

コンクリートの乾燥収縮が構造物の時間依存性変形・ひび割れ挙動に及ぼす影響

主指導教員 下村 匠
コンクリート研究室 須田 晶彦

1. はじめに

コンクリートの時間依存性変形成分として、乾燥収縮とクリープがある。コンクリートのクリープ・収縮は構造物の挙動に様々な影響を及ぼす。そのため、構造物の設計では必要に応じてクリープ・収縮の影響を考慮している。これまでに収縮やクリープに関して、様々な研究が行われてきた。そして実験結果によって作成された予測式を用いることである程度予測することが可能となってきた。しかし、クリープ・収縮の影響をより精度よく取り扱うにはまだ解明すべきことが残されている。本研究では、このうち鉄筋コンクリートのひび割れ幅に及ぼす収縮の影響、収縮が拘束された条件下における表面ひずみの挙動、圧縮・引張クリープ特性の比較及び両者に及ぼす乾燥の影響を取り上げる。

2. 収縮が拘束された条件下における表面ひずみの挙動

表面ひずみの挙動は、乾燥収縮が拘束されることによって発生するコンクリート部材の貫通ひび割れの予測に関係する。ひび割れの予測における応力解析は、コンクリートを連続体と仮定し、部材断面の応力が極大となったところで貫通ひび割れが発生すると判定し解析を終了している。すなわち部材断面の応力が極大となるまではコンクリートは連続体として扱えるような変形をし、極大以降は変形が局在化しやがて貫通ひび割れに成長するとみなしている。この仮説が実現象の実験結果と照らし合わせても妥当であるかどうかを確認するための実験を行う。

2.1 実験概要

実験に用いた円筒型の供試体を図-1 に示す。表面ひずみの挙動を把握するために、試験区間内にひずみゲージを5枚貼りつけた。表-1には実験シリーズを示す。本研究では収縮が拘束された条件下における表面ひずみの挙動に焦点を当てているため、この条件における理想的な試験条件である完全拘束試験を行う。また、他の

載荷条件との違いを検討するため、引張載荷試験も同時に行う。

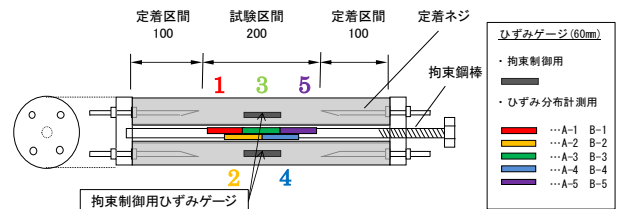


図-1 実験用円筒型供試体

表-1 実験シリーズ

供試体	操作内容	備考
Free	自由収縮	非拘束
I	完全拘束	供試体のひずみが0になるように制御
II	持続載荷	0.172MPa/dayで引張載荷
III	静的載荷	0.1MPa/minで引張載荷

2.2 実験結果

完全拘束実験の結果を図-2 に示す。図を見ると、拘束が開始されてから、供試体が破断するまで、ひずみが一定の挙動を示していることがわかる。したがって、ひずみの局在化はひび割れ発生と同時に起こる現象であり、これは収縮応力解析に用いている仮定と一致している。また、他の持続載荷試験や、静的載荷試験においても同様な現象が確認された。

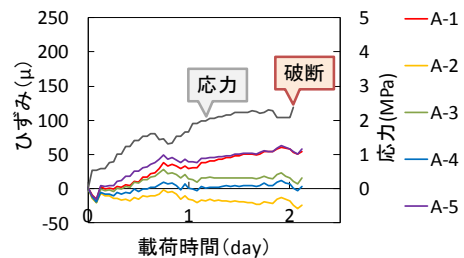


図-2 完全拘束実験結果

3. 鉄筋コンクリートのひび割れ幅に及ぼす収縮の影響

RC部材のひび割れ幅に及ぼす乾燥収縮の影響については、これまで様々な研究が行われ多くの知見が存在する。そこで本研究では有限要素法を

用いてかぶりコンクリートの乾燥収縮による変形挙動を再現することにより、既往の実験結果と知見を説明することができるかどうか検討する。

3.1 実験概要

再現解析の対象となる実験の概要について以下に示す。実験に用いた供試体を図-3に、実験シリーズを表-2に示す。実験は部材のひび割れ間コンクリートを模した試体を用いた。パラメータはひび割れ間隔と端面シールの有無に2つである。それぞれ、一様な収縮を与える影響、ひび割れ面からの乾燥によるひび割れ近傍の局所的な影響を検討するために設定した。

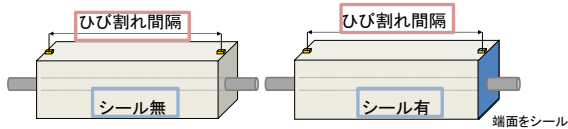


図-3 ひび割れ間コンクリートを模した供試体

表-2 実験シリーズ

ひび割れ間隔 (mm)	端面シールの有無
100 200 300	シール無
100 200 300	シール有

3.2 解析概要

解析には有限要素法を用いる。図-4には解析の概要を示す。RC部材のかぶり部分のコンクリートを2次元でモデル化し、水分移動と乾燥収縮に伴う変形・応力の導入を評価する。

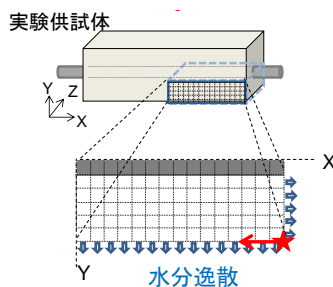


図-4 水分移動・応力解析概要

3.3 実験結果と解析結果の比較

実験結果と解析結果を図-5に示す。図を見ると、ひび割れ間隔が大きいほど、ひび割れ幅の変化量も大きくなるという傾向が再現されている。また、シールの有無による差異が小さいことから、ひび割れ間コンクリートのひび割れ近傍の局所的な収縮にはひび割れ面の乾燥の影響は小さいと考えられる。

3.4 ひび割れ間コンクリートの乾燥収縮ひずみの計算手法の検討

ひび割れ幅を増大させる乾燥収縮ひずみは、躯体断面定数を用いて算出した乾燥収縮ひずみから、ひび割れにより分割された小部材の乾燥収縮ひずみを差し引くことで計算できると提案している。この考え方にに基づき、設計において曲げひび割れ算定時に用いるコンクリートの乾燥収縮を考慮するための値として表-3の値がひび割れ発生材齢ごとに提案されている。本研究ではその知見の再現解析を試みた。

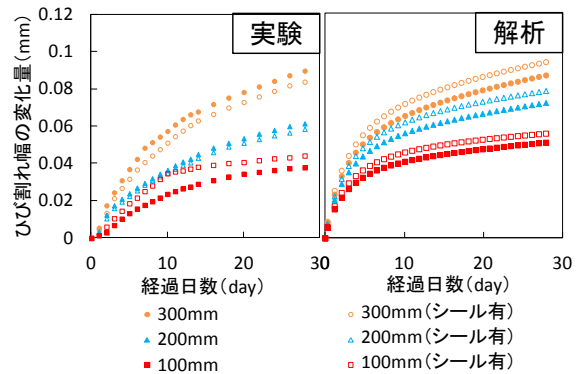


図-5 ひび割れ幅の変化量の経時変化

表-3 ひび割れ発生材齢別乾燥収縮ひずみ

ひび割れ発生材齢(day)	乾燥収縮ひずみ(10^{-6})
30	450
100	350
200以上	300

3.5 解析結果と提案値の比較

図-6にはひび割れ発生材齢30日の結果を示す。解析値は、表-3の乾燥収縮ひずみ提案値で用いられた躯体断面係数を使用し算出した。図も見ると概ね表-3の値を再現できていることがわかる。また、ひび割れ発生材齢100日と200日で比較した場合にも同じように表-3の値を再現できていることが確認できた。

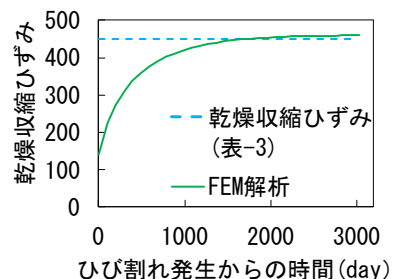


図-6 ひび割れ発生材齢30日の乾燥収縮ひずみ