

若材齢時高強度コンクリートの引張クリープに及ぼす収縮の影響

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
広島工業大学大学院

学生会員
正会員
フェロー
学生会員

○平上 修史
伊藤 秀敏
米倉 亜州夫
伊丹 俊郎

1. 研究目的

近年、高強度コンクリートは構造物への利用が増大化してきており強度だけでなく、高耐久性についても期待は大きくなってきている。しかし、高強度コンクリートは単位セメント量が多いため、自己収縮や水和熱による応力が過大となることから、拘束されたコンクリート部材にひび割れが発生することが懸念される。これらの応力は、セメント硬化体の水和反応と乾燥に伴う収縮に大きく影響されていると考える。本研究では環境条件（乾燥、封緘、水中）を変化させた場合の引張クリープ挙動を調べ重ね合わせの原理により算出すると、各環境下（乾燥、封緘、水中）でそれぞれことなる単位引張クリープを示した。その相違する原因を究明することを目的としたものである。混和材の種別が引張クリープに及ぼす影響についても検討したものである。

2. 実験概要

1) 使用材料と配合

本研究で使用したコンクリートの配合を表1に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³，比表面積：3270cm²/g）を混和材は高炉スラグ微粉末（密度：2.91g/cm³，比表面積：7800cm²/g）とシリカフューム（密度：2.20g/cm³，比表面積：2×10⁵cm²/g）を使用した。細骨材は砕砂（密度：2.68g/cm³，吸水率：1.76%，FM3.13）を，粗骨材は碎石（密度：2.66g/cm³，吸水率：0.98%，最大寸法：20mm）を使用した。高性能AE減水剤は，ポリカルボン酸塩系のものを用いた。

表1 コンクリートの配合

配合名	水結合材比 (%)	単位量 (kg/m ³)					
		水	セメント	高炉スラグ 微粉末	シリカ ヒューム	細骨材	粗骨材
		W	C	BFS	SF	S	G
PI	25	170	680	0	0	578	965
BFS8000	25	170	340	340	0	578	965
SF	25	170	612	0	68	578	965

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込み式ゲージ及び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。載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

表2 供試体の環境条件

試験条件	摘要
乾燥	温度20℃、湿度50%、無処理
封緘	温度20℃、供試体前面にアルミホイルを張り養生
水中	水温20℃、水中において養生

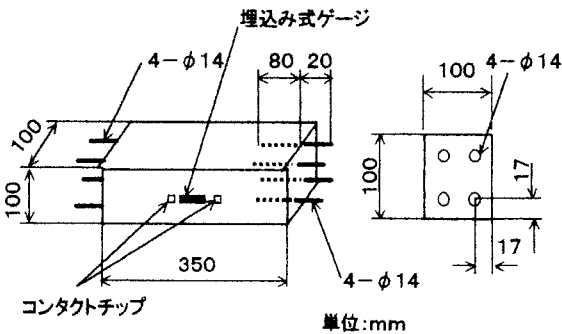


図1 引張クリープ試験供試体

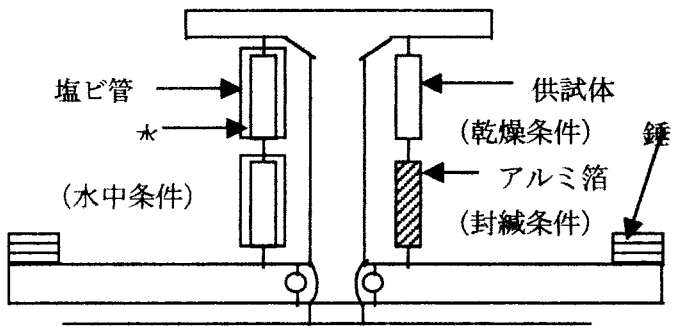


図2 引張クリープ試験装置

それぞれの荷端部に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。引張クリープ開始材齢は3日とし、その後14日間で除荷した。応力強度比は全ての配合において0.3である。なお、引張クリープひずみは荷端供試体の全ひずみより無荷端供試体のひずみを差し引いた重ね合わせの原理より算出した。

3. 実験結果と考察

図3はそれぞれプレーンコンクリート（略称PL）、高炉スラグ微粉末（略称BFS）及びシリカフェーム（略称SF）を混入したコンクリートの荷後300時間における単位引張クリープを示したものである。この図より、重ね合わせの原理で求めた単位クリープいずれの配合においても、乾燥、封緘、水中の順に小さくなっている。これは、環境条件の相違がクリープ挙動に大きな影響を及ぼしていることを示唆している。混和材を混入した場合は、封緘環境と乾燥環境において単位引張クリープは近い値となった。この理由として、水和反応による自己乾燥と外部への水分の逸散が考えられる。これによりゲル空隙中の水が不連続になることによって、メニスカスが生じ毛細管張力による応力が発生していると考えられる。図3は重ね合わせの原理に基づく方法によって求めているが、これは毛細管張力による応力を考慮しておらず、荷端応力のみで計算しているため各環境下で単位引張クリープに差が生じたものと考えられる。

図4は各混和材における自己収縮と乾燥収縮の比較を示したものである。SFの場合、自己収縮ひずみと乾燥収縮ひずみはPLの場合に比べて、自己収縮ひずみと乾燥収縮ひずみが小さくなっている。これは、若材齢での水和進行が、骨格構造の緻密さに影響しているためだと考えられる。図5は、クリープ試験終了時の供試体側面部の含水率について示したもので、SFの含水率はPLの場合に比べて低くなった。このことは、SFの場合の水和度がPLの場合より小さいため逸散水量が大きくなっているということを意味していると思われる。図3に示すSFの場合の単位引張クリープはPLの場合に比べて大きくなっているのは毛細管張力による応力が小さいにも関わらず骨格構造の形成が十分だったと考えられる。図4のPLの場合の自己収縮の値が大きくなったのは、水和反応が十分でなく骨格構造の形成が十分でなかったためと思われる。図6は、無荷端供試体における全収縮ひずみと水分逸散率の関係を示したもので、PLと混和材を混入したコンクリートを比べると、PLの場合は1%の同一水分逸散率においてBFSの方が高く、SFの場合は小さくなっている。これは混和材を混入することにより、骨格構造が緻密になっており、毛細管張力による応力はBFSの場合は大きく、SFの場合は十分水和反応が進んでいないため小さくなったことが考えられる。

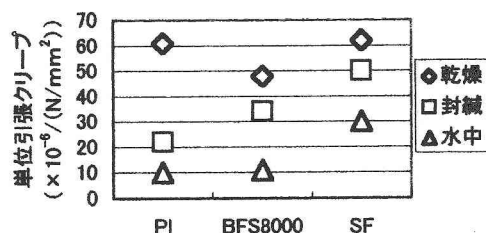


図3 各混和材を用いた場合の単位引張クリープ比較

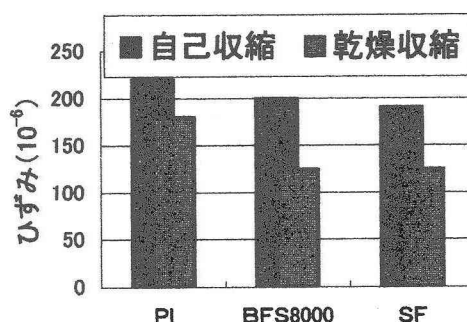


図4 自己収縮と乾燥収縮の比較

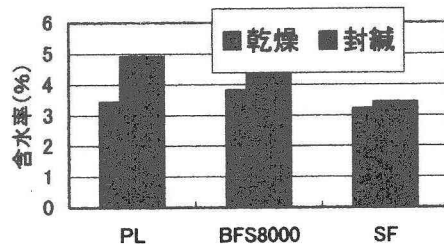


図5 含水率（供試体側面部）

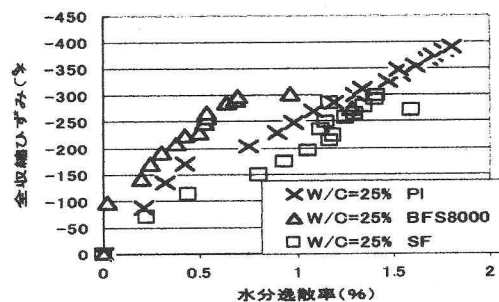


図6 ひずみと水分逸散率の関係

4. 結論

- 1) BFS及びSFを混入したときの単引張クリープは乾燥環境下で最も大きな値を示した。
- 2) SFの含水率は、PIに比べて小さくなった。