

各環境下における若材齢コンクリートの引張クリープ

広島工業大学大学院
広島工業大学工学部
広島工業大学工学部
森長組

学生会員
正会員
フェロー

○横関 英雄
伊藤 秀敏
米倉 亜州夫
家中 真幸

1. 研究目的

コンクリート部材のひび割れは、外力及び乾燥、自己収縮による自己応力さらには、セメントの水和熱等による温度応力等がコンクリートの引張強度以上に達すると発生する。これらの要因によって生じる応力は、いずれも引張クリープの影響を受けることになる。また、自己収縮や水和熱による応力は、若材齢時に発生する場合が極めて多いが、研究例は比較的少ない。そこで、本研究では環境条件（乾燥、封緘、水中）を変えることで、コンクリートの若材齢時における引張クリープとコンクリートの収縮特性を検討することを目的としたものである。

2. 実験概要

1) 使用材料と配合

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³，比表面積：3270cm²/g）を使用した。細骨材は砕砂（密度：2.60 g /cm³，吸水率：1.69%，FM3.13）を，粗骨材は碎石（最大寸法：20mm，密度：2.70g/cm³，吸水率：0.58%）を使用した。高性能減水剤は，ポリカルボン酸塩系のものを用いた。本研究で用いたコンクリートの配合の概要及びコンクリート引張強度を表1に示す。

2) 引張クリープ試験方法

引張クリープ試験に用いた供試体は、図1に示すように10×10×35cmの角柱供試体である。供試体のひずみの経時変化を測定するため、供試体中央中心部に埋め込みゲージ、表面にはコンタクトチップを取り付けた。引張クリープ試験装置は、図2に示すようなてこ式（てこ比1:15）のものを用いた。载荷供試体は引張クリープ試験装置に接続するためにそれぞれの载荷端部に4本ボルトを埋め込んだ。供試体の環境条件は表2に示す通りである。供試体は材齢3日で载荷し、その後10日間、载荷した。なお、引張クリープひずみは载荷供試体の全ひずみより無载荷供試体のひずみを差し引くという重ね合わせの原理より算出した。

3. 実験結果と考察

図3及び図4はW/C=25%で、それぞれ応力強度比0.5及び0.3の単位クリープの経時変化を示したものである。これらの図より、重ね合せの原理で求めた単位引張クリープはいずれの場合においても、乾燥下での値が最も大きく、次いで、封緘、水中の順に小さくなっている。このことから、高強度

表1 コンクリートの配合及び強度

W/C (%)	C (kg)	環境条件	試験項目		割裂強度 (N/mm ²)	
			引張クリープ	結合水率	材齢3日	材齢28日
25	680	乾燥	○	-	3.79	4.27
		封緘	○	-	4.05	4.59
		水中	○	○	3.76	6.08
50	340	乾燥	○	○	2.08	2.83
		封緘	○	○	2.08	2.94
		水中	○	○	2.05	2.86

表2 供試体の環境条件

環境条件	適用
乾燥	温度20℃ 湿度50%の室内設置
封緘	温度20℃ 供試体全面にアルミニウムを貼り養生
水中	水温20℃ 水中において養生

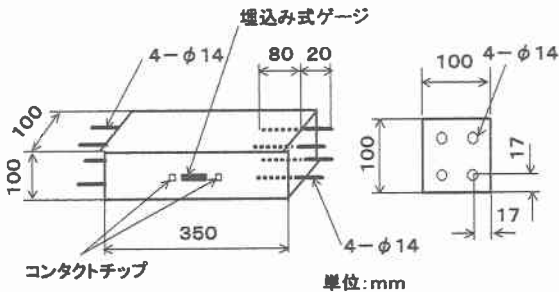


図1 引張クリープ試験供試体

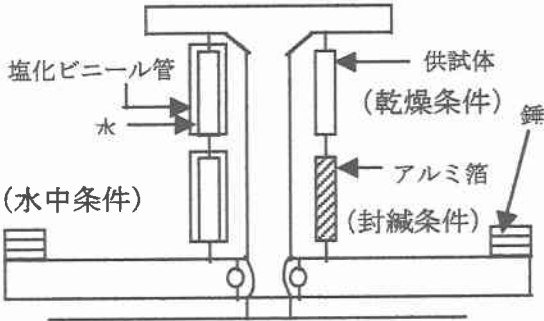


図2 引張クリープ試験装置

コンクリートの若材齢単位クリープは、同じ応力強度比であっても、環境条件が変わることによってクリープ挙動が大きく異なる結果となった。この理由として、重ね合せの原理により算出すると自己乾燥又は乾燥に伴う毛細管張力による応力の発生があるのに、この応力を無視して単位クリープを求めているためと思われる。

図4に示す応力強度比0.3の水中クリープひずみの経時変化は、時間とともに小さくなるという矛盾する結果が認められた。このような傾向は、実際はあり得ないことで、この原因として型枠脱型後、供試体を乾燥状態に置いたため乾燥収縮が生じ、载荷後の注水によって膨潤したことで水中であっても自己収縮による影響と载荷によって、クリープ供試体と無载荷供試体との毛細管張力による応力が相違して変化することが考えられる。これは図5において無载荷供試体の場合、膨潤による膨張とW/C=25%と小さいことによる自己収縮とが相殺して、注水後のひずみ変化が小さくなっている。一方、载荷供試体の場合、引張応力を加えているにもかかわらず、载荷後、時間の経過とともに収縮の絶対値が大きくなっている。このことにより、载荷供試体に発生している毛細管張力が無载荷供試体の場合より大きいことが考えられる。

図6は、各環境条件の応力強度比と試験終了時の単位クリープの関係を示したものである。この図から、乾燥環境下の単位クリープが水中及び封緘した場合より著しく大きくなっているのは、乾燥環境下では载荷応力だけではなく、毛細管張力による応力が作用して、その分クリープひずみが増大していると考えられるが、単位クリープを計算する際、载荷応力のみでクリープひずみを除しているためと思われる。

図7は、応力強度比0.3の時の結合水率を示したものである。結合水率は、供試体の側面及び中心部から採取した試料をアセトンで処置し、110℃で炉乾燥させた後、マッフル炉において1,100℃で強熱減量させたときの質量を基に算出したものである。その結果、結合水率は中心部で最も大きくなった。これは側面部よりも中心部の方が水和の進行が早く進んでいるという結果になっているが、この点についてはさらに検討を要すると思われる。

4. 結論

- (1) 単位引張クリープは、応力強度比0.5, 0.3の時、乾燥状態が大きな値を示した。これは毛細管張力による応力で生じるクリープひずみの増大があるのにこの応力を無視して計算しているためと考えられる。
- (2) W/C=25%の水中環境でコンクリートの単位クリープが時間の経過とともに小さくなるという結果となったが、これは、重ね合わせの原理が成立しないことを示唆している。

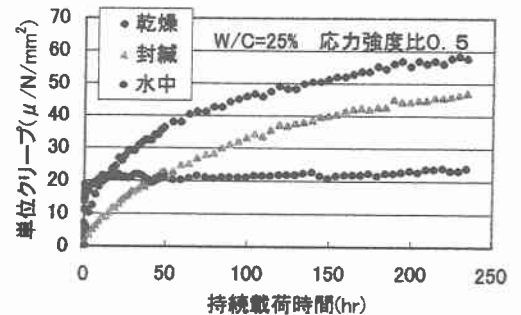


図3 引張クリープ試験結果

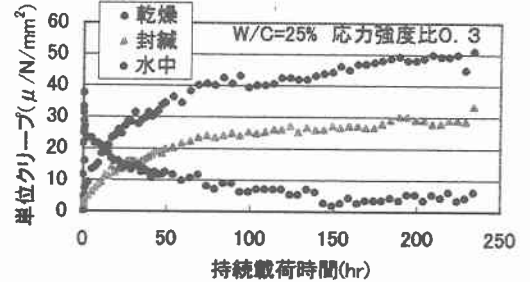


図4 引張クリープ試験結果

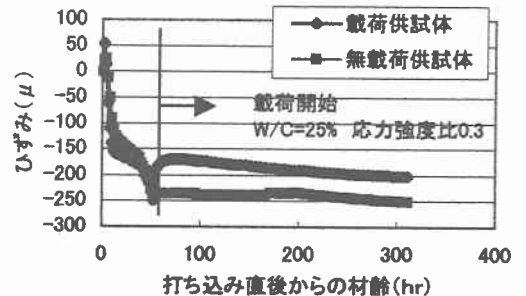


図5 打込み後のひずみ変化 (水中条件)

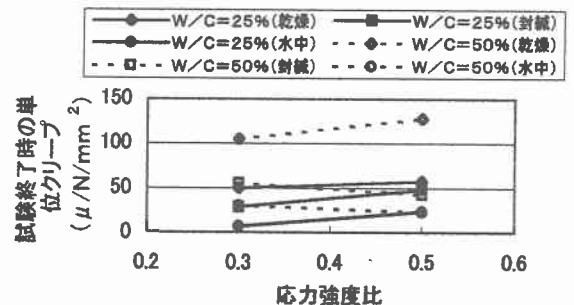


図6 試験終了時の単位クリープ

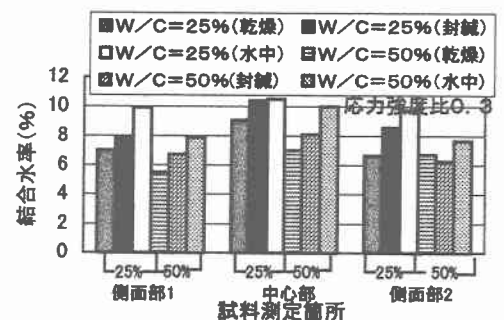


図7 結合水率