

ハイドロゲルとしての超吸水性ポリマーの存在がモルタルの物性に及ぼす影響

金沢大学大学院 学生会員 ○山崎 健仁
金沢大学 正会員 五十嵐 心一

1. 序論

超吸水性ポリマー (SAP) はコンクリートに混入されることによって、若材齢における自己収縮を低減することができる内部養生材である。しかし、近年、必ずしも自己収縮が顕著でない水セメント比のコンクリートに対する利用も検討されており、その中でも、レオロジー調整材として用いることが有望視されている。SAP はコンクリートに練り混ぜられると、セメントペースト中の水分を吸収し、セメントペーストマトリックス内の自由水量を減少させる。しかし、そのような保水は長時間継続するとは限らず、結果として練り混ぜから打ち込みまでのフロー値やレオロジー特性値などのコンクリートのフレッシュ特性に影響を及ぼすと考えられている。

一方、SAP は製造方法や粒径の違いによって吸水特性が変化し、コンクリートのフレッシュ特性に及ぼす影響も相違する。そのため、SAP のレオロジー調整材としての利用を検討するにはより多くのデータを蓄積し、目的に応じた混和材としての最適化を図る必要がある。本研究は、SAP を混入して、モルタル中の自由水量を減少させた供試体と、自由水量が同程度である水セメント比の供試体を比較し、フレッシュ特性と強度発現特性について論ずることを目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントには普通ポルトランドセメント (密度: 3.15g/cm^3 , 比表面積: $3310\text{cm}^2/\text{g}$) を使用し、細骨材には石川県手取川産の川砂 (密度: 2.60g/cm^3 , 吸水率: 1.81%) を使用した。JIS R 5201 に準じて、水セメント

比 0.65, セメント砂比(C:S)1:2 のモルタルを練り混ぜた。SAP は水溶液重合法により製造された不規則形状の粒子からなり (D_{50} : $60\mu\text{m}$, 最大粒径: $150\mu\text{m}$), 乾燥状態における吸水能は 28.0g/g である (図-1)。モルタルの配合はモルタル全体の水セメント比は変化させずに、練り混ぜ水の 8% (0.65 SAP(8%W)) あるいは 15% (0.65 SAP(15%W)) を SAP が保持するようにし、SAP が保持している水量を除いたセメントペーストマトリックスの水セメント比 (有効水セメント比) が 0.60 あるいは 0.55 となるようにした (表-1)。また、比較のために水セメント比が 0.60 (0.60 SAP 無混入), 0.55 (0.55 SAP 無混入) のモルタル供試体も作製した。以上の配合をまとめると、SAP を混入した供試体と水セメント比を低下させた供試体のセメントペーストマトリックス内の自由水量は同程度となり、マトリックス自体のフレッシュ特性も類似したものとなると推察される。その一方にて、SAP を混入したモルタルの内部にはゲル状の SAP が存在し、モルタル全体のフレッシュ特性に影響を与えられとされる。

2.2 凝結試験

水セメント比が 0.65, 0.60, 0.55 のセメントペーストに対し JIS R 5201 に従って、凝結試験を行い、始発および終結を決定した。なお、供試体にはブリーディングが確認されており、終結の計測は裏面にて行っている。

2.3 ブリーディング試験

モルタルを直径 100mm, 高さ 200mm の円柱型枠に打ち込み、JIS A 1123 に準じてブリーディング試験を行い、ブリーディング率を算出した。

表-1 モルタルの配合及びフレッシュ性状

	W/C	W/C _e	C : S : W : W _{SAP}	フロー値	始発	終結
0.65 SAP無混入	0.65	0.65	1 : 2 : 0.65 : 0	262	5:58	7:13
0.60 SAP無混入	0.60	0.60	1 : 2 : 0.60 : 0	221	5:40	6:55
0.55 SAP無混入	0.55	0.55	1 : 2 : 0.55 : 0	215	5:30	6:48
0.65 SAP(8%W)	0.65	0.60	1 : 2 : 0.60 : 0.05	239	6:05	7:26
0.65 SAP(15%W)	0.65	0.55	1 : 2 : 0.55 : 0.10	213	5:55	7:12

W/C_e: SAPが保持する水量 (W_{SAP}) を除いたセメントペーストマトリックス内の水セメント比

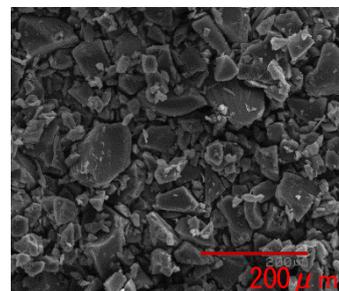


図-1 SAP 粒子

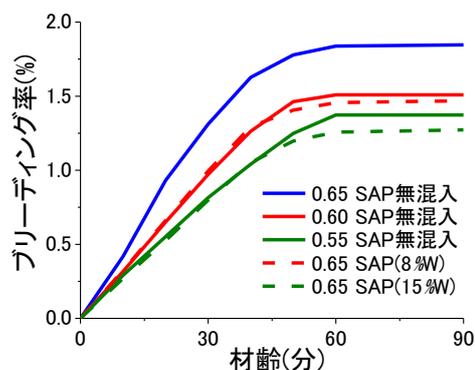


図-2 ブリーディング率の比較

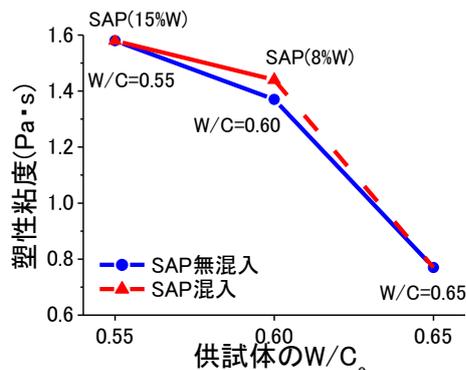


図-3 塑性粘度の変化

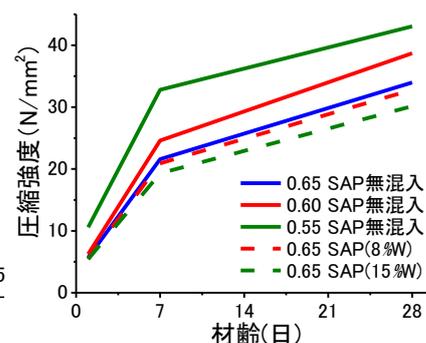


図-4 圧縮強度の比較

2.4 レオロジー試験

500ml ビーカーを用いて JIS R 5201 に従ってモルタルを打ち込み、市販の内円板型回転粘度計一式を用いて、恒温環境（温度： $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ）にて回転速度を 2rpm から 50rpm の間で変化させながら塑性粘度を測定した。

2.5 圧縮強度試験

モルタルを $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ の三連型枠に打ち込んだ。材齢 1 日にて脱型し、その後、 20°C の水中養生を行った。材齢 1, 7, 28 日にて JIS R 5201 に従って圧縮強度試験を行った。

3. 結果および考察

図-2 は各供試体のブリーディング率を比較したものである。水セメント比 0.65 の供試体に対して、SAP を混入することによって、ブリーディング率が大きく低下しており、特に材齢 60 分までの低減効果が顕著である。また、セメントペーストマトリックス内の自由水量が同程度である供試体同士では、そのブリーディング率もほぼ同じ値を示している。ブリーディング率はどの供試体も材齢 60 分程度で収束しており、材齢 90 分におけるブリーディング率は 2% を上回ることはない。このことを考慮すると、凝結試験におけるセメントペースト供試体の水セメント比は 0.64 を下回る程度であったと考えられる。

表-1 には練り混ぜ直後のフロー値とセメントペースト供試体における凝結時間をあわせて示した。SAP を混入することによりフロー値は低減され、自由水量が同程度の供試体のフロー値に近づいていることがわかる。また、凝結時間は SAP を混入してもあまり変化はなく、凝結への影響はないと考えてよいようである。しかしながら、供試体にはブリーディングが生じているため、セメントペースト硬化体自体の組織はその位

置によって異なっていることになる。

図-3 は練り混ぜ直後の塑性粘度を比較したものである。水セメント比 0.65 の供試体に SAP を混入することで塑性粘度は増加し、マトリックス内の自由水量が同程度である供試体同士では、ほぼ同じ値を示している。このことから、SAP を混入し、系の自由水量を減少させることは、練り混ぜ後のフレッシュ特性に対して水セメント比を単純に下げることと同様の効果が得られると考えられる。言い換えれば、ハイドロゲルの状態で存在する水分は、その体積が小さければフレッシュ特性への影響は小さいと考えられる。

図-4 は圧縮強度の変化を比較したものである。SAP 無混入の場合は 0.65 から水セメント比を低下させると圧縮強度は増加していく。これに対して、SAP を混入した供試体では、SAP の吸水膨張により若材齢時に大きな空隙が形成され、それが反応生成物によって充填されることなく残存するためにマトリックスの強度は同等であっても、モルタルとしての強度は低くなっている。しかし、水セメント比 0.65 の供試体同士と比較すると、そのような空隙が残存していると考えられるにもかかわらず強度低下は小さい。

4. 結論

SAP を混入することにより、練り混ぜ性能を変化させることなくブリーディングを低減することが可能である。また、SAP による空隙残存が強度に与える影響は大きくはない。

参考文献

- 1) Mechtcherine, V. et al : Cement and Concrete Research, Vol.67, pp.52-65, 2015