

## 論文 増粘剤系高流動コンクリートの各種要因による性状の違いについて

末岡英二\*<sup>1</sup>・輪湖建雄\*<sup>2</sup>・小島朗史\*<sup>3</sup>・佐藤正一\*<sup>4</sup>

**要旨：**増粘剤系高流動コンクリートのフレッシュ性状に及ぼす各種要因の影響を調査するために実験を行った。配合要因、材料要因、環境要因について、それぞれ重要と考えられる項目を抽出し、各種フレッシュコンクリートの試験を実施した。その結果、日単位で予想される表面水率の変動や計量誤差に対しては、安定した性状を発揮できたが、増粘剤添加量やコンクリート温度および空気量の違いによって性状が変化し、特にフレッシュ性状の維持の観点から、減水剤の選択を温度に応じて行う必要があることがわかった。

**キーワード：**高流動コンクリート、増粘剤、フレッシュコンクリート、影響要因

### 1. はじめに

高流動コンクリートは、その特性上各種要因に対して敏感にフレッシュ性状が変化することが考えられる。比較的多くの粉体を用いた粉体系高流動コンクリートにおいて、フレッシュ性状の安定性向上のため、増粘剤の添加を提案した報告がある[1][2]。筆者らは高流動コンクリートの中では比較的粉体量が少なく、主として増粘剤によって粘性を発揮させる増粘剤系高流動コンクリートの各種要因に対する安定性を調べることを目的とし、各種要因を変化させた場合のフレッシュ性状の変化について調査した。各種要因として、配合要因（増粘剤添加量、空気量）、材料要因（表面水率のばらつき、計量誤差によるばらつき）、環境要因（コンクリート温度）を抽出し、それぞれの要因を変化させてフレッシュコンクリートの試験を行い、その結果を取り纏めた。

### 2. 実験概要

#### 2.1 実験要因

フレッシュコンクリートに影響を与える要因として表1に示す8項目を抽出した。表面水率のばらつきは、日変化として予想される程度[2]とし、測定値と設定値を変えることで評価した。また、計量誤差によるばらつきは、JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」の規格を参考に設定した。増粘剤の添加は手投入であり、計量誤差の明確な設定が出来ないため、増粘剤添加量 $W \times 0.15\%$ のケースにおいて若干の減量をばらつきとして位置付け

表1 抽出した要因

種類	項目	水準
配合要因	増粘剤添加量	$W \times 0.1 \sim 0.25\%$
	空気量	2%、4%
材料要因	細骨材の表面水率のばらつき	$\pm S \times 1\%$ 、 $-2\%$
	高性能A比減水剤の計量誤差	$\pm C \times 0.1\%$
	増粘剤の計量誤差	$-W \times 0.025\%$
	セメントの計量誤差	$-20$ 、 $-40 \text{ kg/m}^3$
環境要因	コンクリート温度	20~35℃

\*1 東洋建設(株)鳴尾研究所材料研究室主任研究員(正会員)

\*2 運輸省第三港湾建設局次長

\*3 運輸省第三港湾建設局神戸港工事事務所長

\*4 (財)沿岸開発技術研究センター

た。また、JISによるセメントの計量誤差は5 kg/m<sup>3</sup>程度となるが、細骨材中の微粒分のばらつきも考慮してセメント量のばらつきを多めに設定した。

### 2.2 使用材料および配合

使用材料およびコンクリートの配合をそれぞれ表2、3に示す。骨材は関西地区で一般的に使用されているものを使用した。設計基準強度は300 kgf/cm<sup>2</sup>を想定し、フレッシュコンクリートの降伏値および粘性が小さい、充填性を重視したものとしてスランプフロー60～70 cmを対象として考えた。

表2 使用材料

材料	種類		仕様	材料NO.
セメント	高セメントB種	U社製	比重3.04、フレン値3.980cm <sup>2</sup> /g	I
		A社製	比重3.04、フレン値3.800cm <sup>2</sup> /g	II
細骨材	海砂 + 砕砂	香川県室木産 兵庫県家島産	比重2.56、吸水率1.87%、F.M.=2.59	I
		香川県室木産 兵庫県赤穂産	比重2.57、吸水率1.44%、F.M.=2.68	II
粗骨材	砕石	兵庫県家島産	比重2.63、吸水率0.79%、F.M.=7.09	I
			比重2.61、吸水率1.34%、F.M.=6.64	II
混和剤	増粘剤	S社製	低界面活性型水溶性セルロースエーテル	I、II
	高性能AE減水剤	N社製	ホ <sup>o</sup> リアルキルカルボ <sup>o</sup> ン酸エーテル系	I、II
	高性能減水剤	N社製	高縮合トリアジ <sup>o</sup> ン系化合物	I、II
	AE減水剤	N社製	リク <sup>o</sup> ニンスルホン酸化合物およびホ <sup>o</sup> リアル複合体	I、II
	空気調整剤	N社製	変性アルキルカルボ <sup>o</sup> ン酸化合物	I、II

表3 コンクリートの配合

配合NO.	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				混和剤				使用材料	備考
				W	C	S	G	VA xW%	SP1 xC%	SP2 xC%	AE減 xC%		
1	2	47.0	52.0	190	404	878	823	0.25	3.0	—	—	I	配合要因
2	2	47.0	52.0	190	404	878	823	0.25	—	3.0	0.4		
3	4	47.0	52.0	190	404	848	804	0.25	—	3.0	0.4		
4	2	47.0	51.6	193	411	864	823	0.25	3.0	—	—	I	材料要因
5	2	47.0	52.6	185	394	899	823	0.15	3.0	—	—		
6	2	47.0	52.4	187	398	892	823	0.25	3.0	—	—	II	環境要因
7	2	47.0	53.0	182	387	914	823	0.15	3.0	—	—		
8	2	47.0	52.4	187	398	892	823	0.25	—	3.0	0.6		
9	2	47.0	51.6	193	411	864	823	0.25	3.5	—	—	II	環境要因 (実機試験)
10	2	47.0	51.6	193	411	864	823	0.25	—	3.0	0.6		

VA:増粘剤、SP1:高性能AE減水剤、SP2:高性能減水剤、AE減:AE減水剤

### 2.3 実験項目

室内でのコンクリートの製造は、強制パン型ミキサを用いて『1』の方法に従って行い、高流力コンクリートのフレッシュ性を評価する試験として、表4に示す項目を実施した。骨材は

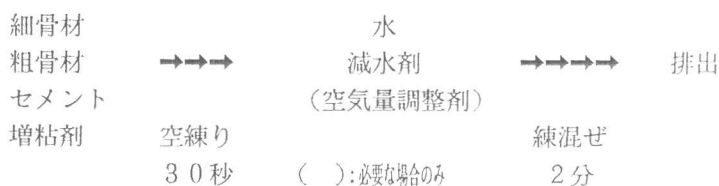


図1 練混方法

表乾に近い状態に調整したものをを用いた。また、実験ケースの一部（配合NO. 9~10）は生コンプラントの実機ミキサ（二軸パグミル型）で製造し、フレッシュ性状について調査した。

表4 試験項目

試験項目	方法
スランプフロー試験	広がりおよび速度(50cm到達時間 土木学会標準「コンクリートのスランプフロー試験法」(案))
V75ロート試験	文献[4]の方法による
ボックス試験	文献[5]の方法による
空気量試験	JIS A 1128 による

### 3. 実験結果

#### 3.1 増粘剤添加量による性状の違い

増粘剤添加量の違いによるフレッシュ

性状の試験結果を図2に示す。配合は配合NO. 1を基本として増粘剤添加量を $W \times 0.1 \sim 0.25\%$ で変化させた。増粘剤添加量が少なくなるに従ってコンクリートの粘性が小さくなる傾向が伺われ、V75ロート流下時間やスランプフロー試験における50cm到達時間が早くなった。増粘剤添加量が $W \times 0.1\%$ になるとコンクリートの分離傾向が見られ、この配合で必要な増粘剤添加量は、 $W \times 0.15\%$ 以上であると考えられた。

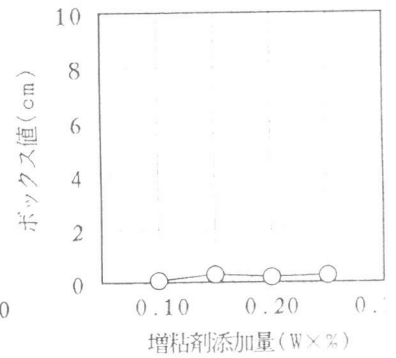
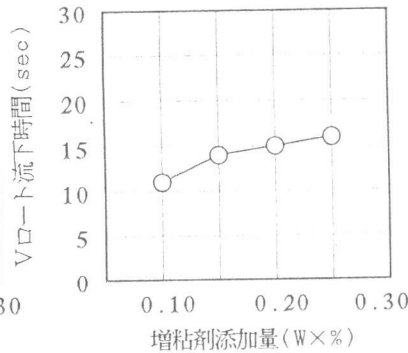
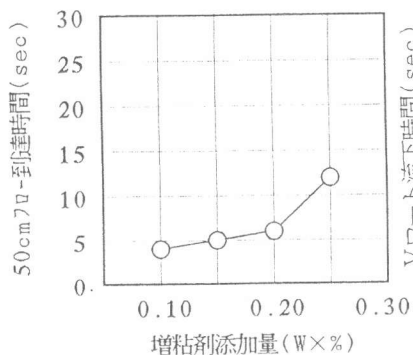
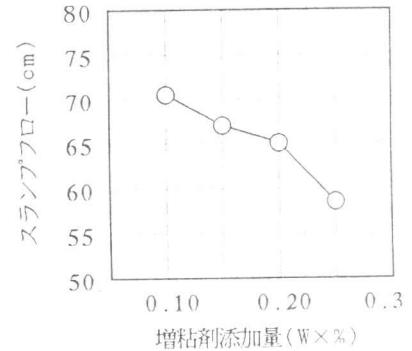


図2 増粘剤添加量と各種試験結果の関係

#### 3.2 空気量による性状の違い

空気量による性状の違いを図3に示す。配合は配合NO. 2,3を基に水セメント比一定で単位水を変化させたケースを評価した。空気量がコンクリートの流動性や変形速度に影響を与えるこ

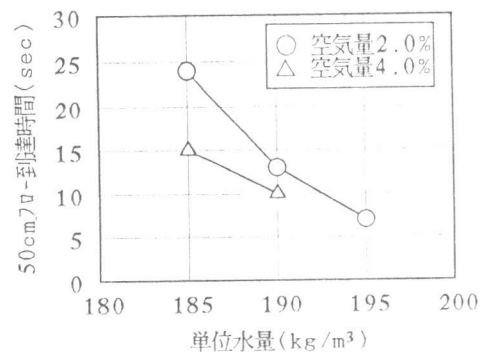
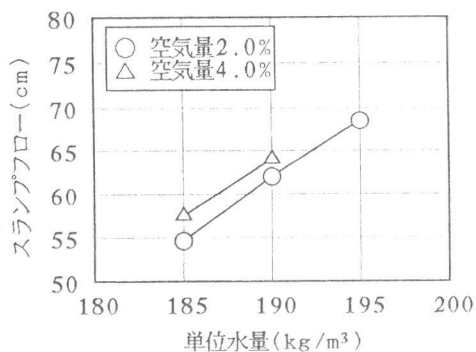


図3 空気量による流動性状の違い

わかった。空気泡によるベアリング効果や、空気を混入することによる骨材の削減効果が大きいと考えられる。

### 3.3 表面水率による性状のばらつきについて

表面水率による性状のばらつきについて図4に示す。コンクリートの配合は配合NO.4,5を基本とした。細骨材の表面水率のばらつきはS（海砂のみ）×±1%で、実質上の単位水量は概ね $1\text{ kg/m}^3$ のばらつきとなる。今回の表面水率のばらつきの範囲での各試験値の変動は、スランブフロー：±5 cm、V75ロート値：±5 秒、ボックス値：0～2 cmであり、フレッシュコンクリートの性状は比較的安定していた。増粘剤添加量による顕著なばらつきの違いは見られなかった。

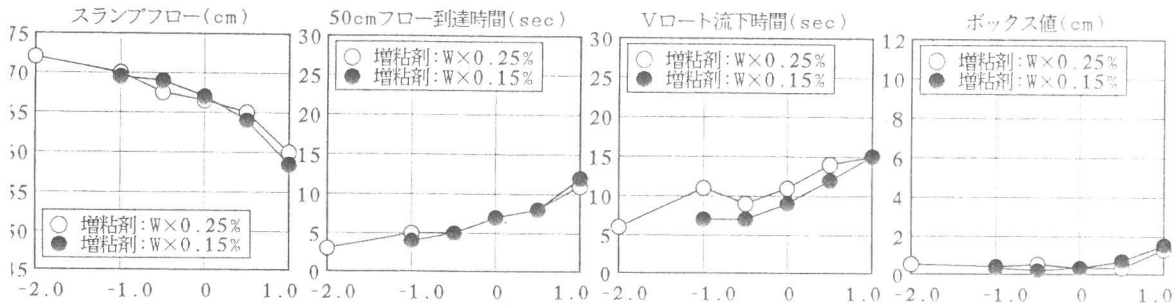


図4 表面水率による各種試験値のばらつき

### 3.4 各種材料の計量誤差による性状の違いについて

試験結果を図5～7に示す。今回検討した計量値のばらつきの範囲においては、いずれの試験も安定した値を示し、日常的な材料のばらつきに対しては十分安定した性状を確保できることがわかった。

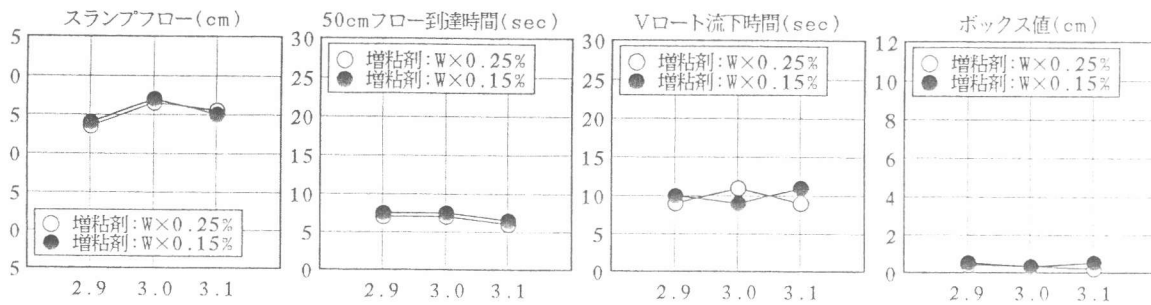


図5 高性能AE減水剤添加量のばらつきによる性状変化

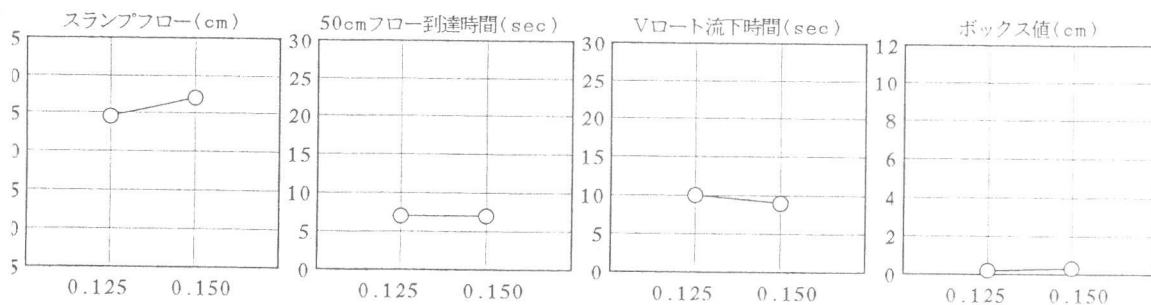


図6 増粘剤添加量のばらつきによる性状変化

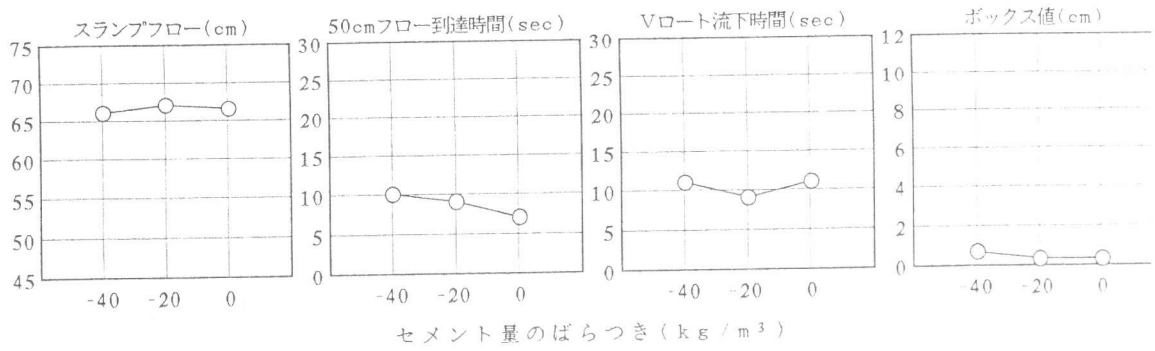


図7 セメント量のばらつきによる性状変化

### 3.5 コンクリート温度による性状の違い

コンクリート温度の違いによるスランプフローの時間変化の違いを図8に示す。コンクリート温度20°Cの場合、いずれのケースも練混ぜ後90分までのフレッシュ性状の維持が図れたが、

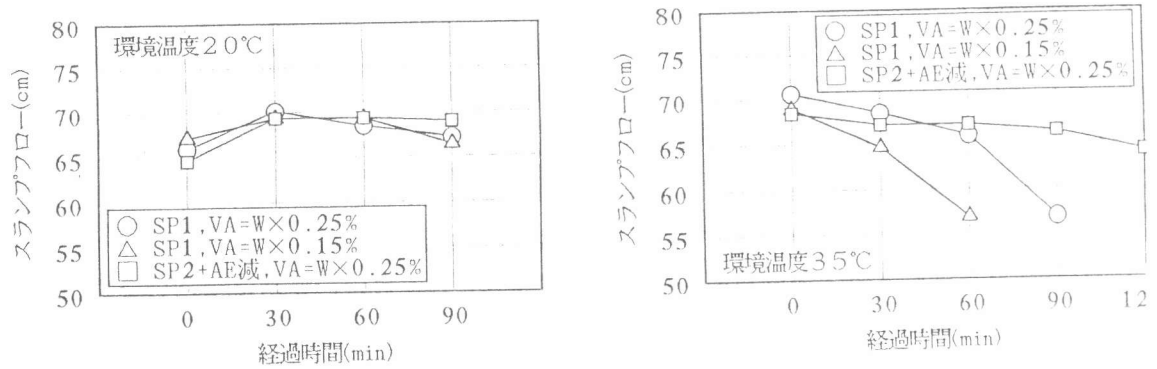


図8 コンクリート温度によるスランプフローの維持特性の違い

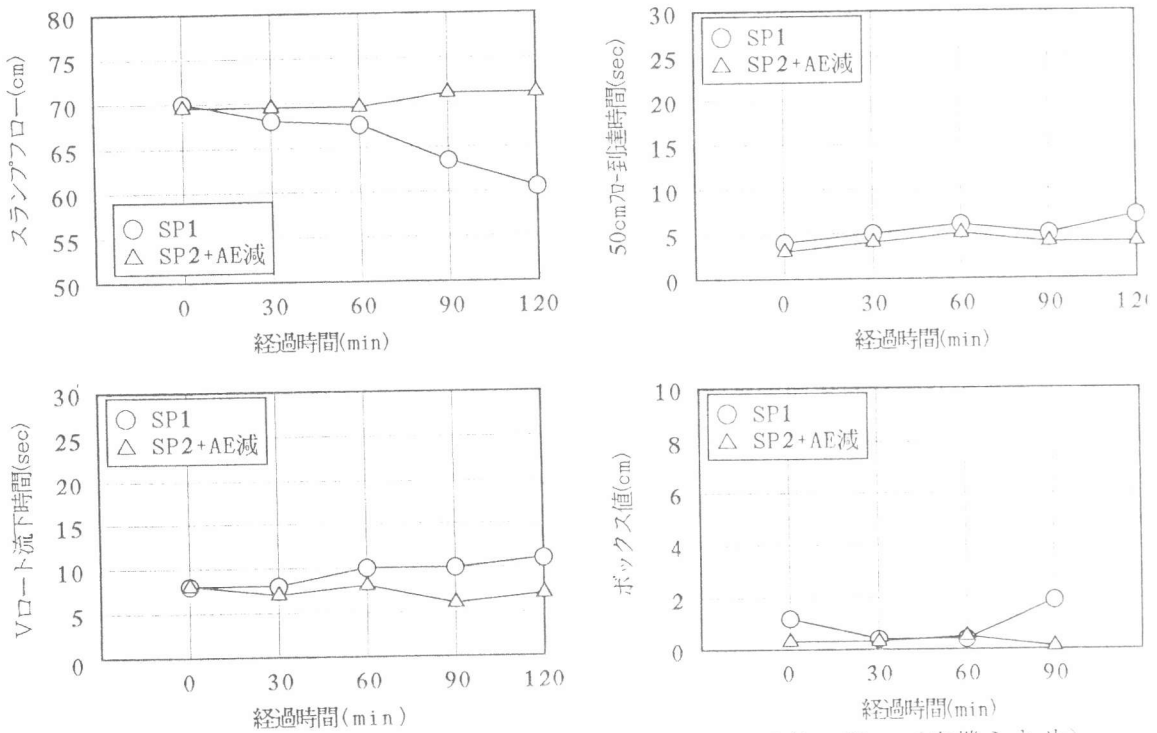


図9 減水剤の違いによるフレッシュ性状の維持特性の違い (実機ミキサ)

ート温度35℃の場合、今回用いた高性能AE減水剤においては、増粘剤添加量が $W \times 0.25\%$ のは練混ぜ後60分程度、 $W \times 0.15\%$ の場合は練混ぜ後30分程度の性状保持であった。これ温度による維持特性の変化は主に高性能AE減水剤の温度による分散および維持効果の違いにところが大きいと考えられた。一方、これまで増粘剤系高流動コンクリートで用いられてきた高性能減水剤+AE減水剤の組み合わせの場合、コンクリート温度35℃の場合でも練混ぜ後90度はフレッシュ性状を維持できた。これらについては、生コンプラントの実機ミキサで製造コンクリートをアジテータ車内で攪拌しながら、フレッシュ性状を確認した。その結果を図示す。室内実験の結果と同様に、高性能AE減水剤を用いた場合はフレッシュ性状が時間とと徐々に変化した。高性能減水剤+AE減水剤の組み合わせの場合、練混ぜ直後の性状を維持

## まとめ

粘剤系高流動コンクリートにおいて以下の知見が得られた。

粘剤添加量の増減によって、コンクリートの流動性や変形速度を調整できることがわかった。ただし、今回の実験での目視観察による材料分離の程度から、増粘剤添加量は $W \times 0.15\%$ 以上要であった。

気量の大小がコンクリートの流動性や変形速度に影響を及ぼすことがわかった。

想される材料の計量誤差に対するフレッシュ性状は比較的安定していた。また、表面水率の変化に対して、コンクリートの大きな材料分離や流動性の低下は生じなかった。

ンクリート温度により、流動性の維持性能は変化した。これは、主に減水剤の分散効果や維持性能の違いによると考えられ、気温に応じた減水剤の選択が必要である。

ら、本実験は神戸港「港島トンネル」沈埋函フルサンドイッチ構造部へ充填される高流動コンクリートに関する実験の一部として行ったものである。一連の計画から実施、取り纏めに至るまで、適切な助言や多大の御支援を戴いた関係者各位の方々へ紙面を借りて深謝いたします。

## 参考文献

龍一郎ほか:特殊増粘剤が高流動コンクリートの流動性を安定させる効果—表面水設定誤差による水量変化及び細骨材の粗粒率の影響—、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp. 138-139、1993.9

日昇ほか:特殊増粘剤が高流動コンクリートの流動性を安定させる効果—コンクリート温度の影響—、土木学会第48回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp. 140-141、1993.9

日ほか:増粘剤を用いた省力化施工コンクリートによるケーソン底版コンクリートの施工、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16、No. 1 pp. 61-66、1994.5

日昇ほか:フレッシュコンクリートの充填性評価のためのロータ試験、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、第5部、pp. 566-567、1992.9

日ほか:増粘剤を用いた省力化施工コンクリートの配合設計諸要素に関する一考察、平成5年土木学会関西支部年次学術講演会、V-29-1~V-29-2、1993.5