

加圧流動床灰混入コンクリートの圧縮クリープ性状に関する実験的検討

広島大学大学院工学研究科

学生会員 ○野田 翼

中国電力(株)事業支援部門（土木）

正会員 中下 明文

中国電力(株)エネルギー総合研究所

正会員 田中 雅章

広島大学大学院工学研究科

フェロー会員 佐藤 良一

1. はじめに

加圧流動床形式の石炭火力発電所から排出される加圧流動床灰(以下、PFBC 灰)は CaO および SO₃ が多いことから、若材齢における自己収縮が低減されることが確認されている¹⁾。一方、PFBC 灰混入コンクリートにおけるクリープは普通コンクリートに比べ大きくなる事が予測されている¹⁾。本研究では、水結合材比 30%で PFBC 灰を 30% 混入した高強度コンクリートにおける圧縮クリープ性状の把握を目的に、荷重材齢 7 日における荷重応力度比 30%, 50%, 70%およびコンクリートの初期養生条件をパラメータとした圧縮クリープ試験を実施し検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

PFBC 灰の化学成分を表-1 に、コンクリートの配合を表-2 に示す。水結合材比(W/B)を 30%、置換率を 30%に設定した。

表-1 PFBC 灰及びフライアッシュの化学成分

種類	化学成分(%)			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃
PFBC灰	42.4	12.6	24.1	5.7
フライアッシュ(JIS)	64.6(≥45)	25.0	1.1	0.3

注) (JIS) : フライアッシュ JIS 規格 (二種 JIS A 6021)

2.2 養生方法

供試体は 20±3℃の室内で打ち込みから 15 時間湿潤養生した後に脱枠した。脱枠後、直ちにアルミ粘着テープを用いて供試体をシールし、その後、図-1 に示す 2 種類の養生を行った。材齢 7 日以降は、封緘養生および気中養生の供試体に分けて養生を行った。高温養生を行う場合は昇温速度を 3℃/hr で昇温させ、材齢 3 日まで高温養生し、それ以降は昇温時と同一の速度で温度低下させた。

表-2 コンクリートの配合表

配合名	単位量(kg/m ³)				
	W	C	PFBC	S	G
P0	165	550	—	707	989
P30		385	165	679	

2.3 実験項目および測定方法

1) 圧縮強度試験 JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験法」により実施した。

2) 圧縮クリープ試験 図-2 に示す油圧式クリープ試験機により実施した。供試体寸法は 150×200×200mm とし、乾燥供試体を 2 体、封緘供試体を 1 体重ねて載荷した。載荷材齢は 7 日とし、応力強度比は材齢 7 日における PFBC 灰混入コンクリートの強度に対し 30, 50, 70%とした。ひずみの測定方法は埋め込み型ひずみ計（弾性係数：約 40N/mm²）にて行った。

3. 実験結果および考察

3.1 強度特性

図-3 に圧縮強度の経時変化を示す。材齢 7 日での PFBC 灰混入コンクリートの圧縮強度は、無置換に比べ 20℃養生の場合 85%程度、60℃養生の場合 97%程度となった。高温養生により灰置換したコンクリートが普通コンクリートに近い強度発現性状になる事がわかる。

3.2 収縮特性

本研究では、コンクリートの熱膨張係数は打ち込み直後から 10×10⁻⁶/℃で一定とし、無拘束供試体の収縮ひずみを求めた。20℃封緘養生後、材齢 7 日以降は乾燥養生および封緘養生の供試体の材齢と収縮ひずみの関係を図-4 に

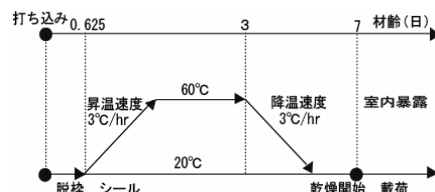


図-1 養生条件

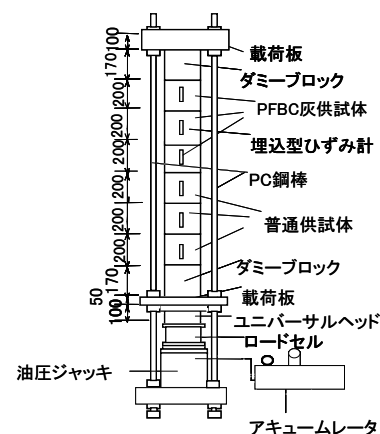


図-2 圧縮クリープ試験機

キーワード 加圧流動床灰、圧縮クリープ、収縮、強度発現性、応力強度比

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市1-4-1 広島大学大学院工学研究科構造材料工学研究室 Tel.082-424-7786

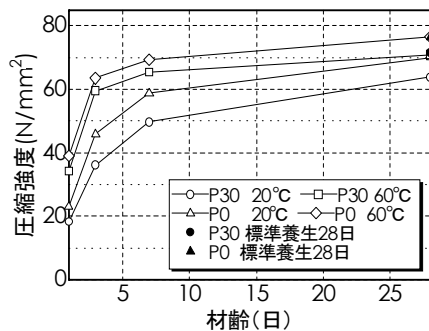


図-3 圧縮強度の経時変化

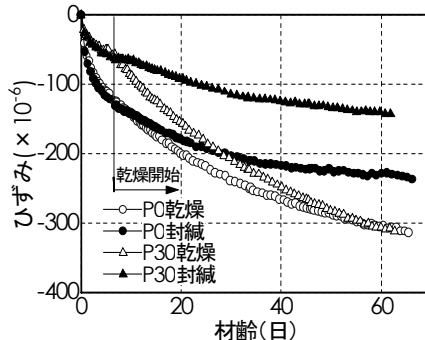


図-4 収縮ひずみの経時変化 (20°C)

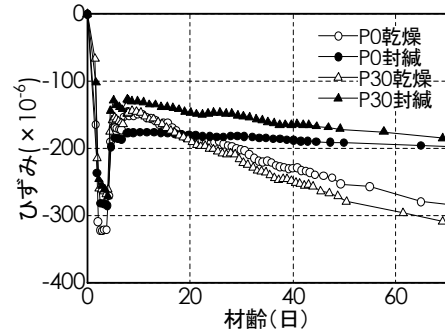


図-5 収縮ひずみの経時変化 (60°C)

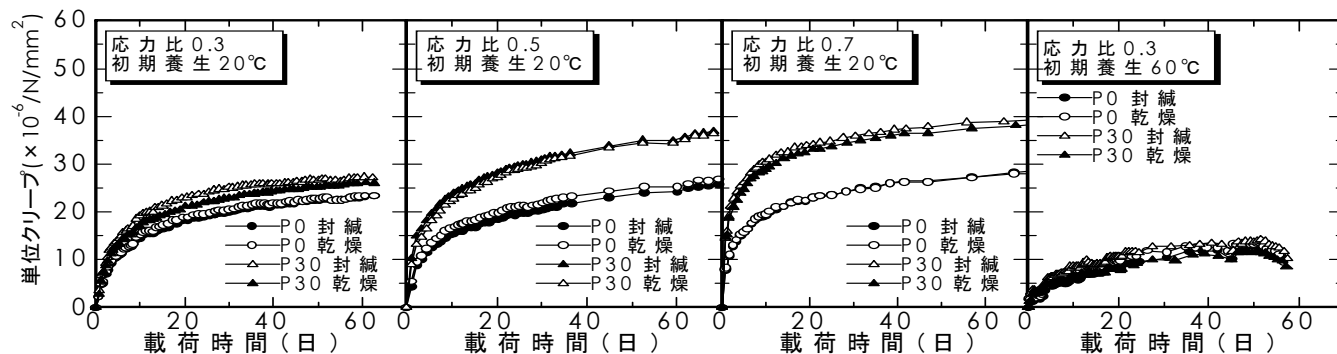


図-6 単位クリープの経時変化

示す。材齢 7 日までの自己収縮ひずみは無置換に比べ大きく低減されている事がわかる。乾燥後の収縮(自己収縮+乾燥収縮)ひずみは P30 が無置換に比べて大きく、材齢 60 日時点で全収縮ひずみが同等となった。図-5 に高温養生した場合の収縮ひずみの経時変化を示す。P30 における自己収縮ひずみおよび乾燥後の収縮ひずみは無置換と同程度となった。

3.3 クリープ特性

図-6 に荷重材齢 7 日における荷重応力比別の単位クリープひずみの経時変化を示す。単位クリープひずみの算出は、荷重用供試体から無荷重用供試体のひずみを差し引いたクリープひずみを荷重応力で除して求めた。図より、応力比 0.3 の場合は、P30 の単位クリープひずみは無置換に比べ若干大きいと同様の挙動を示し、比較的低い応力比においては、無置換と同様に扱える事がわかる。また、基本クリープと乾燥クリープに大きな差は見られなかった。荷重材齢 60 日時点で、P30 においては応力比 0.5 および 0.7 になると、無置換に比べて 1.36 倍、1.41 倍と大きくなった。しかし、クリープ破壊に至るのは応力比 70~80%と言われており²⁾、今回の実験では PFBC 灰混入コンクリートは高い応力比においても安定した挙動を示した。

高温養生を行った場合、P30 の単位クリープは大きく低減し高温養生をしない場合の 1/2 以下となり、無置換と同程度のクリープ挙動を示した。これは、高温養生によって初期強度が増加し無置換と同程度の強度となったため、コンクリート中に生じるマイクロクラックの発生の程度が少なくなったものと考えられる。

4. 結論

PFBC 灰混入コンクリートは高荷重応力度比においても安定したクリープ挙動を示すことが確認できた。また、高温養生を行った場合には単位クリープが大幅に低減し普通コンクリートと同等のクリープ性状となった。

参考文献

- 1) 田中雅章ほか：加圧流動床およびフライアッシュを混入したコンクリートの収縮に関する一考察，土木学会第 60 回年次学術講演会概要集，5-245，pp489-490,2005
- 2) 平本昌生ほか：若材齢コンクリートのクリープの材齢および荷重応力依存性，コンクリート工学年次論文集，Vol.19，No.1，pp775-780，1997