

各種粉体を用いた高流動コンクリートの強度特性について

(株)富士ピー・エス 正会員 ○ 左東 有次
福岡大学 正会員 添田 政司
同 上 正会員 大和 竹史
(株)富士ピー・エス 米倉 靖史

1. まえがき

近年、「ハイパフォーマンスコンクリート」をはじめとする高流動コンクリートの研究が、各方面でさかに行われている。この高流動コンクリートの使用は、部材断面が小さく、鋼材が密に配置されているPC部材にも有効であると考えられる。工場で生産されるプレテンション方式のPC部材は、生産性の観点から早期強度が要求されるが、これまでの研究では早強性に着目した研究は少ないようである。

本研究は、高流動コンクリートの強度発現に対する粉体の種類および養生条件の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

実験に用いた粉体、骨材は表-1に示すとおりである。混和剤は、ポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いた。

2. 2 試験方法

1) 粉体の種類による影響

練り混ぜは50ℓ二軸強制練りミキサーにて行い、φ10cm×20cmの円柱供試体を作製した。

養生方法は、プログラム蒸気養生槽により、前置き20℃を3時間、昇温勾配20℃/時間、温度保持65℃を3時間、降温勾配5℃/時間の蒸気養生を行い、その後、試験材令まで水中で養生した。圧縮強度試験は、材令1日(プレストレス導入時)、28日とした。なお、圧縮強度の目標値はプレテンション桁のJISに準じて、材令1日で350kgf/cm²、28日で500kgf/cm²以上とした。

2) 養生条件による影響

プレテンション方式のPC中空桁(幅70cm、高さ42.5cm、長さ400cm)に、早強セメントと高炉スラグ(置換率50%)を併用した高流動コンクリート(W/P=29.9%, s/a=51.9%)を打設した。材令7日と28日に桁よりφ10cmのコアを採取し、コンクリート打設時に採取した円柱供試体の圧縮強度試験結果と比較した。供試体の養生条件は、表-2の3ケースである。なお、桁の養生はCASE1と同じである。

表-2 養生条件

	蒸気養生	後養生
CASE1	○	気中(屋外)
CASE2	○	20℃水中
CASE3	×	20℃水中

3. 実験結果および考察

3. 1 粉体の種類による影響

粉体の種類による強度発現への影響を検討するため、粉体の種類を変えた表-3に示す4種類の配合について圧縮強度試験を実施した。いずれの配合ともスランプフローは55cm以上の高流動コンクリートである。

表-1 材料特性

種 別	記号	比重	比表面積 (cm ² /g)	粗粒率	吸水率 (%)	実積率 (%)
粉 体	普通ポルトランドセメント	NP	3.15	3260	—	—
	早強ポルトランドセメント	HP	3.14	4530	—	—
	中磨熟成ポルトランドセメント	MP	3.20	3200	—	—
	高炉スラグ微粉末	BS	2.91	3780	—	—
骨 材	細骨材(山砂)	S	2.57	—	3.05	1.84
	粗骨材 (砕石:Gmax=20mm)	G	2.82	—	6.64	1.25

表-3 配合表および試験結果

粉体の種類	目標 空気量 (%)	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						試験結果	
				結合材 P		W	S	G	SP (P×%)	スランプ高 (cm)	空気量 (%)
				C	BS						
HP	2.0	35.0	50.7	564	—	197	786	840	2.1	62.0	0.8
NP		33.5		576	—	193	786	840	1.7	59.0	2.7
MP		32.9		586	—	193	786	840	1.7	55.0	1.3
HP+BS		33.0		296	273 ^{*1}	188	786	840	1.6	59.5	1.8

*1: 容積比 50%

材令1日と28日の圧縮強度試験結果を図-1に示す。材令28日強度は、粉体の種類により若干差が認められるが、500 kgf/cm²の圧縮強度はいずれの粉体でも満足している。材令1日強度は、HP、NP、HP+BS、MPの順に低くなるが、MPを使用した場合には圧縮強度が350kgf/cm²に達しなかった。

図-2に、粉体に早強セメントと高炉スラグを併用した場合について、高炉スラグの置換率と材令1日および28日の圧縮強度の関係を示す。配合は、水粉体容積比、単位水量、単位骨材量は一定とし、混和剤の添加量を変化させ、スランブフローを60~70cmに調整した。図より、材令28日の圧縮強度については、高炉スラグの置換率による差は顕著に認められなかった。材令1日の圧縮強度は、高炉スラグの置換率が大いほど低下することが認められ、高炉スラグの置換率が70%の場合には、350kgf/cm²に達していなかった。以上より、材令1日で圧縮強度350kgf/cm²以上の強度発現が可能な高炉スラグの最大置換率は、バッチ間の強度の変動を考慮すれば、実用的に50%程度と考えられる。

3. 2 養生条件による影響

各種養生条件による圧縮強度発現を図-3に示す。図より、材令28日の圧縮強度は、CASE3、CASE2、CASE1の順に低くなる。CASE3とCASE2の強度の差は蒸気養生による影響と考えられ、CASE1は後養生のときに水分の供給のなかったため、高炉スラグの潜在水硬性が発揮できなかったものと考えられる。

桁より採取したコアと供試体の強度を比較すると、コアの強度はCASE1の場合とほぼ等しいことがわかる。これは、桁がCASE1の場合と同様に水分の供給がなかったため、高炉スラグの潜在水硬性が発揮できなかったものと考えられる。しかしながら、コアの強度は、600kgf/cm²以上発現しており、目標強度の500kgf/cm²は十分満足していた。

4. まとめ

高流動コンクリートの強度発現に対する粉体の種類および養生条件の影響について検討した結果、本研究の範囲内で以下のことが明らかになった。

- 1) 材令1日強度はHP、NP、HP+BS(置換率50%)、MPの順番になった。
- 2) HPとBS(置換率60%程度)を併用した場合でも、材令1日で目標の圧縮強度350kgf/cm²を確保することが可能であった。
- 3) HPとBS(置換率50%)併用のコンクリートを打設した桁の材令28日強度は、蒸気養生後気中にて養生した供試体の強度とほぼ同等で、目標の圧縮強度500kgf/cm²を確保することが可能であった。

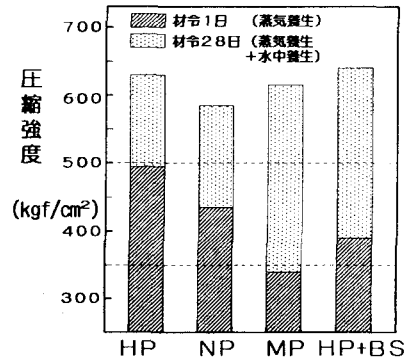


図-1 粉体の種類と圧縮強度の関係

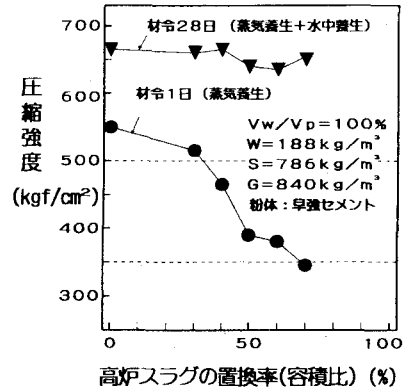


図-2 高炉スラグ置換率と圧縮強度の関係

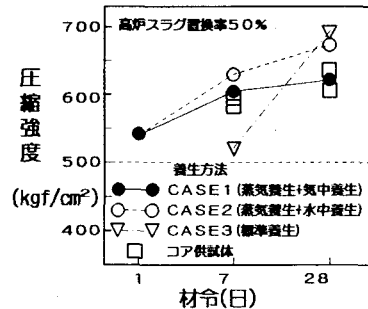


図-3 各種養生条件による圧縮強度発現