

V-290

締固め不要コンクリート中のペーストの性状に関する実験的検討

鹿島建設技術研究所 正会員 佐野 充輝

鹿島建設技術研究所 正会員 万木 正弘

鹿島建設技術研究所 正会員 坂田 昇

1. はじめに

コンクリート施工の省力化やコンクリート構造物の高付加価値化に伴い、締固め不要コンクリートが注目されており、学協会やゼネコン各社でその配合についての実験的研究が進められている。締固め不要コンクリートの性状には、セメントから粗骨材までの粒度、形状、ペーストの濃度、量、分散剤や増粘剤の添加量など、様々な要因が影響するものと考えられる。本研究では、その中のペーストに着目し、最近発表されている締固め不要コンクリート中のペーストについてレオロジー特性を実験的に検討するとともに、微粉末の種類、分散剤や増粘剤の添加量がペーストの性状に及ぼす影響について検討した。

2. 締固め不要コンクリートの配合及び合成粒度

最近発表されている締固め不要コンクリート(以下、NVCと略す)の配合3ケース^{1) 2) 3)}及び一般的な土木工事に用いられているスランパ8cmのコンクリートの配合を表-1に示す。また、これらの配合のセメントから粗骨材までの合成粒度を図-1に示す。NVCは、高い流動性と高い分離抵抗性が要求されることから、既往の研究では流動性の付与に分散剤を用いる方法が取られ、また、分離抵抗性の付与には、微粉末を多くする方法と増粘剤を用いる方法が取られている。ここで対象としたケース1及びケース2は、微粉末を多くしたものであり、一般的なコンクリートよりも100μm以下の微粒子が多い配合である。また、ケース3は、増粘剤を添加したものであり、合成粒度分布は一般的なコンクリートとほぼ同じ配合である。

表-1 コンクリート配合

配合	W/C' (%)	細骨材率 (%)	スランパ フロー (スランパ) (cm)	単 位 量 (kg/m ³)								AE 減水剤 (C×%)	高性能 減水剤 (C×%)	増粘剤 (W×%)
				C'				S	G	F	SD			
				W	C	Slag	SD							
ケース1	55.0	46.5	60±5	170	161	148	209	0	753	901	—	0.85(2.7)	—	
ケース2	50.0	44.9	60±5	154	154	154*	0	197	753	963	—	0.80(2.5)	0.0039	
ケース3	54.4	48.7	60±5	169	307	0	0	0	872	951	0.775	3.0(9.5)	0.30	
ケース4	55.0	46.3	(8.0)	165	300	0	0	0	844	1002	0.25	—	—	

C': 微粉末量, *: 比表面積6000cm²/g使用, ()内数字は, (C'×Vol%)を示す

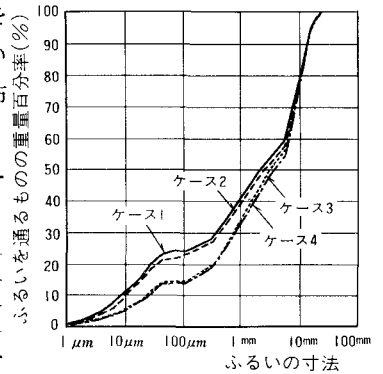


図-1 合成粒度

3. 試験の要因及び試験方法

表-1に示したNVC中のペーストについて、二重円筒型回転粘度計(ファン型VGメーター)を用いてレオロジー定数を測定した。ここで、ケース1については石粉もペーストの一部として取扱った。次いで、水微粉末比、微粉末の種類、分散剤の添加量及び増粘剤の添加量を変化させ、その影響を調べた。試験に使用した材料は表-2に示すとおりである。ペーストの練りませについては、卓上型万能ミキサー(容量2ℓ)を用い、全材料を投入後、低速(60rpm)で120秒間練りませた。

4. 試験結果及び考察

表-3に各ケースのペーストのレオロジー定数を示す。表に示すように、ケース1~3のNVC中のペーストの降伏応力は8~13dyn/cm²、塑性粘度は450~650cpsであり、ケース4の一般的なコンクリートと比較して、降伏応力は約0.1~0.15倍と極めて小さく、塑性粘度は約8~15倍の大きな値となった。これは、NVCのペーストが定性的に流動性が大きく、かつ分離抵抗性が大きいこと

表-2 使用材料

使用材料	摘 要
セメント	普通ポルトランドセメント(比重3.16, 比表面積3250cm ² /g)
スラグ	高炉スラグ微粉末(比重2.91, 比表面積4000cm ² /g)
石 粉	石灰石粉(炭酸カルシウム)(比重2.70, 200メッシュ)
フライ アッシュ	電発フライアッシュ(比重2.25, 比表面積3000cm ² /g)
水	水道水
混和剤	高性能減水剤(β-ナフチルスルホン酸カルシウム+反応性高分子) 高性能減水剤(メラミンスルホン酸カルシウム)(ケース3に使用) A E減水剤(リグニンスルホン酸化合物) 増粘剤(メチルセルロース)

表-3 レオロジー定数測定結果

配合	降伏応力 (dyn/cm ²)	塑性粘度 (cps)
ケース1	10.4	465.4
ケース2	8.1	641.0
ケース3	12.6	469.2
ケース4	85.0	62.0

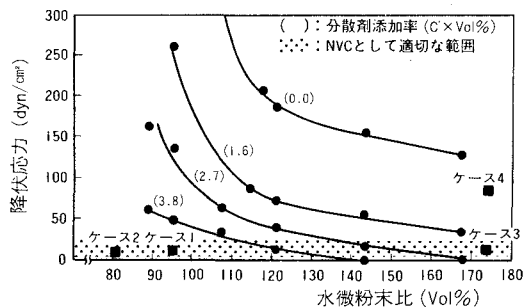


図-2 水微粉末比と降伏応力の関係

を示すものであり、今回の実験でその降伏応力及び塑性粘度の範囲をある程度定量的に示すことができた。次に、微粉末にOPCのみを用いたペーストについての水微粉末比と降伏応力及び塑性粘度の関係を図-2, 3に示す。また、ケース1~4のペーストの各々の値及びNVCのペーストの範囲を示した。図に示すように、水微粉末比が大きいくほど、また分散剤の添加率が大きいくほど、降伏応力及び塑性粘度が小さくなる傾向を示したが、NVCとしての流動性を与える小さな降伏応力を確保するためには、微粉末にOPCのみを用いた場合、2.7~3.8(C×Vol%)以上の比較的多量の分散剤を使用することが必要となった。一方、塑性粘度を分離抵抗性確保に必要な範囲に保つためには、分散剤の使用量2.7~3.8(C×Vol%)に対して水微粉末比を100~115Vol%(W/C=32~36%)程度とすることが必要となった。

ケース1, 2の場合、微粉末としてOPCの他にスラグ、石粉、フライアッシュ等を使用しており、OPCだけを用いたペーストとはレオロジー特性が異なる結果となった。そこで、他の微粉末の影響を調べるため、水微粉末比167Vol%(W/C=53%)のOPCのみのペーストにスラグ、石粉及びフライアッシュをそれぞれ加えることによって水微粉末比を変えたペーストのレオロジー一定数を測定した。ここで、分散剤の添加率は2.7(C×Vol%)一定とした。図-4に示すように、水微粉末比167Vol%を基準とした場合、OPCのみのペーストの降伏応力は水微粉末比が小さくなるとともに増加するが、微粉末にスラグ、石粉、フライアッシュを加えたペーストは、水微粉末比に関係なくほぼ一定の低い値を示した。また、図-5に示すように塑性粘度は水微粉末比が小さくなるとともに増加し、その程度は微粉末の種類によって異なる結果となった。これらのことは、セメント以外の微粉末を用いることにより、NVCに必要な降伏応力、塑性粘度を得るための水微粉末比や混和剤の添加量を広い範囲から選択できること、また、使用する微粉末の種類に応じて、水微粉末比、混和剤添加量を適切に選ぶ必要のあること等を示唆しているものと思われる。また、OPCだけを用いた水微粉末比を大きくした場合でも、増粘剤を添加することにより必要な塑性粘度を確保することは可能であり、ケース3はそのような考え方でアプローチといえる。

5. おわりに

今回の実験的研究によって、NVCに要求されるペーストの性状をレオロジー一定数によってある程度定量的に示すことができた。また、それらの性状を得るための微粉末や増粘剤の効果についても検討した。今後はこれらの結果を基にして、モルタル及びコンクリートレベルで検討を進めていく予定である。

(参考文献)

- 1) 坂田, 万木, 山本, 古澤; 高流動コンクリートの充填性に関する研究, コンクリート年次論文報告集 1990. 1
- 2) 小沢, 前川, 岡村; ハイパフォーマンスコンクリートの開発, コンクリート工学年次論文報告集 1989. 11.
- 3) 竹下, 佐原, 横田; 締固め不要な高流動コンクリートに関する基礎的研究, コンクリート工学論文集 第1巻 第1号, 1990. 1.

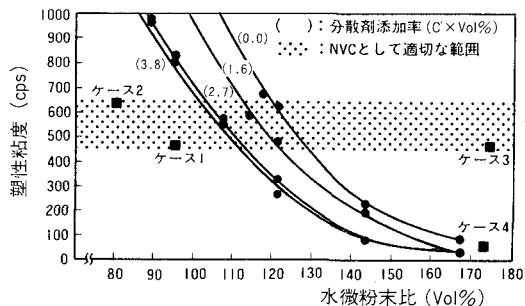


図-3 水微粉末比と塑性粘度の関係

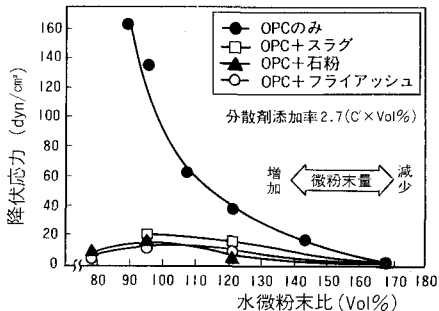


図-4 水微粉末比と降伏応力の関係

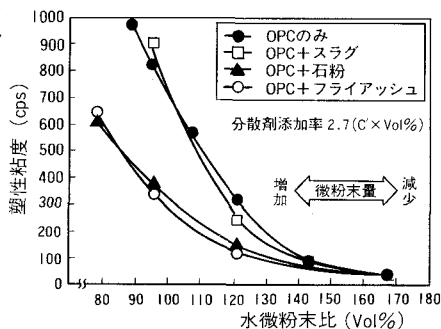


図-5 水微粉末比と塑性粘度の関係