

モルタル硬化体と遠心成形コンクリートにおける高分子凝集剤の適用に関する基礎実験

日本大学 学生会員 ○木田 綺音
日本大学 正会員 山口 晋

1. はじめに

高強度コンクリートに分類される PC 杭等は、遠心成形の後に 180°C・1MPa のオートクレーブ養生を施すことが一般的である。この製造方法は、短時間で高強度の製品製造を可能とするが、多くの CO₂ を発生させることが課題となっている。そこで我々は、十分な前置き養生期間を確保し、シリカフュームを混和することで前述したオートクレーブ養生温度 150°C の場合においても、従来の 180°C の際と同等の強度を発現させる技術を提案した¹⁾。しかし、シリカフューム混和の影響で遠心成形時にセメント等がスラッジとして排出されて内面が脆弱層となり強度に影響を及ぼすこと、さらにスラッジ排水処理も考慮すると、製造工程や経済性の観点から対策が必要であった²⁾。

以上のことから我々は保水作用、増粘作用を持つ水溶性の高分子凝集剤であるメチルセルロースをコンクリート内に混和させることにより、強度増進やスラッジ密度低下を目的とした検討を開始した。本実験ではシリカフュームとメチルセルロースの関係性をモルタル配合により確認した後に、それらをコンクリート配合に適用して遠心成形した場合の脱型時の強度発現性とスラッジ性状に着目した実験をおこなったものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料と配合

使用材料および配合は表-1ならびに表-2に示す通りで、モルタル、コンクリート配合共にW/Cを31.2%

表-1 使用材料

材料名	記号	種類および物性値
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm ³
シリカフューム	SF(F)	JIS A 6207, フェロシリコン系 密度2.30g/cm ³ , BET比表面積19.1m ² /g
細骨材	S	洗砂, 表乾密度2.60g/cm ³ , 吸水率1.38%, 粗粒率2.94
粗骨材	G	碎石1505, 表乾密度2.67g/cm ³ , 吸水率0.32%, 粗粒率6.62
混和剤	SP	高性能AE減水剤 コンクリート製品用ナフタレン系
高分子凝集剤	AD(M)	メチルセルロース系

とした。SF(F)添加はセメント重量比で0, 2.5, 5.0%の3水準とし細骨材置換した。AD(M)の添加も同様にセメント重量比で0, 0.005, 0.010%の3水準とした。

2. 2 供試体作製

モルタルはφ50×10mmの円柱供試体とし、コンクリートは遠心成形によりφ200×300mmの中空円筒供試体を作製した。なお、遠心成形時の遠心時間は5G[2min], 15G[1min], 35G[9min]とした。打設後の前置き養生時間についてモルタルの場合は72h¹⁾とし、コンクリートの場合は一般的な製造条件から3hとした。次に、それぞれ脱型を目的とした65°C・4時間の常圧蒸気養生を行った。

2. 3 試験方法

圧縮強度試験はJIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準拠した。スラッジ性状の確認は、遠心成形後の中空円筒供試体内面に生じたスラッジの重量ならびに体積を計測し、そこから密度を算出して評価した。

表-2 配合表

	シリカフューム 添加率	水セメント比 W/C(%)	単位量(kg/m ³)					高性能 減水材 SP (C×%)	メチルセルロース AD(M) (C×%)
			水 W	セメント C	シリカフューム SF(F)	洗砂 S	1505 G		
モルタル	SF0%	31.2	219.4	757	0	1362		2.2%	0% 0.005% 0.010%
	SF2.5%				19	1342			
	SF5.0%				38	1324			
コンクリート	SF0%		150	480	0	1066	724	3.2%	0% 0.005% 0.010%
	SF2.5%				12	1054			
	SF5.0%				24	1042			

キーワード 遠心成形, 高分子凝集剤, スラッジ, 高強度コンクリート

連絡先 〒275-8875 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2420

3. 実験結果及び考察

3. 1 モルタル硬化体における結果及び考察

円柱供試体の圧縮強度試験結果を図-1 に示す。この結果によれば、SF(F)添加率に関わらず AD(M)0% に対して強度は 0.005% で増加したが、0.010% まで添加した場合には低下する傾向が確認できた。この要因は、AD(M)を添加すると増粘作用により強度増進が認められるが、0.010% まで添加すると流動性が悪くなることから供試体作成時の型枠への充填性が悪くなり、密実性が低下したためだと考えた。

3. 2 コンクリートにおける結果及び考察

図-2 に遠心成形で作製した中空円筒供試体の圧縮強度試験結果を示す。この結果によれば、円柱供試体と同様に SF(F)添加率に関わらず、AD(M) 0.005% で最大強度を発現し、0.010% まで添加すると強度が低下した。これについては、AD(M)0.005% 添加の際はコンクリート内の水分を保持し、遠心成形時に余剰水として排出されたため、実質的な水セメント比が減少した影響で強度が増加したものの、0.010% まで添加すると、セメントの水和反応に必要な水分まで脱水し、強度が低下した可能性が考えられた。

図-3 に遠心成形時に発生したスラッジ量及び密度の結果を示す。この結果によれば、SF(F)添加率の増加に伴い、スラッジ量、スラッジ密度共に増加する傾向であった。これは、遠心締め固めによって、水の次に密度が低く、超微粒子である SF(F)が供試体内側に集まり、一部がスラッジとして排出されているためだと推察した³⁾。また、SF(F)添加に関わらず、AD(M)を添加することでスラッジ量は増加するが密度は低下する傾向が認められた。この要因は圧縮強度試験の結果と同様に、AD(M)がコンクリート内の水分を保持したまま余剰水としてスラッジが排出されたためだと考えた。

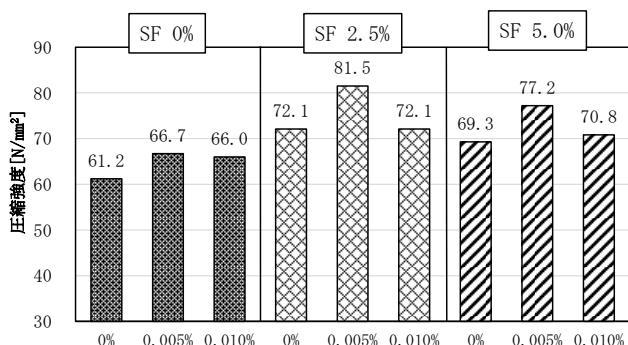


図-1 モルタル圧縮強度試験結果

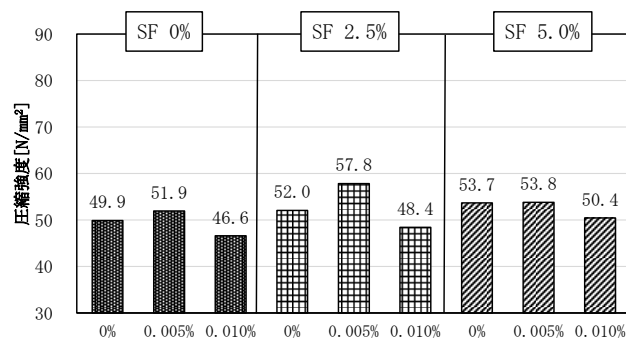


図-2 遠心成形時圧縮強度試験結果

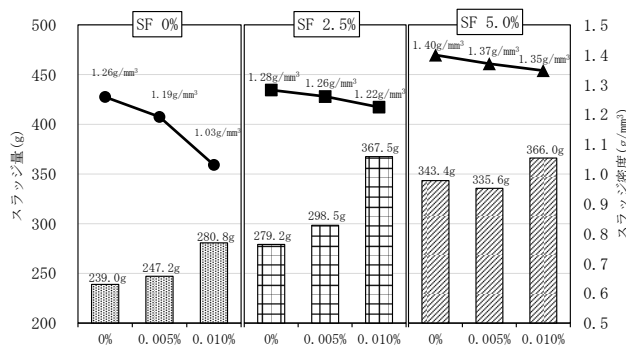


図-3 スラッジ量及びスラッジ密度

4. まとめ

本実験においては、メチルセルロース[AD(M)]は円柱供試体で増粘剤としての役割を担っていると考えられ、強度増加に寄与していた。また、遠心成形で作製した中空円筒供試体ではシリカフューム[SF(F)]の添加率が高くなると、スラッジ量、密度共に増加する傾向にある。しかし、メチルセルロースが保水性材料としての役割を担い、水分を保持してスラッジとして排出されることで強度増加、スラッジ密度の低減に寄与している可能性を示した。

謝辞：本実験の実施に際し、日本ヒューム(株)に御協力をいただいた。また、本研究は JSPS 科研費(若手研究, 19K15063, 代表者：山口晋)の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 山口晋ほか：セメントモルタルを用いたオートクレーブ養生による高強度発現機構に関する基礎的研究, 日本大学生産工学研究報告A, No.53, Vol.2, pp.11-20(2020)
- 2) 下山善秀：遠心力締め固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, pp.16-22(1996)
- 3) 菅一雅, 榊田佳寛：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)