

高炉スラグ微粉末を用いた PC 用コンクリートの収縮特性

（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会 正会員 谷口 秀明*1 正会員 藤田 学*1
 （独）土木研究所構造物マネジメント技術チーム 正会員 渡辺 博志*2 正会員 葛西 康幸*2

1. 目的

高炉スラグ微粉末には、アルカリ骨材反応の抑制や塩化物イオン浸透に対する抵抗性の付与等の性能があり、PC 構造物の耐久性向上を図る上で有効な材料であると考えられる。筆者らは、これまでに高炉スラグ微粉末を用いた PC 用コンクリートの強度及び塩分浸透性に対する高炉スラグ微粉末の置換率や養生方法等の影響を確認してきた¹⁾。本報は、耐久性に影響を及ぼす可能性が高い収縮ひび割れに対する検討の一環として実施した、同種のコンクリートの収縮特性に関する内容である。

2. 実験方法

表-1 に示すとおり 現場打ち PC 橋で多用されるコンクリート(40-8-20H)を想定して水結合材比(W/B)は 40%を基準とし、初期強度の確保と汎用性を考慮して高炉スラグ微粉末 6000 を使用した。また、高炉スラグ微粉末の置換率(BF/B)は 0, 50%を中心とし、一部の試験では W/B と BF/B を変化させて比較した。

今回の実験では、モルタルとコンクリートの収縮性状に関する試験を実施した。モルタルの試験は JIS A 1129(コンタクトゲージ法)に準じるものであるが、対象とするコンクリートと関連付けるために、コンクリートと同一配合比率のモルタルを使用した。コンクリートの試験では、100×100×400mm の供試体を使用し、埋込みゲージ(KM)²⁾によって自己収縮ひずみを測定した。乾燥収縮ひずみは、JIS A 1129 に準じたコンタクトゲージ法及びダイヤルゲージ法で測定する他、KM ゲージとモールドゲージ(PM)²⁾を用いた埋込み形ひずみ法も比較した。なお、以下の文章中では収縮を正とし、大小関係を表現する。

3. 実験結果及び考察

コンクリートの自己収縮ひずみは、図-1 に示すとおり、BF/B が増加するに従って大きく、BF/B=70%の最終値は BF/B=0%よりも 100×10^{-6} 程度の増加に至っている。置換による自己収縮のひずみ差は材齢 3~10 日で顕著になるが、その後の材齢に伴う変化量は小さい。これまでの見解どおり、単位結合材量の増加によって自己収縮ひずみ(材齢 56 日)が増大する傾向を示すものの、今回の実験では BF/B=50%の影響は単位結合材量にあまり関係せず、いずれの単位結合材量においても 50×10^{-6} 程度のひずみ差である。

モルタルの乾燥収縮ひずみは、図-2 のように W/B=30%では BF/B の影響が見られないものの、W/B=40%においては BF/B の増加に伴って大きくなっている。この傾向は、図-3 に示したコンクリートの乾燥収縮ひずみ

キーワード：高炉スラグ微粉末、プレストレストコンクリート、自己収縮、乾燥収縮

*1 〒162-0821 東京都新宿区津久戸町 4-6 TEL.03-3260-2535,FAX.03-3260-2518

*2 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL. 0298-79-6761,FAX.0298-79-6799

表-1 コンクリートの使用材料及び配合

W/B (%)	s/a (%)	BF/B (%)	単位量(kg/m ³)				SP (B×Wt%)	
			W	B		S		G
				C	BF			
30		0	150	500	0	678	1036	1.5
		50		250	250	671	1023	
40	40	0	173	433	0	678	1036	0.7
		30		303	130	674	1028	
		50		217	216	671	1023	
		70		130	303	668	1020	
55		0	196	356	0	678	1036	0
		50		178	178	674	1026	

W:水道水, C:早強ポルトランドセメント(3.14), BF:高炉スラグ微粉末6000(2.88), S:川砂(2.58)と砕砂(2.64)の混合砂, G:硬質砂岩砕石2005(2.65), SP:ポリカルボン酸系高性能AE減水剤, W/B:水結合材比(B=C+BF), s/a:細骨材率, BF/B:高炉スラグ微粉末の置換率, ()の数値は密度(g/cm³)を表す。

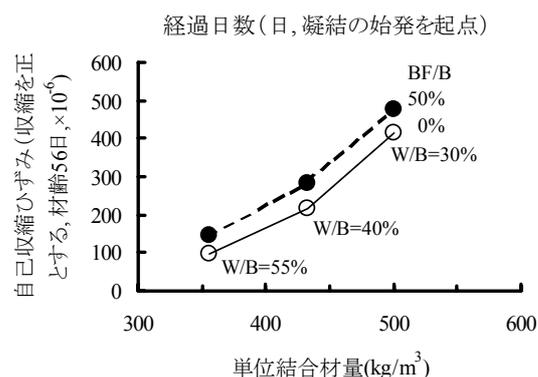
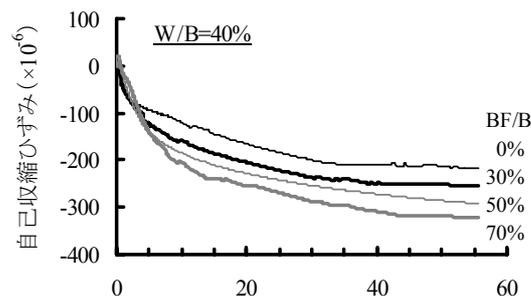


図-1 コンクリートの自己収縮試験結果

(ダイヤルゲージ法)の結果とほぼ一致する。BF/B=70%の一部の結果を除き、モルタルのひずみ差(BF/B=0%を基準)は乾燥開始直後からBF/Bの増加によって大きくなっているが、乾燥開始からの材齢2日から91日までの増加はBF/Bの影響は小さく、BF/Bに関わらず、モルタルであっても 50×10^{-6} 程度の相違である。なお、モルタルの乾燥収縮ひずみには、自己収縮ひずみが含まれるものと思われる。

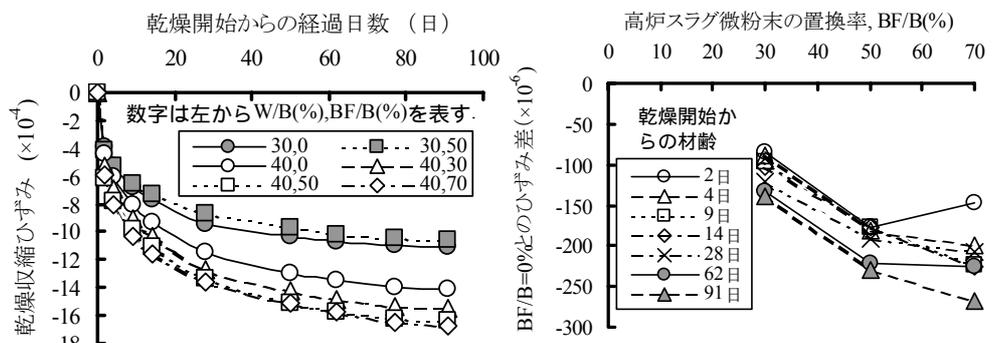


図-2 モルタルの乾燥収縮試験の結果（自己収縮を含む）

自己収縮と乾燥収縮のひずみ測定で共通する埋込みゲージ法(KM)の測定結果をもとに、材齢7日を起点としてコンクリートのひずみ変化を表したのが、図-4である。この結果によれば、材齢7日以降の自己収縮ひずみにはBF/Bの影響は見られず、乾燥収縮ひずみには材齢5日前後の初期材齢において 50×10^{-6} 程度の差を生じている。しかし、図-5に示すように、乾燥収縮ひずみを4種類の手法(5データ)で測定した場合、各測定法上の特性があるにしても、BF/B=0%に比べてBF/B=50%のひずみのばらつきが顕著である。50%置換による5データのひずみ増加量(最終値)は $90 \sim 150 \times 10^{-6}$ となり、平均値では 69×10^{-6} となった。また、個々の供試体のひずみを調べた結果、コンタクトゲージ法によって測定された最大と最小のひずみ差(材齢182日)は、BF/B=0%が 50×10^{-6} であるのに対し、BF/B=50%は 198×10^{-6} となり、供試体ごとのばらつきもかなり大きくなる場合があることがわかった。

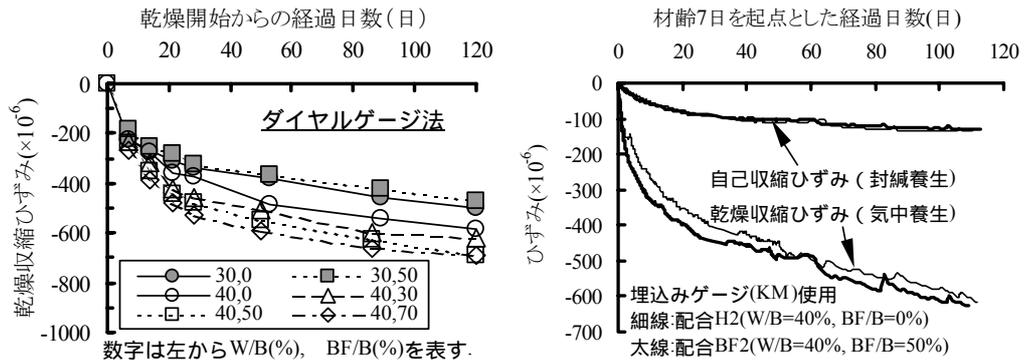


図-3 コンクリートの乾燥収縮試験結果

図-4 材齢7日以降のコンクリートのひずみ

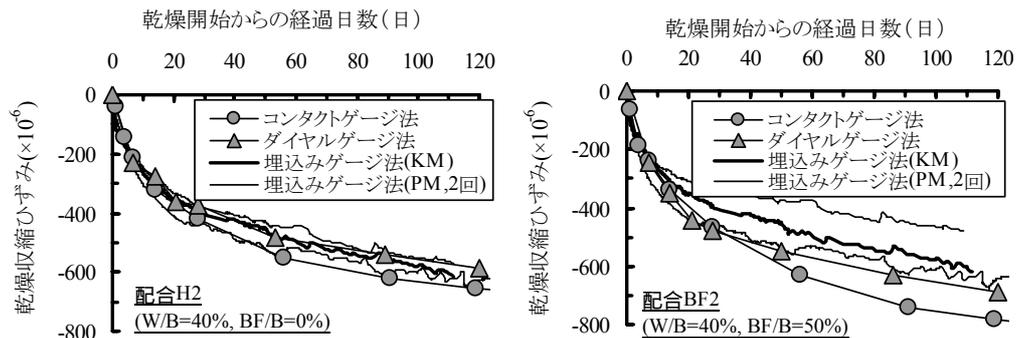


図-5 各種測定法で測定したコンクリートの乾燥収縮ひずみ

れず、乾燥収縮ひずみには材齢5日前後の初期材齢において 50×10^{-6} 程度の差を生じている。しかし、図-5に示すように、乾燥収縮ひずみを4種類の手法(5データ)で測定した場合、各測定法上の特性があるにしても、BF/B=0%に比べてBF/B=50%のひずみのばらつきが顕著である。50%置換による5データのひずみ増加量(最終値)は $90 \sim 150 \times 10^{-6}$ となり、平均値では 69×10^{-6} となった。また、個々の供試体のひずみを調べた結果、コンタクトゲージ法によって測定された最大と最小のひずみ差(材齢182日)は、BF/B=0%が 50×10^{-6} であるのに対し、BF/B=50%は 198×10^{-6} となり、供試体ごとのばらつきもかなり大きくなる場合があることがわかった。

4. まとめ

本実験の結果から以下のことが言える。

- (1) 高炉スラグ微粉末の使用によって自己収縮ひずみ及び乾燥収縮ひずみの双方が大きくなる傾向がある。ただし、その増加量は、W/B=40%、BF/B=50%のコンクリートにおいて双方ともに 50×10^{-6} 程度である。
- (2) 高炉スラグ微粉末を使用した場合の乾燥収縮ひずみは測定方法によってかなり異なり、また供試体ごとのばらつきも大きくなる場合がある。

なお、本実験は両所属団体によるPC部材の軽量・高耐久性化に関する共同研究の一環である。

参考文献

1) 谷口他：高炉スラグ微粉末を用いたPC用コンクリートの特性，コンクリート年次論文集，Vol.24, No.1, pp.531-536, 2002.
 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮研究委員会報告書，2002.9.