

高吸水性ポリマーを添加したコンクリートの配合設計に関する実験

安藤ハザマ 正会員○齋藤 淳 正会員 林 俊斉 フェロー会員 谷口 裕史
金沢大学 正会員 五十嵐 心一

1. はじめに

高吸水性ポリマー（Superabsorbent Polymer：以下 SAP）をコンクリート用混和材として利用する研究が、RILEM の研究委員会を筆頭として、国内外で実施されている¹⁾。SAP を添加したコンクリートの配合設計では、SAP に吸水されると見込まれる水量を、1m³の容積外すなわち外割で、単位水量に追加する配合設計方法が採用されることが多い。しかし、SAP がアルカリ水溶液を吸水する能力は RILEM TC260-RSC 提案法²⁾で測定できるものの、コンクリート中での吸水量を適切に見込む方法が無いことから、外割で加える水量が経験的要素を含んで設定されることや、外割で配合設計すると、コンクリート製造時に 1m³に換算して単位量を設定する必要があり実務的に不便であることなどが課題としてあげられる。そこで、本稿では、SAP が吸水する水量を外割で追加せずに、通常のコンクリートと同じ方法で試験練りを行い、配合を選定した結果を報告する。

2. 使用材料および練混ぜ方法

使用材料を表-1 に示す。水溶液重合法で製造された SAP は、製造時に粉碎工程があるため、粒子の形状がいびつであるという特徴を有している。また、練混ぜは二軸強制練りミキサ（公称容量 55L）で行い、SAP はセメントと同時にミキサに投入して練り混ぜた。

表-1 使用材料

材料種類	記号	品質等
水道水	W	つくば市
普通セメント	C	密度 3.15g/cm ³
細骨材 [山砂]	S	表乾密度 2.58g/cm ³ 吸水率 2.46%
粗骨材 [碎石]	G	表乾密度 2.69g/cm ³ 吸水率 0.72%
AE 減水剤	AD	標準形
AE 剤	AE	一般コンクリート用
SAP	SAP	水溶液重合法

3. 配合選定

3.1 配合条件

配合条件は、材齢 28 日における圧縮強度を 45 N/mm²（材齢 1 日で脱型し標準水中養生）、練上り直後のスランプおよび空気量を、それぞれ 12±2.5 cm、4.5+1.5 %と設定した。また、SAP の使用量は、既往の研究³⁾を参考にして、セメント質量の 0.15 %と設定した。

3.2 強度式の作成

本稿における全配合をスランプや圧縮強度の測定結果とともに表-2 に示す。配合 1 は SAP を添加していない普通コンクリートであるが、単位水量は SAP 添加配合での吸水を考慮して通常より大きい 180 kg/m³と設定した。配合 2 は配合 1 に SAP を添加した配合である。なお、SAP は外割で添加したが、コンクリート中では吸収した水の容積と等しくなると考えられる。そのため、SAP 自体の容積を考慮する必要がないことから、1 m³への容積換算を行っていない。配合 3 および配合 4 は、強度式作成のために、配合 2 から水セメント比（W/C）を変化させた配合である。まず、SAP の添加の有無のみが異なる配合 1 と配合 2 に着目すると、スランプは配合 1 の 13.7 cm に対し、配合 2 は 4.0 cm と大きく低下した。一方、圧縮強度は、配合 1 の 41.4 N/mm²に対し、配合 2 は 44.3 N/mm²と若干の増加に留まっていた。このような現象の要因として、SAP の吸水により配合 2 の見掛けの単位水量が配合 1 より少ないことがあげられる。その他にも、SAP の粘性や、SAP が吸水した水を排出した後の空隙なども影響を及ぼしている可能性があると考えられる。

配合 2～4 の測定結果を線形近似すると、材齢 28 日圧縮強度（σ₂₈）とセメント水比（C/W）の関係を式(1)で表すことができる。この相関係数 r は 0.98 であり、強い正の相関を示している。

$$\sigma_{28} = 31.7 C/W - 15.1 \quad \cdots \text{式(1)}$$

目標強度 45 N/mm²に対応する水セメント比を、式(1)より 52.6 %と設定した。

キーワード 高吸水性ポリマー、SAP、コンクリート用混和材

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 TEL:029-858-8813

表-2 コンクリートの配合および各種測定結果の一覧

配合名		W/C (%)	s/a (%)	単位量				容積外				測定結果		
				W	C (kg/m³)	S	G	AD (C×%)	AE	SAP (kg)	スランプ ^g (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	材齢 28 日 圧縮強度 (N/mm²)
普通コン	配合 1	55.0	45.0	180	327	779	977	1.0	0.002	—	13.7	4.0	20.0	41.4
強度式 作成	配合 2	55.0	45.0	180	327	779	977	1.0	0.002	0.49	4.0	2.6	21.9	44.3
	配合 3	45.0	45.0	180	400	753	940	1.0	0.002	0.60	1.6	2.6	22.7	54.5
	配合 4	65.0	45.0	180	277	797	998	1.0	0.002	0.42	6.5	3.6	22.0	32.5
s/a 設定	配合 5	52.6	45.0	180	342	774	969	1.6	0.004	0.51	8.7	3.8	18.2	—
	配合 6	52.6	43.5	180	342	748	995	1.6	0.004	0.51	10.0	3.5	19.2	—
	配合 7	52.6	42.0	180	342	722	1022	1.6	0.004	0.51	9.1	3.9	19.7	—
選定配合	配合 8	52.6	43.8	180	342	753	990	1.8	0.004	0.51	10.1	4.3	20.2	40.6

3.3 細骨材率 (s/a) の設定

配合 5～7 は、水セメント比はいずれも 52.6 %で、細骨材率をそれぞれ 45.0 %, 43.5 %, 42.0 %としている。スランプと細骨材率の関係を図-1 に示す。この図から最適細骨材率を 43.3 %と求めた。細骨材率の設定にあたっては、施工性を向上させる目的で、最適細骨材率より 0.5～1.0 %程度大きくすることが多い。そのため、細骨材率は 43.8 %と設定することとした。

3.4 選定配合

配合 8 の水セメント比と細骨材率は上記の結果から設定した。水セメント比と細骨材率が同程度の配合 6 のスランプが 10.0

cm であったため、単位水量か AE 減水剤を増やせば、目標値 12.0 cm により近づくと考えた。ここでは、標準使用量の範囲内である AE 減水剤の使用量を増やすこととした。配合 2 と配合 5 の比較からスランプ 2 cm に相当する AE 減水剤使用量を $C \times 0.2$ %と想定し、配合 8 の AE 減水剤使用量を $C \times 1.8$ %に増やしたが、想定通りにスランプが大きくなり 10.1 cm であった。また、圧縮強度は 40.6 N/mm² であった。これは、配合強度 45 N/mm² の 90.2 %の値であることや、データが少ないことなどから、許容誤差の範囲内であると考えられた。

4. おわりに

本検討の範囲内では、通常のコンクリートと同じ方法で SAP 添加コンクリートの配合選定ができた。今後、SAP 添加コンクリートにおける AE 減水剤の効果や圧縮強度の変動に関し、データを増やして検証していく。

謝辞： BASF ジャパン（株）に SAP を提供していただいた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 五十嵐心一：超吸水性ポリマーの新しいコンクリート用混和材としての適用性に関する最新の研究動向，コンクリート工学，Vol.54，No.4，pp.403-411，2016
- 2) Snoeck, D., Schröfl, C. and Mechtcherine, V.: Recommendation of RILEM TC 260-RSC: testing sorption by superabsorbent polymers (SAP) prior to implementation in cement-based materials, Materials and Structures, Vol.51, No.5, Article 116, 2018
- 3) Application of Superabsorbent Polymers (SAP) in Concrete Construction, State of the Art Report Prepared by Technical Committee225-SAP (Eds. Mechtcherine, V. and Reinhardt, H. W), Springer, 2012

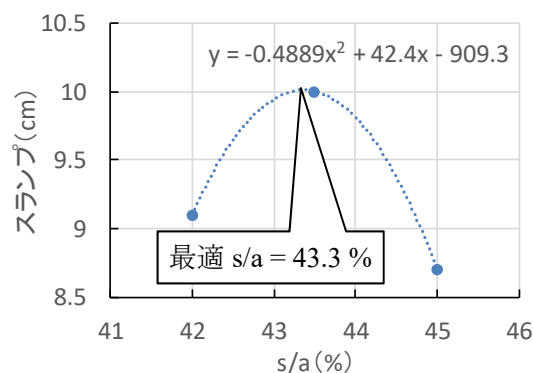


図-1 スランプと細骨材率の関係