

(株)間組技術研究所 正会員 福留和人

(株)間組技術研究所 正会員 谷口裕史

(株)間組技術研究所 正会員 喜多達夫

1. まえがき

近年の混和剤技術の発展により締固め不要な程度まで高流動化したコンクリートの製造が可能となっている^{1),2)}。一般にコンクリートを高流動化させると材料分離抵抗性が低下すること、また、材料分離が顕著になるとその箇所で変形が妨げられ、施工性が低下することが知られている³⁾。このようなことから、高流動化したコンクリートでは、所要の材料分離抵抗性を確保するように配合を選定する必要がある。本研究では、鉄筋等の障害物が存在する箇所における高流動化コンクリートの材料分離抵抗性を取り上げ、障害物のあき間隔、コンクリートの粘性および粗骨材容積の影響を調べた。

2. 実験概要

1) 使用材料および配合：使用材料の一覧を表-1に示す。高性能減水剤は、一般の流動化コンクリートに使用されているナフタリン系とした。また、増粘剤は、アクリル系とした。コンクリートの配合は表-2に示すとおりで、増粘剤の添加量と粗骨材の容積を組み合わせた配合とした。高性能減水剤添加量は、スランプフロー 65±5cmとなるように選定した。すなわち、増粘剤無の場合セメント量の1.6%、添加した場合2.0%とした。空気量は5±1%となるようにA E助剤で調整した。

2) 試験方法：狭小な空間をコンクリートが流動する時の材料分離の程度を評価するために図-1に示すようなL型のボックスの開口部に障害物を設置したものを用いた。つまり、A側（鉛直部）にコンクリートを投入後（高さ40cm）仕切板を抜き取り、自重でB側（水平部）に流動させた。流動停止後、B側に流入したコンクリートの重量および粗骨材量（洗い試験による）を測定した。障害物は、φ13mmの丸鋼とし、鉛直方向に設置した。あき間隔は骨材最大寸法を考慮して、38および50mmの2種類とした。なお、全ての配合で練上がり直後にスランプ、スランプフローおよび空気量を測定した。

3. 実験結果および考察

図-2に増粘剤添加量とコンクリートの通過率（B側への流入量/A側への投入量）の関係を、図-3に通過したコンクリートの粗骨材量の示方配合に対する偏差の関係を示す。

3. 実験結果および考察

図-2に増粘剤添加量とコンクリートの通過率（B側への流入量/A側への投入量）の関係を、図-3に通過したコンクリートの粗骨材量の示方配合に対する偏差の関係を示す。

狭小な空間を流動するときの材料分離は、粒子の大きさによって流動の阻害の程度が異なることにより生じる。すなわち、粒子の径が大きいものほど流動阻害を受けやすく、その結果個々の径の粒子間に相対的な変位が生じて材料分離を引き起こすものと考えられる。これらの材料分離には、①モルタルと粗骨材②ベース

表-1 使用材料

	種 類	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント	比重:3.16, 比表面積:3380cm ² /g
細骨材	川砂	比重:2.60, FM:2.78, 吸水率:1.56%
粗骨材	砕石 (G _{max} :20mm)	比重:2.70, FM:6.60, 吸水率:0.75%
	高性能減水剤	ナフタリン系/酸系ポリマー高縮合物塩
混和剤	A E助剤	天然樹脂酸塩
	増粘剤	アクリル系

表-2 コンクリートの配合

配合 No	粗骨材 容積 Gv (%)	水セ メント 比 W/C (%)	細骨 材率 S/a (%)	スラ ンプ フロ ーの 範囲 (cm)	空気 量の 範囲 (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
						水 W	セメ ント C	細骨 材 S	粗骨 材 G	増粘 剤
1	37.5	5.0	46.3	65 ±5	5 ±1	160	320	841	1013	0
2										2
3										3
4										4
5	35.0	5.0	49.1	65 ±5	5 ±1	167	334	877	945	0
6										2
7										3
8										4
9	32.5	5.0	51.9	65 ±5	5 ±1	174	348	912	878	0
10										2
11										3
12										4

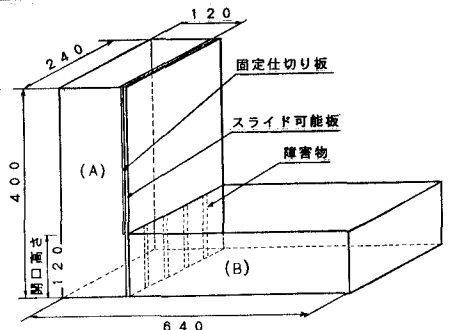


図-1 試験装置

トと細骨材③水とペーストの分離が考えられる。増粘剤を添加していないコンクリートでは、上記①，②，③の分離が同時に生じており、その結果モルタルの物性（主に降伏値の増大）して流動が停止するものと考えられる。今回の実験結果でも、増粘剤を添加した場合に比べて通過率が小さくまた粗骨材量の低下も大きくなっている。一方、増粘剤を添加した場合、今回の試験のように応力が小さくかつ流動時間が短い場合上記②，③の分離は、ほとんど生じないため、この場合の材料分離は、上記①を考えればよい。すなわち、モルタルと粗骨材の相対的な変位によるものであるから、粗骨材の流動阻害の程度（主にあき間隔および粗骨材容積による。ただし、一般的には骨材の寸法・形状および分布も影響する。）とモルタルの物性（降伏値および塑性粘度）に影響されると考えられる。

まず、粗骨材容積の影響であるが、その値が小さいほど粗骨材の流動阻害の程度が小さいと考えられる。今回の実験結果でも、あき間隔38mmおよび50mmとも粗骨材容積が小さいほどコンクリートの通過率が大きく、粗骨材量の偏差も小さくなっている。これから、粗骨材容積を小さくすれば狭小な空間を流動するときの材料分離を低減できると言えるが、粗骨材沈降による上下方向の材料分離も顕著になると考えられるため、この点からの検討も必要である。

次に、障害物のあき間隔の影響を考える。あき間隔が大きいほど粗骨材の流動阻害の程度が小さくなると考えられる。今回の実験結果でも当然のことながらあき間隔が大きいほどコンクリートの通過率が大きくまた粗骨材量の偏差も小さくなっている。一方、あき間隔38mmおよび50mmで、増粘剤の添加量の影響が異なっている。すなわち、あき間隔50mmでは、増粘剤の添加量による通過率の差がほとんどみられない。これは、あき間隔が大きいと流動阻害の程度が小さくなるため、モルタルの物性の影響が現れないためであると考えられる。これに対し、あき間隔38mmの場合、粗骨材容積37.5%では増粘剤添加量による通過率の差はみられないが、粗骨材容積35および32.5%では、それぞれ増粘剤添加量3および4 kg/m^3 で通過率が最大となっている。これは、あき間隔が小さくなると粗骨材の流動阻害の程度も大きくなるため、モルタルの物性の差も材料分離の程度に影響してくるためと考えられる。したがって、障害物のあき間隔が小さい場合には、モルタルに適切な物性を与えるように配合を選定する必要があると言える。

4. あとがき

今回の実験から狭小な空間をコンクリートが流動するときの材料分離抵抗性は、空間のあき間隔が小さくなると配合条件の影響が大きくなることがわかった。高流動化コンクリートは、施工の省力化および施工上の欠陥をなくす上で有効であり、より適切な配合選定手法の確立が重要である。そのためには、流動特性の把握とその評価手法の確立および材料分離メカニズムの解明が不可欠であり、今後、適切な材料の選定および基本的な耐久性の検証とあわせて検討していきたい。

【参考文献】 1) 小沢他：JCI年次論文報告集，Vol. 11，No. 1，pp. 699～704.， 2) 竹下他：JCI論文集，Vol. 1，No. 1，pp. 143～154.， 3) 小沢他：土木学会第44回年次学術講演会，第5部，pp. 198～199.

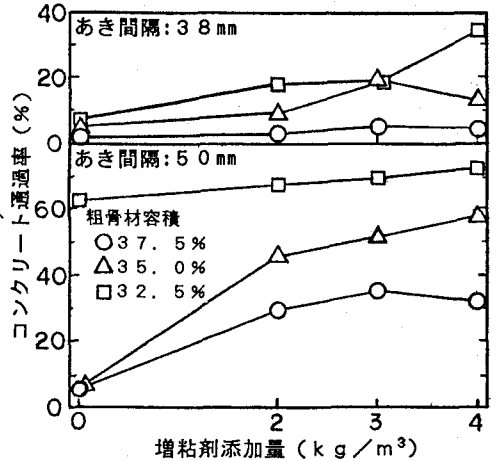


図-2 増粘剤添加量と通過率の関係

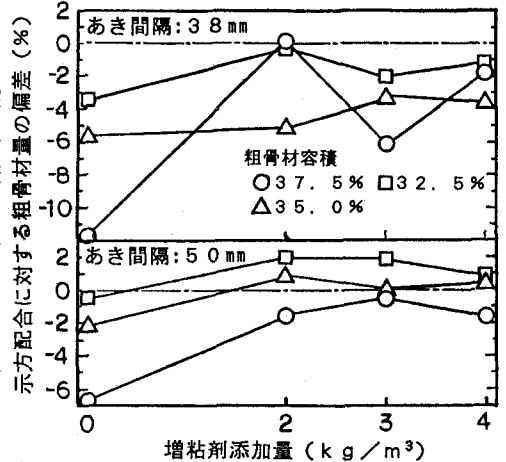


図-3 増粘剤添加量と示方配合に対する粗骨材量の偏差の関係