

乾燥収縮による鉄筋コンクリート部材の時間依存性挙動の検討

群馬大学 学生会員 ○松下 翔太
 広島大学大学院 正会員 半井 健一郎
 群馬大学 学生会員 川島 卓也

1. はじめに

コンクリート構造物は長期にわたって社会基盤施設に使用されるため、時間依存性挙動を把握することは重要である。特に、乾燥収縮やクリープ変形は、長期の変形挙動に大きな影響を及ぼす。ここでは、湿度あるいは降雨などの環境条件の影響により、乾燥収縮やクリープ変形量が異なる¹⁾と考えられる。しかし、高応力が作用する条件下での乾燥収縮に起因するクリープ変形量の研究は十分ではない。

本研究では、RC はり供試体を作製し、引張鉄筋およびコンクリート圧縮縁に高い応力を発生させる持続載荷を行い、乾燥収縮が RC はりの時間依存性挙動に与える影響を把握することとした。

2. 模型実験概要

2.1. 供試体概要

RC 供試体の形状寸法を図-1、図-2 に示す。曲げ破壊先行型とするため、寸法を 100×150×3600mm、引張鉄筋比は 1.46%とした。引張鉄筋は D10SD295 とした。材料物性値を表-1 に示す。各設計荷重値は、ひび割れ発生荷重は 1.8kN、鉄筋降伏荷重は 4.3kN、曲げ破壊荷重は 4.7kN、せん断破壊荷重 22.4kN である。

養生方法は各供試体とも打込み後 2 日で脱型し、材齢 28 日まで湿布養生することとした。

2.2. 模型実験概要

模型実験の持続載荷条件を表-2 に示す。供試体名は載荷直前の状態－載荷時の状態とした。湿潤状態を W、気中暴露状態を D とした。コンクリートの乾燥収縮がクリープ変形に及ぼす影響を検討するため、持続載荷時の状態を、乾燥、乾燥途上、湿潤の 3 種類とした。高応力が作用し

たボックスカルバート上床版を模擬するため、鉄筋降伏荷重の 80%の荷重を RC はりに加え、持続載荷を行う。

各供試体は、湿布養生後、アムスラー型万能試験機により持続載荷時の荷重 (3.4kN) まで短期載荷を行う。短期載荷後、十分に乾燥させる D-D を除き、表-2 に示した条件で持続載荷を行う。持続載荷は荷重を制御して行うこととした。D-D は 2 ヶ月間の気中暴露後に持続載荷を開始する。

D-D は気中暴露後に持続載荷を行うため、持続載荷中に乾燥収縮量はほぼ変化しない。W-D は乾燥開始と同時に持続載荷を行うため、持続載荷中に乾燥収縮量が増加する。W-W は持続載荷時に乾燥収縮の影響がない。気中暴露は、温度 11~22℃、湿度 40~90%の室内で行った。

本報告では、供試体中央のたわみ、上縁のコンクリート表面のひずみ、鉄筋ひずみに着目し、引張方向を正として検討を行うこととした。

3. 模型実験結果

図-3 に供試体 D-D の湿布養生後の経時変化を示す。気中暴露時において、たわみは増加、鉄筋ひずみはほぼ一定、上縁のひずみは減少した。これは乾燥収縮の影響で供試体の変形が進行したためだと考えられる。引張鉄筋を図心より下方に配置したため、供試体下部の拘束は上部に比べて大きい。よって、上縁のひずみの変形量は鉄筋ひずみの変形量と比べて大きくなるため、供試体に変形し、たわみが増加した。荷重は同一であるが、持続載荷時の変化量は短期載荷時と比較して増加した。これは供試体に乾燥収縮による収縮応力が蓄積されたためだと考えられる。

図-4 に供試体 W-D の湿布養生後の経時変化を示す。持続載荷時において、たわみ、鉄筋ひずみは増加、上縁

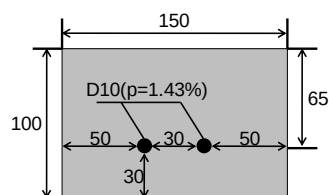


図-1 RC 供試体の断面の形状寸法

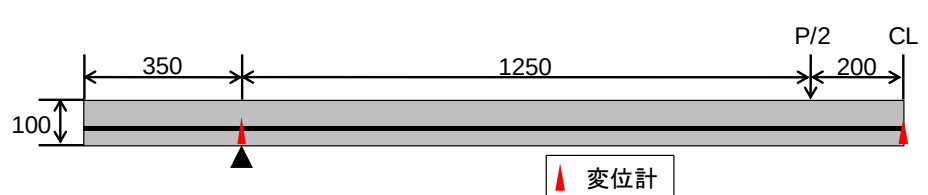


図-2 RC 供試体の形状寸法

キーワード クリープ 乾燥収縮 持続載荷 RC はり たわみ

連絡先 〒376-0052 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部 TEL 0277-30-1613 FAX 0277-30-1601

表-1 コンクリートと鉄筋の物性値

コンクリート		鉄筋	
圧縮強度 f_c' (N/mm^2)	ヤング係数 E_c (kN/mm^2)	降伏強度 f_y (N/mm^2)	ヤング係数 E_s (kN/mm^2)
41	29	330	200

表-2 持続载荷条件

供試体名	持続载荷時の環境条件	载荷荷重	圧縮縁の応力	引張鉄筋の応力	供試体数
W-W	湿潤	3.4kN(0.8Py)	20.4N/mm ² (0.5f _{c'})	264N/mm ² (0.8f _y)	2体
W-D	乾燥途上	3.4kN(0.8Py)	20.4N/mm ² (0.5f _{c'})	264N/mm ² (0.8f _y)	2体
D-D	乾燥済み	3.4kN(0.8Py)	20.4N/mm ² (0.5f _{c'})	264N/mm ² (0.8f _y)	2体

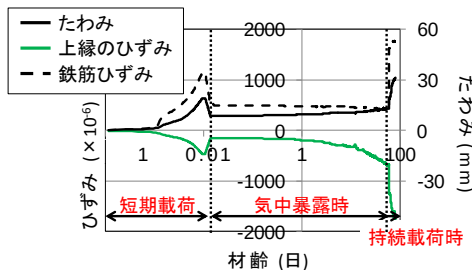


図-3 供試体 D-D の経時変化

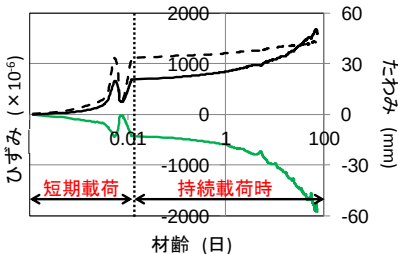


図-4 供試体 W-D の経時変化

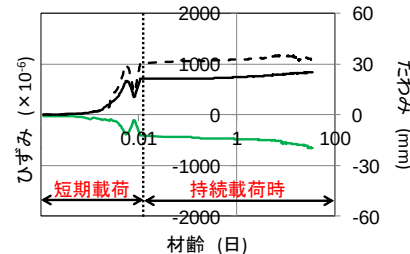


図-5 供試体 W-W の経時変化

のひずみは減少した。また、鉄筋ひずみに比べ、上縁のひずみの変形量は大きい。供試体上部では荷重と収縮により圧縮変形が進行し、供試体下部では荷重により引張変形が、収縮により付着の低下や圧縮変形が進行するためだと考えられる。

図-5 に供試体 W-W の湿布養生後の経時変化を示す。持続载荷時において、たわみ、鉄筋ひずみは増加、上縁のひずみは減少した。また、鉄筋ひずみに比べ上縁のひずみの変形量は小さい。

図-6 に各供試体の短期载荷後のたわみの経時変化を示す。なお、供試体 D-D と W-W の経時変化を合計した結果を図中の黒線で示す。各供試体のたわみ値は 34 日で、D-D は 4.0mm、W-D は 20.4mm、W-W は 3.9mm、D-D と W-W の合計値は 7.9mm となった。荷重と収縮の影響を同時に受ける供試体のクリープ変形量は、荷重のみと収縮のみの影響を受ける供試体の合計値の約 2.7 倍となり、重ね合わせにはならないことが確認された。これは、コンクリート内の水分の移動によるクリープ変形が、乾燥収縮による水分の移動によって増加したためだと考えられる。

図-7 に各供試体の持続载荷時のたわみの経時変化を示す。荷重と収縮の影響を同時に受ける W-D は最も変形量が大きい。持続载荷初期において、供試体 D-D と W-W は同様の挙動を示した。これは D-D は持続载荷時に乾燥収縮が収束しているためだと考えられる。持続载荷約 3 日から D-D の変形量は W-D と同程度となった。これは、D-D は蓄積された収縮応力の解放により持続载荷開始時にたわみが急激に増加したため、供試体の剛性が低下したためだと考えられる。高応力作用条件下では、供試体の損傷程度によってクリープひずみは、荷重と収縮の影響を同時

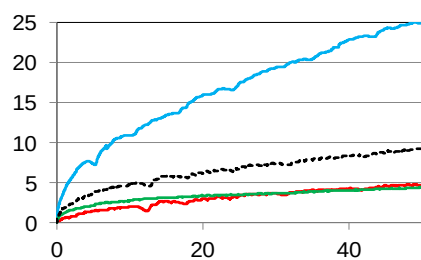


図-6 短期载荷後のたわみの経時変化

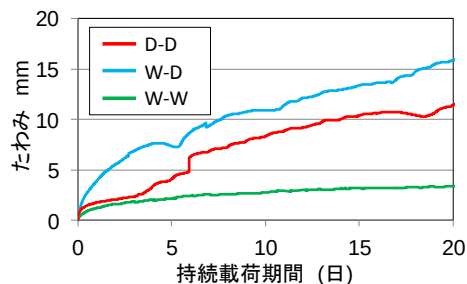


図-7 持続载荷時のたわみの経時変化

に受ける供試体と同程度となることが確認された。

4.まとめ

本報告では、乾燥収縮が RC はりの時間依存性挙動に与える影響を、高応力作用条件下において検討した。

荷重と収縮の影響を同時に受ける供試体のクリープ変形量は、荷重のみと収縮のみの影響を受ける供試体の重ね合わせにはならず、約 2.7 倍となることが確認された。供試体の損傷程度によってクリープひずみは、荷重と収縮の影響を同時に受ける供試体のクリープひずみと同程度となることが確認された。

参考文献

- 1) Pickett, G. (1956): Effect of Aggregate on Shrinkage of Concrete and a Hypothesis Concerning Shrinkage, Journal of ACI, 52, 581-590.