

モルタル硬化体を用いたシリカフュームと高分子凝集剤の適用による 遠心成形コンクリートの高強度化に関する基礎実験

日大生産工(院) ○木田 綺音 日大生産工(院) 永井 幹人
日大生産工 山口 晋

1. はじめに

高強度が要求される PC 杭は近年、求められる強度域が高まり、150N/mm² 程度の強度を目標とした検討が進んでいる。この高強度化には従来、短期間で高強度発現を可能とする 180°C-1MPa のオートクレーブ養生による高強度化が主であったが、オートクレーブ養生による環境負荷が高いことが課題とされてきた。そこで最近では、混和剤を多用し、水セメント比が 20%以下程度の配合で高強度化を実現しているのが現状である。しかし、前述した配合に伴う単位セメント量の増加は顕著であり、セメント生産によって排出される CO₂ の影響を考慮すれば、環境負荷低減の観点においては、まだ研究の余地が残されている。

そこで、これまでの研究成果¹⁾に基づき、十分な前置き養生時間の確保と高強度化を目的とした一般的に用いられているシリカフューム²⁾を混和し、オートクレーブ養生を実施することで、極端な低水セメント比や混和剤に頼らない高強度化技術の開発とセメント量低減にともなう環境負荷低減に関する検討を開始した。まず我々は PC 杭を製造する際に実施する遠心成形に着目した。この遠心成形は、遠心締固めによる緻密化を目的としているが、前述したシリカフュームの混和に伴いコンクリートの流動性が向上し、材料分離が起きやすく、供試体内面に形成される脆弱層が強度発現に影響を及ぼすこと、また水和反応に必要な水まで脱水している可能性や強アルカリ性のスラッジ水の排出が課題となることが予備実験で明らかになっていた。

以上のことから本研究では、建設分野で一般的に用いられている、増粘性、保水性を持つ高分子凝集剤であるメチルセルロースを用いた実験を行った。本実験はモルタルを用いてシリカフュームと

メチルセルロースの添加率を変化させることで強度発現性と流動性に着目し、最適な添加率の検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料と配合

使用材料及び配合は、Table.1 ならびに Table.2 に示す通りである。W/C を 25%とし、シリカフューム添加はセメント重量比 C×10, 20, 30%として細骨材置換とし、添加しない場合も含め 4 水準とした。次に、高分子凝集剤であるメチルセルロースの添加は、セメント重量比でそれぞれ 0, 0.005%の 2 水準とした。メチルセルロースは水溶液として使用するため、固形分を上記の添加率で計量して、溶媒は W に内割で添加した。また、混和剤である高性能 AE 減水剤は C×2.6%で W に内割で添加した。

2.2 供試体作製

供試体は、モルタルにてφ50×100mm 円柱供試体を作製した。練混ぜ直後に、JIS R 5201 のフロー試験に準拠したフロー値の測定を行った。打設後は、前置き養生 20°C-72 時間行い³⁾、早期脱型を目的とした 65°C-4 時間の常圧蒸気養生を行った。脱型した後、180°C-3 時間のオートクレーブ養生(以下、AC 養生)を行い、自然放冷し養生装置から取り出した⁵⁾。

Table.1 Materials

Material	code	Type and Physical properties
Cement	C	Ordinary Portland Cement Density:3.16g/cm ³
Silica fume	SF(F)	Ferrosilicon Density:2.60g/cm ³
Sand	S	Density:2.60g/cm ³ Absorption:1.38%, F.M:2.94
Chemical admixture	SP	Air-entraining and water reducing admixture Naphthalin-type
Polymer coagulant	AD(M)	Methyl Cellulose

Table.2 Mortar Proportion

No.	SF addition rate (%)	W/C(%)	(kg/m ³)				SP(C×%)	AD(M)(C×%)
			W	C	SF(F)	S		
1	SF(F) 0%	25.0	221	884	0	1558	2.6%	0% 0.005%
2	SF(F) 10%				106	1452		
3	SF(F) 20%				212	1345		
4	SF(F) 30%				318	1239		

Basic Experiments on Strength Improvement of Centrifugally Molded Concrete by Application of Silica Fume and Polymer Coagulant to Mortar

Ayane KIDA, Mikito NAGAI and Shin YAMAGUCHI

2.3 圧縮強度試験

蒸気養生後と AC 養生後の円柱供試体に対し、JIS A 1108 に準拠し、荷重速度は 0.6N/mm²/sec で圧縮強度試験を行った。

3. 実験結果及び考察

フロー試験の結果をFig.1に示す。この結果によれば、全てのSF(F)の水準においてAD(M)を添加した際、フロー値は減少する結果となった。これについては、メチルセルローズがもつ増粘作用が要因と考えられる。また、SF(F)0%からSF(F)10%にかけては、SF(F)の増加に伴いフロー値が増加しているが、SF(F)20%以上は、フロー値が低下する傾向が見られた。これは、10%程度の添加率であると、シリカフェームの特性であるマイクロファイラー効果により流動性は向上するが、添加率が20%以上になると、本実験でSF(F)は細骨材置換であるため、実質の水結合剤比が増加し、それに伴い流動性が低下したと推察される。

次に、圧縮強度試験の結果をFig.2に示す。蒸気養生後に着目すると、SF(F)0%、SF(F)10%の時にAD(M)を添加すると、強度が増加する傾向が見られたが、SF(F)20%、SF(F)30%の時には強度が下がる傾向であった。一方、AC養生後においては、ほぼ全ての水準で、AD(M)を添加するとわずかな強さはあるが、強度が下がる結果となった。しかし、Fig.3に示した、蒸気養生後の圧縮強度を100%とした場合のAC養生後の強度増進率によれば、SF(F)10%添加まではAD(M)を添加することで増進率が低下する結果となっている。一方で、SF(F)20%、30%と添加すると、SF(F)0%、10%の時より増進率は増加する傾向にあり、かつAD(M)の添加によりさらに増加することが明らかとなった。

4. まとめ

本実験で得られた成果は以下のとおりである。

- (1) AC養生後の圧縮強度結果では、メチルセルローズAD(M)を0.005%添加することで、シリカフェームSF(F)全ての水準でわずかな強度低下、またはほぼ同等の強度を発現する結果となった。
- (2) 蒸気養生後からAC養生後にかけての強度増進率の結果より、シリカフェームSF(F)を20%、30%と添加し、メチルセルローズAD(M)を0.005%添加した際には、強度増進率が増加することが示された。
- (3) 今後の課題としては、今回の配合を参考にして、コンクリート配合による遠心成形を実施し、強度発現性やスラッジ性状について検討していく予定である。

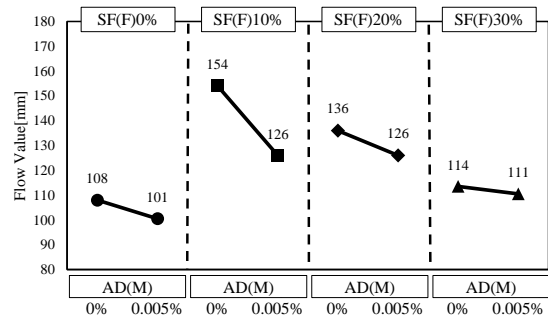


Fig.1 Flow Value

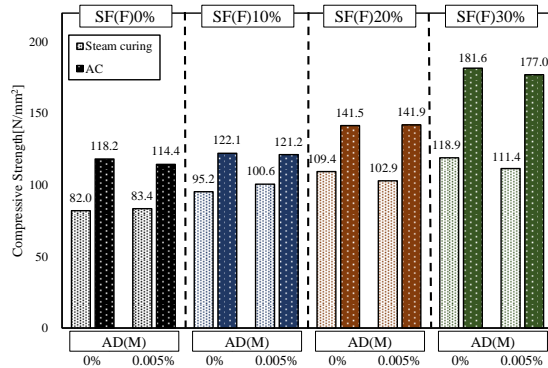


Fig.2 Mortar Compressive Strength

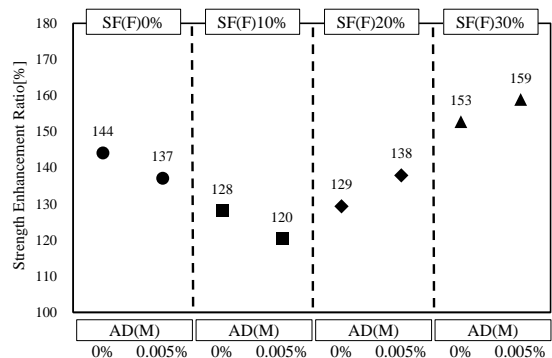


Fig.3 Strength Ratio of AC to Steam curing

参考文献

- 1) 菅一雅ほか:高強度コンクリートの遠心成形性に及ぼす調合の影響に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, No.606, pp.29-34(2006)
- 2) 山口晋ほか:水セメント比およびシリカフェームの添加率に着目した低温オートクレーブ養生に関する基礎的研究, 材料, Vol.62, No.10, pp.615-620(2013)
- 3) 船本憲治ほか:遠心成形した高強度コンクリート製品の基本性状に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.1541-1546(2006)
- 4) 下山善秀:遠心力締め製品製造時のスラッジ防止剤および低減剤の現状, コンクリート工学, Vol.34, No.5, pp16-22(1996)
- 5) (公)日本コンクリート工学会:コンクリート技術の要点'16, pp.268(2016)