーストを区別せずに両者の弾性係数を、同一のクリープ関数を用いて時間の経過とともに低減する方法により考慮する。



Case A (屋外屋根有)

Case B (屋外屋根無)

図-1 試験体暴露状況

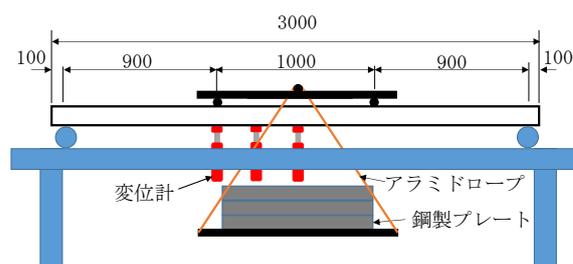


図-2 実験装置

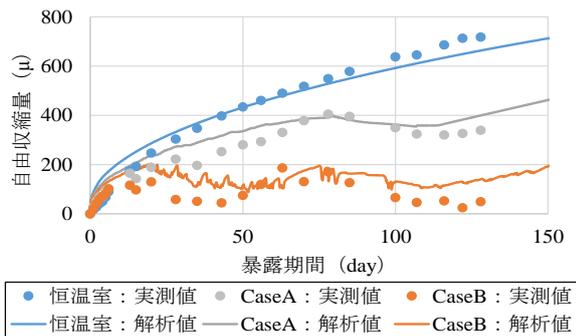


図-3 自由収縮量の実測値と再現値の比較

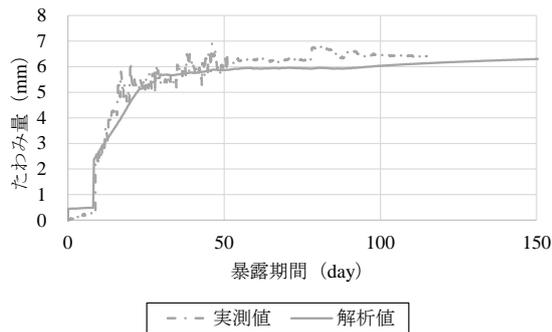


図-5 PC:CaseA のたわみの実験値と再現値の比

4. 実験結果と解析結果の比較

4.1 自由収縮

コンクリートの自由収縮試験体のひずみの経時変化の実測値と解析値を図-3に示す。

環境条件の違いがコンクリートの収縮に及ぼす影響は相当地に大きいこと、恒温恒湿室に比べて屋外環境における収縮は小さいことが確認できる。またいずれの環境下においても解析値は実験値の傾向を良好に再現している。

5.2 RC・PC はりの時間依存性変形

図-4にRC試験体(CaseA)の曲率の経時変化について示す。載荷後の曲率の解析値が全体的に実測値より大きい値となっているのは、ひび割れ発生後は引張側のコンクリートの剛性を無視して計算しているためである。載荷後の曲率が時間経過とともに増加しているのはコンクリートのクリープと収縮によるもので、解析値においても傾向が再現されている。

図-5にPC試験体(CaseA)の曲率の経時変化について示す。PC試験体は曲げひび割れが発生しないので、全断面のコンクリートの剛性を考慮した解析値が実験値と一致している。曲率の増加傾向、環境条件による違いもよく再現されている。

5. 乾湿挙動と持続荷重を受けるRおよびPCはり挙動の長期予測

5.1 概要

既往の研究において乾湿挙動の将来予測に用いた方法に準じて環境データを一般化し、RC・PCはり試験

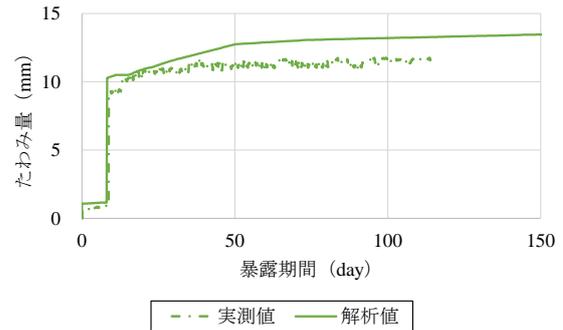


図-4 RC:CaseA のたわみの実験値と再現値の比較

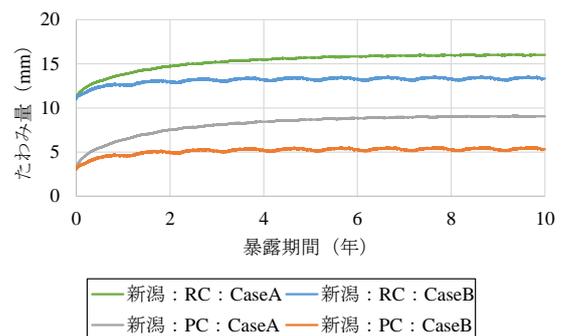


図-6 たわみ量の予測解析結果

体のたわみの長期予測を行う。

5.2 解析結果

RC・PCはり各試験体の中央のたわみの予測結果を図-6に示す。CaseAに比べCaseBのたわみが大きいのは、自由収縮と対応している。またCaseAとCaseBのたわみの差が載荷直後の差に比べ増加していることから環境条件の差異がRC・PC部材の長期変形挙動に累加的に影響を及ぼすことが確認された。

RCよりもPCのほうがCaseAとCaseBの環境の違いによる最終的なたわみの差が大きいことがわかる。これは曲げひび割れが発生せず全断面のコンクリートが荷重に抵抗するPC構造では、コンクリートの時間依存性変形が構造全体の挙動により影響することを示していると考えられる。

6. まとめ

- 1) 屋外環境下におかれたコンクリートの収縮は降雨の影響により、恒温恒湿室における収縮よりも小さいことが確認された。環境条件の違いに伴う自由収縮挙動の違いを再現することができた。
- 2) 屋外一般環境下におかれたRC・PCはり部材のたわみの経時変化をコンクリートの収縮、クリープ、鋼材による拘束を考慮した解析により実験結果を再現することができた。
- 3) AMeDASのデータベースより取得した環境作用のデータを用いて、屋外におかれたコンクリート構造の時間依存性変形の将来予測を行う方法を提案した。