

環境条件の空間的差異がコンクリート部材の時間依存性変形に及ぼす影響

コンクリート研究室 佐藤 祐介
指導教員 下村 匠

1. はじめに

建設から数十年が経過した PC 橋梁における長期たわみが設計段階の予測値を大きく超える事例が報告されている[1.1]. PC 橋梁では、予期せぬ長期たわみが発生し、維持管理に支障をきたす恐れがある。この予期せぬ変形の支配的要因は、橋梁断面内の湿度分布に起因する空間的な乾燥条件の差異と考えられている。本研究では、橋梁断面内の空間的な乾燥条件の差異による変形挙動を実験室レベルで詳細に把握するために実験的検討を実施した。また、この結果を知見とした数値解析モデルにて、長期たわみ予測モデルの構築を目指し、検討を実施している。

2. PC 梁の乾燥と持続荷重試験の概要

(1)概要

乾燥条件を制御した PC 梁供試体の持続曲げ荷重試験を行った。実験装置の概要と試験体断面図をそれぞれ図-1,図-2 に示す。

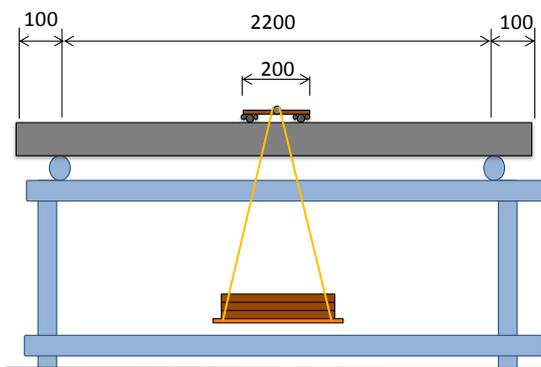


図-1 持続荷重試験装置の概要

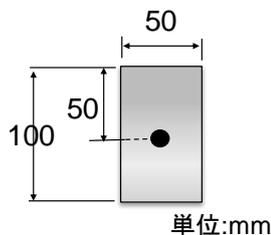


図-2 PC 梁部材の断面

(2)試験条件の設定

実験は室温 20℃、湿度 60%の恒温恒湿状態で行った。持続荷重については段階的に荷重を増加し、最大で 1500N の荷重を行った。

試験水準は、図-3 に示す。断面の空間的な乾燥勾配を表現する[下側乾燥], 全面が乾燥条件である[全面乾燥],乾燥を受けない[非乾燥]の3つの試験水準を設定している。

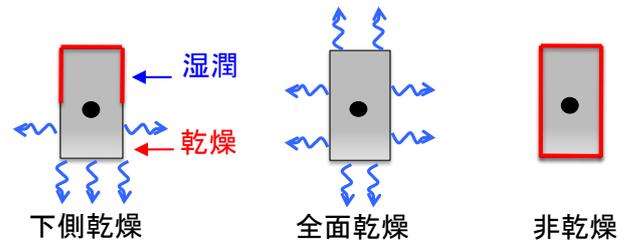


図-3 試験水準の設定[乾燥と持続荷重]

3. PC 梁の乾燥と持続荷重試験の実験結果

ここで、乾燥と持続荷重が作用する試験体のたわみの経時変化を図-4 に示す。[全面乾燥]の変位量は、[非乾燥]よりも3倍程度大きく、乾燥の有無がたわみ量の差に影響することが示された。また、乾燥が生じる場合には、たわみが過大になることも示された。続いて、各試験体の変形要因を検討する。[非乾燥]は、持続曲げによる引張側、圧縮側のクリープにより時間依存性変形が生じた。[全面乾燥]は、乾燥と持続荷重の影響を同時に受け、クリープ変形が加速していることが考えられ、最も大きいたわみが生じている。[下側乾燥]では、断面内の乾燥勾配の影響を受け、試験初期では、梁に反りが生じ、その後は、たわみが増加している。梁の反りは、下側コンクリートの乾燥収縮が初期に大きいことによる影響である。その後のたわみ増加は、[全面乾燥]同様に乾燥と持続荷重の同時作用によるクリープの加速が考えられる。

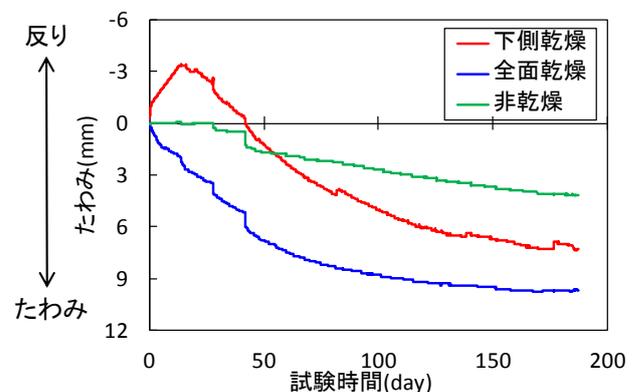


図-4 梁のたわみ[乾燥と持続荷重]

4. PC 梁への吸水試験の概要

本実験では無載荷状態の PC 梁部材のコンクリートの特定面を湿潤状態として一定時間維持した。このときの変形挙動を検討した。試験水準を図-5 に示す。図-3 で[下側乾燥]としていた試験体の下半面への吸水を行い[下側湿潤]、また、[全面乾燥]の上側に吸水を行い、上側湿潤とした。

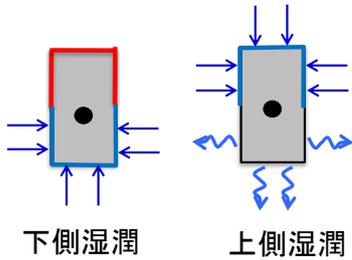


図-5 試験水準の設定[湿潤]

5. PC 梁への吸水試験の実験結果

図-6 にコンクリートへ吸水を実施した場合の梁のたわみ量の経時変化を示す。不均一な体積膨張により、変形が生じることを示すことができた。

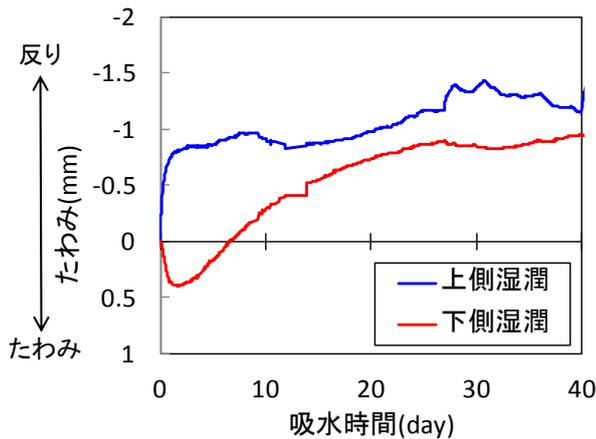


図-6 梁のたわみ[コンクリートの吸水]

6. 数値解析による実験の再現

(1)数値解析モデルの概要

数値解析では、乾燥と持続曲げ载荷を考慮した。要素ごとの水分移動に基づく乾燥収縮ひずみ、平面保持と鋼材とコンクリートの完全付着を考慮した持続曲げによる変形を同時に算出する複合プログラムを用いた。図-7 にイメージを示す。

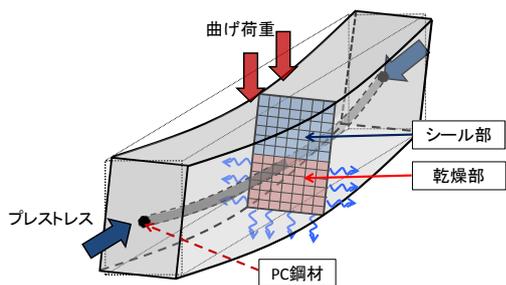


図-7 数値解析のイメージ

(2)数値解析結果

図-8 では、PC 梁の乾燥と持続载荷試験の実験値と計算値を比較している。[非乾燥]では、試験開始から 75 日程度までは、実験値と計算値が一致している。その後の実験値と計算値の乖離は、計算において、持続曲げによるクリープ変形を考慮していないことが要因である。[下側乾燥]では初期の梁の反り変形を解析にて再現しているが、長期的に実験値と計算値が乖離した。これは、乾燥と持続曲げが同時に作用する場合にクリープが加速している可能性があるためである。

図-9 では、吸水試験の再現計算値を比較している。両試験体の初期の反り、たわみ変形は定性的に実験結果を再現した。

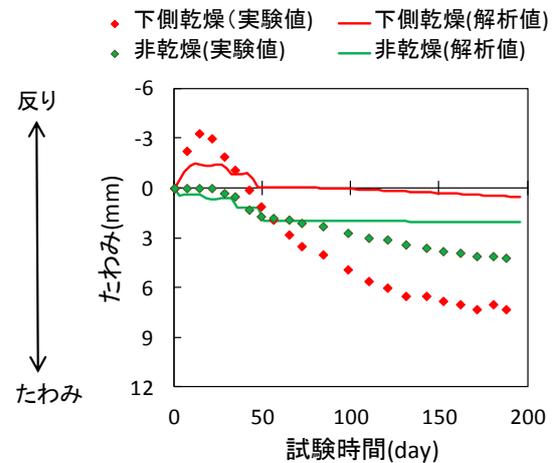


図-8 乾燥と持続载荷試験の再現解析

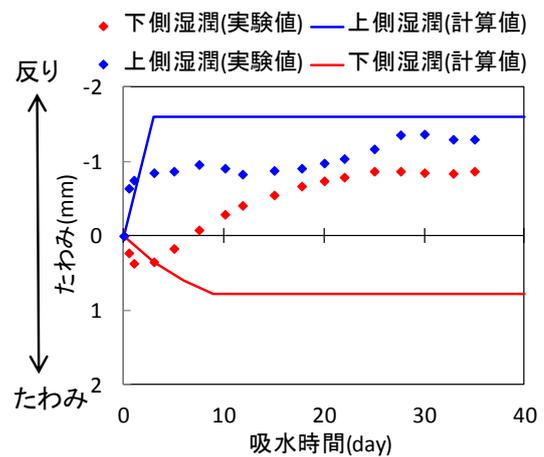


図-9 吸水試験の再現解析

7. まとめ

PC 梁の乾燥と持続载荷試験および吸水試験より、断面内の空間的乾燥条件の違いによる変形を詳細に検討できた。また、数値解析モデルで表現し得る事項と、今後の検討が必要な事項を把握した。