

VI-141 細骨材の品質変動が超流動コンクリートの品質に及ぼす影響

(株)大林組 土木技術部 正会員○上垣 義明
東京ガス(株)生産技術部 正会員 小松原 徹
(株)大林組 土木技術部 正会員 入矢 桂史郎

1. まえがき 大型の鉄筋コンクリート構造物の隅角部などでは、複雑に鉄筋が配置され、従来のパイプレータによるコンクリートの締固めが容易でないと予想される。そこで、締固め不要の超流動コンクリートを適用し、施工の合理化を図ることとした。実施工においては骨材の品質変動があり、超流動コンクリートの流動性、材料分離抵抗性に影響を及ぼすことが考えられる。そこで、レデーミクストコンクリート工場(以下、工場)での材料の品質(特に細骨材の表面水率・粗粒率)変動およびそれが超流動コンクリートの性状に及ぼす影響について工場での調査を実施した。本報告は、工場で大量に製造した場合の超流動コンクリートの品質調査結果を述べたものである。

2. 調査概要

2.1 使用材料および配合 表-1に超流動コンクリートに使用した材料を示す。セメントには、温度ひびわれの制御を考慮して、高炉スラグとフライアッシュを含む三成分系低発熱セメントを採用し、混和剤にはナフタリン系の高性能AE減水剤を使用した。骨材は、1日の使用量全量を貯蔵しており、打設中の供給は行われなかった。

表-1 使用材料

種類	比重	物理的特性・主成分
三成分系低発熱セメント	2.78	普通ポルトランドセメント35%、高炉スラグ微粉末45%、フライアッシュ20%のブレンド品 比表面積3650cm ² /g
細骨材	2.60	山砂、吸水率1.54%、FM2.55
粗骨材	2.70	石灰岩碎石、FM6.86、実積率61.5%
高性能AE減水剤	1.18	変性ナフタリン系、70%70%70%酸および活性持続剤の複合物

表-2 コンクリートの配合

表-2にコンクリートの配合を示す。

現場荷卸し時の管理基準値は、スランブフローを50±5cm、空気量を5±1%とした。

Gmax (mm)	管理基準値(荷卸し時)		W/C (%)	s/a (%)	単位量、(kg/m ³)				
	スランブフロー(mm)	Air(%)			W	C	S	G	Ad
20	50 ± 5	5 ± 1	33.9	45.2	165	487	717	903	CX2.1%

2.2 コンクリートの製造 コンクリートの製造は、運搬時間約10分の工場において実施した。練混ぜは、二軸強制練りミキサ(容量2.5m³)で、純練混ぜ時間(全材料投入後から排出まで)を60秒として行った。

2.3 品質調査方法 工場における試験項目は、骨材の表面水率・ふるい分け試験、フレッシュコンクリートのスランブフロー試験、空気量試験、そしてOロート試験¹⁾(10ℓのロートの流下時間(以下、Oロート時間)を測定)と硬化コンクリートの圧縮強度試験であり、現場到着後においては、フレッシュコンクリート試験および圧縮強度試験である。

3. 品質調査結果および考察

品質調査で行われた骨材、フレッシュおよび硬化コンクリートの試験結果を表-3に示す。

3.1 使用材料の品質変動 図-1に1m³当たりの練混ぜ水量と細骨材の表面水率および粗粒率の実測値を示す。練混ぜ水量は、細・粗骨材の表面水率の実測値と計量時の入力表面水率を用いて算出した実際の練混ぜ水量である。細骨材の粗粒率は、同じロットの細骨材を用いていることもあり、変動係数1.3%と非常に変動が小さく安定しており、細骨材の表面水率の実測値の変動も小さい。しかしながら、表面水率の実測値と入力表面水率の差により、練混ぜ水量が最大で約10kg/m³変動した。

3.2 フレッシュコンクリートの品質変動 図-2にスランブフローとOロート時間の工場での試験値を示す。製造終了直前の現場からの要望により、練混ぜ水量を減少させたことによるスランブフローの減少がみられるが、練

表-3 品質調査結果

	骨材試験実測値		試料採取場所	空気量 (%)	スランブ フロー (mm)	Oロート 時間 (秒)	f _{cu}
	細骨材	粗骨材					
平均	(8.78)	(0.35)	工場	6.28	515	5.6	502
	<2.55>	<6.84>	現場	5.04	493	6.2	515
標準 偏差	(.263)	(.343)	工場	.620	29.3	0.68	31.6
	<.033>	<.245>	現場	.559	24.6	0.92	27.3
変動 係数 (%)	(3.00)	(98.0)	工場	9.87	5.69	12.1	6.29
	<1.29>	<3.58>	現場	11.1	4.99	14.8	5.30

注) (): 表面水率、< > : 粗粒率
f_{cu}: 材令91日における圧縮強度(kgf/cm²)

混ぜ開始直後では、練混ぜ水量が多いにもかかわらず、スランプフローは小さい。これは、空気量が少なかったことによるものと考えられ、空気量の調整が重要と思われる。それら以外のバッチでは、練混ぜ水量の減少にともなってスランプフローも減少したが、練混ぜ水量の変動によるスランプフローの著しい変動はみられない。しかし、スランプフローの管理幅が $\pm 5\text{cm}$ での練混ぜ水量の増減の限界は、細骨材の表面水率に換算して、 $+1.5\sim-1.0\%$ となっており、骨材の表面水率の管理が重要であると考えられる。

○ロート時間は、スランプフローが大きい場合には小さく、スランプフローとの相関が認められる。○ロート時間は、スランプフロー同様に練混ぜ水量の影響を受け、スランプフローよりも変動が大きい。しかしながら、○ロート試験は、スランプフロー試験のみでは定量化することが困難なコンクリートの変形速度を表現しようとしたものであり、超流動コンクリートの試験には非常に重要であると考えられる。

3.3 硬化コンクリートの品質変動 図-3に、圧縮強度（材令91日、標準水中養生、試料採取：工場）と空気量を示す。なお、工場での空気量の管理目標は、運搬によるロスを見込んで、 $6\pm 1\%$ とした。圧縮強度は、スランプフローおよび空気量の変動と対応して変動している。また、最後に採取した供試体以外は、 $m \pm 2\sigma$ （ m ：平均値、 σ ：標準偏差）の管理基準内であり変動係数は約5%となった。

4. まとめ 本報告は、超流動コンクリートの大量打設において、特に使用材料の品質変動に注目して、コンクリートの性状に及ぼす影響について検討を行ったものである。本研究の範囲で明らかになったことを以下に示す。

- 1) 細骨材が山砂のためか、細骨材の粒度分布の変動は小さかった。また、事前の貯蔵管理により細骨材の表面水率の変動幅は0.8%と小さかった。
- 2) 超流動コンクリートでは、空気量の変動やプラント設定表面水率の誤差が相乗してスランプフローや○ロート時間に影響を及ぼす。普通コンクリートと比較して s/a が高い超流動コンクリートは、安定した品質の細骨材の供給が必要であり、骨材の表面水率試験の頻度を上げることにより、超流動コンクリートの所要の品質を確保することが可能である。
- 3) 本実験では、骨材の特別な調整等の制御は行わず、表面水率の管理のみで対応したが、大量出荷においてもフレッシュ・硬化コンクリートともに所要のコンクリートの品質を確保できた。

最後に、本研究を行うにあたり、貴重なご指導を賜りました東京大学工学部土木工学科 岡村 甫教授ならびに多大なご協力頂きました関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

参考文献 1) 近松、竹田、平田、十河：コンクリートの流下速度試験による打ち込みやすさの一評価、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.13、No.1、pp.887-892、1991.6

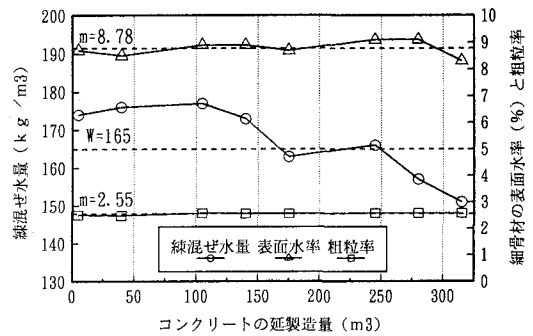


図-1 練混ぜ水量と細骨材の表面水率および粗粒率の変動

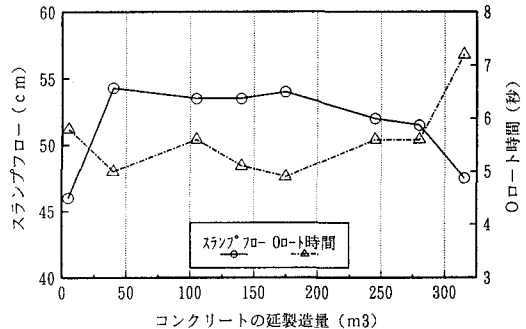


図-2 スランプフローと○ロート時間の変動（工場）

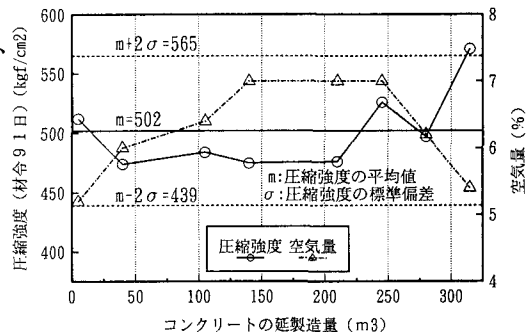


図-3 圧縮強度と空気量の変動（工場）