

愛媛大学工学部 正会員 ○山田 圭彦

愛媛大学工学部 正会員 氏家 勲

1. はじめに

近年、構造物に使用されるコンクリートには高機能化、高性能化を求められることが多くなっている。その一つとしてコンクリートの軽量化があげらる。コンクリートの軽量化の方法には人工軽量骨材を用いる方法とコンクリートに気泡を導入する方法がある。しかし、人工軽量骨材は多孔質であり、気泡を導入するとコンクリート自身が多孔質となり、施工性、耐久性に関して改善すべき点がある。そこでいろいろな新しい軽量コンクリートの研究がされている¹⁾。

本研究では、シラスならびにフライアッシュから作られる2種類のマイクロカプセルを軽量骨材に用いて軽量セメント硬化体の品質について実験を行った。

2. マイクロカプセルの概要

本実験では、2種類のマイクロカプセルを使用している。シラスから作られるマイクロカプセル（以下、MC と呼ぶ）は、シラスを発砲処理し、浮選処理後 850℃で熱処理して作られる。かさ比重が約 0.15、平均粒径が 80 μm である。フライアッシュから作られるマイクロカプセル（以下、MF と呼ぶ）は、焼成し、浮選処理後、乾燥して作られる。かさ比重が約 0.37、平均粒径が 100 μm である。MC と MF は図-1 と図-2 に示すように閉じた中空の球形粒子である。

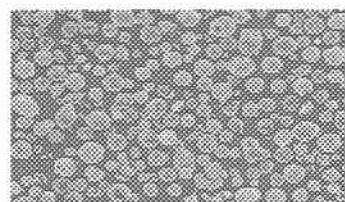


図-1 MC の拡大写真

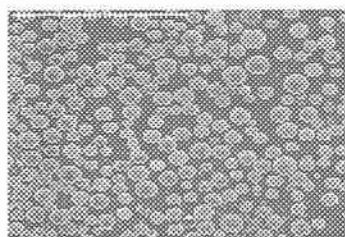


図-2 MF の拡大写真

3. 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.15）を使用し、一部の配合ではシリカフューム（比重 2.20）を用いている。細骨材は愛媛県大三島産海砂（表乾比重 2.25、粗粒率 3.46）を使用した。混和剤は、気泡剤および高性能 AE 減水剤を使用した。

4. 実験内容

セメントペーストにマイクロカプセルを混入して比重と強度について検討した。配合を表-1 に示す。表-1 に示す配合はセメントあるいは結合材 1 kg として、それに対する他の材料の使用量を示している。配合方法として水セメント比を一定にして、マイクロカプセルはセメント重量の外割で混入して軽量化する方法とした。施工性を一定とするためにフロー試験を行い、170~210 のフロー値となるように高性能 AE 減水剤の使用量を決定した。練り混ぜ方法は、すべての材料を同時に入れ、180 秒練り混ぜた。試験体寸法は 4cm×4cm×16cm とし、打設後 24 時間まで湿布養生したのち脱型し、1 週間水中養生を行った。水中養生終了直後に、水中重量および表乾状態で気中重量を測定し比重を求め、その後、圧縮強度の測定を行った。また、コンクリート製品の製造で用いられるプレス成型による供試体も作製した。配合は、セメントと砂の重量比を 1:2 とし、砂の一部を軽量骨材に置換

表-1 セメントペーストの各配合

標準セメントペースト (単位:g)

W/C	W	C	SF	SP8N
25%	230	900	100	20
30%	300	1000	0	0
40%	400	1000	0	0

MCセメントペースト

W	C	SF	MC	SP8N
230	900	100	40	36
230	900	100	60	44
230	900	100	80	52

MFセメントペースト

W/C	W	C	SF	MF	SP8N
25%	230	900	100	50	20
	230	900	100	100	20
	230	900	100	150	35
	230	900	100	200	40
	230	900	100	250	45
30%	295	1000	0	50	5
	290	1000	0	100	10
	400	1000	0	30	0
40%	400	1000	0	100	0
	400	1000	0	200	0
	390	1000	0	300	10

気泡セメントペースト

W	C	SF	気泡
250	900	100	10
250	900	100	20
250	900	100	40

して軽量化する方法をとった。試験体寸法は 299mm×399mm×約 23mm とし、蒸気養生を施した。

5. 実験結果および考察

図-3 はセメント硬化体の比重とマイクロカプセル混入率の関係を示す。セメント硬化体の比重は、マイクロカプセルの混入率の増加と共に軽くなる。MC は MF に比べ比重が小さいことから、少ない使用量で軽量化することができる。なお、マイクロカプセルを混入すると無混入のものより流動性が低下したが、高性能 AE 減水剤の添加により流動性は改善できた。しかし、図-3 で示す混入率以上では供試体の作製が困難であった。

図-4 はセメント硬化体の比重と圧縮強度の関係を示す。マイクロカプセルの使用は気泡に比べ軽量化による強度低下が小さくなっている。比重が約 1.4 あたりで、気泡供試体と比較すると、MF 供試体は約 25N/mm²、MC 供試体は約 15 N/mm²強く、MF のほうが MC より強くなっている。

図-5 はセメント硬化体の圧縮強度に及ぼす水セメント比の影響を示す。マイクロカプセルを配合したセメント硬化体の強度は、比重が約 1.5 までは母材であるセメントペーストの水セメント比の影響を受けることがわかった。なお、水セメント比 25%の強度が低くなったが、その原因については明らかに出来なかった。

図-6 はプレス成型供試体の透水量と時間の関係を示す。供試体には水頭で 1.5m の水圧を作用させた。MF プレス成型供試体は比重が 1.81 と軽量化され、さらに比重が 2.17 の標準供試体に比べ透水量が少なくなっている。MC プレス成型供試体も比重が 1.91 と軽量化されたが、透水量は標準のものより多くなっている。MC 供試体の破断面を見るとモルタルが層状にプレスされ、層の間に空隙が生じており、これが水を通しやすくなったと考えられる。また、図-6 には比較のために軽量骨材としてクリンカーアッシュ (CA) を用いたものも示してある。CA 供試体の比重は 1.88 となったが、CA 自身が多孔質であることから透水量が多くなっている。

6. まとめ

本研究において、マイクロカプセルを用いた軽量セメントペーストは気泡軽量セメントペーストより同じ比重で比較すると強度の面で優れていることがわかった。

フライアッシュを原料とするマイクロカプセルを用いてプレス成型供試体では通常のもルタルプレス成型供試体より比重が小さくなり、さらに水密性も改善することができた。

本研究は通産省工業技術院地域コンソーシアム研究開発制度の一環として、NEDO の委託を受けて行われた研究の一部であることを付記する。

参考文献 1) 岡本享久, 早野博幸, 柴田辰正: 超軽量コンクリート, コンクリート工学, Vol.36, No.1, pp.48 - 52, 1998

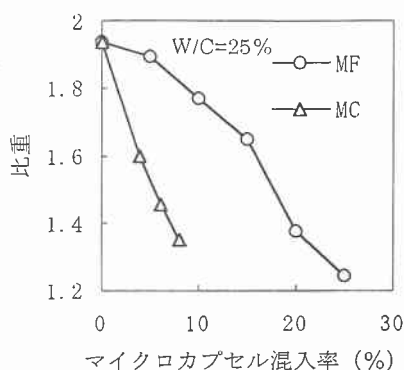


図-3 セメント硬化体の比重とマイクロカプセル混入率の関係

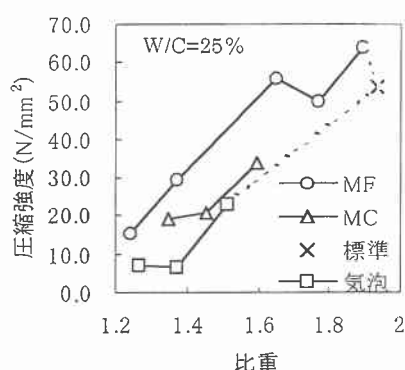


図-4 セメント硬化体の比重と圧縮強度の関係

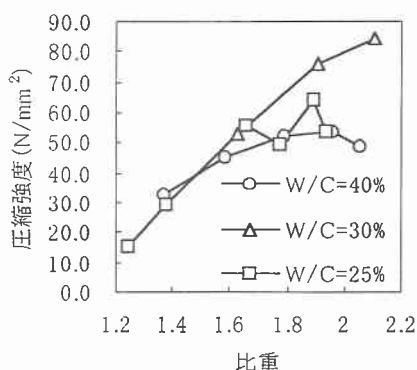


図-5 セメント硬化体の圧縮強度に及ぼす水セメント比の影響

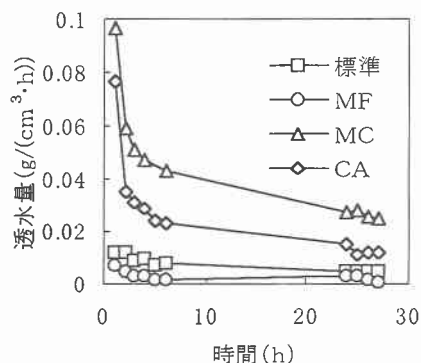


図-6 プレス成型供試体の透水試験