

保水性材料がオートクレーブ養生を実施したモルタル硬化体の強度発現性におよぼす影響

日本大学 学生会員 ○永井 幹人
 日本大学 正会員 山口 晋
 日本大学 非会員 藏谷 乙矢

1. はじめに

高強度が必要とされる PC 杭等のコンクリート二次製品を製造する際、180℃-1MPa の高温・高圧のオートクレーブ(以下、AC)養生を実施することで、短時間に高強度の製品製造を可能とする¹⁾。しかしながら、脱炭素化社会が急激に拡大する近年に対し、この養生方法では、ボイラーの燃焼に伴って多くのCO₂を発生させることが課題となっていた。そこで我々は、シリカフュームを混和することで、AC養生時の温度を30℃低温化した150℃の場合においても、従来の180℃の際と同等の高強度を実現する技術を提案した²⁾。

一方で、前述した製品製造を行う遠心成形は、水セメント比を低くする目的として余剰水を脱水する成形方法であるが、セメントの水和反応に必要な水まで脱水させてしまう可能性が考えられた。³⁾また、製造工程の中で実施する遠心締固めに伴い排出されるスラッジ水の処理や内面層がセメントリッチになり脆弱層となることが課題とされていた。

そこで我々は、保水性材料であるメチルセルロースを混和することにより、水和反応に必要な水分量をコンクリート内に確保させると同時に、スラッジの発生量の低減、ならびに強度発現性に着目した実験を開始した。本研究では脱型時とAC養生時の強度発現性を比較し、保水性材料の最適な添加率の算出を確認することを目的とした実験を行ったものである。

2. 実験方法

2. 1 使用材料と配合

使用材料は、セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、シリカフューム(以下、SF(F))はフェロシリコン系(密度:2.30g/cm³、BET比表面積:19.1m²/g)を用いた。細骨材は埼玉県熊谷市産洗砂(ρ_s=2.60g/cm³、吸水率1.38%、粗粒率F.M.2.94)、高性能減水剤は(株)フローリック製:PSR110、保水性材料は信越化学工業(株)製メトローズ:90SH-100(以下AD(M))を使用した。配合は表-1に示すとおりでW/Cを31.2%とし、高性能減水剤はWの内割とした。シリカフュームの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。次に、AD(M)の添加もSF(F)と同様にセメント重量比で、0、0.005、0.010、0.015%の4水準で添加した。

2. 2 供試体作製

供試体は、φ50×100mmの円柱供試体を作製した。練り混ぜ直後に、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準拠したフロー値の測定を行った。養生方法は、前置き養生を20℃-72時間で行い、脱型を目的とした65℃-4時間の常圧蒸気養生を行った。そして180℃-3時間のAC養生を実施し、自然放冷した後、養生装置から取り出した。

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試験方法」に準拠し、脱型後とAC養生後に行った。なお、載荷速度は0.2(N/mm²/sec)で行った。

表-1 配合表

供試体名		水セメント比 W/C(%)	単位量(kg/m ³)				高性能減水剤 (C×%) SP	保水性材料 (C×%)(g) AD(M)
			水 W	セメント C	シリカフューム SF(F)	洗砂 S		
SF(F) 0%	AD(M) 0.000%	31.2	236	757	0.0	1362	2.2	0.00
	AD(M) 0.005%							0.05
	AD(M) 0.010%							0.09
	AD(M) 0.015%							0.14
SF(F) 2.5%	AD(M) 0.000%				19	1343		0.00
	AD(M) 0.005%							0.05
	AD(M) 0.010%							0.09
	AD(M) 0.015%							0.14
SF(F) 5%	AD(M) 0.000%				38	1324		0.00
	AD(M) 0.005%							0.05
	AD(M) 0.010%							0.09
	AD(M) 0.015%							0.14

キーワード オートクレーブ養生, モルタル, 高分子凝集剤, 高強度

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 T E L 047-474-2420

3. 実験結果及び考察

圧縮強度試験の結果を図-1 に示す. この結果によれば, まず脱型後の強度は SF2.5%(AD(M)0.005%)において最大圧縮強度 81.5N/mm² が得られた. また, どの SF(F)添加率においても, AD(M)0.005%で強度が発現したが, AD(M)0.015%では強度が低下した. 一方, AC 養生時では SF(F)2.5%(AD(M)0.01%)時に最大圧縮強度 113.7N/mm² が確認できた. 前述と同様に, SF(F)のどの水準においても AD(M)0.015%を添加した場合については, AD(M)0.01%添加時に比べ圧縮強度が低下することが確認した.

次にフロー試験の結果を図-2 に示す. この結果によれば, SF(F)の添加率を増加させるとフロー値も増加する相関関係が認められ, 流動性は SF(F)5.0%が最も高かった. さらに, AD(M)の添加率を増加させるとフロー値が減少する傾向が認められた. この結果については, AD(M)の増粘作用によるものだと考えられる.

以上の結果により, 脱型後と AC 養生後の強度発現性の違いに着目する. それぞれの SF(F)添加率で, 脱型後は AD(M)0.005%, AC 養生後では AD(M)0.01%を最大強度としている. この最大強度発現性の違いについては, AD(M)の添加を増加させるとフロー値が減少したことから, AD(M)の添加率を増加させるほど供試体作製時の型枠への充填率が下がり, 密実性が低下したため脱型後では AD(M)0.005%で最大強度になったと考えられる. しかし, AC 養生の際には, 密実性が多少低下した分もポズラン反応により内部が緻密化され, AD(M)0.01%で最大強度が発現したと考える. また, AD(M)の添加率, 養生方法に関わらず SF(F)5.0%では SF(F)0%, SF(F)2.5%に比べ強度が低下した. これについては, SF(F)での流動性増加から起こる材料分離によるものと推察した.

4. まとめ

本実験ではシリカフュームと保水性材料である AD(M)の添加率の細分化することで強度発現性のための最適添加率の選定を行った.

本研究結果では SF(F)2.5%と AD(M)0.01%の組み合わせが最も相性がよく, 高い強度発現性が見られる知見を得られる. そして, AD(M)の添加量が 0.01%と極めて少量であるため, 粘度が異なる AD(M)を用いる

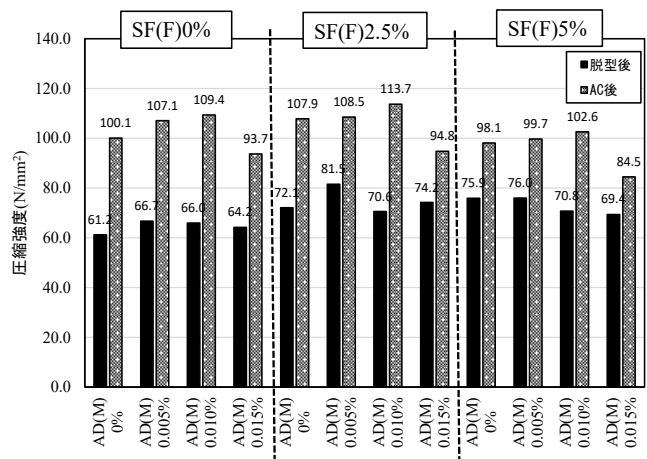


図-1 圧縮強度試験結果

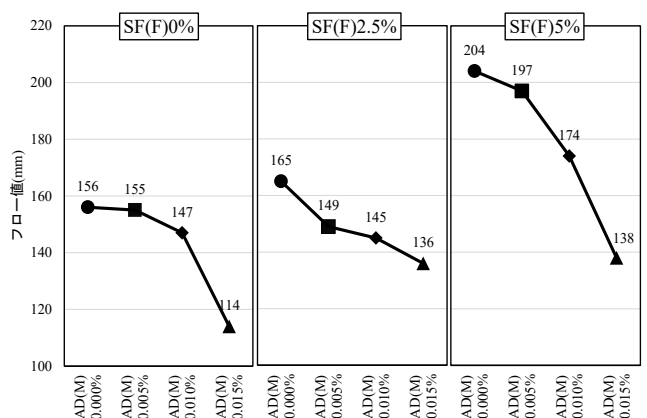


図-2 フロー試験結果

ことによる効果を確認することで, 添加量の増加を検討していきたい. また, AD(M)の添加に伴う強度発現性の影響については, セメント硬化体の高強度発現に大きく寄与する. 細孔空隙に関する検討により理論的な解明を行う予定である.

謝辞: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) 西晴哉:AC養生と超高強度コンクリート, コンクリート工学, Vol.18, No.5, (1980)pp.9-18
- 2) 山口晋ほか:セメントモルタルを用いたAC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, (2020)pp.11-20
- 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, (2006)pp.1541-1546